

Tehnički Glasnik

Časopis Veleučilišta u Varaždinu

1/2011



ISSN 1846-6168
Godina 5, Broj 1, Str. 1-160
Varaždin, srpanj 2011.



Tehnički Glasnik

Časopis Veleučilišta u Varaždinu

1/2011

Godište (Volume) 5.
Broj (Number) 1
Varaždin, srpanj 2011.
ISSN 1846-6168

Osnivač i izdavač (Founder and Publisher):

Veleučilište u Varaždinu

Uredništvo (Editorial Office):

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

Glavni urednik (Editor-in-Chief):

Živko Kondić

Tajništvo (Secretary Office)

Marijana Kolednjak

Urednici rubrika (Contributing Editors):

Elektrotehnika – Ivan Šumiga
Strojarstvo - Živko Kondić
Multimedija - Damir Vusić
Logistika – Marko Stoić
Građevina- Božo Soldo

Urednički odbor (Editorial Board):

Veleučilište u Varaždinu:

Ivan Šumiga, Živko Kondić, Damir Vusić, Marko Stoić, Božo Soldo

VERN Zagreb: Mijo Vrhovski

Sveučilište u Zadru: Stipe Belak

Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb:

Vedran Mudronja, Janez Indof, Mirko Husnjak, Biserka Runje

Fakultet elektrotehnike i računarstva: Stjepan Bogdan, Zdenko Kovačić

UM FERI Maribor: Boris Tovornik, Nenad Muškinja

Grafički fakultet Zagreb: Nikola Mrvac, Igor Zjakić

Fakultet strojarstva u Slavonskom Brodu:

Milan Kljajin, Franjo Mateiček, Ivan Samardižić, Leon Maglić

Geotehnički fakultet u Varaždinu: Mladen Božičević, Božo Soldo

Institut Ruder Bošković: Tihomir Car

Visoka tehnička škola Novi Sad: Zoran Lovreković, Borislav Abramović

Mašinski fakultet Sarajevo: Marin Petrović

JP Elektroprivreda HZHB d.d. Mostar: Slobodan Bakula

Grafički zavod Hrvatske: Marin Milković

Visoka tehnička škola u Bjelovaru: Ante Čikić

Lektori (Linguistic Advisers):

Ivana Grabar (za engleski jezik)

Ljiljana Šarac (za hrvatski jezik)

Tehnički urednik (Technical Editor):

Dean Valdec

Tisak (Print):

Web 2 tisak d.o.o. Zagreb

Časopis je besplatan i izlazi u dva broja godišnje * Naklada: 150 primjeraka
Časopis „Tehnički glasnik“ Veleučilišta u Varaždinu upisan je u Upisnik HGK o izdavanju i
distribuciji tiska 18. listopada 2007. godine pod rednim brojem 825.
Rukopise, narudžbe oglasa, objave i drugo slati na adresu uredništva. Rukopisi se ne vraćaju.
Upute autorima nalaze se na internetu.

Uređenje zaključeno (Preparation ended):

srpanj 2011.

SADRŽAJ

1. <i>Bernik A, Stipetić I.</i> LASERSKE ZRAKE U STROJNOJ INDUSTRIJI	5
2. <i>Hižak J., Logožar R.</i> A DERIVATION OF THE MEAN ABSOLUTE DISTANCE IN ONE-DIMENSIONAL RANDOM WALK	10
3. <i>Keček D., Čančarević M.</i> SUVREMENE TEHNOLOGIJE, MATEMATIKA I PRIMJENE.....	17
4. <i>Logožar R., Havaš L.</i> A SPREADSHEET APPLICATION FOR THE PLANNING AND TRACKING OF PROJECT LABOR HOURS AND EXPENDITURES	22
5. <i>Bernik A., Kelnarić D.</i> VRSTE I TEHNIKE 3D TEKSTURIRANJA	30
6. <i>Varga M., Varga V.</i> USPOREDBA REZULTATA REVIZIJE INFORMACIJSKIH SUSTAVA PROVEDENIH PREMA COBIT OKVIRU I UVOD U COBIT 5 OKVIR	35
7. <i>Kuzmić A., Tomiša M., Valdec D.</i> ANALIZA DOŽIVLJAJA OSNOVNIH TIPOGRAFSKIH ELEMENATA	44
8. <i>Logožar R., Lajtman M.</i> THE MUSIC PRODUCTION OF A ROCKABILLY COMPOSITION WITH ADDITION OF THE BIG BAND BRASS SOUND	48
9. <i>Varga M.</i> ZAŠTITA ELEKTRONIČKIH PODATAKA	61
10. <i>Hoblaj J., Matković D.</i> MPEG-2 i MPEG-4 NORME ZA KODIRANJE VIDEOSIGNALA	74
11. <i>Horvat M., Brezovečki D.</i> PRIMJENA ELEKTROLUČNOG ZAVARIVANJA SVORNJAKA U IZRADI SPREGNUTIH KONSTRUKCIJA	84
12. <i>Hoblaj J., Matković D.</i> KODIRANI ORTOGONALNI FREKVENCIJSKI MULTIPLEKS U ZEMALJSKOJ RADIODIFUZIJI DIGITALNOG VIDEOSIGNALA	89
13. <i>Ciglar I., Botak Z.</i> UPRAVLJANJE I PRIMJENA ROBOTA ZA ZAVARIVANJE "REIS ROBOTICS RV6L"	98
14. <i>Piškor M., Kondić V., Mađerić D.</i> PROCES IMPLEMENTACIJE LEAN-a U MALIM ORGANIZACIJAMA	103
15. <i>Łabudzki R.</i> THE STATE OF DEVELOPMENT OF MACHINE VISION	109
16. <i>Golubić S., Čikić A., Hršak B.</i> PRIKAZ TIJEKA PROIZVODNJE U METALOPRERAĐIVAČKOM PODUZEĆU MPD d.d.	115
17. <i>Purić G., Kozina G.</i> IMPLEMENTACIJA, FUNKCIONIRANJE I OCJENA USPJEŠNOSTI SUSTAVA KVALITETE NA PRIMJERU DRUŠTVA MEĐIMURSKE VODE D.O.O.....	119
18. <i>Kondić V., Piškor M., Horvat M.</i> OSNOVNA OBILJEŽJA LOGISTIČKOG PROCESA ODRŽAVANJA	126
19. <i>Perčić M., Kozina G.</i> ZNAČAJ LOGISTIČKOG PROCESA NABAVE U POSLOVNOM SUSTAVU	134
20. <i>Kozina G., Kezele V., Martinčević I.</i> UPRAVLJANJE VODOOPSKRBOM	139
21. <i>Korunić Križarić L., Kolednjak M., Petričević A.</i> KORUPCIJA I SUZBIJANJE KORUPCIJE U RH	143
Završni radovi prvostupnika Veleučilišta u Varaždinu	155

LASERSKE ZRAKE U STROJNOJ INDUSTRIJI

Bernik A.¹, Stipetić I.

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Laser ili naprava koja emitira koherentni snop fotona koristi se u mnogim ljudskim djelatnostima. Veliku primjenu ima u medicini, informatici, komunikacijskim tehnologijama, vojsci, industrijskoj proizvodnji. Danas se vrlo često koristi Nd:YAG laser s čvrstom jezgrom. Također veliki stupanj učinkovitosti imaju CO₂ laser - plinski laser koji kao aktivni medij koristi molekule ugljikovog dioksida. Zbog svoje velike učinkovitosti, mogu imati veliku snagu pa se upotrebljavaju u industriji za rezanje, bušenje, zavarivanje i dr. Laseri koji graviraju ispod površine stakla rade na principu multi-fotonske apsorpcije (Multi – photon absorption). Ovaj fenomen prouzrokuje stvaranje malih „mikro pukotina“ u fokusu zrake unutar materijala koji se gravira. Površina ostaje neoštećena zbog velike transparentnosti materijala, te tako omogućuje graviranje 2D ili 3D modela. Članak prikazuje i objašnjava neke laserske metode.

Ključne riječi: graviranje, laser, materijali, primjena, YAG laseri, Yvo4 Laseri

Abstrac: Laser or device that emits a coherent beam of photons is applied in many human activities. Has extensive application in medicine, computer science, communication technologies, military, industrial production ... Today is a very commonly used Nd: YAG laser with a solid core. Also a great degree of effectiveness with CO₂ laser - gas laser that is used as the active medium molecules of carbon dioxide. Because of its high efficiency can have great power and are used in industry for cutting, drilling, welding ... A laser engravings below the surface of the glass work on the principle of multi-photon absorption (Multi - photon absorption). This phenomenon causes the creation of small "micro-cracks" in the focus of the rays inside the material, which is engraved. Surface remains undamaged due to the high transparency of the material, and thus enables the engraving of 2D or 3D models.

Keywords: applications, laser engraving, materials, YAG lasers, Yvo4 lasers

1. UVOD

LASER (eng. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) je uređaj koji emitira snop fotona. Laserska svjetlost sastoji se od jedne valne duljine koja je usmjerena u uskom koherentnom snopu

(elektromagnetski valovi su u fazi – svi svjetlosni valovi titraju u fazi). Osnovni dijelovi lasera su rezonator, aktivni laserski medij i optička pumpa. Razlikujemo više vrsta lasera kao što su: plinski, poluvodički, kemijski, laseri s bojilima, laseri sa slobodnim elektronima i laseri s čvrstom jezgrom. Zbog kolimacije laserske zrake, postiže se velika preciznost emitiranog svjetla. Zato se laseri danas puno primjenjuju u medicini, vojsci, znanosti, tehnologiji, industriji. Laseri s krutom jezgrom (posebno Nd:YAG) se koriste za rezanje, bušenje i varenje. U mjeriteljstvu laseri se upotrebljavaju za označavanje položaja na nekom udaljenom mjestu, pa se u tu svrhu koriste poluvodički laseri. Još se koriste i za čitanje i pisanje CD/DVD medija, u laserskim printerima itd. Laserska zraka se stvara pomoću stimulirane emisije kada je sustav u interakciji s fotonom, čija je energija jednaka energiji pobuđenog stanja, emitiranjem novog fotona. Emitirani foton je povezan s fotonom koji je prouzročio reakciju – fotoni imaju jednaku energiju, fazu i smjer. Postoje dva uvjeta emisije fotona. Prvi uvjet je da laserski medij mora sadržavati energijske razine čija razlika energija odgovara energiji emitiranih fotona. Drugi uvjet je da većina atoma bude u pobuđenom stanju. Istodobno se u laserskom mediju mogu događati različiti procesi interakcije elektromagnetskog zračenja i materije, najviše apsorpcija i spontana emisija zračenja. Laseri s čvrstom jezgrom imaju jezgru napravljenu od kristala ili amorfne tvari najčešće u obliku štapića. Zrcala mogu biti tanki slojevi srebra napareni na krajeve štapića. Na taj način štapić čini lasersku šupljinu. Pobuđivanje atoma od kojeg se sastoji jezgra obično se provodi nekim intenzivnim izvorom svjetla. Zbog toga se često koriste ksenonske bljeskalice, a u novije vrijeme LED diode, čime se povećava energetska učinkovitost lasera.

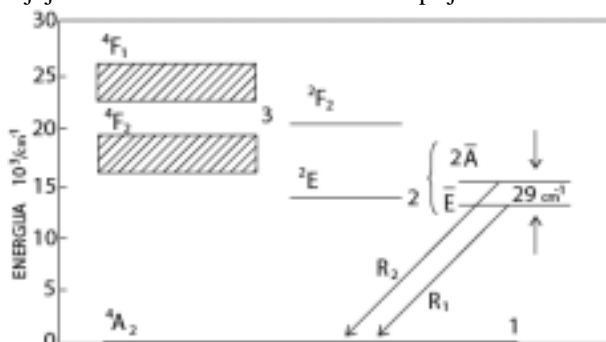
2. PODJELA LASERA

Nd:YAG laseri se dijele, s obzirom na agregatno stanje tvari, na plinske, tekuće i krute. Plinski laseri se dijele na atomske (He-Ne, Cs), ionske (Ar, Kr), molekularne (CO₂, N₂) i kemijske (samostalni). Tekući laseri se dijele na lasere «kaveznih» molekula (velike molekule koje okružuju ioni) i lasere na organskim bojama (dye lasers). Kruti laseri se opet dijele na kristalne (rubinske; YAG), amorfne (stakleni, plastični) i poluvodičke (samostalni). Prema načinu rada laseri mogu biti impulzni i kontinuirani. Laseri se pobuđuju optički, sudarima elektrona i atoma na plinskom izboju, ozračivanjem snopovima čestica visoke energije i

kemijskim reakcijama. Optički način je najefikasniji na krutim laserima, način pobuđivanja lasera sudarima elektrona i atoma je najefikasniji na plinskim laserima, dok se kemijskim reakcijama pobuđuje plinoviti laserski medij koji se sastoji od dvije ili više kemijski aktivnih komponenti.

2.1. Rubinski laser

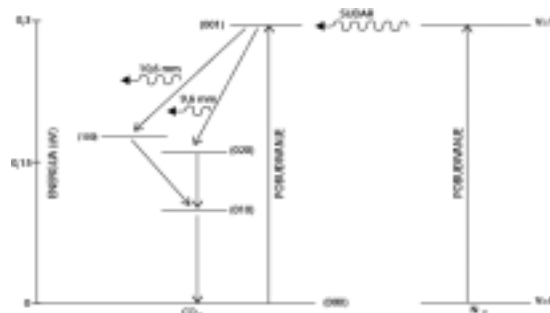
Jedan od najpoznatijih lasera, ujedno i prvi konstruirani, je laser kod kojeg se kao aktivni medij primjenjuje kristalna šipka sintetskog rubina. Rubin je zapravo aluminijev oksid Al_2O_3 koji sadrži 0,05 težinskih postotaka Cr_2O_3 , što mu daje ružičastu boju. U ovakvom težinskom omjeru 1 kubični centimetar rubina sadrži $1,6 \times 10^{19}$ iona Cr^{3+} . Povećanjem koncentracije kromovih iona, boja kristala mijenja se u crvenu, a valna dužina emisije od 694,3 nm na 700,9 i 704,1 nm. Kristalografska simetrija rubina je (gotovo) kubična, s malom distorzijom uzduž prostornih dijagonala. Posljedica distorzije je romboedarska simetrija, pa je kristal uniaksijalan, a optička os poklapa se s rotacijskom osi III. reda. Rubinska šipka mora biti homogena, bez defekata, a rubne površine rezane i optički polirane, pod kutom od 60° ili 90° prema kristalografskoj osi. Ovo je od iznimne važnosti za ostvarenje laserske akcije, jer stimulirana emisija najbolje teče u takvoj geometriji aktivnog sistema. U kristalnoj rešetki svaki aktivni ion okružen je kristalnim poljem koje održava simetriju rešetke. U konkretnom primjeru, rubinu, Cr^{3+} ion okružen je poljem Al_2O_3 rešetke koja uzrokuje cijepanje degeneriranih razina slobodnog iona. Koliki će biti stupanj cijepanja, tj. hoće li biti rascijepljene sve razine ili samo jedan dio, ovisi o simetriji polja. Separacija među rascijepljenim razinama ovisi o jakosti polja. Energetske razine u rubinu slobodnog Cr^{3+} iona cijepaju se na tri nivoa, koje označujemo s 4F_1 , 4F_2 i 4A_2 , s pripadnim multiplicitetima 12, 12 i 4. Isto tako, sljedeći nivo 2G cijepa se na 2A_1 , 2F_1 , 2F_2 i 2E razine, s multiplicitetima 2, 6, 6 i 4. Energetska shema koja odgovara ovom cijepanju izgleda kao na slici 1. Premda fizikalno i matematičko tretiranje laserske akcije na ovakvom sistemu nije sasvim jednostavno, možemo se poslužiti simplificiranom shemom koja se bazira na tri razine. Možemo, dakle, koristiti ranije opisani mehanizam populacijske inverzije na 3 nivoa, s tim da su pojedini nivoi zapravo vrpce velikog multipliciteta. Da bismo mogli objasniti lasersku akciju pomoću gornje sheme energetske razine (za slučaj rubina), potrebno je u njoj dati konkretnu sliku elektronskih prijelaza.



Slika 1. Energetske razine u rubinu

2.2. CO₂ laser

CO₂ laser je bio punjen pod pritiskom oko 1 torr. U eksperimentima, električni izboj ostvaren je primjenom istosmjernje struje visokog napona na jednom dijelu cijevi. U izboju nastaje veliki broj sudara između molekula CO₂ i elektrona. Neki od tih elektrona izazivaju kršenje veza između atoma i C i O, tj. disocijaciju CO₂ molekula. Prag za taj događaj je vrlo velik, pa je broj elektrona koji to mogu učiniti vrlo mali. Za ostvarenje laserske reakcije potrebna je pobuda molekula CO₂ koju samo može izazvati većina elektrona na različite vibracijske razine. U najvećem broju slučajeva elektroni pobuđuju molekule CO₂ na nivo, te su oni gotovo ekvidistantni. U plazmi se mogu događati međusobni sudari molekula. Kod sudara pobuđene i nepobuđene molekule, CO₂ (OOV₃) i CO₂ (000) rezultat je transfer energije vibracije s pobuđene na nepobuđenu molekulu. Molekula CO₂ (OOV₃) gubi sudarom 1 kvant vibracijske energije i postaje CO₂ (OOV₃-1) molekula, dok CO₂ (000) postaje CO₂ (001) molekula. Taj proces je rezonantan, pa je efikasnost konverzije vrlo velika i odvija se bez gubitka. CO₂ (001) molekula može emitirati laserski foton na 10,6μ i može prijeći na (100) nivo, a zatim na osnovno (000) stanje. Deeksitacija i prijelaz u osnovno stanje događa se sudarom s drugim molekulama, a može se također odvijati u rezonantnom procesu. U rezonantnom sudaru mogu sudjelovati CO₂ (100), ili CO₂ (020) molekule s nepobuđenom CO₂ (000) molekulom, pa može doći do redistribucije vibracijske energije između dviju molekula (obje pobuđene na (010) nivou). Sljedeći korak u deekstacionom procesu je prijelaz na osnovno stanje (000) i on se mora završiti prije nego što molekula ponovno sudjeluje u laserskoj emisiji. Za razliku od prijašnjih rezonantnih prijelaza u sudarima, prijelaz (010) -> (000) događa se u sudarima koji nisu rezonantni. Vibracijska energija jedne molekule transformira se u kinetičku energiju. U takvim nerezonantnim procesima mogu sudjelovati i čestice nekog drugog plina ili može biti čak posljedica zagrijavanja (zidovi laserske cijevi). Budući da deeksitacija nije rezonantan proces, može doći do usporavanja laserskog ciklusa eksitacija – deeksitacija, ili do stvaranja tzv. uskog grla kojemu je posljedica pad izlazne strane lasera. Osnovni uzrok ovih problema leži u tome što elektronski sudari s molekulama mogu pobuditi CO₂ molekulu, a i ostale razine, osim (OOV₃). Da bi se dobila veća kvantna efikasnost pobude, potrebno je imati neku vrstu selektivne pobude CO₂ molekula na gornji nivo, koja se ostvaruje dodatkom dušika ugljičnim dioksidom.



Slika 2. Selektivna pobuda i laserski prijelazi u sistemu CO₂ - N₂

Dodatak N_2 molekula u sistem koji sadrži CO_2 rezultira u selektivnoj pobudi molekula ugljičnog dioksida. Dušik koji je dvoatomska molekula ima samo jedan stupanj vibracijske slobode, pa prema tome jedan vibracijski kvantni broj v , a koji opisuje sva njegova vibracijska stanja. Sudarom s elektronom u plinskom izboju, molekule dušika mogu se pobuditi s nivoa $v=0$, na nivo $v=1$. Budući da je energija pobude N_2 molekule (za $v=1$) gotovo jednaka energiji pobude CO_2 molekule za stanje (001), u međusobnom sudaru nastat će veoma efikasni transfer vibracijske energije od molekule dušika na molekulu ugljičnog dioksida. U tom sudaru molekula N_2 vraća se s razine $v=1$ na osnovno stanje gubitkom kvanta vibracijske energije, koji je predala molekuli CO_2 te time pobudila iz osnovnog stanja na (001) nivo. Nakon toga molekula CO_2 može prijeći na (100) ili (020) nivo, emitirajući infracrvenu svjetlost od 10,6 μ m, odnosno 9,6 μ m. Korisnost dušika može se objasniti polazeći od energetskog dijagrama, njegovih niskoležećih vibracijskih razina. Zbog dugo živućeg stanja, molekularni dušik na razne vibracijske nivoe osnovnog laserskog stanja ne može prijeći radioaktivno na niži nivo. Pokazuje se da je pobuda N_2 s $v=0$ nivoa na više vibracijske razine efikasna primarno u plinskom izboju, dakle kod uvjeta koji su osnovni za konstrukciju CO_2 lasera. U plinskoj cijevi koja pored CO_2 sadrži N_2 pod niskim pritiskom, može se pobuditi oko 30% N_2 molekula na $v=1$ nivo. Vibracijski nivoi dušika, viši od nivoa $v=1$, gotovo su ekvidistantni kao za CO_2 molekulu u stanju (OOv_3). Odavde slijedi da u sudarima molekula N_2 u stanju v , s molekulama CO_2 u stanju (000), nastupa efikasan transfer energije vibracija za neki v' . To dovodi do deeksitacije molekula N_2 na nivo $v-v'$ i pobuđivanja molekula CO_2 s nivoa (000) na nivo (00 v'). Očito je da je ovdje $v_3 = v'$. Budući da je razmak između pobuđenih nivoa dušika v i ugljičnog dioksida (OOv_3) gotovo jednak, spomenuti sudari označuju rezonantni proces. Posljedica selektivne pobude je znatno povećanje izlazne snage lasera na sistemu $CO_2 - N_2$, nasuprot čistom CO_2 .

2.3. CO_2 laseri velike snage

Zbog dugog vremena života vibracijskih razina o kojima ovisi laserska akcija na CO_2 , možemo uskladištiti energiju u izbornom mediju oko 1 ms blokiranjem izlaza laserske zrake unutar rezonatora i tako spriječiti oscilaciju. Ako se blokada odjednom odstrani, tada se emisija lasera dogodi u obliku oštrog impulsa, čija vršna snaga oko 1000 puta premašuje prosječnu snagu kontinuirane operacije. Takav način operiranja naziva se „Q switching“ i najlakše se ostvaruje zamjenom jednog zrcala rezonatora rotirajućim zrcalom. Isti princip može se upotrijebiti i kod drugih lasera. Laser imitira svaki put kada rotirajuće zrcalo dođe u opoziciju s fiksnim zrcalom, no moguće su i druge konstrukcije, kao npr. kod rubinskog lasera. Očito je da rotacija zrcala narušava strukturu rezonatora, tj. mijenja njegov Q-faktor. Laserska operacija dogodit će se svaki put kada Q postane dovoljno velik da budu ispunjene relacije. Zato se ovakav način operacije naziva „Q switching“. U ovakvoj konstrukciji CO_2 laser, koji u kontinuiranom režimu rada daje snagu oko 50W, dat će (20-50)kW

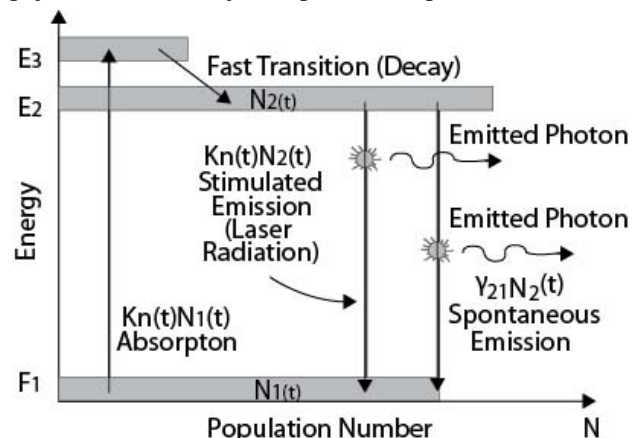
impulse, trajanja (500-150)ns, a oko 400 bljeskova u sekundi.

2.4. Nd:YAG laseri

Nd:YAG je laser s krutom jezgrom koji se sastoji od štapića itrij-aluminijevog granata, dopiranog neodimijom. Nd:YAG je četverostupanjski laser koji emitira infracrveno zračenje valne duljine 1064nm, ali također se može prilagoditi i valnim duljinama od 940, 1120, 1320 i 1440nm. Zraku iz ovog lasera moguće je usmjeriti u kristal s nelinearnim optičkim svojstvima, čime se dobiva laserska zraka s fotonima koji imaju dvostruko veću energiju od onih koji su upali u kristal te je tako dobivena valna duljina veličine od 532nm, a to je zelena svjetlost. Kristal granata ima veliku toplinsku vodljivost pa se ovaj laser može upotrebljavati u kontinuiranom modu. Zbog problema u kristalizaciji, kristali granata su veliki nekoliko milimetara, ali količina dopiranih atoma neodimija može biti relativno velika (oko 1%). Mogu se napraviti i slični laseri od drugih materijala koji sadrže neodimij, npr. itrij-litijev fluorid (YLF), itrijev vanadat (YVO_4) ili staklo. Kod lasera Nd:Staklo spektralne linije nisu tako oštre kao kod Nd:YAG lasera, jer staklo nema pravilnu kristalnu strukturu, pa atomi neodimija nisu u jednakim okruženjima. Staklo nema tako dobru toplinsku provodljivost kao YAG, pa se Nd:Staklo laseri moraju koristiti u pulsnom modu. S druge strane, Nd:Staklo laseri nemaju ograničenja u veličini, a količina neodimija u staklu može biti i 30%, pa ovi laseri mogu biti jako snažni. Najveći dosad napravljeni laseri su Nd:Staklo. Zbog apsorpcije zračenja Nd:YAG na valnim duljinama 730-760nm i 790-820nm, za pobuđivanje se koristi kriptonka bljeskalica, za razliku od ostalih lasera gdje se radije koristi ksenonska bljeskalica koja daje više svjetla. Nd:YAG laseri se koriste za rezanje, bušenje, varenje, graviranje i drugu obradu metala, plastike i drugih materijala. U automobilskoj industriji se obično koriste laseri od 1,5kW. Nd:YAG laseri također imaju brojne medicinske primjene.

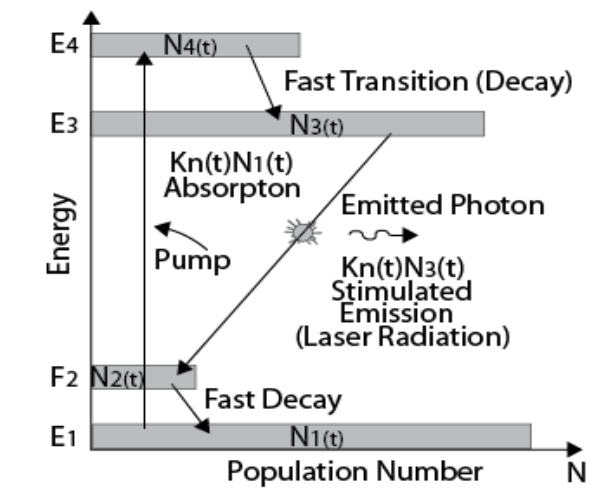
3. PRINCIP RADA

Svaki laser se sastoji od tri glavna dijela: optičkog pojačala, optičkog rezonatora i energetske pobude sustava. Optičko pojačalo je zapravo medij u kojem se pojačava laserska svjetlost pri svakom prolazu.



Slika 3. Trostupanjski način rada

U aktivnom mediju pumpanjem iz vanjskog izvora energije postiže se inverzija naseljenosti između gornjeg i donjeg nivoa čiji prijelaz daje laserski snop. Postoje mnogi rasporedi energetskih nivoa koji mogu osigurati lasersko djelovanje. Kod sheme s tri razine, laserska svjetlost nastaje pri prijelazu s nivoa E_2 na nivo E_1 koji je ujedno i osnovni nivo. Atomi se pumpaju na visoko pobudenu razinu E_3 s osnovne razine. Na toj razini ostaju u prosjeku 10^{-8} sekundi i potom prelaze (obično ne radioaktivnim putem) na nivo E_2 koji je metastabilan. Budući da je vrijeme života metastabilnog nivoa relativno dugo, (reda veličine 10^{-3} sekundi) mnogo atoma ostaje u tome stanju.



Slika 4. Četverostupanjski način rada

Laser s četiri energetske razine ima dodatni energetski nivo iznad osnovnog stanja. Ovaj dodatni nivo kratko traje, odnosno donji nivo laserskog prijelaza se veoma brzo prazni i to olakšava održanje inverzne naseljenosti. Zbog toga za lasersko djelovanje uz ovakvu shemu nisu potrebne velike snage pumpanja kao kod sustava s tri nivoa. Kod sustava s četiri nivoa moguće je lasersko djelovanje i kad se većina atoma nalazi u osnovnom stanju. Zato se ovakva shema primjenjuje kod lasera koji rade u kontinuiranom režimu. Drugi glavni dio svakog lasera je optički rezonator. Tipično se laserski rezonator sastoji od dva paralelna skoro ravna zrcala. Jedno od zrcala ima reflektivnost što bliže 100% za lasersku svjetlost, dok je reflektivnost drugoga nešto manja od 100%, kako bi dio svjetlosti izašlo van i tako tvorilo laserski snop. Samo ona svjetlost koja putuje gotovo okomito na zrcalnu ravninu ostaje unutar rezonatora i ima priliku da bude pojačana. Da bi takva svjetlost konstruktivno interferirala, mora biti zadovoljen uvjet da je duljina rezonatora jednaka cjelobrojnom umnošku polovice valne duljine svjetlosti. Za različite vrijednosti cijelog broja m dobivaju se različite valne duljine, odnosno frekvencije pojedinih modova laserskog rezonatora. Zbog toga spektar laserskog svjetla izgleda kao serija uskih vršaka koji su međusobno razmaknuti za $c/2L$ na frekventnom spektru, gdje je c brzina svjetlosti, a L razmak između zrcala.

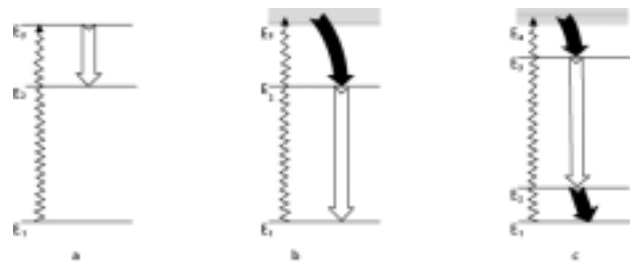
Kao energetska pobuda medija može poslužiti apsorpcija fotona, sudari između elektrona ili iona i aktivnih molekula, odnosno atoma koji emitiraju lasersko svjetlo, sudari između samih aktivnih atoma (molekula), rekombinacija slobodnih elektrona, rekombinacija

nositelja naboja u poluvodiču, kemijska reakcija koja stvara pobudene molekule ili atome.

Dakle, vanjska pobuda dovede do inverzije naseljenosti u aktivnom mediju. Ovi atomi spontano emitiraju fotone koji zatim induciraju stimuliranom emisijom dodatne fotone. Neki od ovih fotona se vraćaju u medij djelovanjem rezonatora i stvaraju lavinu fotona u istom pravcu. Konačno se stvara ravnotežno stanje u kojemu veliki broj fotona putuje naprijed-natrag u rezonatorskoj šupljini po osi, dok mali dio fotona izlazi kroz zrcalo i daje laserski snop.

3.1. Optičko pumpanje

Princip optičke pobude čvrstog tijela nazivamo optičko pumpanje, čije karakteristike prikazujemo kroz tri varijante. U prvom slučaju svjetlost frekvencije $\nu = E_3 - E_1/h$ pobuđuje atome s nivoa 1 na nivo 3. Tada može nastupiti stimulirana emisija u prijelazu $E_3 \rightarrow E_2$, jer je nivo 2 prazan, a atomi pobuđeni na nivo 3. Budući da je pojačanje inverzno proporcionalno širini linije, nivo 3 neće biti jako širok. Ovo možemo i okrenuti i reći da je prijelaz u pumpanju $E_1 \rightarrow E_3$ vrlo uzak, te tako samo uska vrpca dolazi u obzir za pumpanje.



Slika 5. Tri varijante optičkog pumpanja

Ako aktivna supstanca ima razine kao na slici, uzbudna svjetlost podiže atome s nivoa E_1 na nivo E_3 . Sa E_3 oni se vrlo brzo relaksiraju neemisivnim procesom, ako je u čvrsto tijelo ugrađen aktivni atom.

Tako se pumpanje može nastaviti sve dok polovina atoma nije dignuta na nivo E_2 , a stimulirana emisija koja tada nastupa ide od E_2 na E_1 . U ovakvoj konfiguraciji nivoa emitirana linija će biti oštra, dok će uzbudni pojas biti širok, pa je u ovom procesu moguća primjena velikog broja valnih dužina.

Shema s četiri nivoa predstavlja kombinaciju prijašnjih dvaju. Široki pojas, sastavljen od mnogo linija, može se koristiti za pumpanje, dok stimulirana emisija može biti sadržana u jednom uskom prijelazu na prazni niži nivo. Takve kombinacije na 4 nivoa koriste se kod kristala s rijetko-zemljnim ionima, staklima, plastikama, pa čak i tekućinama. Uz pretpostavku da imamo čvrsto tijelo zadovoljavajućih luminiscentnih svojstava, spomenimo da ono mora dobiti i odgovarajući geometrijski oblik za ostvarenje laserske akcije (obično šipke). U najvećem broju slučajeva to se ostvaruje izvlačenjem iz taljevine u koju je dodan određeni postotak aktivatora. Optička pobuda kristalnog materijala u formi šipki radi se pomoću svjetlosnih izvora kao što su fluorescentne cijevi (bljeskalice), koje mogu biti različite konstrukcije, a obično se susreću kao spiralne ili linearne. Sistem optičkog pumpanja uključuje pored svjetlosnog izvora i

reflektor, koji okružuje cijelu aktivnu materiju. Njegova je uloga da vraća svjetlost, koja bi se inače izgubila prema aktivnoj materiji, povećavajući tako gustoću uzbudnog zračenja. Presjek reflektora obično je eliptičan, ali se susreću i takvi koji se sastoje od dva ukrštena eliptična reflektora. Čvrsti kristal u obliku štapića - laserska šipka - stavlja se u jedan fokus elipse, a linearna bljeskalica u drugi.

3.2. Multi-photon absorption

Ovaj fenomen koji koristi elektromagnetski val laserskog snopa, poznat kao koherentno svjetlo, stvara električno polje veće od 10 milijuna volti po centimetru. Kada je laserski snop fokusiran u unutrašnjost subjekta kristala, stvaraju se nepovezani (eksterni) elektroni također poznati kao slobodni elektroni. Ovi slobodni elektroni, ubrzani električnim poljem i stvoreni laserskom zrakom, uzrokuju visoku energiju elektrona da bi se sudarili s atomima i ionima u fokusnom području. Kako se proces nastavlja, uzrokuje lančanu reakciju i proizvodi oko 1 milijun trilijuna slobodnih elektrona po kubičnom centimetru u oko 1^{-12} sekunde. Laser potom emitira kratki puls snopa zraka u trajanju od nekoliko 1^{-9} sekundi, koji proizvodi malene "mikro" pukotine. Glava lasera se zatim pomiče i pozicionira na desetke tisuća dodatnih mikro pukotina kako bi stvorila 2D ili 3D slike. Iako laser proizvodi snagu gustoće od 10 milijardi W/cm², površina kristala nije oštećena zbog velike transparentnosti (prozirnosti) optički savršenog kristala. Rezultirajuća slika se pojavljuje zabilježena unutar kristala.

4. TABLIČNA USPOREDBA

Tablica 1. Usporedni prikaz laserskih svojstava

Naziv lasera	Rubinski	CO ₂	Nd:YAG
Laserski medij	štapić rubina	ugljkov dioksid	štapić itrij aluminijevog granata
Način pobude	ksenonska bljeskalica	ksenonska bljeskalica	kriptonska bljeskalica
Princip rada	Tro stupanjski	Tro stupanjski	Četvero stupanjski
λ zrake	694 nm	9.4 – 10.6 μm	1043 nm
Snaga-kont (puls)	1KW (10MW)	50W (50KW)	1-5KW (250MW)
Primjena	medicina	Industrija / medicina	Industrija / medicina

5. ZAKLJUČAK

Tehnologija i proizvodnja lasera svakodnevno raste. Još 1917. godine Albert Einstein teorijski je predvidio mogućnost stimulirane emisije elektromagnetskog zračenja, a tek je 1960. godine na tom principu izrađen prvi laser. Danas laseri imaju vrlo široku primjenu u ljudskim djelatnostima. Svoju primjenu su našli u građevini za bušenje tunela, u astronomiji za precizna

mjerenja velikih udaljenosti, u komunikacijskim sistemima, u medicini za korekciju vida, za odstranjivanje tetovaže, te u kirurgiji zbog velike preciznosti. Laseri se još koriste za dobivanje 3D slika. Tzv. holografski laseri koriste se u raznim granama industrijske proizvodnje za zavarivanje, taljenje, rezanje, bušenje... Osnovna podjela temelji se na agregatnom stanju laserskog medija koji može biti kruti, plinski i tekući. U radu su objašnjene tri vrste lasera: rubinski (koji je ujedno i prvi napravljeni laser 1960. godine), CO₂ i Nd:YAG laser, njihove osnove, princip rada i primjena.

6. LITERATURA

- [1] Stjepan Lugomer, Mladen Stipančić, (1977), *Laser, IGKRO Svjetlost*
- [2] Peter W. Milonni, Joseph H. Eberly, (2010), *Laser physics*
- [3] www.en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide_laser. Dostupno datum: 07.03.2011.
- [4] www.en.wikipedia.org/wiki/Ruby_laser. Dostupno datum:07.03.2011.
- [5] www.en.wikipedia.org/wiki/Nd:YAG_laser. Dostupno datum: 07.03.2011.
- [6] www.rp-photonics.com/yag_lasers.html. Dostupno datum: 12.03.2011.
- [7] www.jila.colorado.edu/research/optical-physics. Dostupno datum: 12.03.2011.
- [8] www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/optmod/lasapp.html. Dostupno datum: 12.03.2011.
- [9] alphys.physics.ox.ac.uk/research/groups/laser/lasers.html. Dostupno datum: 13.03.2011.

Kontakt:

Andrija Bernik
bernik.velv@gmail.com

A DERIVATION OF THE MEAN ABSOLUTE DISTANCE IN ONE-DIMENSIONAL RANDOM WALK

Hižak J.¹, Logožar R.¹

¹Polytechnic of Varaždin, Varaždin, Croatia

Abstract. In this paper we argue on the use of the mean absolute deviation in 1D random walk as opposed to the commonly accepted standard deviation. It presents an in detail derivation of the closed-form formula for the 1D mean absolute distance, including the proof by induction. The limit for the infinite number of steps is included.

Key words: random walk, Brownian movement, mean absolute deviation, mean (expected) value of the absolute deviation (distance).

Sažetak. U ovom članku razmatramo uporabu srednjeg apsolutnog odstupanja za 1D nasumični hod, nasuprot opće prihvaćenoj standardnoj devijaciji. Članak daje detaljni izvod eksplicitne formule za srednju apsolutnu udaljenost za 1D nasumični hod, uključujući dokaz indukcijom i limes u graničnom slučaju kada je broj koraka beskonačan.

Ključne riječi: nasumični hod, Brownovo gibanje, srednje apsolutno odstupanje, srednja (očekivana) vrijednost apsolutnog odstupanja (udaljenosti).

1. INTRODUCTION

In today's science the notions of the *mean square deviation* or *variance*, and the associated *standard deviation* (SD) present the very foundation of the statistics used in all spheres of natural and technical sciences. Standard deviation is a widely accepted and almost unavoidable research tool of every experimental and theoretical scientist. The formula for standard deviation is one of the first that students acquire in the statistical courses.

In the well known problem of random walk, a common approach is to use the squares of the distances from the starting point and to calculate its mean value [1,2,3]. This is equivalent to the concept of finding the variance of a certain probability distribution, and presents the classic result of the statistical physics.

However, the fact often not revealed, or simply neglected, is that the quadratic dispersion measures are not the only possible. The other, intuitively simpler and easier to understand, is *mean absolute deviation* (MAD). It is a simple average of the absolute deviations, or differences of the set elements from its mean value. Since it is so intuitive, the question arises why it is not used more often? And what would this measure give in the case of the random walk?

During the last century several authors, mostly from the field of statistics, argued that for the dispersion measure and, then also for the equivalent problem of random

walk, the absolute values could be used as instead of the squared [4,5]. Speaking of the mean absolute deviation, the famous mathematician R.A. Fisher admits that “for some types of work it is more expeditious than the use of squares” [5]. However, it is surprising that for such a common statistical and physical topic, there is little or no feedback, and no comparative analysis of the two dispersion measures in textbooks and literature.

The aim of our work is to contribute to the clarification of this important topic. We hope to synthesize the arguments which will approve the use of quadratic measures from the deeper physical grounds. As a “first step” in the journey, in this paper we calculate the mean absolute distance of 1D random walk, and compare it to the classic results for variance $\sigma^2 = n$, and standard deviation $\sigma = \sqrt{n}$, after n number of steps.

2. RANDOM WALK

In general, the random walk is a mathematical model that describes any motion consisting of a number of random steps. This model can be applied to numerous phenomena in economics (fluctuating stock price), game theory (financial status of a gambler), or even biology (the search path of a foraging animal). The classical example of a 2-D random walk is the Brownian movement: the motion of a particle on a liquid surface, induced by collisions with the nearby molecules. After n collisions, of which each has transferred to the particle a momentum of random direction, and, in the most general case, of random amount, the trajectory will be a collection of n successive random steps. By placing the particle inside a medium, we get to the more general 3-D random walk.

2.1 Basic definitions of 1D random walk

In this paper we deal with the simplest case, the *one dimensional* (1D) *random walk*. An object, initially positioned at $x = \mu$, starts to stroll along the x -axis with two possible movement choices at any given point: i) to step left or ii) to step right. We define the position $x(n)$ of the object in the n -th step. In the simplest case the steps are of equal length d , and the probabilities of stepping left or right are equal.

According to this, after the first step the object's position $x(1)$ is given by:

$$x(1) = \begin{cases} \mu - d, & \text{1st step to the left,} \\ \mu + d, & \text{1st step to the right.} \end{cases}$$

After the second step the position is:

$$x(2) = \begin{cases} \mu + 2d, & \text{1st step left, 2nd left,} \\ \mu, & \text{1st step left, 2nd right,} \\ \mu, & \text{1st step right, 2nd left,} \\ \mu + 2d, & \text{1st step right, 2nd right.} \end{cases}$$

Immediately we spot the dichotomy between the odd and even number of steps which will follow us throughout our calculations. In the same way we will analyze the distance $x(n)$ after arbitrary number n of steps. A possible random walk path is illustrated in Figure 1.

The *distance* $\Delta x(n)$ from the starting point μ in the n -th step is:

$$\Delta x(n) = x(n) - \mu. \quad (1)$$

Statistically, this distance corresponds to the *deviation* from the mean value. So, the two terms are synonyms and we shall use both of them as appropriate.

After defining the deviation or distance, we are ready to pose the central statistical questions for our system: what is the mean or expected value of the object's position and what is the dispersion: given as standard deviation and the mean absolute deviation.

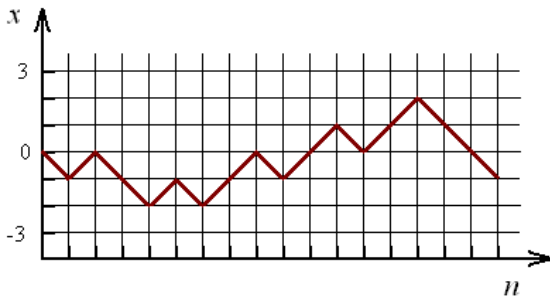


Figure 1. One possible path in the 1D random walk. The horizontal coordinate n is the number of steps taken; the vertical coordinate x is the distance from the starting position

2.2 Mean and expected Value

To make our discussion complete, we shall briefly address the simple facts on the object's position mean or expected values. Regarding the difference between *mean* and *expected*, one must notice that in a strict, formal approach it is obviously important. The *mean value* is the result of the calculation over the empirically collected data,

$$\bar{x} = \sum_{k=1}^n f_{rel,k} x_k. \quad (2)$$

On the other hand, the *expected value* stands for the weighted average of all the possible values that a random variable can have, with each value being weighted by its assumed apriori probability [6]:

$$E(x) = \sum_{k=1}^n p_k x_k. \quad (3)$$

Very often the subtle difference between the two notions and the corresponding values are ignored. In the strict sense, we will use the apriori probabilities of the binomial distribution, and thus derive the expected value. However, by taking the physical reality as a starting point, the no-

tion of apriori probabilities is just an idealization of what should be ultimately tested in an experiment. In other words, in the real world we always start from some relative frequencies and calculate the mean values, and the (apriori) probabilities can be interpreted as the relative frequencies of a certain outcome x_k with a large number m of trials. In this case the relative frequencies go into the probabilities, and the mean value into the expected value:

$$f_{rel,k,m} \xrightarrow{m \rightarrow \infty} p_{k,m}, \quad \bar{x}_m \xrightarrow{m \rightarrow \infty} E(x). \quad (4)$$

So, from the physical standpoint, there is no essential difference between the mean and expected value. We shall mostly use the term *mean* to depict both notions, even when calculating it from the apriori probabilities from a probability distribution. Furthermore, we shall use the brackets $\langle \rangle$ to present the averaging operator, so that in further text the following simplification is assumed: $\langle x \rangle = \bar{x} = E(x)$.

Thus for the *mean (expected) distance* in the 1D random walk we write simply:

$$\langle \Delta x(n) \rangle = \langle x(n) - \mu \rangle. \quad (5)$$

Since the averaging operator is linear, it turns out that the above mean distance is zero:

$$\langle \Delta x(n) \rangle = \langle x(n) \rangle - \langle \mu \rangle = \langle x(n) \rangle - \mu \equiv 0. \quad (6)$$

The result is "expected", indeed. Since there is no preferred direction of random walk, the probabilities to go left or right are equal.

In order to simplify the problem we shall consider the case in which the walk starts at point $\mu = 0$ and at each move takes a step $d = -1$ or $d = +1$. The simplification leads us to:

$$\Delta x(n) = x(n) - 0 = x(n),$$

$$\langle \Delta x(n) \rangle = \langle x(n) \rangle = 0. \quad (7)$$

2.3 Variance and standard deviation

We have just repeated the trivial result that the mean value of the linear deviation vanishes. The mean (expected) value of the deviation squared is generally nonzero, and presents the well known *variance* σ^2 . It corresponds to the average distance squared $\langle x^2(n) \rangle$, so that we have:

$$\sigma^2 = \langle x^2(n) \rangle = \sum_{k=1}^n p_k (x_k - \mu)^2, \quad (8)$$

$$\mu = 0 \Rightarrow \sigma^2 = \langle x^2(n) \rangle = \sum_k p_k x_k. \quad (9)$$

In the second equation, a shorthanded of the summing notation is introduced that will be used in the rest of the text: the summing will always go up to the index n .

Now we are ready to find out the mean square distance $\langle x^2(n) \rangle$ for the 1D random walk. We follow the elegant inductive derivation by Feynman [1]. The distance for the first step is $x(n) = x(1) = \pm 1$, leading to the unique squared value $x^2 = 1$. With the equal probability of taking + or - direction, the mean squared distance is:

$$\langle x^2(1) \rangle = \frac{1}{2} \cdot (-1)^2 + \frac{1}{2} \cdot 1^2 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1.$$

The net distance after $(n - 1)$ steps is $x(n - 1)$, so that after the next, n -th step, there are two possible, equally probable outcomes: $x(n) = x(n - 1) - 1$ or $x(n) = x(n - 1) + 1$. For their squares we have the following:

$$x^2(n) = \begin{cases} x^2(n - 1) - 2 \cdot x(n - 1) + 1 \\ \text{or} \\ x^2(n - 1) + 2 \cdot x(n - 1) + 1 \end{cases} \quad (10)$$

Since both directions are equally probable, the average value is obtained in the same as before, leading to the cancellation of the mid terms and the average squared distance:

$$\begin{aligned} \langle x^2(n) \rangle &= \frac{1}{2} (2 \langle x^2(n - 1) \rangle + 2) \\ &= \langle x^2(n - 1) \rangle + 1. \end{aligned} \quad (11)$$

We have already shown that $\langle x^2(1) \rangle = 1$. From there it follows that:

$$\begin{aligned} \langle x^2(2) \rangle &= \langle x^2(1) \rangle + 1 = 2, \dots, \langle x^2(n - 1) \rangle = n - 1, \\ \langle x^2(n) \rangle &= n, \end{aligned} \quad (12)$$

which is the well known text-book result.

Besides the mean squared deviation, we may be interested in the corresponding *linear indicator*, the standard deviation σ or the *root-mean-square distance* value:

$$\sigma = x_{RMS} = \sqrt{\langle x^2(n) \rangle}. \quad (13)$$

The RMS value is of utmost importance in physics and technical sciences, having many interpretations in both, discrete and continuous domain. In our case of 1D random walk the standard deviation, or RMS value, of the distance is:

$$x_{RMS} = \sqrt{n}. \quad (14)$$

3. RANDOM WALK VIA BINOMIAL PROBABILITY DISTRIBUTION

Here we shall expose a more general approach to the results (6) and (12) that will also serve us as a preparation for the calculation of the mean absolute distance in the next section.

3.1 Random walk in Pascal's triangle

We introduce the Pascal's triangle as an excellent way of visualizing the random walk (Figure 2). Here we can follow the development of the random walk as the number of steps rises. Each node in the triangle represents a possible ending point of the random walk path. At height (dept) n , there are in total $n + 1$ nodes. Each node can be uniquely denoted as the ordered pair (n, k) , with $n = 0, 1, 2, \dots$, and $k = 0, 1, \dots, n$, starting from left to right. To each node its corresponding binomial coefficient $\binom{n}{k}$ is attributed. It shows the number of possible paths leading to that node, and is written in the Pascal's triangle as usual.

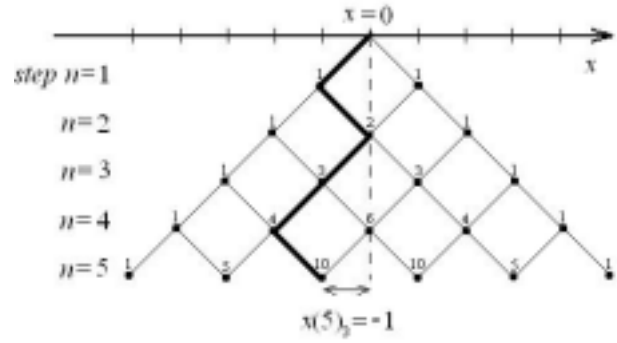


Figure 2 Random walk in the Pascal's triangle. The bold line represents the first five steps of the path shown in Figure 1. The number of possible paths ending in a node is the same as the corresponding binomial coefficient.

We can immediately note that for odd n the middle nodes are missing, which is the consequence of the fact that the walk can end in the zero distance point only after an even number steps.

For example, if the number of steps is $n = 4$, there are in all 16 possible paths, of which 1 ends at $x = -4$, 4 paths end at $x = -2$, and 6 at zero point $x = 0$. The exactly symmetrical situation is for the positive distances. The corresponding binomial coefficients $\binom{n}{k}$ have values $k = 0, 1$ for the negative distances ($x = -4, -2$), the value $k = 2$ for the zero distance ($x = 0$), and values $k = 3, 4$ for the positive distances ($x = 2, 4$).

The probability that a random path ends in a node can be described as a node probability. To get it for the node k at the height n we must divide the corresponding binomial coefficient $\binom{n}{k}$ with the total number of paths for that height: $\sum_{k=1}^n \binom{n}{k} = 2^n$.

In our example of $n=4$ steps, the central node corresponding to $x = 0$ has the index $k = 2$, and the probability that the random walk ends here is:

$$p_{4,2} = \frac{1}{2^4} \binom{4}{2} = \frac{6}{2^4}.$$

E.g. after $n = 5$ steps, the probability that the walk ends at $x = -1$, as shown in Figure 2, equals to:

$$p_{5,2} = \frac{1}{2^5} \binom{5}{2} = \frac{10}{2^5}.$$

Both of the binomial coefficient values in the numerator could be read directly from the above Pascal's triangle, and the total number of paths in the denominator can be found as the sum of the binomial coefficient in each triangle row.

3.2 Binomial probability distribution

A careful reader could have noticed that in the previous deliberation we have introduced the binomial probability distribution. In short, having a binary set of (elementary) events $\Omega_X = \{x_1, x_2\}$, with probabilities $P(x_1) = p$, $P(x_2) = q$, $p + q = 1$, the probability for k -occurrences of the event x_1 (and $n - k$ occurrences of the event x_2) after n repetitions of the experiment is:

$$p_{n,k} = \binom{n}{k} p^k q^{n-k} . \quad (15)$$

In the first approximation we have assumed that the probabilities to go either left or right are equal, resulting in $p = q = 1/2$. Now the binomial distribution simplifies to:

$$p_{n,k} = \frac{1}{2^n} \binom{n}{k} . \quad (16)$$

In our case the event x_1 (x_2) corresponds to stepping to the left (right) and changing the distance x for the amount $\Delta x = -1$ ($\Delta x = +1$).

3.3 The mean (expected) values

To relate the distance x from the origin to the number n of random steps and the index k of the ending node, we write it as:

$$x = x(n, k) = x(n)_k , \quad \begin{array}{l} n = 0, 1, \dots \\ k = 0, 1, \dots, n \end{array} \quad (17)$$

We may say that to each node (n, k) we attribute the corresponding distance from the origin. From the discussion in 3.1 it can be easily concluded that:

$$x(n)_k = -n + 2k , \quad k = 0, 1, \dots, n . \quad (18)$$

The extreme distances are:

$$\begin{array}{l} x(n)_{min} = -n , \quad k_{min} = 0 , \\ x(n)_{max} = n , \quad k_{max} = n , \end{array} \quad (19)$$

and all the possible distances can be outlined as:

$$\begin{aligned} x(n) &= \quad (20) \\ &= \begin{cases} -n, -n+2, \dots, -2, 0, 2, \dots, n-2, n ; & n \text{ is even,} \\ -n, -n+2, \dots, -1, 1, \dots, n-2, n ; & n \text{ is odd.} \end{cases} \end{aligned}$$

From (18), (20) it is obvious that for an odd $n = 2l + 1$, $x(n)_k$ cannot be zero for any value of $l = 0, 1, \dots, \lfloor n/2 \rfloor$, which explicitly proves our earlier observation.

Having derived the probability and distance of the node (n, k) in equations (16) and (18), we are ready to write the expressions for the calculation of the main statistical indicators of the random walk. In general, for any value $r = r(n, k)$ being a function of the node parameters n and k , we calculate its mean (expected) value (see the discussion in 2.2) according to (3) as:

$$\langle r(n) \rangle = \sum_{k=1}^n p_{n,k} r(n, k) . \quad (21)$$

By substituting for $r(n, k)$ the values of $x(n)$, $|x(n)|$, $x^2(n)$, obtained from (18), we can summarize:

1. The mean distance (MD)

$$\langle x(n) \rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (-n + 2k) ; \quad (22.1)$$

2. The mean absolute distance (MAD)

$$\langle |x(n)| \rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} |-n + 2k| ; \quad (22.2)$$

3. The mean square distance (MSD)

$$\langle x^2(n) \rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (-n + 2k)^2 . \quad (22.3)$$

The evaluation of the first and the third expression is straightforward, and will be given here for the sake of completeness. The second expression, presenting the central topic of the paper, is left for the next section.

In evaluating the (22.1) we obtain:

$$\langle x(n) \rangle = \frac{1}{2^n} \left[-n \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} + 2 \sum_{k=1}^n k \binom{n}{k} \right] .$$

The first sum is a well known series amounting to 2^n , and the second can be obtained after a bit more elaborate calculation $\sum_{k=1}^n k \binom{n}{k} = n2^{n-1}$ (e.g. confer [7]). Now we conclude:

$$\langle x(n) \rangle = \frac{1}{2^n} [-n2^n + 2n2^{n-1}] = 0 , \quad (22.1')$$

which explicitly confirms the result in (7).

Similarly, the expression (22.3) can be rewritten as:

$$\langle x^2(n) \rangle = \frac{1}{2^n} \left[n^2 \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} - 4n \sum_{k=1}^n k \binom{n}{k} + 4 \sum_{k=1}^n k^2 \binom{n}{k} \right] .$$

Here we use the results of the previous two series, together with $\sum_{k=1}^n k^2 \binom{n}{k} = (n + n^2)2^{n-2}$ [7], wherefrom we get:

$$\begin{aligned} \langle x^2(n) \rangle &= \frac{1}{2^n} [n^2 2^n - 4n^2 2^{n-1} + 4(n + n^2)2^{n-2}] \\ &= \frac{1}{2^n} [n^2 2^n - 2n^2 2^n + (n + n^2)2^n] \\ &= n . \end{aligned} \quad (22.3')$$

This directly proves the previous inductive derivation resulting in (12).

4. THE MEAN ABSOLUTE DISTANCE IN 1D RANDOM WALK

After having outlined the standard statistical parameters, in this section we come to the central topic of the paper -- the derivation of the mean absolute distance (MAD), or the mean absolute deviation of 1D random walk. Following the discussion in the previous section and the expression (21), the MAD value is:

$$\langle |x(n)| \rangle = \sum_k p_k |x(n)_k| , \quad (23)$$

and is already formalized in the expression (22.2).

Before the evaluation, let's get a better insight in mean absolute distance by finding its values for the first few numbers of steps. With no steps taken $n = 0$ and we are still at the starting point:

$$\langle |x(0)| \rangle = 0 .$$

After $n = 1$ step, the position is either $x(1) = -1$ or $x(1) = 1$:

$$\langle |x(1)| \rangle = \frac{1}{2} |-1| + \frac{1}{2} |1| = 1 .$$

The mean value after $n = 2$ steps has three possible positions: $-2, 0, 2$. Moreover, there are two ways leading to the position $x = 0$, via -1 or $+1$ in the previous step. Thus we have:

$$\langle |x(2)| \rangle = \frac{1}{4} |-2| + \frac{2}{4} |0| + \frac{1}{4} |-2| = 1 .$$

All the probability values can be directly followed in the Pascal's triangle in 2. The calculation of the mean values of the absolute distances for the first 5 steps is summarized in the following expression, and for the first 12 steps Table 1.

$$\begin{aligned} \langle |x(0)| \rangle &= 0, \\ \langle |x(1)| \rangle &= \frac{1}{2}(|-1| + |1|) = 1, \\ \langle |x(2)| \rangle &= \frac{1}{2^2}(|-2| + 2|0| + |-2|) = 1, \\ \langle |x(3)| \rangle &= \frac{1}{2^3}(|-3| + 3|-1| + 3|1| + |3|) = \frac{3}{2}, \\ \langle |x(4)| \rangle &= \frac{1}{2^4}(|-4| + 4|-2| + 6|0| + 4|2| + |4|) = \frac{3}{2}, \\ \langle |x(5)| \rangle &= \frac{1}{2^5}(|-5| + 5|-3| + 10|-1| + 10|1| + 5|3| \\ &\quad + |5|) = \frac{15}{8}, \\ &\quad \dots \dots \dots \end{aligned}$$

Table 1. The mean absolute distance for 12 steps. For every even step the mean absolute distance (MAD) is the same as for the previous even number of steps (if existing), which is designated as “- || -”. In the two rightmost columns the increase of the MAD values from the previous step is shown.

n	$\langle x(n) \rangle$	$\langle x(n) \rangle - \langle x(n-1) \rangle$
0	0	--
1	1	$1 = 2^0 \binom{0}{0}$
2	- -	0
3	3/2	$1/2 = 2^{-2} \binom{2}{1}$
4	- -	0
5	15/8 = 1.875	$3/8 = 2^{-4} \binom{4}{2}$
6	- -	0
7	35/16 ≈ 2.188	$5/16 = 2^{-6} \binom{6}{3}$
8	- -	0
9	315/128 ≈ 2.461	$35/128 = 2^{-8} \binom{8}{4}$
10	- -	0
11	693/256 ≈ 2.707	$63/256 = 2^{-10} \binom{10}{5}$
12	- -	0

From (25) and Table 1 we can see that only the odd steps contribute to the increase of the mean absolute distance, while the next even step leaves it at the same value. By inspecting the differences between the MAD values of the successive odd steps (see the third column in Table 1), it can be induced:

$$\langle |x(n)| \rangle - \langle |x(n-1)| \rangle = \frac{1}{2^{n-1}} \binom{n-1}{\frac{n-1}{2}}, \text{ if } n \text{ odd. (24)}$$

In the derivation of this expression the Pascal's rule

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k} + \binom{n-1}{k-1}$$

should be used. The formal proof of this is out of the scope of this paper and will be presented elsewhere.

The equation (24) leads us to the following recursive formula:

$$\langle |x(n)| \rangle = \begin{cases} \langle |x(n-1)| \rangle + \frac{1}{2^{n-1}} \binom{n-1}{\frac{n-1}{2}}, & n \text{ is odd,} \\ \langle |x(n-1)| \rangle, & n \text{ is even.} \end{cases} \quad (25)$$

Nevertheless, in order to find a closed-form formula, we should calculate the sum (22.2), which can be rewritten:

$$\langle |x(n)| \rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} |n-2k|. \quad (26)$$

Since the absolute value function is involved, we must track two possible cases:

$$\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} |n-2k| = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} \cdot \begin{cases} n-2k, & \text{if } k \leq n/2 \\ 2k-n, & \text{if } k > n/2. \end{cases}$$

The total number of summation terms depends on the parity of n . If the number of steps n is even, there will be an odd number of nodes and accordingly an odd number of terms, like, for example, when $n = 4$:

$$x(4) = (4 - 2 \cdot k) \in \{-4, -2\} \cup \{0\} \cup \{2, 4\}.$$

If the number of steps is odd, there will be an even number of summation terms, like for $n = 5$:

$$x(5) \in \{-5, -3, -1\} \cup \{1, 3, 5\}.$$

As we have mentioned before, only the odd steps contribute to the increase of the mean absolute value, so that we shall continue by considering their case. Now the sum can be separated into two groups, the positive and the negative, which simplifies the calculation:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} |n-2k| &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} \cdot \begin{cases} n-2k, & \text{if } k \leq n/2 \\ 2k-n, & \text{if } k > n/2 \end{cases} \\ &= \sum_{k=0}^{\frac{n-1}{2}} \binom{n}{k} (n-2k) + \sum_{k=\frac{n+1}{2}}^n \binom{n}{k} (2k-n) \\ &= \sum_{k=0}^{\frac{n-1}{2}} n \binom{n}{k} - \sum_{k=\frac{n+1}{2}}^n n \binom{n}{k} - \\ &\quad - 2 \sum_{k=0}^{\frac{n-1}{2}} k \binom{n}{k} + 2 \sum_{k=\frac{n+1}{2}}^n k \binom{n}{k}. \quad (27) \end{aligned}$$

The first two terms cancel because of the symmetry of the binomial coefficients in the Pascal's triangle:

$$\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k}.$$

Therefore we have:

$$\sum_{k=0}^n \binom{n}{k} |n-2k| = -2 \sum_{k=0}^{\frac{n-1}{2}} k \binom{n}{k} + 2 \sum_{k=\frac{n+1}{2}}^n k \binom{n}{k}$$

$$\langle |x(n)| \rangle = -\frac{2}{2^n} \left(\sum_{k=0}^{\frac{n-1}{2}} k \binom{n}{k} - \sum_{k=\frac{n+1}{2}}^n k \binom{n}{k} \right). \quad (28)$$

For example, for 5 steps this formula gives:

$$\begin{aligned} \langle |x(5)| \rangle &= -\frac{2}{2^5} (0 + 5 + 20 - (30 + 20 + 5)) \\ &= \frac{2}{2^5} \cdot 30 = \frac{15}{8}. \end{aligned}$$

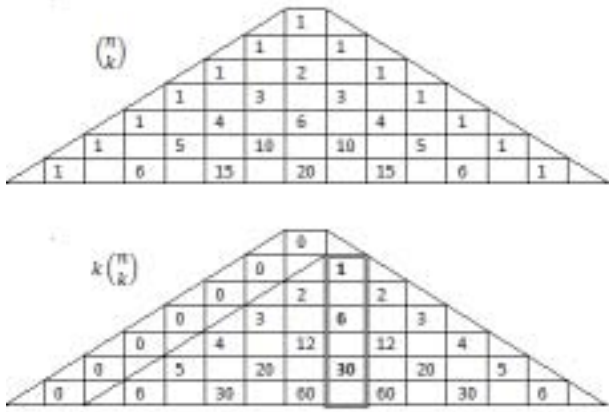


Figure 3. Symmetrical subtriangle within the Pascal's triangle. When the binomial coefficients are multiplied with $k = 0, 1, \dots, n$, a subtriangle appears within the main Pascal's triangle, with coefficients that are symmetrical to its central column in bold.

When the binomial coefficients $\binom{n}{k}$ are multiplied with k , an interesting thing happens: inside the Pascal's triangle, another, smaller triangle appears, which is symmetrical with respect to the 1st column to the right from the main triangle central column (the double border in the Figure 3). That's why all the terms cancel each other, except those inside it.

The first right column is associated with $k = (n + 1)/2$ which leads us to the following closed-form expressions:

$$\langle |x(n)| \rangle = \frac{1}{2^{n-1}} \frac{n+1}{2} \binom{n}{\frac{n+1}{2}}, \quad n \text{ is odd}, \quad (29a)$$

$$\langle |x(n)| \rangle = \frac{1}{2^{n-2}} \frac{n}{2} \binom{n-1}{n/2}, \quad n \text{ is even}. \quad (29b)$$

We shall prove the first formula for the odd number of steps by mathematical induction.

4.1 Proof by Induction

Let's start from the following statement for n is odd

$$\langle |x(i)| \rangle = \frac{1}{2^{i-1}} \frac{i+1}{2} \binom{i}{\frac{i+1}{2}}. \quad (30)$$

Basis: $i = 1$

$$\langle |x(1)| \rangle = \frac{1}{2^0} \frac{1+1}{2} \binom{1}{\frac{1+1}{2}} = 1. \quad (31)$$

Assumption: $i = n$

$$\langle |x(n)| \rangle = \frac{1}{2^{n-1}} \frac{n+1}{2} \binom{n}{\frac{n+1}{2}}. \quad (32)$$

Inductive step: $i = n + 2$.

If assumption holds, then it must be shown that:

$$\langle |x(n+2)| \rangle = \frac{1}{2^{n+1}} \frac{n+3}{2} \binom{n+2}{\frac{n+3}{2}}. \quad (33)$$

From the recursive formula (25), it is:

$$\langle |x(n+2)| \rangle = \langle |x(n)| \rangle + \frac{1}{2^{n+1}} \binom{n+1}{\frac{n+1}{2}}. \quad (34)$$

Now, according to the assumption in (32):

$$\begin{aligned} \langle |x(n+2)| \rangle &= \\ &= \frac{1}{2^{n-1}} \frac{n+1}{2} \binom{n}{\frac{n+1}{2}} + \frac{1}{2^{n+1}} \binom{n+1}{\frac{n+1}{2}} \end{aligned} \quad (35)$$

$$= \frac{1}{2^n} \frac{(n+1)!}{\left(\frac{n+1}{2}\right)!} \left[\frac{1}{\left(\frac{n-1}{2}\right)!} + \frac{1}{2 \left(\frac{n+1}{2}\right)!} \right] \quad (36)$$

$$= \frac{1}{2^n} \frac{(n+1)!}{\left(\frac{n+1}{2}\right)!} \left[\frac{\frac{n+1}{2} \cdot \frac{n+3}{2} + \frac{n+3}{2}}{\left(\frac{n+3}{2}\right)!} + \frac{\frac{n+3}{2}}{2 \left(\frac{n+3}{2}\right)!} \right] \quad (37)$$

$$= \frac{1}{2^n} \frac{(n+1)!}{\left(\frac{n+1}{2}\right)!} \cdot \frac{\frac{1}{4}(n+3) \cdot (n+2)}{\left(\frac{n+3}{2}\right)!}. \quad (38)$$

It can be easily shown that:

$$\langle |x(n+2)| \rangle = \frac{1}{2^{n+1}} \frac{n+3}{2} \binom{n+2}{\frac{n+3}{2}}. \quad (39)$$

A very similar calculation can be done for the even number of steps.

4.2 Mean absolute value for a great number of steps

According to the Stirling's formula:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n!}{\sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n} = 1, \quad (40)$$

if n is replaced with $(n + 1)/2$, it is

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left(\frac{n+1}{2}\right)!}{\sqrt{2\pi \frac{(n+1)(n+1)}{2}} \left(\frac{n+1}{2e}\right)^{\frac{n+1}{2}}} = 1, \quad (41)$$

as well as

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left(\frac{n-1}{2}\right)!}{\sqrt{2\pi \frac{(n-1)(n-1)}{2}} \left(\frac{n-1}{2e}\right)^{\frac{n-1}{2}}} = 1. \quad (42)$$

If we divide (40) by (41) and (42):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} 2\pi \frac{\sqrt{\frac{(n+1)(n-1)}{2}} \left(\frac{n+1}{2e}\right)^{\frac{n}{2} + \frac{1}{2}} \binom{n}{\frac{n+1}{2}}}{\sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n \left(\frac{n-1}{2e}\right)^{-\frac{n}{2} + \frac{1}{2}}} = 1$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} 2\pi \frac{\frac{(n+1)(n^2-1)}{2} \left(\frac{n}{4e^2}\right)^{\frac{n}{2}} \binom{n}{\frac{n+1}{2}}}{\sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n} = 1 \quad (43)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} 2\pi \frac{\frac{(n+1)}{2} \frac{1}{2^n} \left(\frac{n^2-1}{n^2}\right)^{\frac{n}{2}} \binom{n}{\frac{n+1}{2}}}{\sqrt{2\pi n}} = 1 \quad (44)$$

Since $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)^n = 1$, we can conclude that:

$$\sqrt{\frac{\pi}{2}} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{2^{n-1}} \frac{(n+1)}{2} \binom{n}{\frac{n+1}{2}}}{\sqrt{n}} = 1 \quad (45)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \langle |x(n)| \rangle = \sqrt{\frac{2n}{\pi}} \quad (46)$$

This leads to the ratio between the mean absolute deviation and the standard deviation, in the limiting case:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\langle |x(n)| \rangle}{\sqrt{x^2(n)}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \approx 0.7979. \quad (47)$$

This ratio is the same as between MAD and SD of the Gaussian distribution. The reciprocal value is $\sqrt{\pi/2} \approx 1.2533$.

5. CONCLUSION

We have started our deliberation with a simple question why the intuitively simple notion of the mean absolute value is not used in statistical and physical analysis, and have exemplified this with the problem of 1D random walk. While the calculation of the mean squared values is straightforward, the one for mean absolute values encounters many complications and difficulties. As first, there is the disparity between the expressions for the odd and even numbers, that vanishes only in the limiting case of $n \rightarrow \infty$. The lengthy derivation and the complicated formula speak for themselves. The character of the binomial probability distribution remains in the final formula through

the binomial coefficients. In a way, through the use of mean absolute values, we cannot get rid of the details of the process, which is in contrast the mean squared values. It is easy to conclude that the concepts that are easy to grasp, like the mean absolute deviation, may lead to the calculations and the results that are far from being neither easy to use nor elegant.

On the other hand, the difficulties involved in the derivations of the mean absolute values should not prevent us from using this “intuitive” notion. We have certainly shown that for 1D random walk one would think twice before building further on this approach. The elegance and simplicity of the final physical results and interpretations in broader context proved to be far more reaching in the history of science, than just the simple initial concepts, no matter how intuitive they may be.

Nevertheless, we believe that beyond the mere elegance and practicality, there are further, deeper, reasons for the use of the squared values and their averages. We find them throughout the physics, and also embedded into statistics. The usage of SD and RMS may have some physical background, besides their practical convenience and this ought to be explored. We hope to elaborate more on this subject in our future work.

6. REFERENCES

1. Feynman R., *Lectures on Physics*, §6 Probability, Addison-Wesley, USA, 1964.
2. Šips V., *Uvod u statističku fiziku*, §4.9. Brownovo gibanje, Školska knjiga, Zagreb, 1990.
3. Smith W., Gillan M.J., *The Random Walk and the Mean Squared Displacement*, CCP5 Newsletter No.45, Daresbury, UK, 1996.
4. Gorard S. (2004.) *Revisiting a 90-year-old debate: the advantages of the mean deviation*, British Journal of Educational Studies, Vol. 53, Issue 4, 2005.
5. David H.A. (1998) *Early Sample Measures of Variability*, Statistical Science, Vol.13, No.4, 1998
6. Sheldon M. Ross, *Introduction to probability models* §2.4 *Expectation of a random variable*, Academic Press, USA, 2007.
7. <http://ww.wikipedia.org>, article Binomial coefficient, last access, June 2011.

Polytechnic of Varaždin,
J. Križanića 33, HR-42000 Varaždin, Croatia
jurica.hizak@velv.hr
robert.logozar@velv.hr

SUVREMENE TEHNOLOGIJE, MATEMATIKA I PRIMJENE

Keček D.¹, Čančarević M.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U članku je opisana primjena matematičkog softvera Matlaba za rješavanje matematičkih problema u svrhu što jednostavnijeg svladavanja istih.

Ključne riječi: Matlab, matrica, parcijalni razlomak, polinom, sustavi linearnih jednadžbi

Abstract: The application of mathematical software Matlab for solving and overcoming mathematical problems as easily as possible is described in the paper.

Key words: Matlab, matrix, partial fraction, polynomial, system of linear equations

1. UVOD

Pretpostavi li se da matematika mnogima treba, ali im nije najvažnija stvar u životu, nameće se pitanje može li im se pomoći kod obaveza na poslu ili tijekom obrazovanja. Suvremene tehnologije to svakako osiguravaju. Danas postoji mnogo matematičkih softvera (Matlab, Wolfram Mathematica, GeoGebra) koji omogućuju brzo i točno rješavanje različitih matematičkih i nematematičkih problema. Matlab je istodobno programski paket i programski jezik široke primjene. Koristi se za računanje, za razvoj algoritama, simulacije, obradu i analizu podataka. Naziv Matlab potječe od engleskih riječi MATrix LABoratory iz kojih je očito da je Matlab alat dizajniran za matrično izračunavanje.

2. RAD S MATLABOM

Osnovni aritmetički operatori u Matlabu su: +, -, *, /, ^ . Najjednostavnija primjena Matlaba je zamjena standardnog kalkulatora Matlabom. Treba li se izračunati izraz $2 * (2^5 - 6)$, to se pomoću Matlaba može napraviti na sljedeći način:

```
>> 2*(2^5-6)
ans =
```

52.

U simboličkom režimu se matematičke operacije izvršavaju bez računanja njihove numeričke vrijednosti. Za simbolički mod je bitno da se simboli (varijable) koje se koriste u zapisu funkcija, jednadžbi i algebarskih izraza navode funkcijom **syms** . Npr., ako se želi napisati funkcija

$$f(x, y) = x^2 - 2\sin y + 3$$

dovoljno je napisati:

```
>> syms x y
>> f=x^2-sin(y)
```

i rezultat je:

```
f =
x^2-2*sin(y)+3.
```

Ukoliko treba izračunati vrijednost funkcije $f(3,0)$ koristi se naredba **subs**, tj.

```
>> subs(f,{x,y},{3,0})
ans =
12.
```

Sve funkcije u Matlabu pišu se malim slovima, a argumenti funkcija u zagradi. Sintaksa i značenje svih funkcija u Matlabu može se naći u MATLAB-Help-u. Tako npr. funkcija e^x u Matlabu ima oblik $exp(x)$.

2.1. Matrice

Osnovni objekti numerike u Matlabu su matrice. Matrica je pravokutna shema sastavljena od realnih ili kompleksnih brojeva. Matrica s m redaka i n stupaca i s elementima $a_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ obično

se zapisuje kao $A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$ ili kraće kao

$A = [a_{ij}]$. Element a_{ij} matrice A nalazi se na presjeku i -tog retka i j -tog stupca. Matrice se u Matlabu zadaju kao niz brojeva u uglatim zagradama,

pri čemu se reci odvajaju točka-zarezom ";", a elementi unutar retka se odvajaju razmakom ili zarezom. Matrice $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & 5 \end{bmatrix}$, $B = [4 \ 9]$ i

$C = \begin{bmatrix} -5 \\ 3 \end{bmatrix}$ zapisuju se na sljedeći način:

```
>> A=[1 2 3;0 -1 5]
```

```
A =
    1    2    3
    0   -1    5
```

```
>> B=[4 9]
```

```
B =
    4    9
```

```
>> C=[-5;3]
```

```
C =
   -5
    3
```

Ako matrica ima jedan redak ili jedan stupac naziva se vektor redak, odnosno vektor stupac. Zbrajati i oduzimati se mogu matrice istog tipa. Matrice A i B su ulančane, ako matrica A ima onoliko stupaca koliko matrica B ima redaka. Množenje matrica je definirano samo za ulančane matrice. Transponirana matrica matrice $A = [a_{ij}]$ tipa (m, n) je matrica $A' = [b_{ji}]$ tipa (n, m) definirana sa $b_{ji} = a_{ij}$, za svaki $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$.

Primjer 1. Zadane su matrice $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & 5 \end{bmatrix}$ i

$$B = \begin{bmatrix} 0 & -6 \\ 4 & 2 \\ 8 & -3 \end{bmatrix}.$$

Potrebno je odrediti: $A \cdot B, B \cdot A, A - B, A - B'$.

Kako je matrica A tipa $(2,3)$, a matrica B tipa $(3,2)$, oba produkta $A \cdot B$ i $B \cdot A$ su definirana.

Vrijedi:

```
>> A=[1 2 3;0 -1 5];
```

```
>> B=[0 -6;4 2;8 -3];
```

```
>> B'
```

```
ans =
    0    4    8
   -6    2   -3
```

```
>> A*B
```

```
ans =
   32   -11
   36   -17
```

```
>> B*A
```

```
ans =
    0    6   -30
    4    6    22
```

```
8 19 9
```

```
>> A-B
```

```
??? Error using ==> minus
```

```
Matrix dimensions must agree.
```

Razlika matrica A i B nije definirana jer matrice A i B nisu istog tipa, dok je razlika matrica A i B' jednaka

```
>> A-B'
```

```
ans =
    1   -2   -5
    6   -3    8
```

Ne ulazeći u detaljnu sintaksu, na primjerima polinoma, parcijalnih razlomaka i sustava linearnih jednačbi prezentirano je korištenje Matlaba.

2.2. Polinomi

U primijenjenoj matematici često se susreću funkcije koje se zovu polinomi. Posebnu ulogu polinomi imaju u aproksimaciji mnogih drugih složenih funkcija. Polinom n -tog stupnja je funkcija $P_n: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ zadana formulom

$$P_n(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 = \sum_{k=0}^n a_k x^k,$$

gdje su $a_0, a_1, \dots, a_n \in \mathbf{R}$, $a_n \neq 0$, $n \in \mathbf{N}$. Brojevi $a_i, i = 0, \dots, n$ se zovu koeficijenti polinoma P_n . Polinomi se u Matlabu zadaju u obliku vektora retka $[a_n, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0]$ u koji se upišu koeficijenti polinoma. Polinomi se mogu zbrajati, oduzimati, množiti i dijeliti.

Primjer 2. Neka su $P(x) = -2x^3 + x - 8$ i $Q(x) = x^2 - 5x + 1$ dva polinoma. Treba odrediti:

$$P + Q, P - Q, P \cdot Q \text{ i } \frac{P}{Q}.$$

Kako je za zbrajanje i oduzimanje polinoma potrebna ista dimenzija vektora, vektor Q je potrebno nadopuniti nulama. Tako se polinomu $P(x) = -2x^3 + x - 8$ pridružuje vektor

```
>> P=[-2 0 1 -8],
```

a polinomu $Q(x) = x^2 - 5x + 1$ vektor

```
>> Q=[0 1 -5 1].
```

```
>> P+Q
```

```
ans =
   -2    1   -4   -7
```

Značenje: $(-2x^3 + x - 8) + (x^2 - 5x + 1) = -2x^3 + x^2 - 4x - 7$.

```
>> P-Q
```

```
ans =
   -2   -1    6   -9
```

Značenje: $(-2x^3 + x - 8) - (x^2 - 5x + 1) = -2x^3 - x^2 + 6x - 9$.

Polinomi se množe naredbom **conv**. Kod množenja polinoma vektori koje pridružujemo polinomima ne moraju biti istih dimenzija.

```
>> conv(P,Q)
```

```
ans =
```

```
0 -2 10 -1 -13 41 -8
```

Značenje: $(-2x^3 + x - 8) \cdot (x^2 - 5x + 1) = -2x^5 + 10x^4 - x^3 - 13x^2 + 41x - 8$.

Teorem o dijeljenju polinoma s ostatkom. Za svaka dva polinoma P i Q , $Q \neq 0$ postoje jedinstveni polinomi S i R takvi da vrijedi

$$P = Q \cdot S + R.$$

Ako je $R \neq 0$, polinom S zovemo nepotpuni kvocijent polinoma P i Q , a polinom R ostatak pri dijeljenju polinoma P s polinomom Q .

Dijeljenje polinoma $P(x) = -2x^3 + x - 8$ i $Q(x) = x^2 - 5x + 1$ po algoritmu dijeljenja polinoma, ima sljedeći oblik:

$$\begin{array}{r} (-2x^3 + x - 8) : (x^2 - 5x + 1) = -2x - 10 \\ \underline{-2x^3 + 10x^2 - 2x} \\ -10x^2 + 3x - 8 \\ \underline{-10x^2 + 50x - 10} \\ -47x + 2 \end{array}$$

Dakle, nepotpuni kvocijent je $S(x) = -2x - 10$, a ostatak $R(x) = -47x + 2$. Polinom P tako možemo zapisati u obliku

$$-2x^3 + x - 8 = (x^2 - 5x + 1)(-2x - 10) - 47x + 2.$$

Ovisno o stupnjevima polinoma, dijeljenje polinoma po algoritmu može imati veliki broj koraka. Tu pomaže Matlab svojom jednostavnošću. Za dijeljenje polinoma koristi se naredba **deconv**.

```
>> deconv([-2 0 1 -8],[1 -5 1])
```

```
ans =
```

```
-2 -10
```

a ostatak R se provjeri na sljedeći način:

```
>> [-2 0 1 -8] - conv([1 -5 1],[-2 -10])
```

```
ans =
```

```
0 0 -47 2
```

2.3. Parcijalni razlomci

Često je potrebno racionalnu funkciju rastaviti na zbroj jednostavnijih racionalnih funkcija koje se zovu parcijalni razlomci. Parcijalni razlomci se koriste u integralnom računu kod integriranja racionalne funkcije, za određivanje inverzne Laplaceove transformacije dane funkcije, za određivanje inverzne Z-transformacije itd. Racionalna funkcija je kvocijent dvaju polinoma $R(x) = \frac{P(x)}{Q(x)}$. R je prava racionalna

funkcija ako je stupanj polinoma u brojniku manji od stupnja polinoma u nazivniku, tj. $st P < st Q$.

Teorem o parcijalnim razlomcima. Svaka prava racionalna funkcija $R(x) = \frac{P(x)}{Q(x)}$ može se na jedinstveni način prikazati kao zbroj parcijalnih razlomaka.

Kako se polinom Q može zapisati u obliku

$$Q(x) = (x - x_1)^{p_1} \cdots (x - x_s)^{p_s} (x^2 + a_1x + b_1)^{r_1} \cdots (x^2 + a_tx + b_t)^{r_t},$$

gdje su $p_i, r_j, s, t \in \mathbf{N}$, x_i su realne nultočke od Q , $i = 1, \dots, s$, a $a_j^2 - 4b_j < 0$, $j = 1, \dots, t$ teorem zapravo tvrdi da postoje jedinstveni brojevi $A_{jk}, B_{jk}, C_{jk} \in \mathbf{R}$ takvi da se R može zapisati u obliku

$$\begin{aligned} R(x) = & \frac{A_{11}}{x - x_1} + \frac{A_{12}}{(x - x_1)^2} + \cdots + \frac{A_{1p_1}}{(x - x_1)^{p_1}} + \\ & + \cdots + \frac{A_{s1}}{x - x_s} + \frac{A_{s2}}{(x - x_s)^2} + \cdots + \frac{A_{sp_s}}{(x - x_s)^{p_s}} + \\ & + \cdots + \frac{B_{11}x + C_{11}}{x^2 + a_1x + b_1} + \cdots + \frac{B_{1r_1}x + C_{1r_1}}{(x^2 + a_1x + b_1)^{r_1}} + \\ & + \cdots + \frac{B_{t1}x + C_{t1}}{x^2 + a_tx + b_t} + \cdots + \frac{B_{tr_t}x + C_{tr_t}}{(x^2 + a_tx + b_t)^{r_t}} \end{aligned}$$

Primjer 3. Rastav racionalne funkcije

$$R(x) = \frac{2x^2 - 3x - 1}{x^3 - x}$$

na parcijalne razlomke.

Prema teoremu o parcijalnim razlomcima postoje jedinstveni brojevi $A, B, C \in \mathbf{R}$ takvi da je

$$\frac{2x^2 - 3x - 1}{x^3 - x} = \frac{A}{x + 1} + \frac{B}{x - 1} + \frac{C}{x}$$

Množenjem jednakosti s $x(x^2 - 1)$ i nakon sređivanja dobiva se:

$$2x^2 - 3x - 1 = x^2(A + B + C) + x(B - A) - C.$$

U daljnjem računu potreban je

Teorem o jednakosti polinoma. Polinomi $P(x) = \sum_{k=0}^n a_k x^k$ i $Q(x) = \sum_{l=0}^m b_l x^l$, $a_n \neq 0, b_m \neq 0$, $a_i, b_j \in \mathbf{R}$ su jednaki ako i samo ako je $m = n$ i $a_j = b_j$, za sve $j = 0, 1, \dots, n$.

Primjenom Teorema o jednakosti polinoma slijedi:

$$A + B + C = 2$$

$$B - A = -3$$

$$-C = -1,$$

a odavde je $A = 2, B = -1, C = 1$.

Racionalna funkcija $R(x)$ se tako može prikazati kao zbroj parcijalnih razlomaka

$$\frac{2x^2 - 3x - 1}{x^3 - x} = \frac{2}{x + 1} + \frac{-1}{x - 1} + \frac{1}{x}$$

Matlab pomoću naredbe **residue** bolje rješava ovaj problem. Polinom u brojniku prikaže se vektorom a , a polinom u nazivniku vektorom b .

```
>> a=[2 -3 -1];
```

```
>> b=[1 0 -1 0];
```

```
>> >> [r,p,k]=residue(a,b)
```

$$r = 2 \quad -1 \quad 1$$

$$p = -1 \quad 1 \quad 0$$

$$k = [].$$

Značenje:

$$\frac{2x^2 - 3x - 1}{x^3 - x} = \frac{2}{x+1} + \frac{-1}{x-1} + \frac{1}{x-0} + 0$$

2.4. Sustav linearnih jednadžbi

Sustav m linearnih jednadžbi s n nepoznanica je sustav oblika

$$\begin{matrix} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{12}x_1 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \vdots \\ a_{i1}x_1 + \dots + a_{in}x_n = b_i \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{matrix} \quad (1)$$

Skalari $a_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ se zovu koeficijenti sustava, skalari $b_i, i = 1, 2, \dots, m$ slobodni članovi, a x_1, x_2, \dots, x_n nepoznanice sustava. Rješenje sustava je skup svih n -torki (x_1, x_2, \dots, x_n) koje uvrštene u sustav (1) zadovoljavaju svih m jednadžbi. Sustav (1) se može zapisati u obliku matrice

jednadžbe $AX = B$ u kojoj je $A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$ matrica sustava, $X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$ je matrica nepoznanica, a

$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$ matrica slobodnih članova. Ako se matrici

A doda stupac slobodnih članova, dobiva se proširena matrica sustava $AP = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} & b_m \end{bmatrix}$.

Rang matrice A je broj linearno nezavisnih redaka (stupaca) matrice A i označava se s $r(A)$. Sustav (1) može imati jedno rješenje, nijedno ili beskonačno rješenja. Broj rješenja ovisi o odnosu ranga matrice A i AP . U Matlabu funkcija **rank(A)** računa rang matrice A .

Kronecker-Capellijev teorem. Sustav linearnih jednadžbi ima rješenje ako i samo ako je rang matrice sustava jednak rangu proširene matrice sustava, tj. $r(A) = r(AP)$.

Neposredna posljedica Kronecker-Capellijevog teorema je sljedeći

Korolar. Vrijedi:

- i) Ako je $r(A) = n$, sustav je određen (ima jedinstveno rješenje),
- ii) Ako je $r(A) < n$, sustav je neodređen (ima beskonačno rješenja),

- iii) Ako je $r(A) > n$, sustav je kontradiktoran (nema rješenja).

Primjer 4. Odrediti rješenje sustava

$$\begin{matrix} x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ -2x_1 + 3x_2 - x_3 = 0 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 2. \end{matrix}$$

Matrica sustava je matrica

$$\gg A = [1 \ 1 \ 1; -2 \ 3 \ -1; 2 \ 1 \ -3];$$

a proširena matrica sustava je matrica

$$\gg AP = [1 \ 1 \ 1 \ 2; -2 \ 3 \ -1 \ 0; 2 \ 1 \ -3 \ 2];$$

Kako je rang matrice A

$$\gg \text{rank}(A)$$

ans =

3

a rang proširene matrice AP

$$\gg \text{rank}(AP)$$

ans =

3

prema Kronecker-Capellijevom teoremu slijedi da sustav ima jedinstveno rješenje.

Matrica slobodnih članova je matrica

$$\gg B = [2; 0; 2];$$

Rješenje sustava se dobiva tzv. lijevim dijeljenjem

$$X = A \setminus B.$$

$$\gg X = A \setminus B$$

ans =

1

3/4

1/4

Rješenje sustava je uređena trojka

$$(x_1, x_2, x_3) = (1, 3/4, 1/4).$$

Za rješavanje sustava koristi se i naredba **solve**.

$$\gg [x1 \ x2 \ x3] = \text{solve}('x1+x2+x3=2, -2*x1+3*x2-x3=0, 2*x1+x2-3*x3=2')$$

x1 =

1

x2 =

3/4

x3 =

1/4

Primjer 5. Odrediti rješenje sustava

$$\begin{matrix} -x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 = -1 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 - x_4 = 2 \\ 2x_1 + 2x_2 = 3. \end{matrix}$$

$$\gg A = [-1 \ 2 \ 3 \ -1; 1 \ 2 \ 1 \ -1; 3 \ 4 \ 1 \ -1; 2 \ 2 \ 0 \ 0];$$

$$\gg \text{rank}(A)$$

ans =

3

$$\gg AP = [-1 \ 2 \ 3 \ -1 \ 2; 1 \ 2 \ 1 \ -1 \ -1; 3 \ 4 \ 1 \ -1 \ 2; 2 \ 2 \ 0 \ 0 \ 3];$$

$$\gg \text{rank}(AP)$$

ans =

3

Kako je $r(A) = r(AP)$ slijedi da sustav ima rješenje, ali kako je $r(A) < 4$ slijedi da je sustav neodređen, tj. ima beskonačno rješenja. Koristeći naredbu solve dolazi se do parametarskog rješenja

```
>> [x1 x2 x3 x4]=solve('-x1+2*x2+3*x3-
x4=2','x1+2*x2+x3-x4=-1','3*x1+4*x2+x3-
x4=2','2*x1+2*x2=3')
x1 =
    -3/2+x3
x2 =
    3-x3
x3 =
    x3
x4 =
    11/2
```

Rješenje sustava zapisuje se u obliku

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (-2/3 + x_3, 3 - x_3, x_3, 11/2),$$

$$x_3 \in \mathbf{R}.$$

Primjer 6. Odrediti rješenje sustava

$$\begin{aligned} -x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 &= 2 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 &= -1 \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 - x_4 &= 2 \\ 2x_1 + 2x_2 &= 1 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 &= 1. \end{aligned}$$

```
>> A=[-1 2 3 -1;1 2 1 -1;3 4 1 -1;2 2 0 0;2 1 1 0];
>> rank(A)
ans =
    4
>> AP=[-1 2 3 -1 2;1 2 1 -1 -1;3 4 1 -1 2;2 2 0 0 1;2 1
1 0 1];
>> rank(AP)
ans =
    5
```

Kako je $r(A) < r(AP)$, slijedi da je sustav kontradiktoran, tj. nema rješenja. Kada bi se rješenje određivalo bez prethodnog provjeravanja ranga matrica, Matlab bi kao numerički program ponudio neko rješenje. U tom slučaju potrebno je provjeriti dobiveno rješenje.

```
>> A=[-1 2 3 -1;1 2 1 -1;3 4 1 -1;2 2 0 0;2 1 1 0];
>> B=[2;-1;2;1;1];
Lijevim dijeljenjem matrica A i B dobiva se matrica X
>> X=A\B
ans =
    -1/2
     4/3
     2/3
    19/6
Množenjem matrica A i X dobiva se matrica
>> C= A*X
ans =
     2
    -1/3
```

4/3

5/3

1

koja je različita od matrice B.

3. ZAKLJUČAK

Uporaba matematičkih softvera, posebice Matlaba, bitno može olakšati rješavanje matematičkih problema, uz određeno znanje matematičke teorije. Zbog jednostavnosti u učenju i iznimno širokoj primjeni, Matlab svoje mjesto nalazi ne samo u visokom obrazovanju već i u industriji.

4. LITERATURA

- [1] HORVATIĆ, K. Linearna algebra. PMF-Matematički odjel ; Sveučilište u Zagrebu : Zagreb, 1999.
- [2] PAVKOVIĆ, B.; VELJAN, D. Elementarna matematika I. Tehnička knjiga : Zagreb, 1992.
- [3] HUNT, B.R.; LIPSMAN, R.L.; ROSENBERG, J.M. A Guide to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press, 2001.
- [4] RIVIER, K.; ČULINA, B.; ČANČAREVIĆ, M. Matematika 1. Zagreb, 2010.

Kontakt:

Damira Keček, dipl. ing. mat.
J. Križanića 33, Varaždin

e-mail: damira.kecek@velv.hr
marijancancarevic@net.hr

A SPREADSHEET APPLICATION FOR THE PLANNING AND TRACKING OF PROJECT LABOR HOURS AND EXPENDITURES

Logožar R.¹, Havaš L.¹

¹Polytechnic of Varaždin, J. Križanića 33, HR-42000 Varaždin, Croatia

Abstract. *The paper briefly outlines a comprehensive spreadsheet application for the planning and tracking of project labor hours and costs, including the material and outsourcing expenditures. Some specifics of the use of table-calculators for this sort of problems are depicted. The application is aimed for the projects in the international business environment, with many variable parameters. It consists of the versatile and easily expandable tables with selectable data form entry cells (e.g. the cost price can be entered in a selected currency). Where applied, this sort of input leads to the explicit separation of the entry cells from the calculation (presentation) cells, and improves the overall consistency of the tables. The spreadsheets give a wide range of project information, from the subtle details up to the general and summarizing facts. The conditional color-formatting of the cells is consistently used for better visualization of the data. The application is designed to serve a manager in planning, running, supervising and concluding the project.*

Key words: *project planning, project tracking, spreadsheet application, selectable data form entry cells.*

Sažetak. *Članak ukratko opisuje sveobuhvatnu aplikaciju izvedenu u tabličnom kalkulatoru za planiranje i praćenje troškova projekata, uključujući radne sate, te troškove materijala i vanjskih usluga. Navedene su neke specifičnosti uporabe tabličnih kalkulatora za ovu vrstu problema. Aplikacija je namijenjena za projekte u internacionalnom okruženju s mnogo varijabilnih parametara. Sastoji se od svestranih, lako proširivih tablica, s podatkovnim ćelijama s odaberi formom unosa (npr. unos troškova u izabranoj valuti). Gdje je primijenjena, ovakva vrsta unosa dovodi do odvajanja ulaznih i prezentacijskih ćelija, uz poboljšanje konzistentnosti tablica. Tablična aplikacija daje široki raspon informacija o projektu, od finih detalja do općenitih i sumarnih činjenica. Uporabom uvjetno formatiranih ćelija ostvaren je pregledan prikaz podataka. Aplikacija je oblikovana da služi upravitelju za planiranje, vođenje, nadzor i zaključenje projekta.*

Ključne riječi: *planiranje projekta, praćenje projekta, aplikacija u tabličnom kalkulatoru, ulazne ćelije s odaberi podatkovnom formom.*

1. INTRODUCTION

Today we find a lot of solutions for project managing, among which the Microsoft© Project Manager (MSP) seems to be the best known commercial product [1]. It is a comprehensive software tool designed for developing

project plans, tracking the project progress, managing budgets and analyzing workloads. This and similar project managing programs are based on the concept of Gantt charts [2, 3], which offer the analysis of the critical path schedules and critical chains. Several of these are available as online applications, and many of them are advertised as free [4].

In this work we present a project managing application that takes a different approach. It puts the emphasis on the project's labor and other financial indicators. It all started with a "simple idea" of creating a table that would summarize the workers' activities and track their labor hours and earnings in one of our complex projects. In our case the table was started in the famous MS© Excel (e.g. see [5]). When creating the table, the basic functionality was achieved relatively easy and fast. But as it often happens in programming, a comprehensive solution required full restructuring of the initial concept of a "simple table" into a more elaborate data storage and manipulation system. Continue

During the application development, a few "custom" features urged us to pursue the initial different approach. That finally drove us to a point when giving up would mean throwing away many weeks of work. The additional motivation was that the ready-made solutions either didn't seem to answer our needs, or were not practical enough. When considering the use of MS© Project Manager to do that, we came to the conclusion that our special demands of many financial aspects, e.g. like the use of two currencies, different contracting models, tracking of the worker payments, etc. were not met, without even mentioning the MSP's high commercial price. So not only that we went on with the spreadsheets construction, but were making them more and more general in every development step. New features were added, until the tables provided a comprehensive tool for project planning and tracking. Some of the aspects, e.g. like the temporal ones, are not solved in as detailed and visually appealing way as in the above cited programs. Nevertheless, the timing of the jobs and work terms is presented with the relevant data and emphasized with the appropriate color formatting, and could be improved in the future.

Eventually, our Excel workbook grew from the "one-big-table" stage up to the 6-spreadsheet application, containing around a dozen of the crucial tables each consisting of 20 – 30 columns, and about 40 more helping tables for the side calculations, constant definitions, different data presentations, etc. Hoping that the application will help project planners and managers to project their visions and ideas into reality, we named it **Projector**.

Before getting into the application more closely, in the next section we expose a few general remarks on the relationship between the spreadsheet tables on one hand and databases on the other, together with a few specific features of the former.

2. THE SPREADSHEETS

The table calculators are widely popular among the broad range of users for their simplicity and versatility. They are intuitive and similar to the paper-based tables, with the benefit that the effects of data input are “instantly” visible on the computer screen, or can be made visible by simple scrolling or by choosing other worksheet. So, there are no menus and submenus to investigate, just relatively low-level table presentations. In our opinion, this *low level presentation* contributes to the user perception of being directly involved in the whole process: from the data collection and input, to the data analysis and interpretation. An *involved user* can be expected to get better results and be more satisfied with a computer application, even if the program functionality may be elementary and its appearance Spartan.

Another benefit is that the users acquainted with the basics of spreadsheet calculators are likely to accept a new such application as just “another table”. They expect it to be easy to fill in, and that the results will be somewhere there, hopefully presented in a good fashion.

From the developer’s standpoint, a well founded and structured spreadsheet tables are easy to modify and upgrade. One of the most demanding things in programming today—the user interface—is already there, together with many other tools. A knowledgeable user is tempted to tailor the tables and do the upgrades herself (or himself). Or this can be ordered from developers expecting much lower prices than for the full fledged applications. The simple changes, like renaming column titles, expanding and deleting table rows (without interfering the attribute scheme), hiding rows and columns, adapting data presentation tables, and similar, should be straightforward and easily accomplishable by an average user.

Many people regard the spreadsheet calculators irreplaceable, and find their own tables, tailored to their specific problems, as the most valuable assets in data collection and data analysis of their particular problems.

All these reasons justify the use of spreadsheets even for the demanding and complex applications. They could and should be comparable to those developed within database developing environments or as special programs. If not truly equal in all the functionality, they should at least be equal in presentation of the quantitative indicators, if not suitable for the big size databases, they are an excellent choice for the information extraction from data collected in an experiment or statistical research.

2.1 Spreadsheets and Databases

A condition sine qua non for all databases is to build them according to the Codd’s 13 rules and to keep them in the normal forms—preferably in the famous 3rd normal form. This applies to the databases written on paper, big relational databases that are run under expensive proprietary database engines, and for our project-managing

Excel tables. Every deviation from the formal Codd’s rules will be paid with the loss of data integrity, loss of correct referencing, the inability of consistent updating, deleting, etc. Thus, if a spreadsheet programmer does make a mistake in the formation of the tables, she (or he) will soon notice the introduced anomalies when trying to search, alter or update the data base. Up to now, we may say that for the initial, *data input, columns*, the general database rules must be followed.

As a curiosity, let’s mention that the revolutionary Codd’s paper also dealt with the project managing [6].

2.2 Dataflow – the constant recalculating

The very definition of spreadsheets is about calculating the new, higher level, information from the values entered into the table cells. The table cell can be considered as a variable. The restriction is that it can be accessed only through the corresponding cell, via manual data input. A special kind of the cell value is a formula entered into it, through which the cell can depend on other variables (cells). From the database standpoint, the introduction of such cells produces data redundancy. However, as we shall soon show, this redundancy is of a special kind, which is *data-wise consistent*. It is the spreadsheet’s underlying concept of *dataflow* that ensures this consistency [7]. In the dataflow software concept, every change of a variable (a cell in the spreadsheet) automatically causes recalculation of all the depending variables (cells). Since this causal relationship is constantly maintained, the reference integrity of data is preserved. In difference to the standard programming paradigm, in which computing actions and outputs are started by user or by scheduled (automatic) events, in dataflow this is triggered for the dependent formula cells implicitly, on every change of any cell value. The new value is stored in the cell, and its content is again constantly visible to the user.

From the data-presentation aspect the dataflow architecture could be depicted as follows.

- The lack of the standard notion of *presentation action (time)*, triggered by user or event, is compensated by:
- The enlargement of the *presentation space* to its extremes (everything is presented all the time).

More elaborate formal analysis of the spreadsheet tables is out of the scope of this paper.

2.3 Intermixing the data entry and data calculation columns

From the previous subsection we can deduce that we have basically two types of cells (columns):

- i. Data entry cells (columns);
- ii. Data calculation cells (columns).

Besides the role described by their names, both of these also have the (constant) *data presentation* role. Data entry cells represent the directly entered values, and data calculation cells represent the results of calculations, searches, etc., based on the values of the data and calculation cells on which they depend through their formulas.

In order to make data logically outlaid, the entry and the calculation columns are not radically separated, but

are rather intermixed with each other. As is already mentioned, the redundancy introduced by the calculation columns is a property that is here not considered as anomaly. The only problem introduced by this is how to make the two types of cells clearly distinguishable to the users. Luckily, the modern spreadsheet calculators enable nice formatting options, and also the cell locking mechanism. By using both of them, i.e. by visually differentiating the data entry cells from the data calculation cells, and by locking the calculation ones, we ensure that:

- The user knows where he is expected to enter the data, and where to look for the calculated results;
- The user will be stopped to (accidentally) enter data in the calculation cells and thus spoil the formulas in them.

An enthusiastic data base formalist could be tempted to arrange the tables in such a way that the data entry cells (columns) are always strictly separated from the calculation ones. In this formal separation the true entry values would correspond to the data base attribute values, and the calculated values would be the information excerpted and derived from our database. However, this turns out to be counterproductive and brings no benefit to the tables or the application. In fact, it undermines the very essence of the spreadsheets, which is: *the convenient and logical layout of all data, as we would have them on paper.*

So, the two types of columns should be outlaid in the most appropriate and the most logical way for the problem, or in a way that is most convenient for the user. When planning, the user often wants to have immediate feedback on the input values, which would then help her (or him) to possibly correct the input values, and, thus, through the iteration, do the better planning.

The special features entry cells that will be introduced in 3.2 are a partial exception to the above principle. In the most cases they fit better at the end of the table they correspond to (we place it usually at the right end). Still, since it is just a relative position to other columns of the same table, we cannot consider it as a fundamental separation of the data entry and the data calculation entities.

3. PROJECTOR

As hinted in section 1, the Projector's main task is to help in planning and supervising of the labor hours and costs, as well as of all other project's costs. Our project manager is not preoccupied by coordination of the jobs and Gantt charts, but by thinking of how much the jobs cost in the planning phase, and how much they really cost after being completed. By using Projector, the manager wants to inspect the efficiency of different payment models applied to different workers, and to see how they influence the productivity by comparison of the planned and spent hours.

In this section we give a brief presentation of the Projector's capabilities from the user's standpoint.* The Projector spreadsheet application was designed by having in mind the planning and tracking of projects with the following attributes:

- i. The project starts from some initial state or set of conditions, with possible starting costs (e.g. the costs of acquired assets, bought equipment and similar) which are to be charged to the project.
- ii. The project is defined within an international environment, so the usage of several definable foreign currencies is required. All price inputs must be easily accomplishable in a few user-chosen foreign currencies, and visible simultaneously in the two of them. This is to ensure immediate spotting of the financial indicators on international level.
- iii. The project generally involves heterogeneous labor force, with different competences, work prices, labor taxes and obligations, and requires elaborate tracking of all the indicators regarding the planned and spent labor hours and the corresponding labor costs.
- iv. The project consists of, and can be divided into, a series of jobs (tasks) or the corresponding work terms, for which workers with different skills could be assigned, and which are contracted in different ways.
- v. The project requires some material costs, as well outsourcing costs, which must be included in the total costs surveys.

3.1 Projector's main features

In all the tables elegant entry methods are provided, so that user is never forced to take a side tool to adopt her (or his) data to the required ones.

Among these we outline:

- All the prices (work unit, job price, material and outsourcing price) can be entered in one of the several possible user definable currencies (three in the current implementation, easily expandable to more).
- All the entered cost values *are shown* in the two user definable primary chosen currencies.
- The list of workers (collaborators) is defined with their labor price being connected to the status in the project. To each worker her (or his) labor tax type (percentage) and tax liability can be assigned.
- Each job must be attributed its payment model, and its worker, from the corresponding lists. The payment models are: *paying the agreed fixed price*, *paying the planned hours* (similar to the previous), or *paying the hours spent*.
- The special emphasis is given to the labor hours and costs, which is in the most cases a critical part of every project. Every job has its planned time frame, the explication of the labor costs, planned and spent labor hours, finalization time frame, job stage, and notes on payments.
- Projector leads a project manager from initial planning to its end. It helps through the tracking phase, and records all the workers' earnings and payments.
- Consistent conditional formatting with adjustable parameters is applied to all the relevant cells. They warn about the unfavorable values in alarming colors (red, orange, white), and show favorable or normal values in soothing colors (green, blue).
- Besides locking of all the data calculation cells, the data entry cells are designated by the underlined column titles. Additionally, the data entry cells (col-

* The details on the programming implementation are beyond the volume of this paper.

umns) with the special features (see the next subsection), are always positioned at the right end of the relating table and are border with a double line (confer discussions in 2.3 and 3.2).

3.2 Special features data entry cells

If we want the user to be able to enter the labor cost in different currencies, the data entry cells must be organized separately from the data calculation cells showing these values. One of the crucial reasons for this is that the same cell in a table calculator cannot accept both, the values and the formulas. Projector solves this by the help of special data entry cells (columns), usually being placed at the right end of the table. In the case of entering prices, two columns are needed. The first one is for the price numerical value, and the second is for choosing the currency from the list of available options. We call these type of cells *selectable data form entry cells* (columns). On the basis of their values (selections), the prices can be calculated and presented in the separate data calculation cells (columns), placed in the most appropriate position among the other columns in a table.

The example of this is shown in Figure 1 (the table presented here is discussed also in 3.3.1). The last four columns are bordered with the double line to emphasize that these are the data entry columns with special features, including the selectable data form. Of these, the first two are for entering the work hour price. The first one serves for entering the price value, and the second one for the currency. The last two columns define the labor taxes, but just for inspecting their influence on the labor prices. The taxes are attributed directly to the workers (see 3.3.2 and Figure 2).

Here we see how the introduction of the separate data entry columns—needed to accomplish the selectable data form—required the addition of the calculation columns, 3 – 4 and 6 – 7 within the table.

The introduced redundancy is fully justified, not only by the added functionality, but also because of the good table layout, simpler further calculations, and preserved data consistency, because the user cannot input inconsistent price values in different currencies.

Another special feature added here is the *Common Choice (Cm.Cho.)* option, which can be selected from the drop-down list. The last three columns in Figure 1 have this functionality. By selecting the Cm.Cho. option for a particular cell within a column, the cell will be assigned the same value as in the column title cell with the name (or name appendix) *Cm.Cho.* By selecting the Common Choice option as a default value for all the column cells, they will be all set to that same value. This is very useful when most of the cells have the same, “common column” value. If some cells are different, we change them to the desired different values. The global change of all the cells set to the Common Choice option can be easily done by changing the single value in the top title cell.

In the Figure 1 example, in the second column to the right from the double line, USD currency is selected to be the common choice. This value is assigned to all the cells having the Cm.Cho. value, which are the first three in our case. The fourth cell is set to EUR, and the fifth to GBP. If, for example, we want to change the Common Choice to EUR, it is done by a single change of the title cell to the value of EUR.

3.3 Working with Projector

The following directions will help the reader and Projector user to understand its logical structure. In the present version, Projector consists of 6 relationally connected spreadsheets. Their numbers are ordered in the way of suggested data input and generality, from common to special.

Labor Cost Per Hour		Excluding Tax		T a x	Including Tax		Lbr.Cst.	Currency/ Cm.Cho.	Lbr.Tax/ Cm.Cho.	Tx.Incl. in In.Val.
Description	Abr.	1 hr / EUR	1 hr / USD	Amount	1 hr / EUR	1 hr / USD	?Value	USD	US_LTX	Incl. ?
<i>Audio Tech. Apprentice</i>	AT1	4.12	5.77	30.0%	5.36	7.50	7.50	Cm.Cho.	Cm.Cho.	Cm.Cho.
<i>Audio Technician</i>	AT2	5.49	7.69	30.0%	7.14	10.00	10.00	Cm.Cho.	Cm.Cho.	Cm.Cho.
<i>Audio Supervisor Tech.</i>	AT3	6.87	9.62	30.0%	8.93	12.50	12.50	Cm.Cho.	Cm.Cho.	Cm.Cho.
<i>Audio Supervisor & Tutor</i>	AT4	11.11	15.56	35.0%	15.00	21.00	15.00	EUR	DE_LTX	Cm.Cho.
<i>Aud. Engineer & Designer</i>	AT5	17.14	24.00	33.3%	22.85	31.99	15.00	GBP	UK_LTX	Not Incl.

Figure 1. Labor Cost Per Hour table on the sheet S1. General & Summary. The figure illustrates the table with the data entry columns separated from the main presentation table. These are the four columns bordered with the double line, which include the special input features. The first two of them enable the selectable data form input, by entering the labor price value and the currency. Where the Cm.Cho. (common choice) option is selected for the currency, the cell is set to the same value as in the light shadowed title cell named *Currency/Cm.Cho.* In our example this cell value is USD = U.S. Dollar. The first three rows have the same attribute values (Cm.Cho. = USD), and the last two are different (EUR and GBP). This mechanism saves the entry time when most of the cells have the same attribute values. It is applied in the same manner to the last two columns for the selection of the labor taxes (the first three cells are U.S. Labor Tax, and the last two are German and UK Labor Tax), and the specifications if the labor tax is included in the entered price or not (included, except for the last one). The taxes here are only for the purpose of defining the entered values, and showing their influence on the labor price (confer also Figure 2). Besides the last four, the first two columns are also data entry columns (indicated by the underlined titles), but without the special features. All the others are data calculation columns (confer 2.3). [Conversion rates on the date of writing the article were approx. 1EUR = 1.400 USD, 1GBP = 1.600. The labor tax ratios are approximate or fictional].

3.3.1 Sheet #1: General & Summary

In the first sheet, the general data about the project, as well as the general data defining the business environment are defined.

General project data. At the top left of the first sheet there are a few tables for defining the project name, ownership, general description, technical details and initial investments. E.g. if we are into constructing a new motor with inner combustion on hydrogen derived directly from the water reservoir, the initial investment can be the price paid for the old machine that we shall modify. If we are into improving a piece of software bought from another source, this could be the price of a licensed version of some programming tool paid earlier, but charged to this project. Some of the title cells can be modified according to the user's needs and the project's specifics.

General financial data. Next to the project-related general data, at the top right of the sheet #1 are several helping tables that define the project parameters. The user can define her (or his) two currencies of choice, in which all the costs and price values will be constantly presented for immediate reference and comparison (confer Figure 1 and the next paragraph). One more currency is provided for the cost inputs in the data entry cells (see def. in 2.3).

For the total of n different currencies the $n \times n$ conversion rate matrix is defined. In the matrix, there are $\binom{n}{2} = n(n-1)/2$ independent currency conversion rates, the same number of dependent (reciprocal) conversion rates, and n identities (stating that a currency is equal to itself), leading to the total of $n \times n$ values. In our case = 3, but the number of the data entry currencies can be easily enlarged according to the needs.

There are a few more tables defining the usual labor related constants, like the number of work hours in a

work day and a week. The choice of several labor taxes from a user-editable and expandable table is provided.

Labor Cost Per Hour. This table was already discussed in 3.2, where we have stressed that the last four columns are the (separated) data entry columns. Besides these, the first two columns are also data entry columns (indicated by the underlined column titles). In them, the qualifications or possible worker's position in the project can be defined, together with the corresponding abbreviation which serves as a key. The columns 3 to 7 are all calculation columns of obvious meanings.

Other parameters and names. Several other helping tables, like the tables of the possible payment models, job stages, and others, ensure the full control over the behavior of the table calculations, extraction of data, numerical and textual constants, and similar parameters.

All the names that will appear in the multiple choice lists are consistently written in either the columns or rows of appropriately constructed tables, so that they can be easily checked and changed.

3.3.2 Sheet #2: Workers & Labor

The second spreadsheet and all the following ones start with the locked copies (always consistent with their originals) of the summarizing planned data from the sheet #1. This serves as a short reminder of the most important facts when planning and running the project's concrete stages, like the labor force in this case.

Labor force. The sheet #2 main table is called *Labor Force* (Figure 2). The worker's names and short ID's are entered here. The ID serves as the key for searches throughout the data base. Also, the worker's position in the project is chosen here (defined in the Labor Cost Per Hour table above), together with the labor tax value and tax liability.

Labor Force												
Worker				Net Price / hr (No Labor Tax)		Labor Tax			Tot. Price / hr (Wth. Lbr. Tax)		Entry Cells	
#	Name	Wrkr. ID	Qualif. in Proj.	/ EUR	/ USD	Type / Cntry.	Amount	Liability	/ EUR	/ USD	Cm.Cho.	Liabty Cm.Cho.
											US_LTX	Worker
1	Alliston, Alice	AA	AT1	4.12	5.77	US_LTX	30.0%	Worker	5.36	7.50	Cm.Cho.	Cm.Cho.
2	Brown, Bob	BB	AT2	5.49	7.69	US_LTX	30.0%	Worker	7.14	10.00	Cm.Cho.	Cm.Cho.
3	Cooper, Cindy	CC1	AT2	5.49	7.69	UK_LTX	33.3%	Worker	7.32	10.25	UK_LTX	Cm.Cho.
4	Havaš, Ladislav	LH	AT4	11.11	15.56	HR_PRD	50.0%	Project	16.67	23.33	HR_PRD	Project
5	Logožar, Robert	RL	AT5	17.14	24.00	HR_PRD	50.0%	Project	25.71	36.00	HR_PRD	Project
Average :				8.67	12.14		38.7%		12.44	17.42		

Figure 2. The sheet #2 main table: Labor Force. The first column automatically counts the workers' names entered in the second column. The third and fourth columns are for the entry of the worker's IDs, and the qualification (position in the project). These 3 columns are the standard data entry columns with the underlined titles. The last two entry columns (with the emphasized double line frame) have the special input features, in this case the option lists that include the Cm.Cho. (compare also 3.2 and Figure 1). Here the labor tax type can be chosen for each worker, including the tax liability. For Alice and Bob the U.S. Labor Tax is chosen through the Cm.Cho. option. The other selections are obvious. All the other columns, excluding 1, that is: 5 – 11, are calculation columns that use values from the input data columns and the tables defined on the sheet #1. The net price is taken from the Labor Cost Per Hour table (Figure 1), and the tax amount from the table of taxes.

By providing that this data are separately definable for each worker, we enable engagement of collaborators from different countries, and from both, inside and outside the project owning company.

To the right from the Labor Force table, several presentation tables expand, all having coincident worker's rows. Such alignment enables simple adding or deleting of the workers, by using the row copy and insert, or row delete functions, provided in MS© Excel spreadsheets.

All 11 tables from the sheet #2 which are related to the labor force and its different aspects, have unique numbers of the form: 2.1.n, with n = 1, 2, ... , 11. They are:

1. Labor Force (worker name, ID, labor tax type and liability, net and total labor price per hour, Figure 2);
2. Work Planned (worker's labor hours systemized per payment models, also in cash price);
3. Work Completed (as above for completed work);

4. Work Not Completed;
5. Work Total (both, completed and not completed work);
6. Bonus or Penalty;
7. Worker's Earnings;
8. Payments paid to Workers;
9. Labor Tax Payments;
10. Payment Dates and Cumulative Amounts (1);
11. Payment Dates and Cumulative Amounts (2);

Tables 1, 6 and 9 have data entry columns. All the other tables have only the data calculation columns, and serve solely for the data and information presentation purposes.

The last two tables serve also as helping tables, with intermediary results needed for finding out which jobs can be considered as paid, taking into account the payments paid to each worker (see 3.3.3 and Figure 3).

Jobs (Wrk.Trms.) Specifications												
Job or Work Term				Job Price Calculation?					PrcPerJbTyp ?		JPrC: AcctntTot	
No.	Description	Job Pymn. Model	Done by Wrkr. ID	Dates Planned		Net Hours (Without Breaks)			Net Hours + Corrections		Job Price Selected	
				First	Last	Plnnd. (Spent)	Spent (Plnnd.)	Crctns. Apprvd.	Plnnd. (Spent)	Spent (Plnnd.)	/ EUR	/ USD
1	Inspection of the initial state and the problem to be solved.	PJFxPr	RL	01.05.11	05.05.11	1.39	4.00		1.39	4.00	35.71	50.00
2	Investigation of the similar problems, and reporting on them.	PrJbPI	AA	02.05.11	06.05.11	10.00	4.00		10.00	4.00	53.57	75.00
3	Designing the prototype model.	PJFxPr	CC1	07.05.11	12.05.11	19.50	4.00		19.50	4.00	142.86	200.00
4	Building the prototype model.	PrHrSp	LH	12.05.11	20.05.11	24.50	24.50		24.50	24.50	408.33	571.67
5	Testing the model and reporting to the team.	PJFxPr	RL	20.05.11	21.05.11	2.22	4.00		2.22	4.00	57.14	80.00

Figure 3a. The sheet #3 main table: Jobs (Work Terms) Specifications, the left part. The first part of the table (that could fit to the paper width) has the data entry columns 2 – 6: *Description of the job, Payment Model, Worker ID,* and *Dates Planned.* Values in col. 3 and 4 are to be picked up from the drop-down list. The data calculation columns are 1, and 7 – 13. The column 1 automatically counts the jobs with description that is not empty. The net hours and correction hours (columns 7 – 11) are calculated from the separated data entry columns (Figure 3b to the right) according to the job payment model. The same is valid for the job price in the columns 12 – 13. The columns that need not be presented can be hidden by the user.

← Job Price Type Slctd.								
Job Prc.Cmplt. Cumltv.Pr. Wrkr.		Dates Realized		Job Stage / Cmplt.	Jb.Dsc. Ext. & Crct.	Paid		Comments, Objections, Reclamations
/ EUR	/ USD	First	Last			% of Jb.	Date	
35.71	50.00	04.05.11	07.05.11	✓	✓			Comments about the first job.
53.57	75.00	04.05.11	10.05.11	✓	✓	100.0%	20.05.11	
142.86	200.00	07.05.11	14.05.11	In Proc. as Plnnd.	✓	75.0%	20.05.11	
408.33	571.67	14.05.11	22.05.11	✓	✓	100.0%	22.05.11	
92.86	130.00	22.05.11	25.05.11	In Proc. with Dys.	✓			

Job Price & Hours Input Table					
Job Price			Time / hr		
Input Value	Currency (Cm.Che.)	Lbr. Tax in.In.Val.	Plnnd. In.Val.	Spent In.Val.	Correctns. / hr In.Val.
	USD	Incl. v			
1 50.00	Cm.Che.	Cm.Che.	5.00	4.00	
2	Cm.Che.	Cm.Che.	10.00	4.00	
3 200.00	Cm.Che.	Cm.Che.		4.00	
4	EUR	Cm.Che.		24.50	
5 50.00	GBP	Cm.Che.		4.00	

Figure 3b. Sheet #3 main table: Jobs (Work Terms) Specifications, the right part, and the neighboring: Job Price & Hours Input Table. The right part of the main table has columns 14 – 22. The data entry columns (with the underlined titles) are 16 – 17, 18, and 22, with the meaning obvious from their titles. The calculation columns 14 – 15 are the helping columns for finding out which jobs are covered by the payments (see Figure 4). The Job Stage/Completeness column has 9 values describing the possible job stages. The last stage, denoted by the check mark, is a successful job completion. The column 19 registers if the job is correctly described. If not, it is not accounted in the searches. The next columns, 20 – 21, show the percentage of the job covered by the payments paid to the worker up to now, and the date of the earliest payment covering that job. Next to the main table is the corresponding input table which has selectable data form entry columns for the job price in different currencies. These cells, if entered, will explicitly define the job price. If not entered, the job price will be calculated in the helping calculating table to the right (not shown) on the basis of the entered labor hours. Next to the job price are the job hours' entry columns for entering the planned and spent hours, and their possible afterwards corrections.

3.3.3 Sheet #3: Jobs (Work Terms)

This spreadsheet is central for the planning and tracking of the project's jobs, with the main table named *Jobs (Work Terms) Specifications*. There are two associate tables: *Job Price and Hours Input Table*, and *Job Price and Hours Calculation Table*. The first of these tables, and the left part of the second one, are shown on the Figure 3a and 3b on the previous page.

Jobs (Work Terms) Specifications. This was the Projector's starting table. It follows the simple logic of dividing a project into jobs or work terms, and of assigning an available worker to every job. If two workers should be doing the "same job", we subdivide it in two and enter them in the two rows adequately described.

No analysis of the jobs' mutual dependence is done here – Projector leaves this to humans. But it will calculate the job prices, record planned and spent hours, keep the track of the planned and realized time frame, present the short description of the job stage, and finally, provide the insight if the job is paid or not, based on the payments in the sheet #4 (see below). Some more details are given in the figure captions.

3.3.4 Sheet #4: Labor Payments

This spreadsheet consists of one main table: *Labor Payments* (Figure 4a and 4b).

Labor Payments. This table is a typical representative of applying the concepts described in section 2. The data entry and calculation columns are intermixed with each other to provide a logical layout of the table.

To correctly collect the worker's earnings, to enable multiple payments paid to the same worker, and to keep the record of all the payments correctly, this table relies on the helping tables 10 and 11 described in 3.3.2. The little left-pointing arrows next to the rightmost column (Fig 4.b) help in tracking of the last payment paid to the worker.

3.3.5 Sheets #5 and #6: Parts & Materials, Outsourcing

The sheets #5 and #6 are constructed for tracking of the parts and materials, and the costs of outsourcing. The concepts and solutions described for the previous spreadsheets are consistently followed, enabling the user to input data easily, intuitively and creatively. More in detail description of these tables is left for the technical documentation.

3.3.6 From the general view to the details and back

Figure 5 summarizes the Projector's spreadsheets, and suggests possible data entering paths. Filling out the sheets in the order of their numbers would result in a top-down project design method. But the user can start from anywhere, defining the missing data later on. E.g. the planning can start from the sheet #3 main table by dividing the project into smaller jobs. The jobs will not be checked by the program as "correctly and completely described" if not having properly assigned workers (confer 3.3.3 and Figure 3), but the project manager can do this first and fill in the missing data later.

Labor Payments													
To Worker				Earnings: E1 + E2 →				To Pay		Earnings: E1 + E2 + E3 →			
Py m. #	Name	Wrkr. ID	Qualif. in Proj.	Amount		Dates		Amount		Amount		Dates	
				/ EUR	/ USD	Earlier E1 – E2	Pymnt. Due	/ EUR	/ USD	/ EUR	/ USD	Earlier E1 – E3	Pymnt. Due
1	Alliston, Alice	AA	AT1	53.57	75.00	10.05.11	25.05.11	0.00	0.00	53.57	75.00	10.05.11	25.05.11
2	Cooper, Cindy	CC1	AT2	0.00	0.00	-	-	-	-	142.86	200.00	07.05.11	22.05.11
3	Havaš, Ladislav	LH	AT4	408.33	571.67	22.05.11	06.06.11	0.00	0.00	408.33	571.67	22.05.11	06.06.11
4	Logožar, Robert	RL	AT5	35.71	50.00	07.05.11	22.05.11	35.71	50.00	92.86	130.00	07.05.11	22.05.11

Figure 4a. The sheet #4: Labor Payments, the left part. The left part of the table has just one data entry column (number 3) for the worker's ID. The payment is fully defined by the workers' ID and the entrance of the amount and the date of payment (there can be more than one payment to a worker). In order that the table be useful for the manager, it shows the worker's earnings, $E1 + E2$ being the sum of earnings for the jobs completed ($E1$) and the bonus earnings ($E2$). The $E3$ presents the uncompleted jobs, which can be also considered for paying, in advance.

Figure 4b. The sheet #4: Labor Payments, the right part. The right part of table shows the remaining two columns for the sum to be paid on the $E1 + E2 + E3$ scheme basis (see Figure 4a). The next three columns to the right (columns 17 – 19) show the total payment given to the worker and the last payment date. As usual, the special data entry columns at the right end of the table have the double-line border. Again, the usual convenient features for the data entry are provided, including a few options for setting the payment date (e.g. to be equal to the job completion date).

To Pay		Payment		Payment Entry				
Amount		Amount		Date	Pymnt. Amount	Curren- cy/ (Cm.Cho.)	Date Entry	Date Ch/ (Cm.Cho.)
/ EUR	/ USD	/ EUR	/ USD					
0.00	0.00	53.57	75.00	20.05.11	75.00	USD	20.05.11	Cm.Cho. <
35.71	50.00	107.14	150.00	20.05.11	150.00	USD	20.05.11	Cm.Cho. <
0.00	0.00	408.33	571.66	22.05.11	408.33	EUR	22.05.11	CmplDt. <
92.86	130.00			-		EUR		Cm.Cho. <

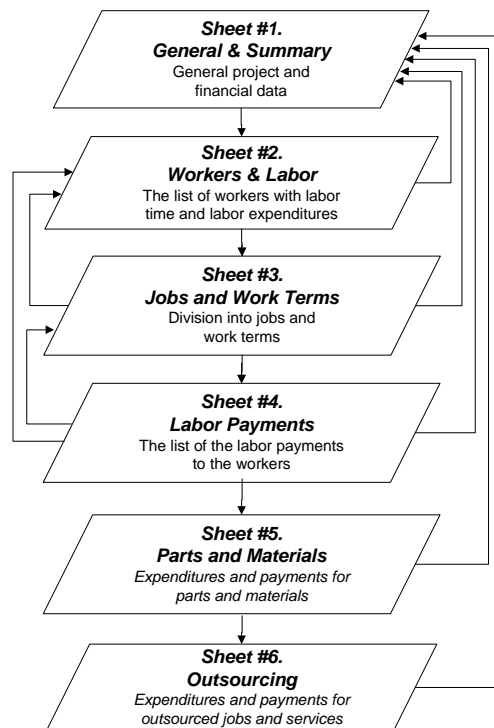


Figure 5. The Layout of the Projector's Spreadsheets.

After having defined precisely what has to be done, she (or he) goes back to the Sheet #2 and chooses a suitable team of workers. So, one can fully follow her (or his) intuition and combine different design approaches as desired: top-down, bottom-up, or intermediary. In any time the user can go from one sheet to another, checking out some other aspects of the project, or filling in some new data.

4. CONCLUSION

Programming is an endeavor that starts with our wish to get better insight and better control of systems and processes that can be very complex. In this paper we have illustrated how such a (naïve) wish to plan and track the labor costs of a project by a "simple Excel table", led us to development of an elaborate spreadsheet application in MS© Excel.

Being driven by our own custom demands, we took a different approach to project planning and tracking, putting the emphasis on the quantitative indicators of labor hours and costs, as well as on other project expenditures. In today's world, it is the planning and tracking of each worker's and coworker's tasks, duties, planned and spent time, planned and finalization terms, that is crucial for having a good insight and foresight in both, the projected and the final price of any project.

The simple but efficient programming environment of the table calculator proved to be sufficient and suitable for the task, and creation of the Projector application.

In the introductory sections, we have discussed a few

specifics of the spreadsheets based on the dataflow concept. We have briefly and informally contrasted the ways of organizing data in the spreadsheet tables to those in the databases. In the table calculators we mix the data entry cells (columns) with the data calculation cells (columns). The latter are derived from the original input data and the project parameters on the basis of the cell's formula. They can serve for the presentation of new information, or as helping variables for further computation and data extraction.

In section 3 we have given an outline of the Projector capabilities. Some of the specifics are the special features data entry cells. In them we have implemented the selectable data form entry cells and mechanisms for simplifying the input in multiple cells having equal attribute values (Common Choice option). These solutions are commented and presented in several example tables. We have also taken a quick tour through the Projector's spreadsheets, following the top-down project planning. After defining the initial parameters and the labor force, by defining jobs or work terms, project manager can have immediate insight in the labor costs, and also track down the payments paid to the workers.

There are many specialized and detailed calculation (presentation) tables in Projector. They offer insight in different statistical aspects of the entered data, on general and particular level. E.g. we can track the general job completion, as well as the job completion as done by particular workers. We can track the worker's earnings and the total labor costs, and all these can be viewed from several different aspects. The many functional details, however, deserve a separate discussion. The same is true for many interesting, and sometimes very complex, data extraction and data analysis solutions in the spreadsheet calculators. All this, together with many further improvements and upgrades that could be added to Projector, are the good hints for a future work. Hopefully we have provided a solid foundation for that.

5. REFERENCES

1. Microsoft© Project, <http://office.microsoft.com/en-us/project-help/>.
2. Wallace Clark and Henry Gantt, The Gantt chart, a working tool of management. Ronald Press, New York, USA, 1922.
3. Peter W. G. Morris, The Management of Projects, Thomas Telford, 1994.
4. Free Project Management Software, <http://www.softwareprojects.org/free-project-management-software.htm>.
5. Walkenbach, J. „Excel 2007 Bible“, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana, 2007.
6. Codd, E. F., A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks, Communications of the ACM 13(6): 377-387, 1970.
7. W.R. Sutherland, The On-line Graphical Specification of Computer Procedures, MIT 1966.

VRSTE I TEHNIKE 3D TEKSTURIRANJA

Bernik A.¹, Kelnarić D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: *Teksturiranje 3D modela je proces kojim se oživljava model, daje mu se boja i svojstvo. Teksturiranje modela se može raditi na više načina, prema potrebi i mogućnostima. Za dobro teksturiranje poželjno je koristiti dodatne programe za obradu fotografija, kako bi model dobio karakteristike koje su potrebne u skladu s namjenom modela. Teksturirane mape omogućavaju da se 3D modeli na sceni učine stvarnijim, posebnim i zanimljivim. Veliku ulogu u postavljanju i prilagođavanju teksture na model imaju i UV točke bez kojih bi bilo teško zamisliti proces teksturiranja. Za većinu karakteristika modela odgovorni su postavljene materijali na modelu. Boja, transparentcija i refleksija su neki primjeri koji mogu biti promjenjivi s različitim materijalima, a koji služe kao podloga teksturnoj mapi. Članak je namijenjen proširivanju znanja u području računalne grafike, iz domene teksturiranja.*

Ključne riječi: *3D model, materijal, teksturna mapa, teksturiranje, UV točke*

Abstrac: *Texturing 3D models is a process which reinforces the model, gives him colors and property. Texturing of the model can be made in different ways according to the needs and possibilities. For high-quality texturing, it is desirable to use additional software for processing images to the model given the characteristics that are required in accordance with the requirements of the model. Texture maps that allow 3D models to make the scene real, realistic, specific and interesting. A great role in setting and adjusting the texture on a model have UV's without it would be hard to imagine the process of texturing. For most of the characteristics of the model, are responsible materials placed on the model. Color, transparency, reflection are some examples of attributes that may be changing with the different materials used as substrates on a texture folder.*

Keywords: *3D model, material, texture maps, texturing, UV's*

1. UVOD

Postoji nekoliko načina teksturiranja 3D modela i svaki način ima svoje prednosti i nedostatke. Ovisno o kompleksnosti i detaljnosti 3D modela, te o namjeni samog 3D modela, izvodi se detaljnost i preciznost teksturiranja.

Na samom početku teksturiranja odabire se tip materijala koji se postavlja na model. Nekoliko različitih vrsta

materijala koji se nude određuju hoće li model biti mat ili sjajan, transparentan ili reflektirajući. Osnovni tipovi materijala su Lambert, Blinn, Anisotropic, Phong i Ramp.

Tekstura je slika koja se postavlja na model, a proces postavljanja slike na model zove se mapiranje teksture. Kada je neka slika mapirana na plohu pojavljuje se na jedinstven način. Pomoću UV točaka teksturna mapa se postavlja i prilagođava modelu.

Najvažniji izbornici za teksturiranje su Attribute Editor, Hypershade i UV Texture Editor. Postavke materijala se određuju u Attribute Editoru u kojem se određuju osnovne postavke, specijalni efekti i postavke za renderiranje. Hypershade izbornik prikazuje sve veze između materijala i teksturnih mapa na sceni i omogućava međusobno povezivanje i dodavanje novih mogućnosti. UV Texture Editor prikazuje teksturnu mapu koja je mapirana na 3D model i raspored UV točaka. Pomicanjem UV točaka u 2D prikazu, istodobno se može vidjeti i na 3D modelu, čime se dobiva precizno namještena teksturna mapa.

2. MATERIJALI



Najčešće dodavanjem materijala 3D modelu počinje proces teksturiranja. Attribute Editor je najvažniji izbornik u ovom dijelu procesa. Materijali reagiraju na svjetlo, a osnovne postavke koje se mogu prilagoditi na svakom materijalu su boja, sjajnost, refleksija, transparentnost i ostali detalji ploha elemenata na sceni za izradu što realističnije slike kod renderiranja.

Slika 1. Osnovni materijali

Opis osnovnih tipova materijala:

Lambert – mat materijal bez sjaja. Osnovni tip materijala koji se po osnovnim postavkama nalazi na svakom modelu.

Blinn – reflektirajući, sjajni materijal. Najskuplji materijal za renderiranje. Sjaj na materijalu se može prilagođavati prema potrebi, te se može postaviti na modelu bez prijelaza ili s ostrim prijelazom sjaja na reflektirajući dio materijala. Doživljava se kao metal ili ogledalo.

Anisotropic – postepen prijelaz boja kao što se može vidjeti na CD-u, peru ili na tkaninama satena i svile. Polukružni prijelazi se mogu orijentirati i rasporediti na različite načine, postavlja se refleksija i oštrina prijelaza.

Phong – stakleni, sjajni materijal s ostrim osvjetljenjem. Primjenjuje se na modelima automobila, staklenim predmetima. Prema potrebi se kontrolira oštrina i jasnoća refleksije i osvjetljenja.

Ramp – materijal kojim se kontroliraju prijelazi između više boja i tekstura, mijenjanjem sa svjetlom i kutom pogleda. Ima mogućnost dodavanja neograničenog broja prijelaza i boja. Teksture se također mogu dodati na materijal i mogu se miješati s bojama. Omogućene su i ostale opcije kao što je refleksija, transparentnost, i sjajnost.

Ostali dostupni materijali su Layered Shader, Ocean Shader, Shading Map i drugi.

3. OSNOVNE TEHNIKE TEKSTURIRANJA

UV teksturne koordinate

UV teksturne koordinate ili UV točke, kako se najčešće zovu, su dvodimenzionalne koordinate koje se razmještaju s vertex komponentama i dijele informacije za poligonalne i subdivision plohe mreže. UV točke kontroliraju položaj teksturne mape na 3D modelu tako da razmještaju poziciju 2D teksturne mape prema poziciji vertexa na modelu, te se na taj način tekstura pravilno pozicionira. UV točke postoje da bi definirale dvodimenzionalni teksturni koordinatni sistem koji se zove UV teksturni prostor, a smjerovi u 2D prostoru označavaju se slovima U i V. UV točke su neophodne za povezivanje između mreže ploha modela i slike teksture mapirane na model. UV točke se ponašaju kao oznaka točke koje kontroliraju koje točke na teksturnoj mapi su raspoređene kojom točkom vertexa na mreži.

Teksture postavljene na poligonalnu ili subdivision plohu, a da ne sadrže UV teksturne koordinate, ne mogu se renderirati. Iako se UV točke postavljaju prema standardnim postavkama za primitivne tipove, svedeno se UV točke trebaju prerasporediti. Prema osnovnim postavkama raspoređene UV točke ne odgovaraju naknadnim promjenama na modelu, te se lokacija UV teksturnih koordinata automatski ne obnavlja kada se mijenja mreža modela. Oblik mreže ploha poligonalnih i subdivision tipova modela je najčešće puno više nepravilniji uspoređujući s NURBS tipom ploha. Teksturne koordinate povezane tim tipovima ploha nisu uvijek postavljene kako treba, pa se trebaju izraditi posebno i naknadno izmijeniti u najviše slučajeva tako da se mreža ploha može prilagoditi teksturnoj mapi.

Teksturno mapiranje poligona i subdivision ploha je različito od teksturiranja NURBS ploha. Za NURBS plohe, svaka ploha mreže je definirana kao četverostranični pravokutnik ili trokut ploha koja ima specifične U i V smjerove. Za NURBS plohe teksturne koordinate koje kontroliraju položaj teksture postoje po osnovnim postavkama i implicitno su povezane na kontrolne vertexe. Kada se kontrolni vertexi premjeste, također se premještaju i UV teksturne koordinate. Bilo koja tekstura mapirana na plohu je također pod

utjecajem. To znači da će pomicanje vertex točaka utjecati na to kako će se teksturna mapa pojaviti na NURBS ploham.

UV mapiranje

Proces izrade određenih UV točaka za mrežu ploha modela nazivamo UV mapiranje. UV mapiranje je proces gdje se izrađuju i uređuju UV točke koje se pojavljuju kao ravne, dvodimenzionalne mreže ploha na dvodimenzionalnoj slici koja se koristi kao tekstura i pojavljuje se u UV Texture Editoru. UV mapiranje je proces koji rezultira međusobnom povezanošću slike i UV točaka. UV mapiranje je vještina koju treba usavršiti za dobivanje precizne i realistične teksture na modelu.

UV točke se izrađuju različitim tehnikama mapiranja na mrežu ploha modela. Za pogled i uređivanje UV točaka koristi se UV Texture Editor, a teksturna slika se postavlja u pozadini UV mreže za lakše uređivanje UV točaka prema teksturi. UV Texture Editor omogućava mnogo korisnih alata za postavljanje i manipulacijom UV točkama. Prema kompleksnosti i obliku modela, odabire se tip UV mapiranja i on se primjenjuje na model. UV mapiranje raspoređuje UV točke pravilno po modelu, a naknadno se UV točke prilagođavaju, spajaju, razdvajaju i premještaju. Na modelu se mogu primjenjivati različiti tipovi UV mapiranja, pa se ne treba ograničavati na samo jedan tip UV mapiranja.

Za poligonalan i subdivision tip modela, koji imaju slobodan razmještaj vertexa na modelu, UV točke mogu biti posebno, za svaki model pojedinačno izrađene i izmijenjene za izradu teksturnog mapiranja. Za NURBS modele koji imaju pravokutan razmještaj, UV teksturne koordinate su konstantne. UV točke se razmještaju na istoj lokaciji kao i kontrolirani vertexi, tako da imaju prirodnu relaciju s pravokutnom teksturnom mapom.

Omogućeno je mnogo opcija koje pojednostavljuju izradu i uređivanje UV teksturnih koordinata za teksturno mapiranje poligonalnih i subdivision ploha. UV Texture Editor je osnovni alat za prilagođavanje i postavljanje UV točaka za optimalnu teksturu. Uređivanje UV teksturnih koordinata je važna vještina kod postavljanja nove teksture na model, ili ako se prilagođavaju UV točke postojećoj slici. Razmještaj ovisi o tipu teksture koja se koristi, kao i o izradi i namjeni renderirane slike ili modela za interaktivnu igru.

UV Texture Editor prikazuje mrežu označavajući teksturni prostor za UV. Radni prostor mreže počinje na 0 i proteže se do 1. Prema osnovnim postavkama, UV mapiranje automatski pristaje u koordinatama od 0 do 1, dok je moguće pomicanje ili povećanje UV mreže tako da se nalazi izvan područja od 0 do 1. Najčešće se UV mreža zadržava u osnovnom prostoru. Ako UV mreža izlazi iz područja od 0 do 1, tada se tekstura ponavlja na modelu. Iznimka je kada se koristi prostor izvan osnovnog, kada je potrebno na modelu imati teksturu koja se ponavlja (npr. pločice, kamen, podovi).

UV točke su međusobno povezane i tvore mrežu s linijama koje se presijecaju te time nastaju UV polja. Ako se bilo koje UV polje preklapa u UV Texture Editoru, tekstura se pojavljuje kao ponavljajuća na određenim područjima. Preklapanje UV polja treba

izbjegavati, osim ako je potrebno ponavljanje teksture. Neke UV projekcije često puta rezultiraju preklapanjem UV polja, ali se taj problem može riješiti korištenjem Layout opcije.

Između UV polja najbolje je imati što manje prostora da bi se mogao povećati UV teksturni prostor. Ako su polja preblizu jedno drugome, postoji mogućnost da tekstura izbljedi ili se izgubi između polja.

Teksturna mapa se najčešće ne prikazuje pravilno zbog nekoliko razloga:

- UV točke trebaju biti u koordinatnom prostoru 0-1, pa ako izlaze iz tog okvira tekstura se ponavlja na objektu
- pozicija UV točaka se ne poklapa sa specifičnim regijama slike koje su predviđene za teksturnu mapu
- UV točke se ne prilagođavaju automatski teksturi, već je potrebno ručno prilagoditi i premjestiti pozicije točaka da bi se slika teksture poklapala i rasporedila na modelu

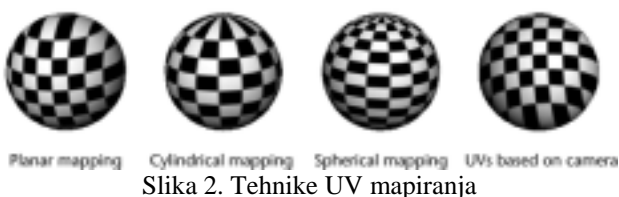
Izrada nove UV mreže, da bi teksturna mapa bila pravilna, uključuje:

- teksturna mapa modela nema postojeći UV, a to se događa kada se unosi 3D model iz nekog programa za 3D modeliranje koji ne izrađuje UV
- UV točke modela su loše raspoređene ili nedostaje nekoliko UV točki. To se događa kada se naknadno mijenja mreža modela i postane teško odrediti koji ili koliko UV točki nedostaje. Rezultat je neprilagođena teksturna mapa na objektu.

Tehnike UV mapiranja

UV teksturne koordinate izrađuju se UV tehnikama:

- Automatic UV mapping
- Planar UV mapping
- Cylindrical UV mapping
- Spherical UV mapping
- Camera UV mapping



Slika 2. Tehnike UV mapiranja

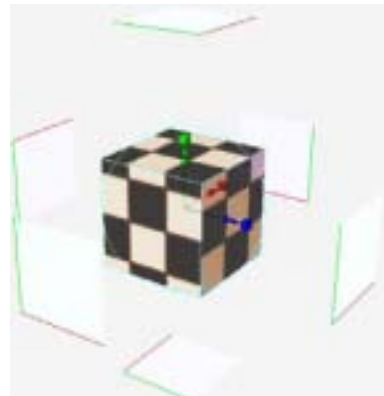
Svaka tehnika UV mapiranja izrađuje UV teksturne koordinate za mrežu ploha tako da se projiciraju na mrežu ploha baziranoj na pripadajućoj metodi projekcije. Kao rezultat, UV teksturne koordinate sadrže prvo 2D prostorni razmještaj baziran na vertex informacijama u 3D prostoru koordinatnog sistema. Taj razmještaj je između teksturne mape i mreže ploha kroz UV točke koje pozicioniraju teksturu na plohu modela.

Početno UV mapiranje obično ne zadovoljava završni UV razmještaj koji je potreban za teksturu. Kao rezultat, često puta treba daljnja obrada UV točaka korištenjem UV Texture Editor.

Poligonalni i subdivision primitivni tipovi ploha sadrže osnovne UV teksturne koordinate koje se mogu koristiti za teksturno mapiranje. Ako se mijenja osnova primitiva u bilo kojem smjeru, kao što je povećavanje, dodavanje

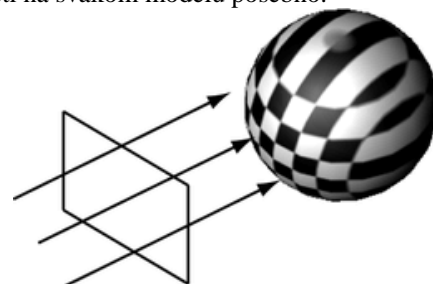
lica, brisanje vertexa, treba se mapirati novi set UV teksturnih koordinata na promijenjeni model da bi tekstura zadovoljavala potrebe modela, te je najbolje mapirati UV na model kad je kompletno završen.

Automatic UV Mapping izrađuje poligonalnu UV mrežu pokušavajući naći najbolji UV položaj projiciran iz više pogleda. Automatsko mapiranje je specificiranje broja panela koji će biti korišteni za UV projekciju i koristi se kod pravilnih i nepravilnih oblika modela. Kod automatskog mapiranja projicira se s tri strane modela, te se stvara više UV mreža koje se naknadno spajaju u cjelinu, rotiraju i prilagođavaju teksturi. Ova metoda UV mapiranja je korisna na kompleksnijim oblicima gdje planar, cylindrical ili spherical projekcija ne izrađuje UV točke koje su korisne.



Slika 3. Automatic UV Mapping

Planar UV Mapping projicira UV na mrežu kroz ravnu plohu. Ova projekcija je najbolja za objekte koji su relativno ravni ili su kompletno vidljivi samo iz jednog kuta. Moguće je označiti samo nekoliko elemenata i izraditi projekciju na samo određene elemente modela. Ova projekcija kod kompleksnijih modela stvara preklapanje UV mreže jer ne stvara više komada UV mreže, već su sve UV točke spojene u jednu mrežu. Planar mapiranje može izraditi zajedničke preklapajuće UV točke koje mogu izgledati kao teksturne granice. Da bi se jasno vidjele teksturne granice, može se uključiti opcija Texture Borders Edge. Zajedničke preklapajuće UV točke mogu izazvati vidljive rubove granica, pa nastaje problem ako se koriste alati i opcije za 3D Paint. Da bi se to izbjeglo, ručno se odvajaju UV točke opcijom Edit Uvs – Layout. Planar mapiranje funkcionira pravilno na jednom modelu istodobno, a ako se treba projekcija primijeniti na više poligonalnih objekata u jednom koraku, opcijom Combine se grupiraju objekti u jedan objekt, primjeni projekcija, te se naknadno, ako treba, objekti mogu razdvojiti. U suprotnom, projekcija se koristi na svakom modelu posebno.



Slika 4. Planar UV Mapping

Cylindrical UV Mapping izrađuje UV točke za objekte bazirane za cilindričnu projekciju i mreža se omotava oko objekta. Ova projekcija je najbolja za objekte koji su kompletno zatvoreni i okruglog su, cilindričnog oblika. Kod složenijih oblika dolazi do preklapanja UV točaka, a mreža se sastoji od samo jednog komada.



Slika 5. Cylindrical UV Mapping

Spherical UV Mapping izrađuje UV mrežu korištenjem projekcije koja je bazirana na kuglastom omotu oko modela. Ova projekcija je najbolja za oblike koji mogu biti cijeli zatvoreni i vidljivi u sklopu okruglog objekta, bez projiciranja praznih ili nepravilnih dijelova.



Slika 6. Spherical UV Mapping

Create UV's Based On Camera izrađuje UV teksturne koordinate za označeni objekt na trenutačnom pogledu kamere. Pogled kamere postaje ploha projekcije na objekt, a funkcionira na principu planar mapiranja.

Uređivanje NURBS UV točaka

NURBS tip modela ima ograničeno uređivanje i podršku za UV teksturne koordinate. Uređivanjem NURBS UV točaka koriste se najčešće programeri videoigara. Oni koriste NURBS tipove ploha i potrebno im je omogućiti izradu eksplicitnog UV seta za naknadno prilagođavanje sustavu za videoigre. NURBS UV točke nisu podržane UV mapiranjem tekstura.

Uređivanje NURBS UV točaka izrađuje eksplicitne i jedinstvene UV setove za NURBS plohe. Korisnik prebacuje implicitne UV točke za NURBS plohe i eksplicitno izrađuje UV set, te je nakon ovog postupka moguće uređivati eksplicitne NURBS UV točke s određenim opcijama.

Preporuča se kao i kod poligonalnog i subdivision modeliranja da se izrade i uređuju NURBS UV točke samo kada su sve promjene NURBS ploha potpuno završene. Preporuča se brisanje konstrukcijske povijesti na NURBS ploham, a to znači da korisnik treba unaprijed planirati teksturiranje. Brisanje konstrukcijske povijesti osigurava da se ažuriranja na određeni graf ne poništavaju UV uređenja i promjene jer će svaka UV uređenja biti izgubljena.

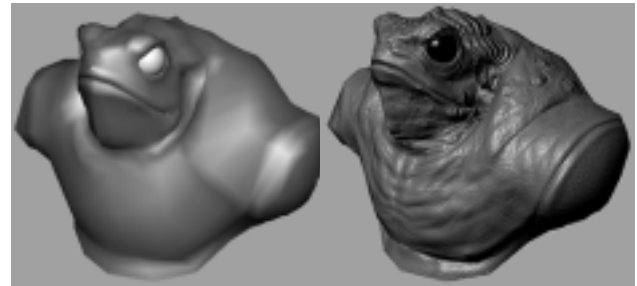
Eksplicitni UV set izrađen je jedinstveno za svaku NURBS plohu. To znači da za razliku od poligonalnog i subdivision tipova ploha nije moguće izraditi više NURBS UV setova za dodavanje NURBS plohi.

Programi za renderiranje ne podržavaju eksplicitne NURBS UV točke, te oni mogu samo renderirati implicitne UV točke za NURBS.

Normalno mapiranje

Normalno mapiranje je tehnika u kojoj se koristi visoko rezolucijska mreža da bi se izradila mreža za nisko rezolucijsku mrežu. Visoko rezolucijske mreže su napravljene s mnogo geometrije i mogu biti vrlo zahtjevne u okruženju gdje treba pripaziti na zahtjevnost modela, npr. u velikoj sceni s ostalim visoko poligonalnim objektima, ili na sistemu s limitiranom snagom procesora. Normalno mapiranje je korišteno u situacijama da se zadrže detalji visoke rezolucijske mreže s geometrijom nisko rezolucijskog modela.

Da bi se mogle izraditi normalne mape, treba imati model prema kojem se radi tekstura i model koji služi kao jednostavna baza teksturi. Izvorni model je visoke rezolucije i detaljnija je verzija od osnovnog modela. Geometriju izvornog modela treba primijeniti na osnovni model.



Slika 7. Nisko rezolucijski model i nisko rezolucijski model s teksturom visoko rezolucijskog modela

Otvaranje visoko rezolucijskog modela u sceni je nepraktično jer računalo može sporo odgovarati. Ako se uspoređuje visoko rezolucijska mreža modela s nisko rezolucijskom alternativnom mrežom modela dobivaju se različiti podaci. Nisko rezolucijski model je puno više fleksibilniji, no na bazičnom modelu se vidi da nedostaje detalja.

Normalna mapa je tip transferne mape, što znači da je tekstura izrađena iz poligonalnog objekta. Različite transferne mape se mogu primijeniti iz poligona u teksturu na različite načine.

4. 2D i 3D TEKSTURE

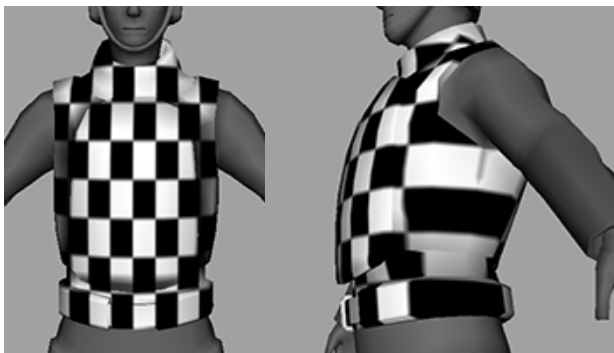
Prilikom renderiranja i dobivanja završne renderirane slike svaka postavka na materijalu i u render postavkama utječe na konačni izgled modela. Prema potrebi i namjeni modela koristi se razina detaljnosti prilikom teksturiranja i prema tome se odabire način i tip teksturiranja.

2D teksture su plošne 2D slike koje se omotavaju oko objekta ili su zalijepljene i drže se plohe na koju su primijenjene. Problem 2D teksture je u usklađivanju i preciznosti namještanja teksture, ako se primijeni više teksturnih slika na jednom modelu.

Za što vjerodostojniju teksturu potrebno je usklađivanje s modelom te s obradom u nekom od programa za grafiku.

Da bi se dobio zadovoljavajući rezultat, koristi se nekoliko opcija i alata prilikom tekstuiranja kompleksnih modela s 2D teksturom.

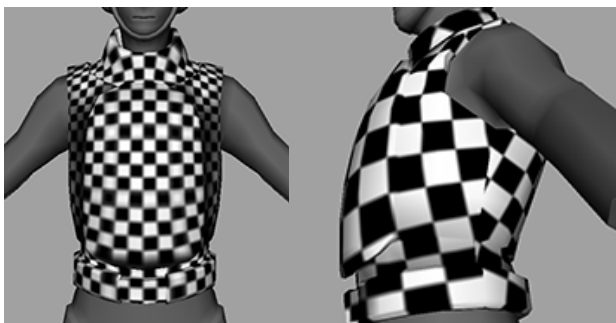
Objekt se mapira odgovarajućom tehnikom UV mapiranja, zatim se dodaje materijal na objekt, a materijalu se dodaje checker tekstura. Checker teksturom se najbolje vide sve nepravilnosti na modelu nastale mapiranjem UV točaka, pa se time lakše uklanjaju nepravilnosti kod UV mreže. Ako se nepravilnosti postavljaju na model koji je najmanje izložen pogledu i najmanje je vidljiv kod renderiranja.



Slika 8. Postavljanje checker uzorka na model

Često puta pomogne ako se poveća ili smanji broj pravokutnika na checker uzorku. To pomaže kod postavljanja mjesta deformacije na modelu. U izborniku checkera se podesi Repeat UV i na taj način broj pravokutnika se na objektu poveća ili smanji.

Prilagođena UV mreža se sprema u neki od formata slike. Na predlošku UV mreže izrađuje se tekstura pomoću grafičkih programa i pripremljena slika projicira se na 3D model. Na taj način se dobiva realistična tekstura s najpreciznijim postavljanjem na model.



Slika 9. Prilagođeni uzorak i vidljiva nepravilnost na modelu

Omogućene su 2D teksture koje se direktno mogu prilagođavati na modelu, a to su predlošci za tkaninu, mreže, tekućine, planine i ostalo. Npr., opcijom simulacije 2D teksture izgleda planine može se simulirati teren s dijelovima snijega i kamenja, čime se dva elementa mogu međusobno usklađivati.

3D teksture se projiciraju kroz objekt. S 3D teksturama objekt se javlja sa stvarnim teksturama kao što su kamen ili drvo. Tekstura se može rotirati ili pomicati za dobivanje što boljeg rezultata. Za 3D teksture omogućeni su predlošci tekstura na kojima se samo izmjenjuju

detalji, a neki od predložaka koji se nude su oblaci, koža, kamen, snijeg, drvo i dr. Na primjer, na simulaciji kamena koristi se nasumičan odabir dva različita zrnata tipa materijala. Mijenjaju se dvije boje i međusobna pomiješanost tih dviju boja, raspoređenost i dominacija boje i zrnitosti. Time se dobiva potpuno realistična tekstura.

5. ZAKLJUČAK

Postavljanje teksture na model je jedan od najvažnijih koraka jer model sa teksturom dobiva svoj konačni izgled koji utječe na cijelu sliku i daje određeni karakter renderiranoj slici. Teksturane mape omogućavaju izradu zanimljivih vizualnih efekata, pa je teksturno mapiranje ključna komponenta u 3D produkciji. Koliko je važno dobro tekstuiranje modela govori podatak da većina produkcijskih poduzeća zapošljava umjetnike koji samo izrađuju i primjenjuju teksturne mape na 3D modele. Većini umjetnika koji rade s teksturama na prvom je mjestu dobro napraviti UV layout za model, a tek onda izraditi 2D sliku za teksturnu mapu. Razumijevanje koncepta UV točaka, kako ih mapirati na plohu i naknadno ih uređivati temelj je postavljanja tekstura.

Sa tekstuiranjem bi trebalo početi tek kada je model sasvim dovršen. Svaka promjena na modelu utječe na raspored UV teksturnih koordinata koje se mijenjaju prilikom svake promjene na modelu, pa može doći do grešaka. Prije nego se postavi tekstura na model, provjere se iz svih kutova modela eventualne greške, kao što su npr. nepravilno okrenuta slika ili jesu li neki dijelovi teksture tamo gdje ne bi trebali biti.

6. LITERATURA

- [1] Lee Lanier, (2008) *Advance Maya® Texturing and Lighting*, Wiley Publishing, Inc.
- [2] Autodesk, (2010), *Getting Started with Maya®*, Autodesk® Maya Press
- [3] M. Larkins, J. Kundert-Gibs, D. Derakhshan, E. Kunzendor, (2007), *Mastering Maya® 8.5*, Wiley Publishing, Inc.

Kontakt: Andrija Bernik
bernik.velv@gmail.com

USPOREDBA REZULTATA REVIZIJE INFORMACIJSKIH SUSTAVA PROVEDENIH PREMA COBIT OKVIRU I UVOD U COBIT 5 OKVIR

¹Varga M., ²Varga V.

¹Tehnička škola Čakovec, Čakovec, Hrvatska

²Mursko Središće, Hrvatska

Sažetak: Ovim radom prikazana je revizija informacijskih sustava odabrane tvrtke, te okvir za korporativno upravljanje informatikom CobiT. U radu su nabrojane aplikacije, tj. moduli koji se koriste u promatranoj tvrtki. Spomenute su aktivnosti obavljene revizije, te je opisano značenje revizije informacijskih sustava i interne revizije. Prikazan je program stručnog usavršavanja za zvanje interni revizor informacijskih sustava i primjeri pripreme i provedbe revizije informacijskih sustava promatrane tvrtke. Revizijski dokazi su prikupljeni intervjuiranjem, vođenjem neformalnih razgovora, tehničkim ispitivanjem i testiranjem sustava. Rad pokazuje način funkcioniranja informacijskog sustava i kako djelovati na njegovo poboljšanje.

Ključne riječi: proces, potproces, modul glavna knjiga, aktivnosti, CobiT 4.1, CobiT 5, revizija informacijskih sustava.

Summary: This paper presents a review of information systems of the selected company and corporate governance framework for information technology. The paper lists the application modules that are used in the company. The aforementioned activities are audits which are conducted in the referred company. This paper describes the meaning of information systems auditing and internal auditing. It also depicts a training program for the profession of internal information systems auditor and examples of the preparation and implementation of information systems audit of the observed companies. Audit evidence was gathered by interviewing, conducting informal interviews, technical testing and system testing. The paper shows how the information system operates and how to work on improving information systems.

Key words: process, sub-process, general ledger module, activity, CobiT 4.1, CobiT 5, IT systems auditing.

1. UVOD

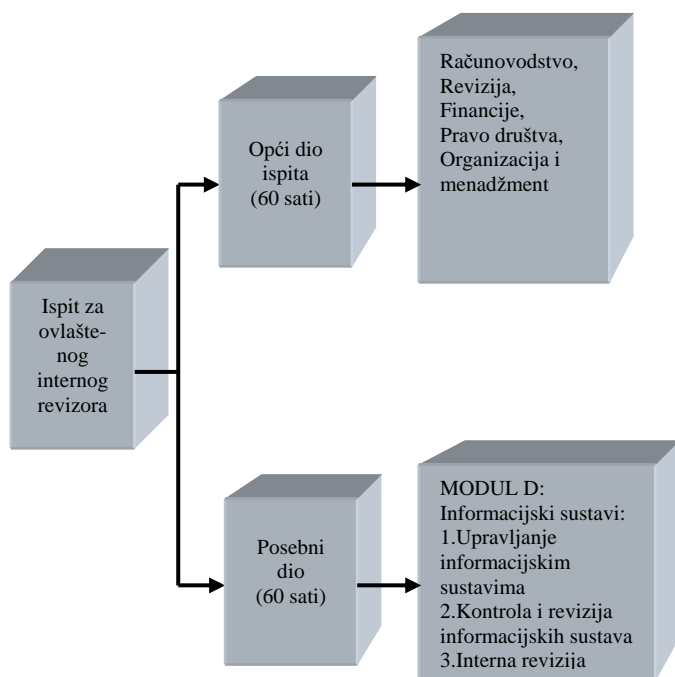
Kako se kod revizije informacijskih sustava provode različite metode, slično je i ovdje gdje je riječ o reviziji

informacijskog sustava u tvrtki Y. Potrebno je naglasiti da je kod revizije informacijskih sustava kao podrška financijskoj reviziji najčešći izbor CobiT okvir. Taj okvir pruža cjelokupnu metodološku potporu. U radu je prikupljeno nešto više podataka o reviziji informacijskih sustava promatrane tvrtke, kao i podataka o metodi kojom se provodi revizija IS-a (informacijskih sustava). Revizija informacijskih sustava je vrlo osjetljiva tema. Brojne tvrtke ne žele ju provoditi. Ona omogućava revizoru i upravi tvrtke da donese adekvatne odluke koje će u krajnjem slučaju poboljšati postojeći informacijski sustav tvrtke. Danas se o temi koja se odnosi na IT reviziju raspravlja i na internetskim servisima (npr. na Facebooku [8]), gdje je IT revizija otvorila svoj profil koji se odnosi na određenu regiju.

2. ZNAČENJE REVIZIJE INFORMACIJSKIH SUSTAVA I INTERNE REVIZIJE

U engleskom govornom području riječ revizija potječe od latinske riječi revidere, što znači ponovno gledanje ili ponovno viđenje, te je u skladu s tim revizija naknadni pregled i preispitivanje poslovnih procesa i stanja.[1] Revizija informacijskih sustava je sustavni proces koji se sastoji od aktivnosti koje se odvijaju po određenom logičkom slijedu radi ostvarenja postavljenih ciljeva. Revizija informacijskih sustava obuhvaća procjenu sigurnosti, pouzdanosti, zaštitu informacijskih sustava i analizu usklađenosti poslovnih planova s planovima uvođenja novih informacijskih tehnologija.[5] Revizor mora znati da će se u tom procesu susresti s uzrocima materijalnih i nematerijalnih gubitaka informacijskog sustava. Program osposobljavanja internog revizora za zvanje ovlašteni interni revizor u Republici Hrvatskoj prikazan je slikom 1.[6] Interna revizija je ispitivanje organizacijskih dijelova subjekata, načina rada i zadataka. Korisnici interne revizije su službe, sektori, odjeli, uprava, posloводство, a u krajnjem slučaju mogu biti i zaposlenici na nižim razinama rukovođenja.[3] Internu reviziju provode osobe zaposlene u tvrtki čije se poslovanje ocjenjuje i riječ je o neovisnoj funkciji ispitivanja, prosuđivanja i ocjenjivanja bez ikakvih ograničenja i pritiska na programiranu prosudbu

internog revizora tvrtke. Sve aktivnosti tvrtke pripadaju krugu rada internog revidiranja.



Slika 1. Program stručnog usavršavanja za zvanje interni revizor informacijskih sustava

Slika 1.[6] prikazuje program stručnog usavršavanja za zvanje interni revizor informacijskih sustava. Uvjeti za pristupanje stručnom usavršavanju i ispitu za ovlaštenog internog revizora su odgovarajuća visoka stručna sprema, tri godine radnog iskustva u računovodstvu, financijama, reviziji, internoj reviziji ili u kontroli i kontrolingu. Certifikat s odgovarajućim zvanjem koji se stječe nakon položenih ispita i određenih modula je ovlaštenu interni revizor za područje informacijskih sustava. Prije pristupa usavršavanju treba napomenuti koje sve certifikate kandidat posjeduje jer postoji mogućnost priznavanja drugih položenih certifikata što rezultira manjim obavezama, te bržim završetkom i stjecanjem naziva ovlaštenu revizor informacijskih sustava. Položeni certifikati koji se priznaju, a spomenuti su na stranicama Hrvatske zajednice računovođa i financijskih djelatnika[6] su: ovlaštenu revizor, ovlaštenu državni revizor, ovlaštenu unutarnji revizor u javnom sektoru, ovlaštenu računovođa. Osim tih certifikata priznaje se završen poslijediplomski studij, ali kandidat opet mora polagati razlikovne ispite, tj. dokazati svoje znanje za određene nastavne cjeline i jedinice.

3. REVIZIJA INFORMACIJSKIH SUSTAVA

Revizija se još naziva kontrolom. Revizija ili kontrola informacijskih sustava je proces prikupljanja i vrednovanja (evaluacije) dokaza na temelju kojih se

može utvrditi čuva li se imovina informacijskog sustava tvrtke na odgovarajući način, održava li se integritet podataka, omogućuje li se djelotvorno ostvarivanje postavljenih ciljeva i da li se učinkovito koriste dostupna sredstva.[3] Uz ostale kontrole koje se provode u informacijskim sustavima, povremeno je potrebno podsustave podvrgnuti reviziji, bilo unutarnjoj ili vanjskoj. Svrha revizije informacijskih sustava je ostvariti tradicionalne revizijske ciljeve, dokazne i upravljačke. Dokazni ciljevi ili vanjski revizijski ciljevi su oni koji se odnose na očuvanje imovine i integriteta podataka, dok se upravljački, odnosno unutarnji revizijski ciljevi usmjeravaju na provjeru učinkovitosti dokaznih ciljeva. Uz dva spomenuta cilja, postoji još jedan, a to je utvrđivanje udovoljava li organizacija odgovarajućim propisima, pravilima ili uvjetima, odnosno provjera zakonske sukladnosti poslovanja tvrtke. Nakon svega dolazimo do zaključka da se revizija informacijskih sustava može smatrati sredstvom što boljeg ostvarivanja glavnih ciljeva, a to su: bolje čuvanje imovine informacijskog sustava tvrtke, što viši stupanj integriteta podataka i promicanje učinkovitosti sustava.[3] Prilikom revizije informacijskih sustava u užem smislu može se nabrojati pet osnovnih koraka: analiza dokumentacije, prikupljanje revizijskih dokaza, analiza i vrednovanje revizijskih dokaza, priprema i predstavljanje revizijskog izvještaja. Tablica 1.[2] pokazuje postotak ukupnog trajanja revizije informacijskih sustava po pojedinim fazama. Za uspješno obavljenu reviziju potrebno je više vremena. Vrijeme koje se utroši po pojedinim fazama ovisi o veličini informacijskog sustava, tj. o softveru, hardveru, livewareu i orgwareu.

Tablica 1. Utrošak vremena po pojedinim fazama revizije

Faza revizije informacijskih sustava	Postotak ukupnog vremena trajanja revizije
Priprema i planiranje	10
Analiza i dokumentacija	10
Prikupljanje revizijskih dokaza	25
Analiza i vrednovanje revizijskih dokaza	20
Priprema revizijskog izvještaja	20
Predstavljanje revizijskog izvještaja	5
Aktivnosti nakon revizije	10

4. CobiT 5 UMJESTO CobiT-a 4.1

CobiT (eng. Control Objectives for Information and Related Technology) je okvir za korporativno upravljanje informatikom. Procesno je orijentiran i obuhvaća sve četiri komponente (područja) korporativnog upravljanja informatikom. Osnovna mu

je funkcija dati preporuke za usklađenje ciljeva poslovanja s ciljevima rada informatike. Prema CobiT-u, odgovornosti za provedbu informatičkih procesa nemaju isključivo profesionalni informatičari (CIO – glavni informacijski menadžer), nego i izvršni menadžment tvrtke. Njihov je temeljni zadatak upravljati cijelom informacijskom infrastrukturom, omogućiti da informatika podržava i dopunjuje strateške poslovne ciljeve, brinuti se o odgovornom korištenju informatičkih resursa i upravljati rizicima koji proizlaze iz intenzivne upotrebe informatike u poslovanju. CobiT je stvorio 1992. godine IT Governance Institute (ITGI) i Information System Audit and Control Association (ISACA – svjetska udruga za kontrolu i reviziju informacijskih sustava). CobiT je u samom početku bio orijentiran na poslovne ciljeve i aktivnosti, kako bi ih informatički dio poslovanja uspio podržati jer se jasno pozicionirao kao poslovni, a ne kao tehnički standard. Namijenjen je širokom krugu korisnika (informatičari, menadžment, interni i eksterni revizori, konzultanti...) i primjenjiv je u svim djelatnostima i okruženjima. Inzistira na korištenju jasnog poslovnog rječnika pri primjeni informatike i na uobičajenim poslovnim alatima pri upravljanju.

CobiT menadžmentu predočava funkcioniranje informacijskog sustava tako da određuje i detaljno opisuje ključne informatičke procese (34 procesa svrstana u 4 područja), određuje obaveze i područja odgovornosti (tko je odgovoran, tko kontrolira, te koga treba konzultirati prije same odluke), određuje nadzor i kontrolu (CobiT kontrolni ciljevi kojima se provjerava jesu li poslovni ciljevi ostvareni) te uspješnost informatičkih procesa (modeli zrelosti) i pojedinih aktivnosti.[3] Od 1998. CobiT verzija 2 postaje svjetski priznata kontrola informacijskih sustava i popratnih poslovnih procesa. Kako je vrijeme prolazilo tako je i opseg informacijskih sustava postao znatno širi. Opsežan informacijski sustav podrška je reviziji finansijskih izvještaja i danas ima savjetodavnu (upravljačku) ulogu, gdje je opseg revizije cjelokupni informacijski sustav. Trenutačno važeća verzija CobiT-a još je 4.1, koja sadrži četiri područja, 34 ključna informatička procesa, više od 300 detaljnih informatičkih kontrola, 18 aplikacijskih i 6 procesnih kontrola. Danas se sve više govori o okviru CobiT 5 umjesto o okviru CobiT 4.1. CobiT 5 će konsolidirati CobiT 4.1. Novost za CobiT 5 okvir je da će se razvijati još tijekom 2011. godine. CobiT 5 obuhvaća najnovija dostignuća upravljanja, a dobiveni rezultati potiču upravu na razmišljanje. Projekt pokretanja dokumentacije za općeniti razvoj CobiT 5 okvira

odobrila je uprava svjetske udruge za kontrolu i reviziju informacijskih sustava ISACA. CobiT 5 je izgrađen i proširen na temelju CobiT 4.1 okvira.[7] CobiT 5 pomaže IT profesionalcima upravljati operativnim rizicima i držati ih na vrhu operativne usklađenosti. CobiT 5 pruža vodstvu tvrtke i izvršnom menadžmentu temelj za procjenu, usmjeravanje i praćenje IT-a tvrtke. CobiT 5 pomaže tvrtki da postigne svoje poslovne ciljeve, te predstavlja praktičan pristup za kontrolu i održavanje učinkovitosti upravljanja informatičkom tehnologijom s pratećim smjernicama i alatima. CobiT 5 okvir se temelji na zvučnim načelima i konceptima upravljanja tvrtkom. Osmišljeni CobiT 5 indirektno ojačava područje odlučivanja i organizacijsku strukturu.

5. PRIMJER PRIPREME REVIZIJE U TVRTKI Y

Za pripremu revizije potrebno je prikupiti podatke, odabrati revizijske metode i obaviti podjelu rada. Korištena su standardna revizijska pitanja i provjere. Cilj ove revizije je provjeriti učinkovitost informacijskih procesa, njihovu povezanost, vrijednost informacije, te mogućnost izvještaja i planiranja na temelju podataka. Budući da tvrtka nema implementiran CobiT, trebalo je prilagoditi metodologiju rada, što je pomalo otežavalo reviziju. To se primjenjuje tako da pojedine procese spajamo po sličnosti s CobiT procesima. Sve bi to bili inputi za određivanje rizika ciljeva kontrola i samih kontrola radi provjere učinkovitosti. Mora se naglasiti da većina aplikacija olakšava rad zaposlenicima i korisnicima informacijskih sustava i da je prije njenog provođenja bitno shvatiti strukturu informacijskog sustava i njegove elemente. Iz toga je vrlo lako zaključiti da je struktura složena budući da ne postoji određena dokumentacija o strukturi koja bi olakšala reviziju i omogućila bolji uvid u problematiku. Prema izjavama anketiranih i intervjuiranih zaposlenika, moglo se čuti da ne koriste mogućnosti koje im nude aplikacije. To je još jedan dokaz da je programiranje rutinski posao, tj. mijenjanje kodova u određenim linijama u ovom slučaju.

Tablica 2. Vrste transakcija i odgovarajuće aplikacije (moduli)

Važni procesi – razredi transakcije	Odgovornost (tko)	Koriste li elektroničke revizijske dokaze? (da ili ne)	Aplikacije koje podupiru važne poslovne procese - transakcije
Rezerviranje (ispravak vrijednosti)	Rukovoditelj računovodstva	Ne	Aplikacija za glavnu knjigu

za sumnjiva i sporna potraživanja			
Obračun poreza na dobit	Rukovoditelj računovodstva	Ne	Aplikacija za glavnu knjigu
Rezerviranja (spravci vrijednosti za zalihe)	Rukovoditelj računovodstva	Ne	Aplikacija za glavnu knjigu
Nabava	Rukovoditelj komercijale i financija	Ne	Modul za nabavu
Prodaja	Rukovoditelj komercijale i financija	Ne	Modul za prodaju
Isplate	Rukovoditelj komercijale i financija	Ne	Aplikacija za blagajničko poslovanje
Uplate	Rukovoditelj komercijale i financija	Ne	Aplikacija za blagajničko poslovanje
Plaće	Rukovoditelj komercijale i financija	Ne	Aplikacija glavna knjiga
Zaključivanje finansijskih izvještaja	Rukovoditelj računovodstva	Ne	Aplikacija glavna knjiga

Zbog povezanosti s bitnim revizijskim procesima trebalo je revidirati sljedeće aplikacijske module: modul glavne knjige, modul za nabavu, modul za prodaju, modul za blagajničko poslovanje. Treba obratiti pozornost na ostale komponente, prije svega tehničke i sigurnosne, te je potrebno iste kontrolirati. Kod tehničkih uvjeta, osim čvrstih dijelova (računala, mreža itd.), mislimo i na one programske komponente tipa operacijski sustavi i baze podataka koji se koriste, te na bilo koji način mogu utjecati na poslovanje tvrtke. Tablica 2.[3] prikazuje važne procese, odnosno vrste transakcija i odgovarajuće module aplikacija. Vidimo da je za spomenute procese najčešće odgovoran rukovoditelj komercijale i financija.

6. PRIMJER PROVEDBE REVIZIJE U TVRTKI Y

Kada se kreće s revizijom informacijskog sustava tvrtke prvo se gleda dokumentacija izrađena na temelju prethodne revizije informacijskih sustava. Ovaj rad ima određenu vrijednost i djelomično ukazuje na neke probleme koji nisu bili primijećeni, a bili su ili jesu potencijalno opasni, te mogu utjecati na poslovanje tvrtke Y. Nakon pregleda prijašnje dokumentacije, određuju se osobe koje će provoditi reviziju. Nakon toga može se planirati detaljni plan revizije koji se sastoji od sljedećih koraka: određivanje ciljeva i opsega revizije, identifikacija IT procesa, određivanje rizika za informatičke procese, odabir ciljeva i kontrole, priprema revizijskog programa, procedura i područja provjere, provedba revizije, identifikacija nedosljednosti kontrola, priprema izvještaja, diskusija o nalazima i rezultatima

revizije s naručiteljem, priprema finalnog izvještaja[3]. Kod kontrole računalnih procesa riječ je o tome da je to vrlo bitna stavka kako bi revizijski nalaz bio vredniji i kako bi se mogli osloniti na revizijske dokaze. Nakon kontrole određujemo IT procese koji će biti predmet revizije. Proces se odabiru i usklađuju s CobiT okvirom, ali se prilagođavaju metodologiji kojom provodimo reviziju. Naravno, prije same revizije važno je potpuno savladati korištenje informacijske infrastrukture i uočiti sve njene dijelove, što se lako postiže pregledavanjem dokumentacije IT odjela.[3]

6.2. Analiza IT okruženja u promatranoj tvrtki Y

Podatke o osnovnoj strukturi informacijskog sustava tvrtke prikupili smo iz anketa koje su ispunili odgovorni zaposlenici iz tvrtke Y. Osnovna struktura informacijskog sustava prikazana je u tablici 3.[3] Programska oprema promatrane tvrtke se koristi već izvjesno vrijeme i ne testira se. Vide se rješenja u slučaju incidenta na sustavima, kakva je povezanost glavnog i backup sustava, veza na internet i zaštita informacijskog sustava, ADSL veza u lokalnoj mreži, brzina od 100 Mbps, NOD ESET Smart Security 4 antivirusni program, tvrtka koristi antivirusnu zaštitu koja je instalirana na svim osobnim i prijenosnim računalima i na poslužiteljima, nadogradnja antivirusnog programa je ažurna, triput u tjednu skenira se cijeli sustav, te postoji kontrola u slučaju prestanka rada mreže ili pojedinih dijelova IS-a.

Tablica 3. Programi i popratna oprema koju koristi tvrtka

Aplikacija	Odjeli gdje se koristi	BR. Korisnika	Operacijski sustav	Strojna oprema server	DBMS – sustav za upravljanje bazom podataka	Vlasnik aplikacije	Učestalost promjene na aplikaciji	Mogućnost udaljenog pristupa (da /ne)	Zajednička upotreba s poslovnim partnerima
Glavna knjiga	Računovodstvo	2	Linux	Server1	X – base	Tvrtka X i Y	Mjesečno	Da	Da
Potpora nabavi	Nabava	3	Linux	Server2	X – base	Tvrtka X i Y	Mjesečno	Da	Da
Potpora baždarnici	Baždarenje	6	Linux	Server3	X – base	Tvrtka X i Y	Mjesečno	Da	Da
Potpora distribucijskoj službi	Održavanje vodova za distribuciju	22	Linux	Server4	X – base	Tvrtka X i Y	Mjesečno	Da	Da
Potpora prodaji	Prodaja	7	Linux	Server5	X – base	Tvrtka X i Y	Mjesečno	Da	Da

6.1. Pregled poslovanja

Pregledom poslovanja, a koji se najčešće zbog netransparentnosti programa obavlja provjerom dostupne dokumentacije, dobivamo na uvid kako funkcioniraju poslovni procesi i jesu li oni povezani kontrolama. Ako je aplikacija vrlo složena, ti procesi su često odvojeni u posebne module koji predstavljaju zasebne procese. Prvo se provode tzv. walkthrough testovi[3] promjena u aplikaciji. Osim prikupljanja dokumentacije nužno je u programu provesti pojedini postupak. U tablici 3. je opisan generički proces i osobe koje kontroliraju pojedine procese.

U tablici 4.[3] vide se procesi koje smo usporedili s procesima u tvrtki Y d.o.o. Iz tablice zaključujemo da je svaku promjenu u aplikaciji potaknuo korisnik i da su one u skladu sa zakonom. Ista osoba koja je zaprimila zahtjev odlučuje o tome je li za promjenu nužna treća strana (programer tvrtke X) ili se ona može provesti kroz opcije programa (bez dodatnog programiranja). U slučaju većih izmjena o tome odlučuju pomoćnik direktora tvrtke Y i IT menadžer tvrtke X. Kod dogovaranja uvjeta programer koji održava aplikaciju pomaže kod određivanja istih. Kod same izvedbe, aplikaciju testiraju u tvrtki X, ali isto tako i testni korisnici tvrtke Y (najčešće je to rukovoditelj komercijale i financija). Prelazak na novu verziju programa provode programeri tvrtke X, ali uz uvjet da se može prijeći na staru verziju programa. Ovdje je nužno da se pomoćnik direktora tvrtke konzultira s rukovoditeljem tehničke ili informatičke službe. Ako ga nema u tvrtki potrebno je “uzeti” konzultantske usluge radi dodatne kontrole procesa.

Kod prelaska na novu verziju programa, osim programera tvrtke X u proces bi trebalo uključiti i osobu koja bi bila najbliža zvanju administratora informacijskog sustava tvrtke. Iz tablice 4. i 5. vidi se uredno provođenje kontrole u tvrtki Y.

6.2. Provjera pristupa programima

Tablica 5.[3] opisuje provjeru pristupa programima i povezane kontrole u tvrtki Y. Nakon što se novi zaposlenik zaposli u tvrtki, definira mu se radno mjesto te se piše molba za otvaranjem korisničkog računa ako mu je potreban. Razine pristupa ovise o radnom mjestu. Molbu potvrđuje pomoćni direktor tvrtke, a zahtjev za dodjelom prava pristupa šalje se administratoru tvrtke X koji održava cijelu informatičku infrastrukturu tvrtke. Upravo se tamo zaposleniku otvara korisnički račun, te mu se dodjeljuju prava pristupa. Ista molba šalje se na provjeru ostalim programerima koji održavaju aplikaciju tvrtke Y. U molbi se definiraju ovlasti i prava pristupa zaposlenika. O eventualnim promjenama prava pristupa ili pak o odlasku zaposlenika iz tvrtke kadrovska služba tvrtke Y obavještava tvrtku X. U slučaju odlaska iz tvrtke korisnički račun bivšeg zaposlenika se trajno briše. Osim pisanja i potvrđivanja molbe za otvaranjem korisničkog računa i određivanja prava pristupa sve se ostalo obavlja u tvrtki X. Od rukovoditelja odjela i pomoćnika direktora očekuje se dobro poznavanje informacijskog sustava kako bi točno odredili razinu pristupa novog zaposlenika. Ostalo obavlja tvrtka X i smatra se da su oni odgovorni za moguću štetu nastalu uslijed neovlaštenog pristupa pojedinim razinama sustava.

Tablica 4. Opis procesa i ključnih osoba

Program i popratna oprema	Opis kontrole	Kontrolor
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	Promjenu programa najčešće potiče korisnik. Zahtjeve treba poslati na mail osobama koje brinu o aplikaciji, odnosno o informacijskom sustavu.	Programer koji održava aplikaciju - zaposlenik tvrtke X
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	Osoba koja održava aplikaciju određuje može li se promjena provesti u samoj tvrtki ili je potrebno angažirati zaposlenika tvrtke koji održava informacijski sustav.	Programer koji održava aplikaciju
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	U slučaju većih promjena koji zahtijevaju više resursa i imaju utjecaj na poslovanje, odluku treba potvrditi? (Tko?) Obrazloži(CIO, CEO)	IT menadžer tvrtke X i pomoćnik direktora tvrtke Y
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	Dobavljač, odnosno provoditelj promjena pomaže kod procjene i izvedivosti utjecaja na sustav. Precizno se određuju resursi.	Programer koji održava aplikaciju. Tvrtka X.
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	Ako nema važnijih prepreka, dogovori o primjeni se potvrđuju, definiraju se na relevantnoj razini (društvo i dobavljač) i dokumentiraju se na odgovarajućoj razini.	Pomoćnik direktora i IT menadžer tvrtke X.
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	Implementacija se provodi u testnom okruženju, osiguranje kvalitete (eng. Quality assurance). Sve završene aktivnosti trebaju potvrditi osobe koje brinu o aplikaciji.	Testni korisnici i osobe koje održavaju aplikacije
Informacijski sustav ERP- Enterprise Resource Planning	Transfer iz testnog u produkcijsko okruženje provode programeri tvrtke X. Pri tome se uzima u obzir da je moguć povratak na staro.	Programeri tvrtke X

Tablica 5. Opis provjere pristupa programima i povezane kontrole u tvrtki Y

Programska oprema	Opis kontrole	Kontrolor
Informacijski sustav ERP	Rukovoditelj odjela u koji dolazi novi zaposlenik šalje molbu za otvaranjem korisničkog računa s podacima o razini i pravima pristupa. Pored ostalih osnovnih podataka, molba treba sadržavati i naziv radnog mjesta, opis rada i potrebna prava pristupa.	Rukovoditelj odjela
Informacijski sustav ERP	Molba se šalje kod pomoćnika direktora tvrtke Y koji je potvrđuje.	Pomoćnik direktora
Informacijski sustav ERP	Pomoćnik direktora tvrtke Y priprema drugu molbu (zahtjev) za dodjelom prava pristupa novom zaposleniku koja se šalje u tvrtku X. Tu Tu se novom zaposleniku dodjeljuje korisničko ime i lozinka i izvještava se pomoćnik direktora tvrtke Y da je postupak uspješno dovršen.	Pomoćnik direktora i tvrtka X.

Informacijski sustav ERP	<p>Zahtjev se šalje tvrtki X koja otvara novi korisnički račun, dodaje novog zaposlenika u domenu i dodjeljuje mu prava pristupa.</p> <p>Administrator sustava prema specifikaciji iz zahtjeva priprema hardver i softver koji je određen novom zaposleniku.</p> <p>Oprema i softver se uručuju nakon što je zaposlenik potpisao izjavu da je upoznat s pravilima njihova korištenja i s pravilima pristupa domeni.</p>	Sustavski administrator tvrtke X
Informacijski sustav ERP	<p>Molba (zahtjev) se dostavlja svim osobama koje održavaju ostale povezane aplikacije.</p> <p>Svaka osoba odgovorna za održavanje aplikacije treba provjeriti odgovaraju li dodijeljena prava pristupa opisu radnog mjesta. U molbi trebaju biti popisane sve aktivnosti novog zaposlenika, koje se prema potrebi detaljnije objasne.</p>	Programeri koji održavaju aplikaciju.
Informacijski sustav ERP	<p>O svakoj promjeni podataka za bilo kojeg zaposlenika kadrovska služba treba obavijestiti administratore sustava i programere koji održavaju aplikaciju. Zajedno s voditeljem odjela oni utječu na razinu prava pristupa. Kada zaposleniku prestane radni odnos, kadrovska služba o tome obavještava administratore sustava i programere koji održavaju aplikaciju.</p> <p>Zaposlenik koji napušta tvrtku treba od administratora sustava (osobe koja održava aplikaciju) i svih ostalih odgovornih zaposlenika dobiti potvrdu da više nema pristup podacima i sustavu, te da je vratio svu zaduženu opremu. Svojim potpisom te osobe jamče da korisniku više nije omogućen pristup sustavu i podacima. Nakon dva mjeseca korisnički račun se trajno briše.</p>	Kadrovska služba, administrator sustava, programeri koji održavaju aplikaciju.
Informacijski sustav ERP	<p>Važnije aktivnosti korisnika se bilježe (prijavljuju) u domeni i u aplikacijama. Bilješke („logovi“)</p> <p>na domeni administratora sustava se kontroliraju svaki dan, a aplikacijske samo po potrebi.</p>	Administratori sustava, programeri koji održavaju aplikaciju.

6.3. Ostale i opće IT kontrole u tvrtki

U tablici 6.[3] opisuju se ostale IT kontrole u tvrtki. Lozinke se mijenjaju svakih mjesec dana i za svaki dio aplikacije postoji posebna lozinka. Ovdje se postavlja pitanje koliko je zaposlenicima zahtjevno pamtili nekoliko lozinki postavljenih kao kombinacija velikih slova, malih slova i brojeva, a koje se mijenjaju svakih mjesec dana. Do nekih aplikacija je vanjski pristup moguć samo zaposlenicima programerske tvrtke X. Iz tablice 6. može se zaključiti da tvrtka X ima monopol kada je posrijedi vanjski pristup nekim modulima aplikacije i bazi podataka. Backup ili sigurnosna kopija se obavlja svaka tri dana, pa se postavlja pitanje kojih bi

razmjera bila šteta u slučaju da pad sustava bude dva dana nakon posljednjeg backupa ili izrade sigurnosne kopije. U ovom slučaju u odnosu na prethodnu reviziju, iz revizijskog izvještaja vidi se da se backup obavlja dva dana prije, tj. svaka tri dana. Iz izvještaja za provedenu reviziju na dan 1.4.2010. godine vidljivo je da su se redovito pohranjivali podaci i programi svakih pet dana. Tablica 6. pokazuje da se sastanci predstavnika tvrtke Y i X na kojima se raspravlja o IT pitanjima održavaju najmanje dva puta u tjednu. Postavlja se pitanje koliko je dobra komunikacija među njima. U odnosu na prethodnu reviziju, vidljivo je da se sastanci održavaju u prosjeku jedan dan više u tjednu.

Drugim riječima, iz tablica proizlazi da tvrtka X nadzire informatiku tvrtke Y.

Tablica 6. prikazuje prisutnost više lozinki (s velikim i malim slovima, te brojevima od 7 znakova), pa se one e mogu zapisati na papir. Kodovima svih programskih

modula mogu pristupiti samo programeri tvrtke X. Backup ili sigurnosna provjera radi se prosječno svaka tri dana, pa bi bilo poželjno analizirati što tvrtka gubi ukoliko korisnici određeni broj dana ne mogu pristupiti bazi podataka.

Tablica 6. Opis ostalih IT i općih kontrola u društvu

Kategorija	Opis
Upravljanje Lozinkama	Svaki zaposlenik mora imati lozinku da bi imao pristup određenom dijelu aplikacije, tj. određenom modulu. Lozinka se obično mijenja svakih mjesec dana i ima sedam znakova. Svaka lozinka sadrži velika i mala slova, te brojeve.
Udaljeni pristup (vanjski pristup)	Interna računalna mreža je zaštićena obrambenim zidom (vatrozidom ili firewall-om). Do nekih aplikacija je omogućen vanjski pristup samo programerima tvrtke X.
Antivirusna zaštita	NOD ESET SMART SECURITY 4 antivirusni program. Tvrtka koristi antivirusnu zaštitu koja je instalirana na svim osobnim računalima zaposlenika i na prijenosnim računalima, kao i na poslužiteljima. Nadogradnja antivirusnog programa je ažurna. Tri puta u tjednu pregledava se, odnosno skenira cijeli sustav.
Sigurnosne kopije	Podaci se snimaju svaka tri dana na novi disk. RAID 6 – organizacija sa zaštitom od dvostrukog kvara (P(1 paritetni disk)+Q(drugi paritetni disk) zalihost). Postoje dva zaštitna pojasa za svaku zaštićenu skupinu diskova koji se ravnomjerno raspoređuju po svim diskovima. Za sigurnosne kopije se brinu tvrtka Y i X. Administrator sustava je obaviješten o uspješnosti izrade sigurnosnih kopija. Tvrtke imaju sklopljen ugovor o tajnosti podataka, tako da tvrtka X ne može zlorabiti podatke tvrtke Y, kao ni zaposlenici tvrtke X. Zaposlenici ne mogu zlorabiti podatke tvrtke Y ni nakon prestanka rada u tvrtki X.
Serverska soba (tko nadzire?)	Serversku sob nadziru programeri tvrtke X i zaposlenici tvrtke Y.
Oporavak sustava nakon prekida	Za oporavak IS-a u tvrtki Y potrebno je oko 10 minuta.
Upravljanje problemima, incidentima i monitoring	Procedure u vezi s nadzorom IT procesa jamče adekvatnu kvalitetu izvođenja. Najmanje dvaput u tjednu održavaju se sastanci na kojima informatičari i predstavnici tvrtke Y diskutiraju o IT problemima.
Upravljanje	Tvrtka Y ima sa svim pružateljima usluga ugovore u kojima su regulirana prava, obaveze i odgovornosti.

razinama usluge (SLA- Service Level Agreements)	Tvrtka Y ima sklopljene ugovore s tvrtkom Z i tvrtkom X da podatke o poslovanju nikome ne smiju prosljeđivati niti ih zlorabiti. Od tvrtki Z i X koristi telekomunikacijske usluge i usluge održavanja i dogradnje aplikacija.
--	--

7. PREPORUKE UPRAVI TVRTKE

Kako bi se utvrdila kvaliteta sustava i na temelju toga donijele preporuke, potrebno je definirati idealnu funkciju sustava i mjerenje odstupanja stvarne od idealne funkcije. Informacijski sustav mora biti interno dobar da bi mogao biti sustav eksterno kvalitetan.[4] što se tiče lozinke, promatranj tvrtki najbolje bi bilo postaviti lozinku koja se lako pamti, koja sadrži kombinaciju brojeva, te velika i mala slova. Nikako se ne preporuča za lozinku koristiti osobna imena, prezimena, imena roditelja, djece, datum rođenja, naziv mjesta boravišta, naziv ulice i sl. Za lozinku nije sigurno koristiti skup istih znakova. Za svaki modul bi bilo najbolje da se promijeni lozinka za određeni modul, a to bi napravili zaposlenici tvrtke Y. Na taj način nastoji se tvrtki X onemogućiti pristup podacima iz baze podataka od velike važnosti.

Preporuke za područje „sve sigurnosne poruke u operacijskom sustavu nisu aktivirane“: Operacijski sustav koji koristi tvrtka Y nudi mogućnost podešavanja automatskog primanja poruka o aktivnostima svih korisnika i pokušaju kršenja sigurnosnih pravila. Sustav ne može otkriti neautorizirane pokušaje pristupa. Nikada se nije dogodilo kršenje sigurnosnih pravila i neovlašteno korištenje podataka. Pokušaji provale uvijek postoje. IT menadžer treba odrediti osobu koja bi promatrala i bilježila poslovne događaje. Odmah nakon implementacije modula u informacijski sustav treba promijeniti pristupnu lozinku.

Kada je posrijedi učestalost pričuvene pohrane podataka, podaci bi se trebali pohranjivati svaki dan na kraju radnog vremena ili dva puta dnevno na novi disk. RAID 6 organizacija sa zaštitom od dvostrukog kvara (P(1 paritetni disk)+Q(drugi paritetni disk) zalihost). Postoje dva zaštitna pojasa za svaku zaštićenu skupinu diskova koji se ravnomjerno raspoređuju po svim diskovima. Za sigurnosne kopije tvrtka bi trebala imati zaposlenika koji bi brinuo o tim kopijama. Kada je riječ o oporavku sustava tvrtke Y, nakon prekida rada pojedinog dijela modula potrebno je oko 15 minuta za oporavak, što je svakako zadovoljavajuće. Vrijeme oporavka uvijek se nastoji smanjiti na što manje vrijeme čekanja.

8. ZAKLJUČAK

Revizija u tvrtki Y provedena je u siječnju 2011. godine. Na temelju poslovnog iskustva zaključujemo da je nužna interna revizija informacijskih sustava u tvrtkama. Svaka velika ili srednja tvrtka bi trebala imati unutarnje revizore informacijskih sustava koji bi trebali biti samostalni, objektivni i profesionalni, te bi tako

obavljali internu reviziju. Objektivno i profesionalno provedena interna revizija preduvjet je za kvalitetnu eksternu reviziju. Podaci provedene revizije informacijskih sustava prikupljeni su intervjuom, neformalnim razgovorom, tehničkim ispitivanjem pojedinih softverskih modula, testiranjem informatičke opreme i sustava, te metodom promatranja. Za potpuno promatranje i opisivanje rezultata revizije informacijskog sustava tvrtke Y i CobiT 5 okvira nije dovoljan samo jedan članak, pa će sigurno biti prilike u idućim radovima.

9. LITERATURA

- [1] Crnković, L.; Mijoč, I.; Mahaček, D. Osnove revizije. Ekonomski fakultet Osijek, 2010.
- [2] Kapp, J. „How to conduct a security audit“. PC Network Advisor, Issue 120, July 2000.
- [3] Panian, Ž.; Spremić, M. Korporativno upravljanje i revizija informacijskih sustava. Zagreb : Zgombić i partneri, 2007.
- [4] Panian, Ž. Kontrola i revizija informacijskih sustava. Zagreb : travanj 2001.
- [5] Spremić, M. Metode provedbe revizije informacijskih sustava. Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu 5, 2007. , Hrčak, Članak, Izvor: hrcak.srce.hr/file/41339, (4.2.2011.)
- [6] <http://www.rif.hr/sekcija-internih-revizora/strucno-usavrsavanje>, (27.1.2011.)
- [7] <http://www.isaca.org/Knowledge-Center/cobit/Pages/COBIT-5-Initiative-Status-Update.aspx>, (6.2.2011.)
- [8] <http://www.facebook.com/itrevizija>, (8.2.2011.)

Kontakt:

Matija Varga, mag. inf., univ. spec. oec.
 Poslijediplomski doktorski studij “Informatičke i komunikacijske znanosti“
 na Filozofskom fakultetu u Zagrebu
 Tehnička škola Čakovec, Čakovec, Hrvatska
 E-mail: maavarga@gmail.com

Vesna Varga, univ. bacc. oec. i ovl. rač.
 Diplomski studij “Financijski menadžment“
 na Ekonomskom fakultetu u Osijeku
 E-mail: maavarga@gmail.com

ANALIZA DOŽIVLJAJA OSNOVNIH TIPOGRAFSKIH ELEMENATA

Kuzmić A.¹, Tomiša M.¹, Valdec D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U radu je obrađena tipografija, elementi i njihovo oblikovanje s namjerom da izazovu različite doživljaje kod ljudi. Istraženo je oblikovanje za pet doživljaja koji bi se mogli svrstati u osnovnu kategoriju. To su doživljaji pokreta, reda, prirode, tehnologije i bunta. Glavni problem koji se istražuje je taj kako oblikovati tipografiju da ona podsvjesno djeluje na čovjeka izazivajući željeni doživljaj.

Ključne riječi: tipografija, font, grafički elementi, doživljaj

Abstract: **Abstract:** This paper elaborates typography, elements and their formatting with the purpose of causing different experience for people. It explores formation of the five experiences that could be classified into primary category. The mentioned experiences are motion, order, nature, technology and rebellion. The main issue is how to design a typeface that subconsciously affects the body causing the desired experience?

Key words: typography, font, graphic elements, experience

1. UVOD

Pisana riječ je uz razgovor jedan od glavnih i najvažnijih sredstava komunikacije. Osim za svagdanje komuniciranje služi i za prijenos raznih podataka i informacija. Područje koje se bavi izborom i metodama razmještaja slova, izgledom slova i promjenama znakova u abecedi naziva se tipografija. Čitajući novine, časopise, reklame i knjige većina ne obraća pozornost na izgled teksta i naslova, tj. na tipografiju. Svjesno se ne obraća pozornost, no podsvjesna razina čovjekovog doživljaja tipografije nešto je potpuno drugo. Zašto nešto pročitatmo prvo? Zašto neke tekstove ne pročitatmo? Što upamtimo od pročitanog? Poruka se nekad ne prenosi samo tekstom već i načinom na koji je tekst, naslov ili naziv napisan. Tipografija djeluje na podsvjesnoj razini i više nego na razini svijesti. Osoba koja se bavi tipografijom i odabirom tipografije mora znati više od tehničkih obilježja tipografije. Mora ući u podsvijest promatrača i čitatelja i potaknuti željeni osjećaj.

2. DOŽIVLJAJ POKRETA

Pri spomenu riječi pokret svatko zamisli nešto na što ga pokret podsjeća. To mogu biti pokretni objekti kao što su

auto, avion, vlak, formula i sl. Riječ energija može pobuđivati osjećaje topline ili može potaknuti stvaranje podsvjesnih slika: sliku eksplozije, sunca, energičnih osoba i životinja. Prvi dojam na spomenute riječi prilično su individualna stvar i mijenjaju se od čovjeka do čovjeka. Riječi koje se javljaju kao asocijacija na energiju i pokret analiziraju se. Postavlja se pitanje što im je zajedničko i kako bi ih se opisalo. Elementi koji bi mogli proizaći iz spomenutih pojmova su nagib, tople boje, linije pokreta, te zamućenje i nakošena kompozicija.



Slika 1. Primjer postizanja tipografske energije

Najbrži i najučinkovitiji način da se od potpuno statičnog oblika slova stvori energični dojam je jednostavno preoblikovanje veličine, boje ili nagiba. Spomenuta tehnika koristi jednostavne elemente, pa se tek daljnjim istraživanjem dolazi do složenijih rješenja.

Kod dizajna koji se oslanja na odabir boja, za energični naslov bolje je koristiti snažne i jarke boje. U kombinaciji s neutralnom pozadinom, energija i pokret slova dolaze još više do izražaja. Osim jarke boje, energični font i uskličnik mogu pridonijeti povišenju vizualne energije naslova. Razni gotovi efekti koje nudi Photoshop imaju svojstva energije. Primjer na slici 2. prikazuje kako se mogu upotrijebiti boje i efekt skew (eng. ukošenje) da se dočara energija.



Slika 2. Primjer upotrebe efekta skew

Tipografiju kombiniranu s grafičkim elementima najčešće se viđa kod raznih zaštitnih znakova, reklama,

nekonvencionalnih tekstova ili kao svojestvena umjetnička djela. Slova se kombiniraju s grafikom ovisno o doživljaju koji se želi potaknuti. Slova i riječi se modificiraju tako da sadrže ili se stapaju s elementima koji naglašavaju pokret i energiju. Neki od takvih elemenata su krila, strelice, nepravilne linije i sl.

Najveći utjecaj na prosječnog čitatelja ima tipografija koja kombinira doslovni smisao riječi i grafičko oblikovanje koje slijedi taj smisao.

3. DOŽIVLJAJ REDA

Ovo poglavlje se odnosi na izazivanje doživljaja (red, ravnoteža, stabilnost i urednost) kroz tipografiju i ostale dodatne grafičke elemente. Fontovi kao što su helvetica, futura i ostali sans serifni fontovi vrlo uvjerljivo prikazuju temu ovog poglavlja. Odlike takvih fontova su red, ujednačenost i stabilnost.

Ozbiljne teme zahtijevaju jednostavniju i stabilniju tipografiju. Za primjer se mogu uzeti naslovi u časopisima, novinama i knjigama političkog karaktera, poslovnog, medicinskog i sl. Naravno, to nije pravilo. I neke zabavne teme nekad zahtijevaju jasan i uredan dizajn. Poželjno je da tipografija bude u ravnoteži i ugodna oku, bez obzira na karakter teme.



Slika 3. Primjer reda i hijerarhije elemenata i tipografije

Red se može postići grupiranjem elemenata i tipografije u jednostavnije grafičke elemente kao što su linije, krug, kvadrat, pravokutnik i pravokutnik sa zaobljenim rubovima. Ispplanirano i pravilno grupiranje elemenata podsjeća na nešto uredno i stabilno. Hijerarhija elemenata je važna kada se želi postići uspješan završni dojam. Hijerarhijom se određuju najvažniji elementi i čitateljevo oko se vodi s jednog elementa do drugog. Prvo pogled pada na važniji dio koji je najnaglašeniji, pa prema ostalim elementima koji su u drugom i trećem planu.

Prvi primjer na slici 3. koristi nešto zanimljiviji font za glavni naslov, ali zato se koriste čiste linije koje imaju ulogu odjeljivanja informacija. Boje su prigušene i ozbiljne. Drugi primjer koristi element pravokutnika za odjeljivanje informacija. Korištenjem jačih boja prikazano je da red ne znači da boje moraju biti dosadne ili monotone.

Jedan od glavnih grafičkih elemenata koji simboliziraju red su ravne linije. Osim linija, ostali elementi koji su harmonični i organizirani obavljaju svoju zadaću i



Slika 4. Primjer ponavljanja elemenata

pozitivno djeluju na osjećaj reda kod ljudi. U slučajevima kada se kombiniraju riječ i grafički elementi važno je napraviti sklad koji će shvatiti ciljna skupina. Elementi koji naglašavaju temu su simetrija, ponavljanje elemenata, elementi koji su u suprotnosti s temom reda i sl. Sve ovisi o tome na koju riječ se primjenjuju elementi. Nekad ono što na prvi pogled nema veze s redom može najviše utjecati na prosječnog čitatelja.

Fontovi koji se uglavnom koriste da potvrde red i stabilnost su jasni, čitljivi i lišeni ukrasa koji se nalaze na fontovima zaigrane tematike. Ipak, to ne znači da font mora biti sterilan. Ima mnogo fontova koji su čisti, a odražavaju toplinu i kreativnost. Kad se takvi fontovi primjene u kombinaciji s jednostavnom pozadinom i grafičkom okolinom, dobiva se dašak živosti u klasici i redu.

4. DOŽIVLJAJ PRIRODE

Kada se spominje nešto prirodno, u mislima se javljaju slike pejzaža, ljudskosti, poljoprivrede, biljaka, okoliša, tj. sve što je suprotno modernoj tehnologiji. Ukoliko se odluči da je najbolje rješenje prirodna tematika, moramo koristiti fontove koji su živahni i imaju prirodan tok linija.

Fontovi koji se koriste za organsku tematiku imaju meke linije, prirodne teksture, ukrase i oblike koje ljudi



Slika 5. Primjer vodenog efekta

prepoznaju kao prirodne. Porodica fonta papyrus dobar je primjer teksturiranog fonta koji ima obilježja ove tematike. Koriste se svi fontovi koji imaju spontani, nedigitalni izgled, fontovi zaobljenih serifa, fluidnih linija, rukopisni fontovi. Općenito, koriste se topli, prijateljski fontovi koje ljudi mogu povezati s prirodom i ljudskošću. Najbolji primjer takvih fontova su rukopisni fontovi.

Grafički elementi koji se većinom koriste da pobude organske doživljaje su razne linije koje podsjećaju na trsove, lišće, drveće, cvijeće i životinje. Ikone i elementi koji izgledaju kao da su nacrtani rukom također su dobro rješenje za neke projekte.

Vizualne identitete bazirane na poticanju prirodnog doživljaja koriste tvrtke koje žele uvjeriti ljude da su koncentrirane na prirodu. Često su to tvrtke koje se

6. DOŽIVLJAJ BUNTA



Slika 6. Primjer teksta u kombinaciji s ilustracijom

bave zdravom prehranom, prirodnom kozmetikom, hranom za djecu i alternativnom proizvodnjom energije. Za klijente koji ne žele direktan naglasak na prirodno dovoljno je koristiti suptilne elemente koji će ljude ipak nagnati da se povežu s prirodom. Prirodni simboli se mogu stilizirati te se stvara dojam bez gubitka smisla priče.

5. DOŽIVLJAJ TEHNOLOGIJE

Glavna tema vodilja u ovom poglavlju su pojmovi tehnologije, znanosti i budućnosti. Inspiracija za elemente koji se koriste da prikažu modernu tehnologiju nalaze se svuda oko nas. Najbolji primjer su mobiteli i računala. Nije neobično da se moderna tehnologija primjenjuje i na dizajn tipografije ili bilo kojeg drugog grafičkog proizvoda.

Ono što je vrijedilo za tipografiju organskog karaktera potpuno je suprotno od onoga što se traži u doživljaju tehnologije i modernog svijeta. Poželjna je tipografija bez ukrasa. Geometrijska struktura još je jedan od načina da se prikaže tehnološki dodir u dizajnu. Često se koriste fontovi čiji izgled oponaša prikaz tipografije na raznim elektroničkim uređajima.



Slika 7. Primjeri teksta kombiniranog s elementima tehnologije

Znanost i tehnologija imaju neke grafičke elemente koji su svojstveni samo njima. Primjer su razni matematički izrazi i simboli, kemijske strukture, znakovi koje koriste računala, dijagrami i slično. Tipografija se može povezati s grafičkim elementima na način da doslovni smisao riječi prate i doslovni elementi.

Bunt je stil koji nije čest kao ostale teme i uglavnom je namijenjen mlađoj populaciji. Pojmovi vezani uz bunt su individualnost, kaos, avangarda i spontanost. Inspiracija za ovu tematiku može biti gotovo sve, samo ju treba znati primijeniti na određen način. Možda je najbolji primjer i izvor inspiracije avangardna umjetnost, tj. umjetnici kao što su Wassily Kandinsky, Pablo Picasso, Joan Miro i Andy Warhol. Osim umjetnika, i određena vremenska razdoblja su izvor ideja za bunt. Neki od najpoznatijih avangardnih pravaca su dadaizam, kubizam, impresionizam i pop art.



Slika 8. Prilikom izražavanja bunta čitljivost je u drugom planu

Ekstremni kaos se rijetko kad može koristiti na tipografiji jer se gubi glavni smisao, a to je čitljivost. Ako je tekst

nevažan, na tipografiji se može koristiti kaos, ali samo kao vizualna komunikacija. Dizajn koji treba očuvati čitljivost teksta mora se oslanjati na druge dodatne elemente. To bi značilo da se svojstva kaosa i bunta primjenjuju na grafičke elemente koji upotpunjuju tipografiju. Elemente apstrakcije može imati pozadina, tekstura, uzorak ili dodatni grafički elementi.

Bunt se najbolje prikazuje kada se kombinira s ostalim grafičkim elementima. Tada se zadržava čitljivost teksta, a doživljaj buntovništva je svejedno prisutan. Kompozicija također uvelike utječe na doživljaj avangarde i bunta. I dizajn fonta sam po sebi može prikazati bunt. Klasična tipografija u kombinaciji s bojama, pozicioniranjem, elementima, efektima i kontrastom dobiva potpuno novi smisao i priča novu priču. Mogućnosti su beskonačne.

7. UPOTREBA PRAVILA NA POZNATIM VIZUALNIM IDENTITETIMA

Neki od najpoznatijih vizualnih identiteta sadrže već obrazložena obilježja (pravila) opisana u prethodnim poglavljima.



Slika 9. Energija i pokret, priroda i red



Slika 10. Tehnologija i bunt

8. ZAKLJUČAK

Prosječni čitatelj najbolje shvaća poruku kada je doslovno značenje teksta u kombinaciji s odgovarajućim grafičkim elementima. Osim takve kombinacije, vrlo snažnu poruku nosi oblikovanje teksta i grafičkih elemenata koji nose kontrast između doslovnog značenja teksta i oblikovanja. Skriveno značenje također ima vrlo snažan utjecaj, ali ga prosječni čitatelj često može krivo protumačiti.

Primjeri oblikovanja tipografije u časopisima, posterima, vizualnim identitetima, raznim knjigama i na ambalaži proizvoda najbolji su primjer potvrde da tipografija utječe na doživljaje ljudi. Grafička rješenja iz stvarnog života potvrđuju informacije izložene u radu. Iz prikazanih primjera vidimo da se opisana pravila koriste čak i za izradu najpoznatijih vizualnih identiteta.

9. LITERATURA

- [1] Krause J. (2007), *Type idea index*, HOW Books, Ohio,
- [2] Headley G. (2005), *The encyclopaedia of fonts*, Cassell Illustrated, Velika Britanija
- [3] Wikipedia (2010), *Typography*, raspoloživo na: <http://en.wikipedia.org/wiki/Typography>. Dostupno: 01.12.2010.
- [4] Esperfonto (2010), *Esperfonto*, raspoloživo na: <http://esperfonto.com>. Dostupno: 01.12.2010.
- [5] Will Harris (2010), *Use Type*, raspoloživo na: <http://www.will-harris.com/use-type.htm>. Dostupno: 01.12.2010.
- [6] Smashing magazine (2010), *Smashing magazine*, raspoloživo na: <http://www.smashingmagazine.com>. Dostupno: 01.12.2010.

THE MUSIC PRODUCTION OF A ROCKABILLY COMPOSITION WITH ADDITION OF THE BIG BAND BRASS SOUND

Logožar R.¹, Lajtman M.²

¹Polytechnic of Varaždin, J. Križanića 33, HR-42000 Varaždin, Croatia

²Lajtman j.t.d., Glavna 2a, HR-40321 Mala Subotica, Croatia

Abstract. This paper describes the music production of a rockabilly composition with addition of the big band brass sound, and is based on the bachelor thesis of the second author. In the preproduction phase the music genre and style were defined, and the full arrangement was prepared. The standard music production stages, recording, mixing and postproduction, were all done by using the Digital Audio Workstation concept. The recording, including a dozen of the brass sections' lines, is done by the one instrument at a time method. Furthermore, all the lines of a particular brass section were performed by only one player. The richness of the sound could probably be better if more players were involved and if the whole sections were recorded at once, but in that case the afterward time alignment of the individual tracks would be impossible. By taking our approach and by extensive time editing of the brass tracks, an excellent rhythmical accuracy and punchy sound is achieved. The produced song presents a good blending of the rockabilly rhythmical basis, the big band brass sound, and the original ethno-rock style of the band that performed it. The song is about to appear on their new album.

Key words: music production, rockabilly, big band brass sound, sound recording, editing, mixing, postproduction, recording of brass instruments one at a time.

Sažetak. Ovaj članak opisuje glazbenu produkciju rockabilly skladbe uz dodatak zvuka puhača velikog jazz-orkestra, i temelji se na završnom radu dodiplomskog stručnog studija drugog autora. U fazi predprodukcije definiran je glazbeni žanr i stil, te pripremljen potpuni aranžman. Faze standardne glazbene produkcije, snimanje, miješanje i završna obradba, obavljene su uporabom koncepta digitalne audio radne stanice. Snimanje, uključujući i tuce dionica puhačkih sekcija, obavljeno je metodom instrument po instrument. Nadalje, sve dionice pojedine puhačke sekcije odsvirao je samo jedan puhač. Bogatstvo zvuka je vjerojatno moglo biti bolje da je bilo uključeno više svirača i da se snimala cijela sekcija odjednom, no u tom bi slučaju naknadno vremensko podešavanje pojedinih dionica bilo nemoguće. Uz naš pristup, te uz uporabu sveobuhvatnog vremenskog editiranja, ostvarena je izvrsna ritmička točnost i zgusnut zvuk. Producirana pjesma predstavlja dobar spoj rockabilly ritmičke osnove, zvuka puhača velikog orkestra te izvornog stila izvođačkog sastava, i bit će objavljena na njihovom novom albumu.

Ključne riječi: glazbena produkcija, rockabilly zvuk puhača velikog orkestra, snimanje zvuka, miješanje zvuka, završna obrada, snimanje puhača jedan po jedan.

1. INTRODUCTION

The standard music production generally deals with the recording, editing, mixing and mastering of music. Today it is quite common that the instrumental and vocal arrangements, as well as other creative, very often iterative, phases, like selection of instruments and definition of their particular and global sound, are also intermixed with the recording and mixing process. This is especially so for the production of the contemporary bands without many members, or the songwriter-performer-producer teams who want to have the control of the whole production process. On the other hand, when dealing with more complex compositions, with many people and larger orchestras involved, sticking to the standard music production concept is more efficient. Here one expects that the composition is well defined, that the arrangement is correct and musically functional, and finally, that musicians are prepared to play their parts. Only then we can expect that the standard music production chain will do the rest of the job.

In this article we present a production of a musical piece in which the big band brass sound supports an up-tempo rockabilly composition. The original idea came from the Croatian ethno-rock band **Kom3dija** (named after the Croatian word for *comedy*), who wanted to record a song with added brass sound. In their Megjmurje region such a sound is very popular and played in the folk groups called *bandisti*.¹ The idea was ambitious and brave. Their small budget was supported only by a big enthusiasm and friendship with the local **Čakovec Big Band** — an amateur jazz orchestra composed of talented and educated musicians, many of whom were graduates from music schools.

The idea turned out to be even braver when Kom3dija members decided to do all the recording in the same studio in which they have had recorded their standard-lineup ethno-rock songs. It is a well equipped, but certainly not big, two-room recording facility, called **Jazbina**, owned by the second author of the paper (Figure 1a and 1b). It has a $5.8 \times 4.7 \times 2.1\text{m}^3$ control room ($\text{Floor} - \text{Ceiling Area} = 27.3\text{m}^2$, $\text{Volume} = 57.2\text{m}^3$), and an acoustically treated $4.3 \times 5.5 \times 2.1\text{m}^3$ recording room ($\text{Floor} - \text{Ceiling Area} = 23.7\text{m}^2$, $\text{Volume} = 49.7\text{m}^3$). Because of the small height of the recording room, a special attention was paid to providing the highest possible absorption of its ceiling.

¹ Megjmurje region term for the *band members* and the *band*.



Figure 1a. Jazbina recording studio control room.

Furthermore, to reduce the number of wind instrument players to the minimum, it was decided that a few best members of the big band would do all the recording on the “one instrument at a time” basis. The procedure common in rock and pop production was now extended to the jazz wind instrument sections.

After all this corner-cutting decisions, a few questions arose. Would the big band brass sound come out rich and groovy? Would it blend into the rock sound and the general ethno-rock concept of the band? Would the final recording suffer because of implementing instruments which are not in the standard lineup and do not participate in, either rehearsals, or in the formation of the song and its sound?

In the further text we address all these questions and explain how they were answered in the course of the preproduction, and the standard music production phases: recording and editing, mixing, and postproduction.

2. PREPRODUCTION

The preproduction phase includes dealing with all the necessary things that need to be done before the actual recording sessions start. In this work we cannot overemphasize the importance of this phase, and, as suggested in the introduction, for the projects of this kind we advocate the standard production procedure.

Before getting into details, a few general things will be stressed. The song’s common data are presented in **Table 1**. Among other things, the authors and performers are mentioned here.

Regarding the music production, it was the task of the second author of this article to do all the practical work, starting from the full technical logistics required by the studio facility, through organization and synchronization of the sessions, up to the recording, mixing and postproduction. Above all that, the Kom3dija band assigned him the duty of music producer, a person who would be responsible for the final sound and the recording as a whole. Their trust was based on the cooperation in previous successful projects. They expected that their artistic visions would be fully realized, and if not, the producer was to blame! The first author provided some modest counseling during the mixdown process, and contributed mostly to the academic aspects of the project



Figure 1b. Jazbina recording room.

by mentoring the bachelor thesis [1], and by preparing this paper.

2.1 The importance of arrangement

Thanks to the fact that all the participants of the project were aware of the need for a fully professional approach to the involvement of the wind instruments, the first important steps in this endeavor were accomplished successfully. In this matter, improvisation of any kind would probably be disastrous. Having this in mind, the band first recorded five demo songs to decide which would be the best for adding the brass sound to it. The songs were inspected by the Čakovec Big Band leader and conductor, who was also an experienced jazz arranger (**Table 1**). He discussed his opinion with the producer, and with the Kom3dija band members. Finally, a rockabilly song, which is quite off the band’s standard ethno genre, was chosen.

Table 1. The Psycho Billy song essentials.

<i>Song Title:</i>	Psycho Billy (In Croatian: Sajkobili)
<i>Duration & Tempo:</i>	3min 30s at 220bpm
<i>Genre:</i>	Rockabilly + the big band brass sound
<i>Words and Music:</i>	Igor Baksa
<i>Arrangement:</i>	Mario Jagec
<i>Performed by:</i>	Ethno-Rock Band Kom3dija: <ul style="list-style-type: none"> • Igor Baksa – vocal, el. guitars, • Miloš Rok – clarinet, • Neven Kolarić – el. bass, • Marinko Marcijuš: drums, & Čakovec Big Band members: <ul style="list-style-type: none"> • Igor Hrustek – trumpets; • Filip Horvat – trombones; • Mario Jagec – saxophones.
<i>Recorded, edited and mixed by:</i>	Marko Lajtman in Jazbina Recording Studio, Lajtman j.t.d. Mala Subotica, Croatia, 2009 – 2010.
<i>Produced by:</i>	Marko Lajtman
<i>Editions:</i>	To be published on Kom3dija album <i>Prvi svjetski mir (The First World Peace)</i> , for Dallas records, Zagreb.
<i>Web availability:</i>	On selected specialized and other sites – after publishing at the end of 2011.

The arranger made *the complete orchestration* for the song, that is, not just for the wind instruments, but also for the electric bass, electric guitars, and the drums. By having the arrangement fully accomplished, we avoided the mistake that is often made by inexperienced musicians and producers who start the recording prior the composition is finished. So be warned: ***the big band sound starts with a properly written music score!*** This is, of course, valid for inclusion of any kind of orchestras, ensembles, or instrument sections containing several instruments, in any kind of music production. Especially so when they appear in music projects as guests. Moreover, in our case the orchestration had to assure a nice and distinctive amalgamate of different musical styles.

The arranger prepared the score, printed the instrumental excerpts, and delivered them to the musicians for practicing. A few rehearsals were conducted by the big band leader before the recording took place. Also, during the recording sessions, he assisted the musicians in finding the right groove and getting the best from their performance. Just before the recording started, it was decided to bring the tempo up from 210 bpm to 220 bpm. This crucial decision helped in achieving the right up tempo feel of the song. The performers had to adapt to the change on the spot. This required slightly higher technical skills and more concentration, but was welcomed by everyone because the groove was improved, and the song finally sat in place.

2.2 The composition's musical foundations

As was already mentioned above, our song is a mix of a rockabilly theme with addition of the big band brass sound. Since the rockabilly is based on the plucked string instruments, primarily guitars, E major tonality came as a good choice --- at least for the rock part of the band. On the other hand, this is not so common tonality for the most of the wind instruments, requiring some adaptation in playing. However, as we shall soon show, a bit strange tonality for the brasses could be creatively used.

The main arrangement parts are composed in the scheme of *questions and answers*. In the main brass theme that starts in the intro, the trumpets play in the four voice harmonies, doubled by the trombones one octave lower. The saxophones answer in a five-voice harmonized theme. During the vocal parts, in their first passage, the saxophones start their short fills. They are backed up by the trumpets and trombones in the second passage (see also 2.4).

In order to avoid masking of the vocal by the brass lines, the effect of *shallow tones* were used in the saxophone parts overlapping with the vocalist. The shallow tones appear when the most of holes on the sax are open, which we refer to as the *hollow positions*. They have less of the basic tone and lower aliquots, and sound thinner than the other neighboring tones. On all saxophones, the shallow notes are A4 – C#5². On Eb alto sax these note

² With middle C = C4, according to the scientific (American) pitch notation. According to the Central European notation, middle C = C1 = C' (= Ger. *Eingestrichenes C*). To convert from the scientific to this notation, number 3 must be subtracted

values correspond to the concert pitch tones one major sixth lower: C4 – E4. On the baritone sax everything sounds one octave lower than on the alto, so the shallow tones are: C3 – E3. On the tenor Bb sax the notes A4 – C#5 give the tones one octave and one major second lower, i.e. the concert pitch tones: G3 – B3³.

Good players know how to compensate for the shallow sounding notes, thus making them less obvious. On the other hand, here it can be used to a good effect. Since the song was in E-major, the highest notes played by the alto saxophones could be chosen to be the shallow ones. E.g. in the tonic E-maj chord, the shallow tone E4 appears. In the subdominant A-maj chord the shallow tones are C#4 and E4, and in the dominant B-maj chord it is D#4. In the seventh and ninth chords more shallow tones can appear. If choosing the highest chord tones to be the shallow ones during the vocal lines, the saxes will naturally sound a bit thinner in their lower and mid frequency range. This provides a natural dip in the frequency range important for the vocal presence. On the other hand, when there is no vocal, the fullest saxophone notes F5 – B5 can be played, which on alto sax correspond to the concert pitch tones G#4 – D5. In this way the saxophone arrangement helps in providing of the natural equalization with an important musical function.

Because there is no analogy to the shallow tones on the trumpets and trombones, they were not played on top of the vocal and solo lines. The exceptions were ends of the refrains, where they have the *fp*⁴ effect followed by a crescendo.

The hollow positions are also used during the guitar and clarinet solo parts. At first the saxophones play in unison, then in duet, and only at the end of the phrase in the full chords, to avoid interference with the soloist. The trumpets and trombones play only the short accents. At the end of the solo, all the wind instrument lines intertwine with each other to increase the suspense. This is evident mostly at the end of the last clarinet solo, where the short sax accentuations exchange with the trumpets and trombones. This play is furthermore emphasized by panning the two groups of the wind instruments on the opposite sides (see also 4). The end of the song comes in the half tempo, with the wind instruments playing the harmonized boogie-woogie theme and the cadenza in full *ff* (*fortissimo*, compare also 2.4).

2.3 Instruments

The full instrument list is presented in Table 2. The musical basis of the rockabilly composition is played by the rock rhythm section. The drums were played in the rock style. Instead of the upright bass, often found in rockabilly, the electric bass was used to conform to the Kom3dija standard lineup. The electric guitar had the important function of playing a continuous boogie-woogie riff in

for the octaves with scientific number $n \geq 4$. Below C1 there come: C kleines, C großes, C kontra, etc.

³ B3 in Anglo-American notation = H kleines in the Central-European notation.

⁴ *fp* = *forte-piano*, dynamical specifications of playing forte and then immediately piano. The *fp* is often followed by a crescendo, possibly on the same tone.

the classic rock & roll style. It also doubled as a solo instrument close to the end of the song.

The commonly known division of the *wind instruments* is into the two groups:

- *Brass instruments* – trumpets and trombones;
- *Woodwind instruments*, in our case, and normally in the jazz big bands – saxophones and clarinets.

The clarinet is a classic big band woodwind instrument. The saxophone has the same sound producing principle by using the reed as an oscillating element, but is made of brass. Being a kind of a hybrid, it is often omitted from the classical woodwinds (inspect e.g. [2]). In the more precise *Hornbostel–Sachs classification* based on the sound creation and sound formation physical principles, saxophones are the single reed instruments with conical bore [3]. Without going into the details of the nomenclature and genealogy, throughout the text we shall use the standard colloquial terms which are also adopted in the American jazz and pop terminology:

- **Brass sound, brass section**, or simply **brass**, to cover all the brassy wind instruments in jazz and other pop bands – trumpets, trombones and saxophones;
- Since the classical woodwinds instruments (clarinets, flutes, oboes, bassoons) rarely play in larger sections in the pop and jazz bands, but mostly appear solo or in duets, we usually speak of them separately.

Another peculiarity regarding the appearance of clarinet in our project deserves a short elaboration. As can be seen from the Table 2, it is a standard instrument in our ethno-rock band, highly contributing to the band’s first epithet – *ethno*. The ethno role of the clarinet is to bring the melodic folk tunes with its smooth, noble, and slightly wistful tone, thus making a contrast and counterbalance to the harsher rock sound provided by the guitar-based part of the band. It turns out that, in this song, the clarinet will have two roles: to appear as a big band household instrument, and to present a link to the standard band repertoire and its ethno roots.

Table 2. Instrumental sections and instruments.

<i>Section</i>	<i>Instrument/Voice</i>
Rhythm Section	Drums El. bass Hollow body el. guitar, for: – the guitar boogie riffs – the guitar solo
Brass Instruments	Trumpets × 4 lines Trombones × 4 lines
Woodwinds (wood and brass reed-based wind instruments)	Clarinet × 1 line Alt Saxophones × 2 lines Tenor Saxophones × 2 lines Baritone Saxophone × 1 line
Vocals	Lead male vocal

2.4 The song development

The song starts with a classic 12-bar boogie-woogie rhythmical riff played on electric guitar, which establishes the rockabilly sound. The brasses come in with a few chord stabs at the end of the 12-bar intro and, together with a jazzy, swinging, drum break, lead us into the second 12-bar passage. Here, on the top of the boogie-

woogie riff, a classic big band swing theme appears with the full brass sound.

After the brass theme resolves with a typical downward glissando and the drums stop on the last two beats, the preparation for the vocal part is made. When the vocal starts, only the guitar riff—accompanied by the bass and drums—continues its rhythmical pattern. This lasts for the whole first 12-bar A chorus. There are no brasses here, so more space is left for the vocal to establish itself and to bring out the melody with the introductory text lines. The brasses join in the second repetition of the A chorus, filling in between the vocal parts. They rise in complexity and power, building up the tension in the third A chorus. At the end of it, the classic 4-bar blues cadence is melodically emphasized and repeated twice into the total of 8 bars — resulting in a part that has the strength and role of a B chorus. Thus the 12 + 4 scheme turned into an 8-bar part that can be viewed as a shortened A chorus, and an 8 bar B chorus. The latter delivers the strongest lyrics line, and repeats it twice⁵. The B chorus brings the climax, the resolution of which concludes the first part of the song.

The song continues with a light variation of the brass swing theme from the intro, and is followed by (only) two A choruses. They bring new, witty and humorous, verses that grab the listener’s attention. In the second A chorus the brasses come in and lead us to a classic boogie-woogie bridge. Here, the first 4 bars on the tonic degree are doubled for the total of 8 bars. The rhythm section stops, except for the high-hat cymbal. The instruments hit the *tutti chords*, while the vocal brings the higher tension melody with stronger lyrics. At the beginning of the bridge the chords accentuate the first beats of every two bars, then first beats of every bar, then every two beats within a bar, and finally the acceleration and suspense resolve by moving and continuing the boogie-woogie chord progression to the subdominant degree. The ending of the 12-bar scheme again turns into the climax of the B chorus, which closes the second third of the song.

After having heard the B chorus twice, the song dynamics and brass arrangement go down to mezzo piano, and introduces the clarinet solo. This change of dynamics contributes to the development and dramatic context of the song. The clarinet leads its cheerful Dixieland melody in mezzo-forte, while the brasses grow in arrangement and dynamics. After the clarinet solo, the vocal repeats one (shortened) A chorus which immediately ends in the B chorus. This is followed by two solos, each lasting for the full 12-bar boogie-woogie phrase. The first is a rockabilly-style solo on electric guitar, and the second is a stronger clarinet solo, which now has to fight through the more prominent brasses. In the last passage of the 12-bar scheme the vocal concludes the song by repeating just the B chorus text⁵ during the A chorus part. The last four bars are not repeated as before, but are “stalled” by switching to the half tempo, making this last, fourth B chorus, special and more dramatic. The last two bars are a classic boogie-woogie cadenza, being also a standard in Dixie, blues, swing and jazz in general (already mentioned in 2.2). It brings the song to an end, which is fur-

⁵ The literal translation of the Croatian line is: “He is my friend, his name is Psycho Billy”.

thermore affirmed by a short glissando stab, starting from the tonic E6 chord and going downward in intonation and dynamics.

3. RECORDING AND EDITING

The recording microphones are listed in Table 3. A Tascam DM-3200 digital mixing console served for collecting the microphone signals into its high quality microphone preamplifiers, and for the 44.1kHz/24-bit AD conversion. The computer connection was provided through the IF-FW/DM mkII 32-channel firewire interface. The recording was done in Steinberg Nuendo® 3.2 host program on the PC platform, maintaining the same 24 bit dynamic resolution and 44.1kHz sampling frequency.

The instrument tracks were laid down one by one, starting with drums. As was already mentioned in the introduction, the same recording principle was used also for the wind instruments. But let's start with a short survey of the recording stage according to its chronology.

3.1 The drum kit recording

Both, the rockabilly drums and the big band jazz drums should sound naturally on recordings. So, our goal was to maintain the impression of the natural sounding drums, played by a real drummer, but closer to the rock production. The usual alterations of the drum sound from its direct acoustic appearance—due to the use of close miking, EQs and dynamic processors—are considered as expected by a modern listener. The drums will still be perceived as “acoustic and natural”, just more “phonogenic”. The processing is applied to make the sound a bit punchier and more up front, and thus more adapted to the recording and reproduction medium.

The Sonor Force 2003 drum kit with metal snare drum was used. The drummer, well acquainted with the song, was governed by the host program metronome at 220 bpm. In the end he halved the tempo as needed. If there had been more subtle tempo changes, we should have them preprogrammed, e.g. by using a tempo track.







Bass drum. The bass drum was recorded with Sure Beta 52a microphone, placed inside the small opening ($\Phi \approx 15\text{cm}$) in the back membrane. The microphone was pushed inside the drum body up to the half of its length, and directed toward the beater hitting zone. Prerecording equalization was done by inserting the Behringer Tube Ultra-Q T1951 equalizer into the signal path, and choosing a peaking curve for +4dB boost at 60Hz, to emphasize the “thump” part of the bass drum sound.

Snare drum. The industry standard Sure SM57 was put on the snare. It is a classic choice for both PA and studio applications. The microphone was placed at the drum edge, 6cm above and in parallel to the drum skin, close to the rim (Figure 2). A prerecording equalization was



Figure 2. The snare drum recording. Shure SM57 is placed close to the edge, in parallel to the drumhead, and 6cm above it. The picture is taken with gratitude from [4].

Table 3. Recording microphones.

Microphone	Transducer	Polar Char.	Freq. Range	Usage
 Shure SM57	Dynamic	Cardioid	40 – 15000 Hz	Snare dr., el. guitars, clarinet
 Shure Beta 52A	Dynamic	Super-Cardioid	20 – 10000 Hz	Bass drum
 Sennheiser e604	Dynamic	Cardioid	40 – 18000 Hz	Tom-tom
 Shure Beta 58A	Dynamic	Super-Cardioid	50 – 16000 Hz	Clarinet
 Rode NT5×2 (matched)	Condenser	Cardioid	20 – 20000 Hz	Trumpets, trombones, saxes, overheads
 sE2200a	Condenser	Cardioid	20 – 20000 Hz	Vocal

done on the second channel of the tube Ultra-Q, set to +4dB HF shelving boost starting at 3kHz, to enhance the snare component and add freshness to the sound.

Tom-toms. There were two tom-toms in the drum kit, the mid and the floor tom, of which only the former was used. It was miked with the Sennheiser e604, slightly to the inside of the rear rim, at the angle of 45° to the drum-head axis. The distance from the drum skin was carefully adjusted by listening to the sound and trying to benefit from the microphone proximity effect. No prerecording processing of any kind was done.

Overhead recording. The popular overhead microphone technique is used for collecting the global sound of the drum kit with its cymbals. A pair of well placed microphones, possibly matched, will provide a natural stereo sound image of the drums that is close to how we hear them in a given acoustic space. We applied the recognized *recorderman overhead technique*. It is quite simple and yields excellent results with only 2 or 3 microphones. A detailed description for the recorderman drum setup may be found in [5]. The technique ensures that:

- The snare and the bass drums are well centered in the stereo image, because the distances from each of them

to both of the microphones are equal (resulting in the equal loudness and equal phase relationship).

- If the close microphones are used for the snare and bass drum, the interference of their signals with those of the overheads results in no audible problems.
- The captured sound will be close to how the drummer hears it.

One of the important advantages of the recorderman technique is the relatively close position of the overhead microphones comparing to other overhead techniques. This makes it very good for the low ceiling spaces as was ours. There is not much interference from the early reflections and reverberations from the nearby surfaces that are usually introduced when further apart overheads are used. Although our ceilings were made highly absorbent, we still used the above technique for its tight, punchy, and yet natural, sound, that fits our composition's genre.

In our case, a matched pair of Rode NT5 microphones was used for the overheads, bringing the total number of the drum microphones to five.

3.2 The electric bass recording

One of the specifics of the rockabilly sound is energetic staccato playing on the upright bass. As was already discussed in 2.3, here we had a band with a standard rock rhythm section, so that the bass line had to be played on the electric bass. The bassist was supposed to resemble the rockabilly mood by playing the cut-off, or "stopped", notes. He followed the bass line as notated in the arrangement score, and was governed by the rhythm of the recorded drum tracks. The Yamaha RBX 260 electric bass was recorded directly into the Tascam digital console. The equalization was made on the electric bass alone, by adjusting its pickups and onboard passive equalizing filters.

3.3 The electric guitars recording

To get the authentic rockabilly sound, the band leader and guitarist borrowed Washburn J9, a hollow body electric guitar. It appeared on the two el. guitar lines: the rhythmical boogie-woogie riffs, and the solo part.

The following two electric guitar amplifiers were used:

- Marshall Valvestate 8040 combo, with a tube preamplifier on the so called "boost channel" and a transistorized amplifier — for the rhythmical riffs with just a hint of distortion.
- Laney combo full tube amplifier — for a bit more distorted sound on the rockabilly guitar solo.



Figure 3. The placement of the microphone SM57 in front of the Marshall Valvestate 8040 combo amplifier.

The amplifiers' speakers were miked with Sure SM57, as illustrated on Figure 3. As usual, the electric guitar sound was carefully prepared on the amplifiers to be as close to what we need as possible. Additionally, the tube equalizer was inserted in the signal path to give more warmth and to provide in detail prerecording corrections that were not feasible on the amplifiers.

3.4 The wind instruments recording

As was already discussed in the introduction, just one performer presented the whole wind instrument section, and recorded all the necessary tracks *one by one*.

Trumpets and trombones. These classic brass instruments were recorded with a small diaphragm Rode NT5 condenser microphone. The signal was fed directly into the Tascam DM-3200. The trumpets are the loudest instruments in the big band, quite possibly the loudest instruments at all, capable of producing sound pressures of up to 155 dB_{SPL} at the horn output. This fact had to be taken into consideration, because even the sturdiest microphones cannot accept the sound levels this high. The NT5 has dynamic range of 143 dB_{SPL} at 1 kHz test signal. To accommodate for the trumpet high sound pressures and ensure that no distortion will happen, the microphone was placed at the distance of 80 cm apart from the trumpet horn, 20 cm below the horn axis (Figure 4a).



Figure 4 a and b. Recording of trumpets (a), and saxophones (b). The picture is gratefully taken from [4].

The four lines of trumpets and four of trombones were recorded directly into the host program without any pre-processing.

Saxophones. For all our saxophones the NT5 microphone was used. It's high quality small diaphragm proved to be a good choice for the wind instruments in general. The microphone position was slightly off axis to the right, pointing to the spot in the middle of the instrument body, approximately 50 – 75 cm apart (Figure 4b). Fine adjustments were done for every of the three saxophone types, by carefully listening to their sound.

In total 5 saxophone lines were recorded: 2 alto, 2 tenor, and 1 baritone, as outlined in Table 2.

Clarinet. The typical microphone position for the clarinet recording is shown in Figure 5. The microphone is placed on the side (to the right on the picture), pointing to the lower part of the instrument, but not to the bore. The intention was to get the sound evenly from both, the wooden body, and the tube opening.



Figure 5. Clarinet recording. The microphone diaphragm axis is further off the instrument axis (on the picture to the right [4]).

Although there was only one clarinet line in our arrangement, we recorded it separately for:

- i. The parts were it was playing together with the brass instruments — with one Rode NT5, as shown on the Figure 5.
- ii. The clarinet solos in the last third of the song — with two Shure Beta SM58 microphones placed in the NOS stereo technique [6]. NOS is similar to the ORTF technique (with distance $d = 17\text{cm}$, and angle $\alpha = 110^\circ$) but with greater distance between the microphones and narrower angle (Figure 6). We used the technique to capture more integral clarinet sound.

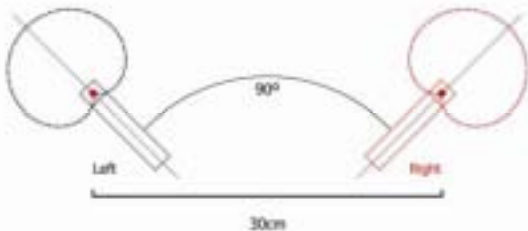


Figure 6. NOS stereo recording technique. The original NOS angle was $\pm 40.5^\circ$ from the line of symmetry, adding up to 81° . The practical choice of the angle is 90° (the picture is from [6]).

3.5 Vocal recording

The recording of the lead vocal was straightforward. The signal coming from the sE Electronics 2200a large diaphragm condenser microphone was fed directly into the DM-3200 preamplifiers. The singer's voice largely defined the overall sound of Kom3dija band. Here, he had the important task of shaping the vocal interpretation in such a way to artistically unite the band's basic ethno-rock genre with the rockabilly style on one hand, and the jazz style arrangement on the other.

3.6 Editing

One of the key benefits of the one-by-one wind instruments recording was evident in this production stage. Thanks to the capabilities of modern audio recording software, the full and precise time editing could be accomplished. Rhythmical errors on any of the instruments (lines) within the wind instrument sections were carefully corrected. This, of course, would not be possible if the whole sections were recorded.

The editing procedure is very time consuming, but is also straightforward. The nuances and the final effects of the moving of audio parts or audio samples depend on the host program. However, high precision and great

musicality are required in the process. The editor must feel what the ideal rhythmical phrase, and the correct “groove” is, and adjust the off-time parts accordingly.

The final results were very good. The groove was smooth-running and swiny, and the achieved rhythmical accuracy was very satisfactory.

4. MIXING

The audio material was mixed in the same host program it was recorded in — Nuendo 3.2. It was done without using any external equipment, according to the well known concept *In the Box* (ITB). It designates that all the tasks are done within a DAW (Digital Audio Workstation), i.e. within the realm of software run on a computer, or possibly the hardware installed in it. In our case it was only the former that took place.

Since the instruments were already recorded with the right sound—as desired or at least very close to the desired—no sound alterations were done prior making the first, *rough mix*. A frequent mistake is to start equalization on individual instrument tracks without hearing the global sound image. This often leads to the counterproductive or excessive use of frequency filters and other processors.

In the preparation of the rough mix, we started with the wind instrument sections by defining the volume relations between particular instrumental lines. Every section was routed to a stereo subgroup for easier further manipulation. Afterwards, the similar actions followed for the rock band rhythm section, and the solo tracks. The result was the definition of the approximate instrument levels and their positions within the stereo image (Figure 7).

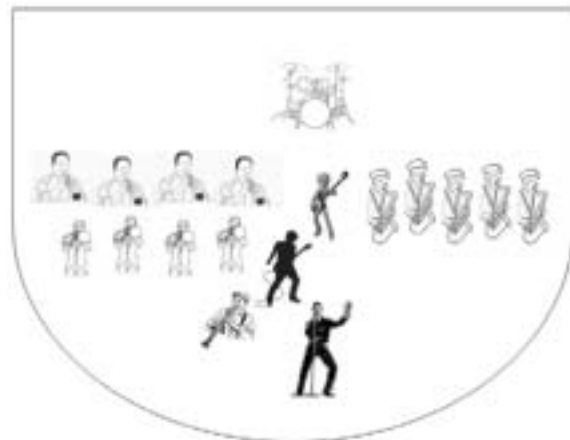


Figure 7. Instrument positions within the stereo image.

After defining the rough mix, the song was carefully analyzed. The defects noticed in the global sound image were attributed to particular instrument sections and their individual tracks. These had to be improved by applying frequency and dynamics modifying tools.

In order to adequately deal with various aspects of the audio material processing, every professional, and particularly the recording, mixing and mastering engineer, should be well acquainted with the frequency ranges of the instrument's fundamental tones and its higher har-

monic or overtone contents. One excellent chart containing both of these can be found in [7].

Modifying of the dynamic range is similarly important, requiring knowledge and skills in applying a correct processing to each track. The mixing engineer must be an expert in hearing and analyzing of the audio material, in diagnosing the problems and finding ways to solve them.

All these actions are especially important in the complex productions like ours. Here the good audibility, the definition, and acoustic coordination of all instruments, must be achieved during the recording phase, and even more so in the mixing process.

In both, the frequency and dynamic interventions, we can recognize the following two types of actions:

- i. **Corrective actions**, needed because of the deficiencies in the audio material itself, or because of the way the audio signal will interfere with other signals in the mix;
- ii. **Improving actions**, aimed to make the audio material more *appealing*, where the definition of the *appealing* is, of course, depending on the music genre and style.

Sometimes only the first step will suffice, and sometimes we shall want to make that extra enhancement or produce a special effect. Quite often the same (similar) results can be obtained by taking different routes of action. Which way will be chosen, highly depends on the technical and artistic style, experience, and inspiration of the mixing engineer and producer.

The next step in our production was to set a precise mixdown. Although it contained dozens of separate tracks, we had to organize it in a way that would be easily controllable, and that would not burden the creative process of mixing. Our final mixdown was based on defining the rhythm section and the drums first.

4.1 The drum mixing

The modern drum kit contains drum and cymbal elements that spread a broad frequency range — from the lowest frequencies of the bass drum (≈ 50 Hz and lower), to the highest cymbal overtones that exceed 16 kHz [7]. Knowing the features and the desired sound of each drum element in a given music genre is essential.

Bass drum. On the bass drum the low and high frequency roll-off is used. The high pass filter (HPF) was set at 27 Hz and the low pass filter (LPF) at 12 kHz, both having the slope of 18 dB/oct. The low range around 60 Hz (precisely at 56 Hz in our case) was slightly boosted to get yet higher thump volume (check also 3.1). To emphasize the kick component of the sound, a high Q peaking boost was applied at 4 kHz. This accentuation of the hi-mid frequencies will help the bass drum to be audible on the (small) speakers with inferior bass response. The Waves transient designer TransX Wide served us to shape the signal envelope (see Table 4). The initial attack was slowed down to make the kick a bit softer.

Snare drum. The snare drum track was treated with the *paragraphic equalizer*, which combines the functionality of the parametric equalizer (adjustable peaking frequency and Q-factor), with the abundance of bands and the appearance of the graphic equalizer (sliding gain potentiometers). Because no physical damping was provided on the snare drum, the resonance of its top skin had to be

removed by applying a high Q factor cut by 16.5 dB at 667 Hz. After that the signal is passed through the *saturation* to sound richer. The snare drum sounds great when recorded on the analog tape, as do many other instruments. If the signal is recorded with a high enough level, but of course, not too high, the tape enters its soft *saturation*. This is a nonlinear regime which, like every other nonlinearity, generates distortion. Thanks to the marvel of the analog tape medium, this nonlinear response generates nice harmonics. These days we can find affordable plugins which, at least partially, bring back the warmth of analog recordings to digital studios.

More equalization was done after the saturator. A little boost is made in the lower end at 250 Hz. To help the snare get through the mix, its presence is emphasized a bit by boosting the region around 3 kHz. Also, some airy highs were added by applying a shelving equalization at 10 kHz to compensate the loss of high frequencies after the saturator.

The signal was sent to the effect track for adding the necessary spaciousness. A software simulation of the Lexicon PCM 96 reverberation unit was used, with the “Chamber” type of space. It is important to fine-tweak the reverberation time and other parameters till the obtained sound blends with other instruments and sits well in the mix.

Tom-tom drum. The tom-tom drum was processed by using the gate dynamic effect to eliminate the unwanted low-level signals picked up from other instruments. The threshold was set at -24.5 dBFS. The gate attack and release times were adjusted to get as smooth, and as unnoticeable dynamic response, as possible. Sometimes, the background signals coming from other drum elements may contribute to the richness of the drum sound and its wider stereo image. However, this is usually not applicable when heavy equalization and post-processing of the drum tracks is applied.

The usage of dynamic gates contribute to the enhanced dynamics, and can, depending on the settings, influence the attack and release times of the recorded sound. In that sense, our choice of using gates is correspondent to the classical way of producing the rock drum tom-toms.

An alternative to the signal gating in nowadays digital production is the manual editing. The unwanted audio signal can be easily silenced out. On analog, and even on digital, tape recorders, this was possible only for longer pauses between the useful signals. Now we can do that in the host recording programs with a surgical precision, regardless of how short the unwanted signals are.

The equalization applied to the tom-tom drum had to reduce its low frequencies, and to stretch its “singing” overtones. The overall guidance was to get a nice, natural sounding tom-tom.

Overhead drum tracks. The two mono tracks from the overhead microphones were routed to a stereo subgroup for the joint processing of both channels. The equalization started by applying HPF set on 500 Hz, with the purpose of filtering out the basic frequencies of the bass and snare drum sounds caught by the overheads. The overall drum sound on these two tracks was gently compressed by applying the PSP Oldtimer plugin. It is a

simulation of the compressor with fixed temporal parameters (attack and release time), resembling the opto or vintage style tube compressors. A slight make-up gain of 1.5 dB was applied to utilize the extra headroom introduced by the compression.

4.2 The electric bass mixing

The paragraphic equalizer was chosen to eliminate the bass boominess. A low Q ($Q \leq 1$) peaking curve centered at 250Hz was used to make the cut. The harmonic generator was applied to enhance the bass presence in the higher spectrum range, thus helping the bass to get through the mix and to be audible even on the smaller speakers.

4.3 The electric guitar mixing

In the rockabilly style the electric guitars are raw, fresh, and slightly distorted, bringing back the sound of the early days of rock music. The Kom3dija's standard guitar sound was not far from that, only a bit harder, since being influenced by the early punk era. Now the sound was slightly refined and redefined to make it suitable for the rockabilly song (confer also 3.3).

Riff electric guitar. The recorded sound was emphasized by adding the mid and high-mid frequencies. Slight analog tape saturation is added to smoothen out the transients. The low roll-off was applied to filter out the frequencies below 100 Hz. After that the sound was compressed by Softtube FET compressor in its parallel mode. Here the high compressing ratio of 10:1 was mixed with the bypassing uncompressed signal. Short attack and release times were set, and the look-ahead function was turned on to suppress the fast transient peaks of the plucked strings.

Solo electric guitar. To achieve a warm and yet prominent sound of the solo electric guitar, we have applied the analog tape saturation simulator again. Afterwards the sound was brightened a bit by cutting the middle frequencies. Normally the solo guitar needs not a lot in the high audio spectrum. After all, the best guitar amplifier speakers are of limited range, and start their roll-off at 5 – 6 kHz. However, slight corrections, like raising the frequencies above 4 kHz, will help in making the sound brighter and better defined in the mix.

4.4 The wind instrument mixing

The main specific of this work was the implementation of the big band brass sound into the more or less standard rock production. Another thing special was the recording of more than a dozen of wind instrument lines one by one. To achieve the coherence of the tracks on the local and global level, we have always grouped the separate tracks belonging to the same section into one *section subgroup*. Thus we have provided a means for the further *common mixing treatment of the section as a whole*. Such an approach highly contributed to the natural sound of the brasses in the final mix.

Trumpets. Following the recipe just stated, the separate trumpet tracks were routed to a stereo subgroup, to obtain a homogenous trumpet section. The parallel compressing was used in the limiting regime (compressing

ratio higher than 20:1). The attack and release times were set to long values, to ensure the more natural response. Anyway, the wind instruments do not have a fast attack. High frequencies at 8kHz were boosted by 5.5 dB to emphasize the brassiness of the sound.

Trombones. The trombone tracks were compressed individually with a limiter added on output. The individual tracks were then routed to a stereo subgroup. Here the lower mid frequencies from 300 – 400 Hz were cut a little bit, and the highs at 5kHz were raised significantly (+9 dB). Another compressor, with small 2:1 ratio, was put in the stereo signal path to control the sudden peaks.

Saxophones. On the first alto saxophone there was a loud resonating region around G4 concert tone (392Hz), which is the E5 note on Eb alto sax. It was satisfactory

Table 4. The plugins used in the mixing process.

Type	Manufact. & Name	Usage
EQ	Waves Q10 - Paragraphic	<ul style="list-style-type: none"> • Snare drum, overheads, tom-toms; • El. bass, solo el. guitar; • Saxophones, clarinet; • Vocal.
	Waves API 550A	• Saxophones, trombones.
	Waves VEQ4	• Bass drum
	Softtubes Trident – A – Range	<ul style="list-style-type: none"> • Snare drum, Tom-tom, • El. riff guitar; • Trumpets.
Compressor	Waves API 2500	<ul style="list-style-type: none"> • Wind instruments • Postproduction.
	Waves RComp	<ul style="list-style-type: none"> • Saxeas, trombones; • Vocal.
	Waves RVox	• Trombones
	Softtube, FET Compressor	<ul style="list-style-type: none"> • El. riff guitar; • Trumpets; • Vocal.
	PSP Oldtimer	• Overheads
Limiter	Waves L3 Multimaxizer	• Postproduction
Gate	Steinberg Dynamics	• Tom-tom drum
Deesser	Waves RDeesser.	• Vocal
Saturator	Stillwell OligarcDrive	• Snare drum
	SoundToys Decapitator	• El. solo guitar
Transient Designer	Waves TransX Wide	• Bass drum
Harmonic generator	SPL Twin Tube	• Saxophones
	Waves RBass	• El. Bass
Vitalizer	SPL Vitalizer	• Postproduction
Reverb	Lexicon PCM Native	<ul style="list-style-type: none"> • Snare drum; • Wind instruments; • Vocal.

decreased by applying a high-Q cut by 5 dB on the Waves Q10 (the value of 90 corresponds to $Q > 10$).

On the second alto sax track the resonance occurred around B4 tone (494 Hz, note G#5 on the alto sax)⁶, which was suppressed in the same way as above. To avoid accumulation of the basic tones from the similar instruments, the low frequency range around 100Hz was decreased by 2 dB. The mid range was boosted at 800Hz to get the mellower sound. Finally, to obtain more “airy” sound, the frequencies above 5 kHz were raised slightly.

On the tenor and baritone saxes the low-mid frequencies were cut, and the high-mid and high frequencies were raised, with the details depending on the instrument [1]. As before, the individual tracks were routed to stereo subgroup for the common dynamic processing, which helped to homogenize the saxophone section.

The Common Brass Section. The three section subgroups were routed to a *common brass section stereo group*. Dynamic processing, now on the third level, was applied again for better blending of the constituents. The total brass dynamic processing can be summarized as follows:

- *Micro-dynamic processing* applied on the individual instrument level (trombones);
- *Intermediate-dynamic processing* on the instrument-section level (trumpets, trombones, saxophones);
- *Macro-dynamic processing* on the global level, for the brass section as a whole (wind instruments less the clarinet).

The above procedure follows the usual practice of applying several compressing units with more subtle compression in series, rather than just one unit with severe compression settings.

After finalizing the dynamics, the reverberation was added to the common brass section. To keep the brasses close to the listener, a reverberation effect with a short, 1.0s, RT60 reverberation time, and emphasized early reflections, was chosen on Lexicon PCM Native.

Clarinet – solo parts. Two mono clarinet tracks were routed to a stereo subgroup and equalized by cutting the low range at 125 Hz and 500 Hz. In the reverb applied, the early reflections were emphasized similarly as for the common brass section. However, we selected a bigger space (medium hall), with longer reverberations (1.7s), on the same plugin as above, in order to give more power and spaciousness to the solo instrument.

4.5 The vocal mixing

The Kom3dija lead vocalist is known of his medium raspy voice and an energetic and resolute style of singing. It is equally well suited to various genres, from jazz and rockabilly to punk. During the vocal processing, the attention was paid to preserve the voice vibrancy and dynamics.

The first processor in the signal path was Waves RDeesser set at 5.5 kHz to compress the sibilants. Afterwards, we had to get rid of an unwanted sound component at 246 Hz that somehow entered the recording and was enhanced even further in the later stages of the processing chain. A strong 7.5 dB cut was made on the paragraptic equalizer with a high-Q peaking curve.

The vocal dynamics was governed by two compressors in series. The first one was set to parallel compressing mode, with a high ratio (10:1) compression in parallel to the original sound (compare to 4.3). The second one was set to a mild compression.

Finally, the mono vocal track was routed to a stereo subgroup, with the true stereo Lexicon PCM Native reverberation plugin inserted in its insert points. The Large Wide Chamber space was chosen. The mixture of the input (dry) and the reverberation (wet) signals was to be carefully set in the plugin itself. This is a less standard way of applying reverberations than the usual sending of signal to a common effect track via the send (auxiliary) busses. Namely, in this way the effect cannot be added to any other tracks. However, when the reverb is used for only one stereo pair of signals, as in our case, this is an alternative giving the same final result.

4.6 Overall mixing

After having the complex brass sections already mixed and processed, the final, overall, mix reduced to the complexity of an average rock production. The composition structure and arrangement, presented in 2.4, was to be carefully followed, in order to obtain the desired musical result.

With a detailed automatization we have achieved that the brass sound merges well with the rock band sound. It should be perceived as big and powerful, but must never overshadow the rest of the band. Also, where needed, it had to be adequately subdued to give room for the leading lines, like in the beginning of the vocal parts and during the first clarinet solo. The consistency of the relation between the rock and the big band brass sound had to be carefully preserved throughout the song. The precise arrangement and dynamical playing of the brass sections helped us immensely in achieving that task.

The lead vocal clearly defines the song and reveals the Kom3dija musical style. The voice is upfront and brings the melodic and textual content resolutely, grasping the listeners’ attention from the beginning.

During the clarinet solo, the arrangement is quiter, providing a nice relaxation before the grand finale.

In the climax parts during B choruses, in the bridge part, and in the end of the song, the “tutti sound” had to be achieved. However, in difference to the classic big band sound, the electric guitars, the bass and the drums should be also present, reminding us that this is a rockabilly song and that the rock band is still there.

All this demanding dynamics required precisely set automatization. It was programmed in several passages, and in consultations with several participants of the project.

5. POSTPRODUCTION

It is a well known piece of advice that the mastering phase of production should not be done in the same place and by the same people as mixing. This final touch in the complex music production chain should be delegated to specialized postproduction and mastering studios. However, many of the mixing engineers practice to finalize their recordings by providing an *after-mix* or *first-stage postproduction*. Many people consider such postproduc-

⁶ B4 = H1, G#5 = G#2, in the Central-European pitch notation.

tion as being a logical closure of the mixing process, and often do it even if knowing that the postproduction and mastering will be applied later again, possibly in specialized facilities. By providing the first-stage postproduction, they, at least temporarily, finalize the audio material and make it better sounding for the radio and other presentations. It is a help to their clients who do not need to go elsewhere to get a final product. Very often it can be a single song, a pilot radio version that, might or might not appear on a future album, etc.

Regardless if the further postproduction and mastering will be done or not, it is a good practice to save the pure mixdown prior any, or most, of the processing is applied. We may be tempted to leave our “super compressor” in the stereo master channel, but only if sure that it is really needed, and that it does not spoil anything. But, in order to be able to repeat the postproduction process later on, either by ourselves or by others, the preprocessed recording should be the starting point. A mastering engineer might require the unaltered mixdown, knowing that her (or his) high quality equipment would do a better job on the material which is not spoiled by previous (inferior) audio processors.

From the above discussion it is obvious that most of the people engaged in audio mixing will find themselves doing at least some stages of postproduction. This is especially so in the small recording studios like ours, where most of the audio engineering tasks must be performed by a single person.

In the after-mix or first-stage postproduction of a stereo recording, we usually assume that the following procedures are carried out:

- Equalization (also including frequency enhancement, excitement, vitalizing, and similar frequency-response shaping processes);
- Compression and limiting;
- Other processing, like sound colorization (by the use of harmonizers and chorus effects), stereo image corrections and expansions, etc.

These actions need not be performed in the above order. Also, they can be performed more than once, or not applied at all. At this postproduction stage we usually deal with only one song or one song at a time. The true album-mastering process must fine-tune the sound images of several different songs, it must level out their mutual loudness, arrange good transitions from one song to another, and assure good overall sound of a music album.

A common rule is that the postproduction should deal only with (subtle) corrections of the global sound image. It is not about correcting the mixdown mistakes, like bad sounding individual tracks or wrong level ratios between them. Also, because we affect the whole recording, only the highest quality audio processors should be used, be they in digital or analog domain. The material should be monitored only on the high quality monitoring systems, and at last, being probably the most important of all, the process should be managed by an experienced person.

In this project we have also provided the first-stage postproduction, which will be depicted here. The final mastering of the album, on which the song is to appear, is planned to be done in a high quality, professional master-

ing suite. This should prove that we have listened to the advice from the beginning of this section.

For our postproduction, we used Nuendo 3.2 host program. A great help in the procedure is the abundance of good quality mastering plugins available today. By knowing our monitoring system (the active Alesis M1mk2) and our control room acoustics well, and by having gained the experience from many previous postproduction endeavors, we were ready to accomplish this last task.

Fine shaping of the frequency range. The first processor was the SPL Vitalizer, used instead of the standard equalizers. We brightened the global sound in the high-mid region by applying 2 dB boost at 3 kHz, and by turning on the “process” knob of this multifunctional plugin.

Compression. The next processor in the chain was the Waves API 2500 plugin, the software simulation of the renowned industry-standard hardware compressor [8]. It was applied with a low compression rate of 1.5 : 1. The attack time was set to 30 ms in order to preserve the transients and the liveliness of the original sound image. The threshold was set in a way to get just a slight dynamic reduction — not more than 1 dB in dynamically moderate parts, and up to 1.5 dB in the loudest parts of the song. The knee of the dynamic response curve was set to soft.

The DSP implementation of the API 2500 special high-pass filter THRUST®, included in the Waves plugin, was set to its medium option: MED Thrust. The filter is placed before the compressor’s RMS detector, which has the all important role of the gain reduction by governing the voltage control amplifiers (VCAs). It provides filtering of the side-chain control signal in order to get a natural, frequency dependable, compression, with response sketched in Figure 8. The ordinate gives the signal that is fed to the RMS detector. With the MED Thrust the HPF starts at the low end and goes up to 200 Hz with the slope $a = +3.01 \text{ dB/oct} = +10 \log_{10} 2 \text{ dB/oct} = +10 \text{ dB/dec}$.

Here, oct and dec are *octave* and *decade* frequency intervals, between which the elementary equality holds: $1 \text{ oct} = \log_{10} 2 \text{ dec}$. Further on, in the range from 200 Hz up to about 3 kHz, the MED Thrust filter is flat, and up from there the high frequencies are boosted with the same slope HPF as in the bass region. In all, there are three THRUST positions: NORM, flat (working like an ordinary compressor), the mentioned MED Thrust, and LOUD Thrust, with the constantly rising HPF curve with the slope $a = +3.01 \text{ dB/oct}$ [8].

To explain shortly, the inverse slope from that of THRUST is the well known declining slope of the pink noise energy density: $a_{pN} = -3.01 \text{ dB/oct}$. This density halves its value after each octave, keeping the total energy per octave constant. The underlying idea of this patented system is to decrease the compression in the lower, and increase it in the higher, frequency region, in accordance to the behavior of the pink noise. This reduces the excessive *gain pumping effect*,⁷ which is in many

⁷ Compression is usually triggered by the lower frequency signals, which dominate in the standard audio material, just like in the pink noise. The usual compression suppresses all the frequencies equally, so that during compression phase the high frequency signals (including noise) are suppressed for the same amount as the low ones. When the high-level low-frequency

music genres, including ours, completely unacceptable. Thus the above mechanism enables louder and smoother recordings which still sound very natural.

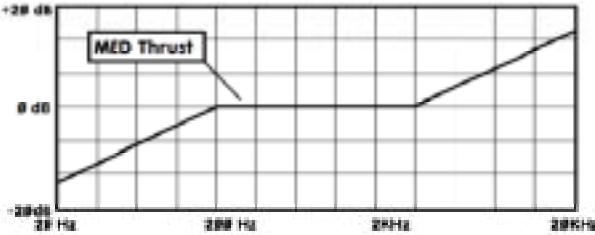


Figure 8. The Waves API 2500 MED Thrust frequency response. From the unit specifications in [8].

Limiting. The last processor in our postproduction chain was the Waves L3 Multimaximizer, a multiband limiter that controls dynamics in five adjacent frequency bands [9]. The limiting threshold was set so that the maximal attenuation did not exceed 2 dB on the loudest passages. The limiters must have a fast response (attack) times to react promptly to sudden signal peaks. In this plugin only the release time was adjustable for each frequency band. The smooth limiting was achieved by rising the release time to maximum, while still maintaining that the attenuation indicators “dance with the rhythm of the music”. The output signal ceiling was set to a value just slightly lower than 0.0 dBFS (-0.3 dBFS), to prevent possible problems that (lower quality) DA converters might experience when reproducing their maximum signal levels.

Together with the previous compression, this mild limiting enabled sufficient dynamical control and the increase of the output RMS level for several decibels, while preserving the natural sound of the final recording.

Dithering. In the final step of our postproduction, when reducing from the 24 bit resolution to 16 bit CD audio format, the now common *dithering process* was applied. It was engaged on our last plugin, the Waves L3.⁸

6. CONCLUSION

Thanks to the development of digital audio technology, the high standards of professional audio production are nowadays more and more achievable in the recording studios that cost only a fraction of what was once regarded as the industry standard minimum. In this work we have described a demanding music production that should prove the above thesis, and also show how small

signal, e.g. caused by a strong kick drum or bass ceases, the compression stops, and the overall gain raises or *pumps up*. The high frequency signals or the higher frequency background noise, being present in the global audio material most of the time, burst out, and causes the “breath-like”, pumping, effect.

⁸ Dithering is essential in decreasing the effects of quantization error during dynamic reduction, like when transferring from 24 bit to 16 bit resolution. At low level periodic signals it is manifested in the appearance of artificial periodic patterns, which are heard as added harmonic content, i.e. the digital harmonic distortion. To prevent this, a low-level noise is summed to the original signal to “disturb and spoil” the harmonic patterns. The result is a less audible distortion, since the ear is less perceptive to the low level noise than to the same level harmonic content.

recording studios can be effectively used for the recording of the “big sound” of jazz and similar orchestras.

To accomplish the desired fusion in which an ethno-rock band performs a rockabilly song with the addition of the big band brass sound, it was a must to start from a full orchestration. The band and the music arranger cooperated in the definition of the composition, combining the rockabilly specifics with the power and grandness of the big band brass sound. And while the composer and the arranger had to define the musical ideas, while the musicians had to utter the sound of their instruments and bring in the art of their performance, it was the task of the music producer to amalgamate all this into a professionally sounding product. We have described the process of the music production starting with the preproduction phase, and followed by the recording, editing, mixing and postproduction stages.

The big band wind instruments were recorded one by one. This method, quite uncommon in the music production of the jazz orchestras, was thoroughly and consistently carried out. During the recording, the attention was paid to achieve the correct tonal and rhythmical performance. A precise and comprehensive time editing of the recorded tracks was performed to achieve greater accuracy. The separate brass tracks were summed into sections (trumpets, trombones, saxophones) and processed within stereo groups, in order to make them sound more homogenous and punchier. The sections were then summed into a common stereo brass section, with a rich sound, improved punctuality, and good swinging groove.

Besides this, during the whole song we had to make sure that the “big brass sound” never overshadows the rockabilly foundation of the song. The guitars had to stay in the mix even in the loudest brass passages. On the top of everything, a prominent and stylish vocal had to bring the simple and catchy melody with funny lyrics loudly and clearly, acting like a cohesion factor that united all the composition elements into one.

The ultimate task of music production is to get a frequency-wise and dynamically-wise correct recording, which besides all this must also be musically appealing. We hope that our final recording complies with this requirement, and proves that our production methods could be used as a model for similar musical projects.

7. REFERENCES

1. Lajtman M, *Glazbena produkcija rockabilly skladbe uz dodatak zvuka velikog jazz-orkestra*, završni rad br.68/2009, Veleučilište u Varaždinu, Hrvatska [Music production of a rockabilly composition with addition of the big band sound, bachelor thesis, Polytechnic of Varaždin. Croatia].
2. <http://www.en.wikipedia.org>, articles *Wind Instruments*, *Brass Instruments*, *Woodwind Instruments*, *Saxophone* (last accessed on May 2011).
3. Erich M. von Horbostel, Curt Sachs. 1914. *Systematik der Musikinstrumente: Ein Versuch*, Zeitschrift für Ethnologie, vol. 46, 1914; translated as “Classification of Musical Instruments,” by Anthony Baines and Klaus Wachsmann, *Galpin Society Journal* (1961), 14: 3-29.

4. David H, Robert R, *Modern recording techniques*, Focal press, 2005.
5. <http://www.hometracked.com>, inquiry: *Recorderman overhead drum mic technique* (last accessed on June 2011).
6. <http://en.wikipedia.org>, article: *NOS Stereo Technique* (last accessed on June 2011).
7. <http://www.independentrecording.net/irn/>, *Interactive Frequency Chart* (last accessed on June 2011).
8. <http://www.apiaudio.com/2500.html>, *API 2500 stereo compressor* (last accessed on June 2011).
9. <http://www.waves.com/Content.aspx?id=255>, *Waves L3 Multimaximizer* (last accessed on June 2011).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank all the participants of this project: the Kom3dija members and their leader Igor Baksa, the wind instrument players from the Čakovec Big Band and their leader Mario Jagec.

Logožar Robert
Polytehcnic of Varaždin
J. Križanića 33, HR-42000 Varaždin, Croatia
robert.logozar@vz.t-com.hr

Lajtman Marko
Lajtman j.t.d.
Glavna 2a, HR-40321 Mala Subotica, Croatia
marko.lajtman@ck.t-com.hr

ZAŠTITA ELEKTRONIČKIH PODATAKA

Varga M.¹

¹Tehnička škola Čakovec, Čakovec, Hrvatska

Sažetak: Cilj ovog rada je upoznavanje korisnika web servisa ili usluga s internetom, zaštitom podataka na internetu, zaštitom podataka od upada preko interneta i zaštitom podataka od upada u računalo fizičkim postupcima. Važno je istaknuti da će u radu osim teorijski objašnjenih opasnosti i načina zaštite podataka od zlonamjernih osoba biti prikazani i praktični primjeri, te alati za onemogućavanje upada u računalo (putem interneta ili fizički). Korisnici internetskih usluga naučit će kako zaštititi podatke pomoću pojedinih alata lozinkom i fizički. Kod zaštite podataka od upada s interneta bit će razrađene sigurnosne stijenke, kao što su stijenke koje filtriraju komunikacijske pakete, stijenke koje djeluju kao prividni poslužitelji, te stijenke koje djeluju kao stvarni poslužitelji. Najprikladnije istraživačke metode za ovu temu su: (1) istraživanje modeliranjem, (2) anketiranje korisnika internetskih usluga, (3) promatranje, (4) analiza.

Ključne riječi: internet, društvene mreže, antivirusni program, mobilna telefonija, fizička zaštita, kriptiranje, sigurnosni mehanizmi, zaštita transakcija, anketa.

Abstract: The aim of this paper is to inform Web services users or Internet users of data protection on the Internet, data protection from intrusion via the Internet and data protection from physical intrusion into the computer. It should be noted that besides the theoretically explained dangers and ways of protecting data from malicious persons the paper will present practical examples, as well as tools to prevent intrusions into your computer (via Internet or physically). Users of Internet services will be shown how to protect your data with a particular tool, password, and physical protection. For data protection from intrusion from the Internet, elaborate and detailed security wall (firewall) descriptions will be presented, such as walls that filter communication packages, the side walls that act as virtual servers, and walls that act as real servers. The most appropriate research methods for this subject matter are: (1) research modeling, (2) survey's online services, (3) observation, (4) analysis.

Key words: internet, social networks, antivirus software, mobile phones, physical protection, encryption, security mechanisms, protecting transactions, poll.

1. UVOD

U današnje vrijeme kada je internet važan resurs u svim organizacijama potrebno je posvetiti određenu pozornost računalnoj sigurnosti i računalnim sigurnosnim mehanizmima. Pri tome vatrozid, brisanje povijesti pregledavanja, antivirusni programi, fizička zaštita, optimalne lozinke i kriptiranje imaju veliku ulogu jer štite računalni sustav od brojnih zlonamjernih korisnika interneta. Osim vatrozida, brisanja povijesti pregledavanja, antivirusnih programa, fizičke zaštite, optimalnih lozinka i kriptiranja u radu su prikazani i mnogi drugi sigurnosni mehanizmi, te preporuke za sigurno korištenje interneta. Zbog stalne prisutnosti na internetu, najviše su izloženi korisnici DSL veze, kablskog interneta i stalnih veza, ali i ostali korisnici interneta nisu izvan opasnosti. Zaštita sigurnosnom stijenkom postoji u različitim oblicima, pa se zbog toga preporučuje odabir rješenje u skladu s potrebama. Korištene istraživačke metode za ovu temu su (1) istraživanje modeliranjem, (2) anketiranje korisnika internetskih usluga, (3) promatranje, (4) analiza. U većini slučajeva anketirani su korisnici interneta u dobi od 13 do 18 godina, od 19 do 29 godina, te stariji od 40 godina. Analiza rezultata ankete napravljena je u alatu za analitičku obradu podataka i prikazana je grafički 3D tortnim grafikonom. Za izračun rezultata ankete korištene su funkcije:

$f_x = \text{COUNTIF}(B3:B200; "a,b,c,d")$, $f_x = \text{COUNTIF}(D3:D200; "a")$, $f_x = \text{COUNTIF}(R3:R200; "Microsoft Security Essentials")$, $f_x = \text{COUNTIF}(R3:R200; "NOD Eset")$, $f_x = \text{COUNTIF}(R3:R200; "AVGfree")$, $f_x = \text{COUNTIF}(D3:D200; "b")$ i mnoge druge.

2. ŠTO JE TO INTERNET?

Internet je globalni informacijsko-komunikacijski sustav koji povezuje računalne mreže pojedinih zemalja i organizacija, te omogućava posjednicima računala diljem svijeta da putem svojih lokalnih i

telefonskih mreža međusobno komuniciraju, razmjenjuju informacije i koriste brojne druge usluge.[3] Internet je danas jako široki pojam. Razvio se iz projekta američkog Ministarstva obrane pod nazivom Arpanet, kojeg su potkraj šezdesetih godina pokrenuli u SAD-u. U početku je bilo zamišljeno da mreža Arpanet nudi svojim korisnicima samo jedan jedini poslužitelj, a to je onaj za pokretanje programa na udaljenim računalima. Nedugo nakon puštanja mreže u rad dodana su još dva poslužitelja, te je bilo moguće prebacivati datoteke s jednog računala na drugo i mogle su se slati poruke s jednog računala na drugo putem elektroničke pošte. Razvojem Arpaneta u internet tijekom godina popularizacije interneta, poslužitelji i računala su se prilično nagomilali.

Internet je računalna mreža svih manjih računalnih mreža. Za internet možemo reći da je širokopojasna rasprostranjena mreža koja povezuje računala svih veličina. Internetom mogu biti povezani serveri ili poslužitelji, lokalna računala, stolna i prijenosna računala, mobilni uređaji, te dijelovi mreže kao što su DSL modem, kabelski modem, usmjernik, preklopnik itd. Internetom se povezuje sve više netradicionalnih krajnjih sustava kao što su televizijski uređaji, uređaji u automobilima, okviri za slike, kućni elektronski i sigurnosni sustavi, web kamere itd.[6]

Stariji uređaji kojima se pristupa internetu su analogni modem brzine 56 kbps, koji se danas gotovo ne koristi, i ISDN adapter koji ima brzinu prijenosa podataka 128 kbps, tj. 64 kbps po kanalu, a sadrži dva kanala.

3. ZAŠTITA PODATAKA

Zaštita podataka se provodi kako bi se spriječila krađa podataka ili nedopušteno manipuliranje podacima. Postoje dva razloga zbog kojih se štite elektronički podaci: (1)zbog mogućnosti gubitka i (2)od neovlaštenog korištenja nepouzdanе osobe koja ima zlonamjerne ciljeve. U različitim organizacijama za sprječavanje gubitka podataka podaci se pohranjuju na različite medije koji također imaju određenu zaštitu od brisanja. Na uređajima za pohranu podaci se mogu uništiti samo fizički ukoliko su zaštićeni od brisanja.

Način i provedba zaštite klasificiranih i neklasificiranih podataka propisani su zakonom koji regulira područje informacijske sigurnosti. Kada govorimo o zaštiti podataka, potrebno je naglasiti da se dužnosnici i zaposlenici određenih ustanova moraju držati zakona o tajnosti podataka koji glasi:

Dužnosnici i zaposlenici državnih tijela, tijela jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, pravnih osoba s javnim ovlastima, kao i pravne i fizičke osobe koje ostvare pristup ili postupaju s klasificiranim i neklasificiranim podacima, dužni su čuvati tajnost klasificiranog podatka za vrijeme i nakon prestanka obavljanja dužnosti ili službe, sve dok je podatak utvrđen jednim od stupnjeva tajnosti

ili dok se odlukom vlasnika podatka ne oslobode obveze čuvanja tajnosti.[10] Ako se klasificirani podatak uništi, otuđi ili učini dostupnim neovlaštenim osobama, vlasnik podatka poduzima sve da otkloni moguće štetne posljedice, pokreće postupak za utvrđivanje odgovornosti i istodobno izvještava Ured Vijeća za nacionalnu sigurnost.[10] Ako se klasificirani podatak uništi, otuđi ili učini dostupnim neovlaštenim osobama u tijelu koje nije vlasnik podatka, odgovorna osoba tog tijela dužna je odmah o tome izvijestiti vlasnika podatka koji pokreće postupak iz stavka 1. ovoga članka.[10]

Ukoliko se govori o elektroničkoj zaštiti podataka na dokumentima, dokument se može zaštititi postavljanjem lozinke, standardiziranim davanjem imena mapama i imena dokumentima unutar mapa, te pravilnom organizacijom dokumenata u mapama.



Slika 1. Enkripcija dokumenata

Slika 1. prikazuje postupak enkripcije word dokumenata. Svi alati za obradu teksta u dokumentima trebali bi imati mogućnost enkripcije zbog zaštite podataka koje dokument sadrži. Enkripcija dokumenata može se učiniti i pomoću programa za enkripciju kao što su WinZIP i WinRAR. Kada je riječ o prijenosu dokumenata koji se stavljaju kao privitci putem internetske usluge elektroničke pošte, najbolje bi bilo da se primatelju dokument spremi u formatu koji je uobičajen, da bi ga primatelj lakše čitao. Korištenje standardnih formata zapisa omogućuje lakšu razmjenu dokumenata, a zatim i podataka s primateljima, te lakše čitanje dokumenata pomoću različitih programa. Podaci od gubitka mogu se zaštititi učestalim stvaranjem sigurnosne kopije podataka.

3.1. Zaštita podataka na internetu

Sve učestalije korištenje podataka s interneta potaknulo je pitanje zaštite baze podataka i njihovih sadržaja, odnosno prava njihovih autora. Internet je donio mogućnost prikupljanja velike količine podataka iz različitih područja ljudske djelatnosti, kao što su pravo, sport, ekonomija, informatika, promet,

kultura, graditeljstvo, školstvo itd. Internet je doveo do uspostavljanja nevidljivog nadzora pomoću uređaja sposobnih da presreću prijenos svih podataka u komunikaciji. Za presretanje podataka putem interneta nije dovoljno biti spojen na računalnu mrežu, već je potrebno imati odgovarajući alat kojim će se moći vidjeti paketi koji se prenose određenim komunikacijskim kanalom, od pošiljatelja prema primatelju.

3.1.1. Stavljanje podataka na NET

Prije stavljanja podataka na internetske servise treba dobro promisliti. Jednom stavljeni podaci na internet ostaju zauvijek na internetu. Podaci koji se prenose na udaljeno računalo, tj. na server, oni zauvijek ostaju kod vlasnika servera. Danas postoje servisi na internetu koji vraćaju podatke koji su bili objavljeni na nekim stranicama prije više od 10 godina. Primjer takvog arhivskog servisa za vraćanje podataka je Waybackmachine. Waybackmachine može vratiti sve podatke koji su bili objavljeni na službenim web stranicama, npr. Filozofskog fakulteta iz Zagreba (slika 2.) prije 12 i više godina, te se može „surfati“ po web stranicama fakulteta.



Slika 2. Stranica Filozofskog fakulteta od 21. veljače 1999. godine

Slika 2. prikazuje stranicu Filozofskog fakulteta od 21. veljače 1999. godine. Stranica je pronađena pomoću web alata Waybackmachine i na njoj se mogu naći podaci koji su bili tada na toj web stranici. Waybackmachine omogućuje izradu prikaza, kako se neki internetski portal razvijao kroz povijest, te koje su tehnologije korištene za izradu web stranica. Osim Waybackmachinea postoje i druge internetske arhive koje sadrže manje podataka i web stranica. Waybackmachine je internetska arhiva koja omogućuje da se za unesenu adresu web stranice prikažu povijesni podaci koji su bili objavljeni na njoj. Sve što se nalazilo i nalazi se na internetu bit će zauvijek zapamćeno, zato ne smijemo stavljati osjetljive podatke na internet.

3.1.2. Društvene mreže

Danas je najpopularniji internetski servis Facebook, pogotovo kod mlađeg uzrasta u dobi od 13 do 18 godina, što je jedan od razloga zašto su anketirane osobe u toj dobi. Razlog zbog čega je Facebook

popularan je želja da korisnici saznaju što više o prijateljima, poznanicima i drugim javnim osobama koje su korisnici tog servisa, a upravo to im omogućava Facebook. Preko Facebooka dogovaraju se sastanci, prosvjedi, skupovi, promoviraju se koncertni događaji itd. Društvene mreže se danas sve više koriste za oglašavanje. Korištenje društvenih mreža ponekad može biti opasno. Pet opasnosti društvene mreže Facebook koje navodi Joan Goodchild su:

- podaci korisnika se dijele trećim stranama
- postavke o privatnosti vratit će se na početne nakon svakog redizajna sustava
- Facebook oglasi mogu sadržavati zlonamjerni software
- Vaši prijatelji nespješno vas mogu učiniti ranjivim
- Spameri mogu kreirati lažne profile [5]

Osim spomenutih opasnosti Joana Goodchilda potencijalna opasnost su i neodgovorni zaposlenici unutar Facebooka. Facebook je otkrio nekoliko svojih zaposlenika koji su prodavali imena korisnika i njihove popise kontakata kako bi zaradili novac. [5] Zaposlenici su podatke prodavali raznim tvrtkama koje bi na taj način promovirale sebe, svoje proizvode i usluge na Facebooku.



Slika 3. Stranica Facebooka

Slika 3. prikazuje stranicu Facebooka te mogućnost organiziranja raznih događaja na web servisima. Društvene mreže trebale bi se iskoristiti za razmjenu dobronamjernih ideja, za rješavanje problema, razmjenu znanja i informacija, za jednostavan pristup resursima, za stjecanje novih poznanstava i poslovnih kontakata, za osnivanje novih udruga i tvrtki, stupanje u kontakt sa starim prijateljima itd. Danas Facebook nastoji uvesti mogućnost koja će trajno brisati sve podatke o osobi koja je imala profil na istoimenom servisu i to trajno, što je nezamislivo, a IT stručnjaci za sigurnost i zaštitu podataka sumnjaju u to.

3.1.3. Brisanje povijesti pregledavanja

Kada se pregledava web, internet preglednik pohranjuje informacije o web mjestima koja se posjećuju i podacima koji su uneseni preko web preglednika (npr. naše ime i adresu). Internet preglednik pohranjuje sljedeće vrste podataka: privremene internetske datoteke, kolačiće, povijest

web mjesta koja smo posjetili, podatke koje smo unosili na web stranicama ili u adresnu traku, te pohranjene web lozinke. Ponekad je korisno povijesne podatke imati na računalu jer se tako web može pregledavati većom brzinom. Također, informacije koje se često unose ne moraju biti iznova unesene. Podaci se trebaju brisati ako se npr. koristi javno računalo na kojem se ne žele ostaviti osobni podaci. Povijest pregledavanja i dopisivanja može se brisati tako da se izbrišu podaci unatrag dva tjedna, jedan mjesec, tri mjeseca i svi podaci koji su zabilježeni u povijesti.



Slika 4. Postupak brisanja povijesti

Slika 4. prikazuje način brisanja povijesti podataka o dopisivanju sugovornika na Skypu i način brisanja povijesti pregledavanja internetskih stranica u internetskom pregledniku IE8. Poželjno je da korisnik briše povijest pregledavanja u internetskim preglednicima nakon pregledavanja, kako sljedeći korisnik istog računala ne bi mogao zloupotrijebiti podatke o pretraživanju i pregledavanju stranica osobe koja je prethodno koristila računalo.

3.2. Zaštita podataka od upada s interneta

Podatke od upada s interneta možemo zaštititi antivirusnim programima, stijenkama koje filtriraju komunikacijske pakete (eng. Packet filter), stijenkama koje djeluju kao prividni poslužitelji (eng. Proxy server), te stijenkama koje djeluju kao stvarni poslužitelji (eng. Full server).

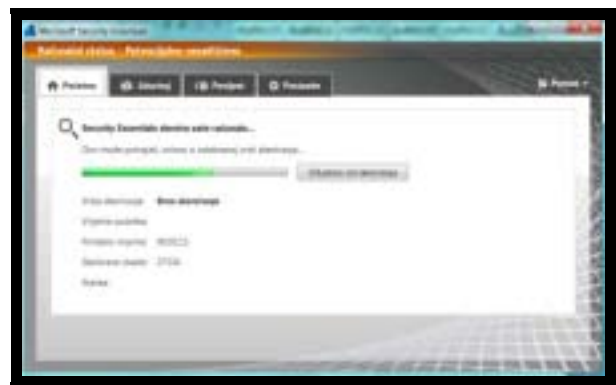
3.2.1. Antivirusni programi

Antivirusni programi štite operacijski sustav računala i samo računalo od zlonamjernih programa virusa. Neki od poznatijih antivirusnih programa su Microsoft Security Essentials, ESET NOD 32 Antivirus 4, ESET Smart Security 4, ESET Mobile antivirus (antivirus namijenjen korisnicima mobilnih uređaja), AVG, McAfee, Norton antivirus (Symantec) i mnogi drugi.

Virusi su mali programi koji su napravljeni tako da se mogu ugraditi u datoteke koje sadrže druge veće programe. Nakon što se pokrenu takvi programi, aktivirat će se računalni virus koji će izazvati štetu. [7] Računalni virusi su najčešća i najopasnija vrsta od svih malicioznih računalnih

programa. S obzirom na brzinu širenja i brojnost, uvelike će obilježiti budućnost razvoja interneta i usluga koje on pruža, te će sigurno biti glavni problem korisnicima i administratorima informacijskih sustava. [1]

Prije korištenja operacijskog sustava računala poželjno je ažurirati antivirusni program kako bi zadobio nove datoteke. Viruse sastavljaju zlonamjerne osobe koje nemaju ništa „pametno“ raditi. Takvi ljudi se trude nanijeti štetu korisnicima računala, proizvođačima programa i operacijskih sustava. Oni nastoje dokazati kako proizvođači računalnog programa nisu izradili aplikaciju na odgovarajući način sa zaštitnim i sigurnosnim mehanizmima, te da antivirusni programi ne pružaju dovoljnu zaštitu. Zlonamjerne osobe koje razvijaju viruse nemaju prevelike koristi od proizvodnje virusa.



Slika 5. Skeniranje diska antivirusnim programom

Slika 5. prikazuje skeniranje diska antivirusnim programom kako bi se utvrdilo postoje li neželjene datoteke na njemu. Računalni status je potencijalno nezaštićen, što se vidi iz gornje slike. Da bi se zaštitio sustav, u ovom slučaju potrebno je ažurirati antivirusni program.

3.2.2. Sigurnosna stijenka

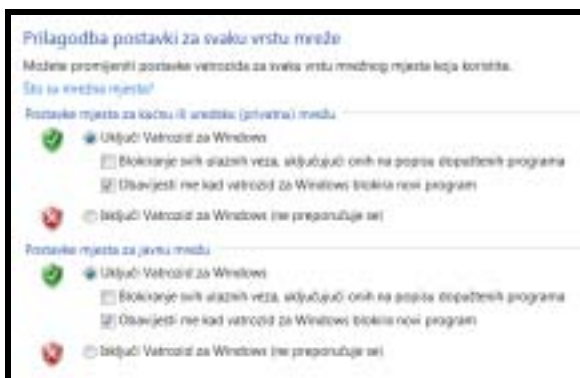
Sigurnosna stijenka je kombinacija softvera i hardvera koja izolira unutarnju mrežu organizacije od interneta, dopuštajući nekim paketima da prođu blokirajući ostale. Sigurnosna stijenka dopušta administratoru da kontrolira pristup resursa unutar mreže upravljanjem tijekom prometa prema resursima i od tih resursa.[6] Stijenka se može postaviti između interneta i intraneta, između intraneta i ektraneta te između interneta i ektraneta. [2] Sigurnosna zaštitna stijenka je računalo ili neka druga komunikacijska naprava koja fizički razdvaja dvije mreže. Sigurnosna stijenka ograničava pristup nekoj privatnoj lokalnoj mreži. Drugo ime koje se najčešće upotrebljava za ovaj naziv je vatrozid. Vatrozid je softver ili hardver kojim se provjeravaju podaci pristigli putem interneta ili mreže, a zatim ih, ovisno o postavkama, odbacuju ili propuštaju do računala. Vatrozid može poboljšati zaštitu računala od hakera ili zlonamjernih programa (kao što su *crvi*),

koji se pokušavaju pohraniti u računalu putem mreže ili interneta. Vatrozid može spriječiti računalno da drugim računalima pošalje zlonamjerne programe. Po svom načinu djelovanja, stijenke se mogu podijeliti u tri skupine:

- stijenke koje filtriraju komunikacijske pakete (eng. Packet filter)
- stijenke koje djeluju kao prividni poslužitelj (eng. Proxy server)
- stijenke djeluju kao stvarni poslužitelj (eng. Full server)

Filtarske sigurnosne stijenke djeluju na nižim razinama komunikacijskih protokola i obavljaju funkciju na temelju podataka koje nalaze u komunikacijskim paketima. Na temelju podataka kao što su npr. adresa pošiljatelja, adresa primatelja i smjer kretanja paketa, stijenka može neke podatke propuštati, a neke blokirati. Takve se stijenke nazivaju blokirajuće stijenke. Sigurnosne stijenke koje djeluju kao proxy server prihvaćaju zahtjeve za obavljanje usluga, obave sigurnosnu provjeru, te također prosljeđuju zahtjeve za obavljanje te usluge stvarnom zaštićenom poslužitelju. Stvarni poslužitelji ne dopuštaju kontakt vanjskih klijenata i unutarnjih poslužitelja.

Danas mnogi mrežni prolazi nude opcije sigurnosne stijenke koje dopuštaju filtriranje određene vrste prometa, npr. onog koji je usmjeren prema određenom internet servisu. Neki mrežni prolazi mogu filtrirati promet u oba smjera. Mnogi su jednostavniji i omogućuju samo blokiranje onog prometa koji nije odgovor na zahtjev poslanog putem nekog internet servisa kao što je FTP.[4] Napredni tipovi zaštitnih stijenki uočavaju specifične uzorke podataka. Kada prepoznaju napad blokiraju pristup IP adresi s koje napad stiže, te obavješćuju korisnika o tome.



Slika 6. Mogućnosti uključivanja vatrozida za Windows 7 operacijski sustav

Slika 6. prikazuje mogućnosti uključivanja vatrozida za Windows 7 operacijski sustav. Uključeni vatrozid može blokirati sve ulazne veze, uključujući i one koje se nalaze na popisu dopuštenih programa. Računalni sustav može prikazivati obavijesti kada Windows 7 blokira novi program. Vatrozid u Windows 7 operacijskom sustavu može biti isključen kao što se

vidi iz slike. U današnje vrijeme nisu rijetki napadi na vatrozid. Postoji napad na vatrozid koji se odmah isključi ako prepozna korisničko računalo i onemogućiti korisniku računala da pristupi internetu. Takva vrsta napada naziva se System Event Notification Service napad i može u određenom trenutku izazvati veliku neugodnost. Ona se pojavljuje u Windows Vista operacijskom sustavu i Windows 7. Da bi se računalo ponovno spojilo na internet kod Windows 7 ili Windows Viste operacijskog sustava, moramo napraviti sljedeće: *Pokrenuti opciju -> start -> svi programi -> pomagala -> naredbeni redak -> cd.. -> cd.. -> cd windows -> cd system32 -> netsh -> winsock reset .*

3.2.3. Mobilni uređaji korisnika

Mobilna telefonija se u posljednjih dvadeset godina brzo razvila. Mobilni uređaji postaju sve manji, lakši, s puno više mogućnosti i s različitim tehnologijama prijenosa podataka. Mobilni uređaji danas koriste digitalnu tehnologiju. Mobilna tehnologija se razvijala brzo i još se razvija (1)zbog profita i (2)kako bi pogodovala poslovnim ljudima koji često putuju. Danas se manje-više svi mobilni uređaji mogu povezati s računalom, prijenosnim računalom, pa čak i telefaks uređajima.

Neki pružatelji mobilnih usluga nude šifrirane opcije koje omogućavaju potpuno privatne prijenose glasa i podataka. Nedostatak sigurnog kanala prijenosa uništava povjerenje u telefonsku konverzaciju. Neki pružatelji mobilnih usluga nude bežične kartice za povezivanje koje služe kao zamjena za modem na prijenosnim računalima. Spomenuti pojam je poznat kao Wi-Fi. Kartica za povezivanje olakšava povezivanje na internet kroz uslugu poslužitelja mobilne mreže. Jedanput kada se uspostavi veza, korisnici mogu raditi sve što je potrebno na svojim računalima, kao što bi radili u uredima na uredskim računalima.[8]

Međutim, ovdje postoje problemi. Neki mobilni uređaji nemaju sigurnosnu stijenku, tako da može doći do krađe podataka ili stvaranja dodanih troškova na računu korisnika mobitela ili tvrtke. Neki mobilni uređaji nemaju zaštitu od virusa, pa im virusi mogu jako naštetiti. Mobilni uređaji koji nemaju zaštitu od virusa mogu se zaštititi isključivanjem pristupa internetu ili dodatnom instalacijom antivirusnog programa. Povećanjem usluga mobilnih uređaja i standardizacijom povećao se rizik od napada i zloupotrebe podatka s mobilnog uređaja. Danas se izrađuju antivirusni programi namijenjeni zaštiti mobilnih uređaja koji pružaju zaštitu od virusa, trojanaca, crva i drugih poznatih virusa.

3.3. Zaštita podataka fizičkim postupcima

Osnova fizičke sigurnosti je zaštita medija za pohranu podataka i komunikacijske opreme. Fizička sigurnost obuhvaća sve obrambene mjere

kojima je svrha zaštita računalne infrastrukture i podataka. Fizička sigurnost važan je dio svake obrane računalne infrastrukture i podataka. Kod istraživanja računalnog kriminaliteta treba misliti o sljedećem: ako je kriminalna aktivnost počinjena u računalnom centru, bez probijanja ulaznih lozinki izvana, znači da je bila ugrožena fizička sigurnost ili da su probijene mjere zaštite fizički ili da ih uopće nije bilo. Nužno je točno utvrditi na koji način je probijena fizička sigurnost računalnog okružja. Ako je počinitelj zaobišao tehnički sofisticirane sustave zaštite, onda je nužno potražiti pomoć eksperata za određeno područje.[1] Ukoliko se snažno fizički oštete računala i medij za pohranu podataka velika je vjerojatnost da će se izgubiti i podaci na mediju. U današnje vrijeme u većini slučajeva podaci i programi su znatno veće vrijednosti nego sama računala (tj. infrastruktura).

3.3.1. Fizička zaštita

Fizička zaštita obuhvaća skup metoda i sredstava koji se koriste zbog zaštite materijalne osnove ili hardvera informacijskog sustava od neovlaštenog fizičkog pristupa samom sustavu i korištenja njegovih resursa, te njegovu zaštitu od vanjskih događaja koji se ne mogu predvidjeti [3]. To su zaštita od udara groma, od prekida rada zbog nestanka električne energije, zaštita od poplave, potresa, od prevelike prašine, eksplozivnih naprava, zaštita od krađe računala itd. Kod zaštite miševa i ostalih ulaznih i izlaznih naprava od krađe koriste se sigurnosni sustavi, tzv. *kensington lock*. Nakon što zlonamjerna osoba želi otuđiti ulaznu napravu, npr. miš, ona to ne može jer je miš pričvršćen za prijenosno računalo *kensington lock* sustavom. Kako bi se zaštitili podaci u prijenosnim računalima i sama računala, potrebno je pobrinuti se o tome gdje ostavljamo računala. Preporuka je da se prijenosno računalo ne ostavlja na javnim mjestima, učionicama, kabinetima i drugim mjestima gdje je svima dostupno, pogotovo kada ta mjesta nisu zaključana. Danas postoje držači koji zaključavaju prijenosna računala na način da ih zlonamjerna osoba ne može otvoriti niti ih može pomaknuti s mjesta, te posebni ormarići izrađeni od čvrstog materijala u koje se pospremaju prijenosna računala tako da ih nitko osim ovlaštenih osoba ne može otvoriti.

U današnje vrijeme razvijeni su sustavi kojima je cilj povećati razinu fizičke sigurnosti, a to su nadzorne kamere, posebni sustavi za zaključavanje, alarmni sustavi, sustavi za praćenje lokacije (RFID) itd.

3.3.2. Optimalne lozinke

U tvrtkama je organiziran pristup korisnika određenim aplikacijama. Rukovoditelj odjela u koji dolazi novi zaposlenik šalje molbu za otvaranjem korisničkog računa s podacima o razini i pravima pristupa. Pored ostalih osnovnih podataka, molba treba sadržavati i naziv radnog mjesta, opis rada i potrebna prava pristupa. Nakon što korisnik dobije

lozinku od rukovoditelja odjela, može je promijeniti tako da on i administrator mogu pristupiti određenim podacima. Svaki zaposlenik mora imati lozinku da bi imao pristup određenom dijelu aplikacije, tj. određenom modulu. Lozinka se mijenja obično svakih mjesec dana, a po potrebi bi se trebala i više puta mjesečno. Optimalna lozinka bi trebala imati minimalno sedam znakova. Za lozinku bi bilo poželjno da sadrži kombinaciju velikih i malih slova, te brojeve. Nikako se ne preporuča za lozinku koristiti osobna imena, prezimena, imena roditelja, djece, datum rođenja, naziv mjesta boravišta, naziv ulice i sl. Za lozinku nije dobro koristiti skup istih znakova. Promjena lozinke na UNIX operacijskom sustavu obavlja se tako da korisnik unosi naredbu *passwd* na početak naredbenog retka UNIX operacijskog sustava. Nakon što se ta naredba pokrene, korisnik mora prvo unijeti postojeću lozinku, a nakon toga dva puta novu lozinku, što je vidljivo iz primjera:

```
barok> passwd
Changing password for mavarga.
(current) UNIX password:
Enter new UNIX password:
Retype new UNIX password:
passwd: password updated successfully
barok>
```

Nakon što se unese nova lozinka, ona se mora još jedanput ponoviti kako bi bila pravovaljana i da bi se mogla dalje koristiti. U slučaju da korisnik zaboravi novu lozinku, jedina osoba koja može promijeniti lozinku i ima ovlaštenje za to je administrator. Ako je riječ o uredskom poslovanju, zbog sigurnosti se lozinka ne smije zapisivati na papir i stavljati u ladicu da treća osoba ne dođe do tajnih podataka. Najčešći napad na lozinke je ispitivanje ili pogađanje lozinki. Ispitivanje ili pogađanje lozinki napad je u kojem počinitelj pokušava pristupiti određenom sustavu nasumičnim pogađanjem lozinke, pri čemu se u većini slučajeva koristi metoda pokušaja i pogreške. Iako ovaj napad izgleda malo naivan ponekad može biti učinkovit, pogotovo kada jako dobro poznajemo osobu koja je postavila lozinku. Drugi najčešći napad na lozinke je tzv. Phishing. Korisnik korisničkog računa od napadača dobiva neželjeni mail u kojem se traži dostavljanje korisničkog imena i lozinke korisnika u sljedećih nekoliko dana, te piše: „ukoliko se ne pošalje korisničko ime i lozinka možete trajno izgubiti account“. Primatelj takve elektroničke pošte misli da mu je mail poslao internet poslužitelj koji daje samu uslugu korisniku. Napadač koristi naziv ISP pružatelja internet usluga tako da pošta bude uvjerljivija. Preporuka je da se ne nasjeda na takve mailove te da se ne šalju osobni korisnički podaci kao odgovor na njih. Pružatelj internet usluga može sam promijeniti lozinku i ne treba mu vaša stara lozinka. Kada dobijete elektroničkom poštom mail

```
To sprije&#269;iti
```

račun od zatvaranja, morat ćete
 ažurirati u nastavku kako
 biste znati da je status
 kao trenutno koristi račun.
 POTVRDIO svoju adresu e IDENTITET NIŽE
 E-mail Korisničko ime:
 Email Lozinka:
 Upozorenje! Svaki račun vlasnika koji odbija
 ažurirati svoj
 korisnički račun u roku od
 Tri dana ovog ažuriranja obavijest će
 izgubiti njegov / njen
 račun
 trajno.

Hvala Vam

nemojte nasjesti, samo se zapitajte biste li zaista slali nekome osjetljive detalje korisničkog računa samo zato jer vas je „napadač“ lijepo zamolio.

Anti-Phishing zaštitu ima npr. programski alat Mozilla Thunderbird. To je besplatan program za zaštitu korisnika od Phishing napada. Phishing napad može biti poslan bilo kome. E-mail računi zaposlenika u bankama su također vrlo često meta napadača. Osim Phishing prijevera elektroničkom poštom, one mogu biti i prijevere aukcijskom prodajom te putem lažnih web mjesta. Phishing napad je vrlo ozbiljan i težak napad na korisnika interneta pogotovo ako korisnik ima teže financijske posljedice napada. Podaci o Phishing prijeverama koje su otkrivene nalaze se na internetskim stranicama kao npr. na web mjestu s adresom: http://www.antiphishing.org/phishing_archive.htm.

Phishing prijevera se učestalo prate kako bi korisnici interneta bili sigurniji. Phishing prijevera može biti u obliku lažne dobrotvorne akcije. Ova vrsta prijevera zahtijeva od korisnika internetskih usluga da uplati novčanu donaciju na račun zlonamjerne osobe. U takvom slučaju zlonamjerne osobe žele iskoristiti vašu darežljivost. U Phishing prijeveru možemo svrstati lažne web stranice koje su jako slične pravim web stranicama. Kada posjetimo takve web stranice računalo u većini slučajeva velikom brzinom preuzme zlonamjerni softver koji snima lozinku prilikom prijave na internetske račune.

Uobičajeni slučaj Phishing prijevera elektroničkom poštom je kada poruka počinje s „dragi kupci“ ili „dragi korisniče“, umjesto s našim imenom i prezimenom ili korisničkim imenom. To bi trebao biti dovoljan razlog da nas potakne na razmišljanje i duboko proučavanje poruke ili treba poruku jednostavno obrisati.

3.4. Kriptiranje

Kada govorimo o kriptografiji općenito mislimo na zaštitu podataka pomoću matematičkih postupaka ili algoritama i kriptografskih ključeva.[13] Skrivanje i enkripcija predstavljaju drugi način ograničavanja pristupa povjerljivim podacima. Enkripcija je posebno važna kada se podaci šalju

računalnom mrežom. Tehnike ili pravila enkripcije određuju koliko će biti složen proces transformacije.[1] Digitalni potpis znači skup podataka u elektroničkom obliku koji su pridruženi ili su logički povezani s drugim podacima u elektroničkom obliku i koji služe za identifikaciju potpisnika i vjerodostojnosti potpisanoga elektroničkog dokumenta.[2] Digitalni potpis se koristi za provjeru identiteta pošiljatelja informacija i osiguranje da informacija nije bila promijenjena nakon potpisivanja. Digitalni potpis se stvara tako [2] da se izračuna sažetak poruke korištenjem javno poznatog algoritma koji garantira da se isti sažetak ne može dobiti ni iz jedne druge poruke. Nastali sažetak kriptira se tajnim ključem pošiljatelja, nakon toga se dodaje poruci kao jedinstveni potpis te poruke od toga pošiljatelja. Navedena poruka se cijela s potpisom kriptira tajnim ključem pošiljatelja i šalje primatelju. Primatelj dekriptira poruku koristeći javni ključ pošiljatelja, nakon toga dobiva sadržaj poruke s potpisom. Na temelju sadržaja poruke primatelj generira sažetak poruke i uspoređuje ju s potpisom koji je došao uz poruku. Potencijalni sudionici u komunikaciji moraju na neki način doznati javne ključeve svojih partnera s kojima komuniciraju. Osim toga, oni se moraju uvjeriti da partneri nisu sudionici koji se lažno predstavljaju. U nekim zatvorenim sustavima svi se potencijalni sudionici moraju prijaviti i tada im se dodjeljuje par ključeva. Svoj privatni ključ oni čuvaju kod sebe, a njihov se javni ključ pohranjuje zajedno s njihovim identifikatorom u tablicama pouzdanog poslužitelja kojeg možemo nazvati menadžerom za raspodjelu javnih ključeva, skraćeno MJK (menadžer javnih ključeva). Kada sudionik A želi uspostaviti vezu sa sudionikom B sigurnim kanalom, on će zatražiti od MJK njegov javni ključ. Postoje modeli protokola za otkrivanje javnih ključeva, te protokoli za jednostranu ili dvostranu autentifikaciju uz pomoć MJK. Tablica u MJK koja identifikatorima pridružuje pripadne javne ključeve naziva se javnom datotekom. Ovo je rješenje prikladno za manje zatvorene sredine kao što su banke. Ako se u komunikaciju želi uključiti sudionik iz različitog okruženja i želi uspostaviti sigurno komuniciranje u širim razmjerima, onda jedan jedini centar za raspodjelu ključeva nije dobro rješenje određenog problema. Kako bi se otklonile poteškoće zatvorenog sustava, predlaže se koncept digitalnog certifikata. Svaki sudionik S se prijavljuje u jedan certifikacijsko-autorizacijski centar, pri čemu mu se dodjeljuje javni ključ K_{ES} i privatni ključ K_{DS} . Certifikacijski centar C također ima svoj javni ključ K_{EC} i privatni ključ K_{DC} . U postupku prijave certifikacijski centar izrađuje i potpisuje certifikat sudionika: $CERT^S_C = (SD_S, K_{ES}, E(H(SD_S, K_{ES}), K_{DC}))$, gdje je H neka funkcija sažimanja, a E neka funkcija kriptiranja. Prikazani model certifikata sastoji se od para $S_{DS}-K_{ES}$ i digitalnog potpisa kojim certifikacijski centar C garantira da javni ključ K_{ES} pripada sudioniku S. Certifikat povezuje javni ključ

sudionika s njegovim imenom. Istinitost te veze može se provjeriti na temelju digitalnog potpisa, ali je potrebno poznavati javni ključ K_{EC} određenog certifikacijskog centra. U certifikacijskom centru C čuva se tablica certifikata svih sudionika koji su u njemu prijavljeni i čiji je identitet prilikom prijave bio utvrđen. Poznatiji alati za enkripciju diskova i stvaranje virtualnih diskova su TrueCrypt, PGP, GnuPG i mnogi drugi.

3.5. Zaštita transakcija

Zaštita transakcija na internetu nužna je kako bi se korisnici stimulirali za kupovanje preko interneta. Osnovni zahtjevi za zaštitu transakcija su: privatnost predstavlja zaštitu prenošenih podataka od neovlaštenog čitanja, identifikacija korisnika predstavlja zaštitu od krivog predstavljanja korisnika, integritet transakcija označava da sadržaj poruka mora ostati neizmijenjen tijekom prijenosa kroz mrežu, nemogućnost osporavanja osigurava da pošiljalac poruke ne može osporiti da je poslao određenu poruku. Mehanizmi koji jamče sigurnost transakcija su, osim kriptiranja, digitalni potpis i digitalni certifikat.[2] Najčešća kupovina i plaćanje koje se odvija putem interneta je kupnja tzv. avionskih karata. Poznato je da se isplati kupiti avionsku kartu putem interneta nekoliko mjeseci prije samog putovanja, te da je takav način plaćanja najpraktičniji za osobe mlađe i srednje dobi. Kupovanje i korištenje e-karte je vrlo jednostavno i u potpunosti sigurno. Danas većina zrakoplovnih kompanija u svojoj ponudi nudi e-karte. E-karta ima brojne pogodnosti uz minimalni rizik. Ne može se izgubiti budući da se ona sastoji od broja potvrde i fotografske identifikacije. U slučaju da se zaboravi broj potvrde koju je kupac zaprimio, bit će dovoljno navesti samo broj leta. Broj potvrde u većini slučajeva se sastoji od 6 ili 7 znakova. Određene avionske kompanije šalju zajedno s brojem potvrde 2D bar koda. Bar kod je smisljeni niz crnih crta i kvadratića, te svijetlih međuprostora koji daju informaciju o objektu na kojem je bar kod nalijepljen. Učitava se pomoću elektroničke naprave koji se naziva čitač bar koda. Na taj način je osigurana zaštita prilikom kupovanja e-karte.

U današnje vrijeme transakcije se obavljaju pomoću uređaja za plaćanje, tzv. platomata. Uređaji za plaćanje osiguravaju zaštitu osobnih podataka. U nekim organizacijama se uvode takvi sustavi plaćanja da zaposlenici koji rade na naplati ne vide iznos koji potrošač uplaćuje, što uplaćuje, odakle dolazi itd. Nije tajna da takve sustave plaćanja imaju pružatelji telekomunikacijskih usluga i pružatelji usluga opskrbe plinom distribucijskim kanalima. Platomat je samouslužni uređaj namijenjen automatiziranju potprocesa uplate i isplate koji su dio procesa blagajničkog poslovanja. Sve hardverske i softverske komponente moraju imati vrlo visoku pouzdanost jer se radi s gotovim novcem pa moraju nesmetano i

sigurno obavljati sve korisničke i novčane transakcije. Hardverske komponente koje čine uređaj za plaćanje su kućište platomata u koje se ugrađuje stolno računalo s internim dijelovima visoke pouzdanosti, ekran osjetljiv na dodir, mehanički uređaji za prihvatanje papirnato novca, mehanički uređaji za prihvatanje i vraćanje kovanica, unutarnje i vanjske sabirnice. Drugi važan dio platomata je softver kojim upravlja korisnik preko ekrana osjetljivog na dodir. Softver platomata mora omogućiti da se prilikom uplate i isplate evidentiraju nastali poslovi.

4. PRIKAZ REZULTATA ANKETE NA TEMU SIGURNOST I ZAŠTITA ELEKTRONIČKIH PODATAKA

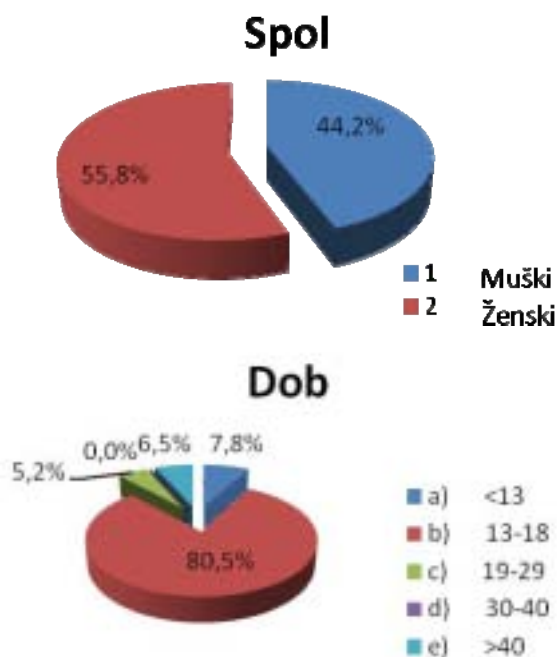
Danas je anketiranje najučestaliji proces prikupljanja podataka u različitim vrstama ispitivanja i društvenih istraživanja. Pod anketiranjem se podrazumijevaju svi istraživački postupci i aktivnosti kojima se prikupljaju podaci, te se dobiju informacije o karakteristikama pojedinca, društvenih skupina, programskih alata, o društvenim mrežama, računalima, učestalosti korištenja određenih vrsta internet preglednika itd. Anketom na temu sigurnosti i zaštite elektroničkih podataka prikupljeni su podaci o spolu, dobi, korištenju društvenih mreža, sigurnosti podataka na internetu, privatnosti na internetu, identitetu na internetu i o količini primanja neželjene pošte. Da je anketa optimalne dužine, pokazuje vrijeme koje je trebalo da ju ispitanici popune, 15-20 minuta.

Anketa je trebala dati sljedeće povratne informacije: broj ispitanika koji koriste određenu društvenu mrežu, informaciju o razini znanja o sigurnosti na internetu, mišljenje korisnika interneta o ugroženosti njihove privatnosti na internetu, informaciju o potencijalnoj opasnosti na internetu od lažnog predstavljanja, podatke o broju krađe identiteta, informaciju o tome koliko se ispitanici javno ocrnjuju na internetu (pošto je internet javna računalna mreža), informaciju o broju SPAM-ova koje korisnici primaju elektroničkom poštom (na temelju informacije može se preporučiti određeni alat za filtriranje SPAM-ova), podatke o tome koliko često ispitanici koriste opciju u internet pregledniku za brisanje povijesti pregledavanja (dobro je za korisnika interneta u javnim organizacijama, da mu brisanje povijesti pregledavanja prijeđe u naviku), koje mogućnosti najčešće koriste ispitanici za zaštitu elektroničkih podataka te podatke o vrsti korištenog antivirusnog programa. Može se zaključiti da najčešće korišteni antivirusni program pruža veću zaštitu ili je „free“, tj. za sve je korisnike besplatan i ovisno o kapacitetu kanala brzo je dostupan.

Naše istraživanje odnosi se na onu populaciju koja jako puno koristi internet, a to su oni od 13 do 18 godina, te od 19 do 29 godina starosti. Ljudi te

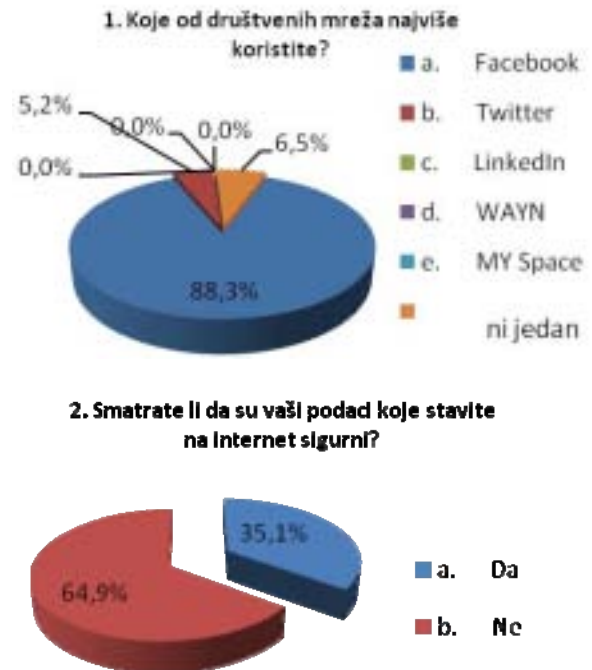
dobi su terenski uzorak populacije. On je reprezentativan, što znači da ima svojstva koja su relevantna za predmet istraživanja. Veličina uzorka je 154 (N=154).

Rezultati su obrađeni i prikazani u postocima 3D tortnim rascijepanim grafikonima u MS Excelu, alatu za analitičku obradu podataka. Ovaj alat je praktičan za analitičku obradu podataka prikupljenih anketom, te za izradu 2D i 3D prikaza podataka. Osim spomenutih prikaza, rezultati mogu biti dani linijskim, stupčastim, trakastim, tortnim, XY raspršenim grafikonima, piramidnim, površinskim, polarnim, plošnim, mjhuričastim grafikonima itd. Za obradu rezultata ankete korištena je funkcija COUNTIF. Funkcija COUNTIF broji ćelije koje unutar raspona ispunjavaju zadani kriterij. Sintaksa COUNTIF funkcije je COUNTIF(domet;kriterij). Kriterij je u ovom slučaju bio zaokruženo slovo i upisivao se u navodnicima. Iz tog razloga je odlučeno da se podaci obrade u MS Excelu. U većini slučajeva korišteni grafikon za prikaz rezultata ankete je 3D tortni grafikon, pa se on koristio tijekom cijelog istraživanja.



Slika 7. Broj anketiranih i njihova dob

Slika 7. prikazuje broj anketiranih muškaraca i žena, te njihovu dob. Vidi se da su podaci prikupljeni najviše od osoba starosti 13-18 godina, jer su oni najčešći korisnici internetskih servisa. Od žena 18 ih je više anketirano nego muškaraca. Od ukupnog broja anketiranih, 80,5% osoba je u dobi 13-18 godina, dok je 6,5% anketiranih starijih od 40 godina. Brojka od 5,2% anketiranih je u dobi od 19 do 29 godina.



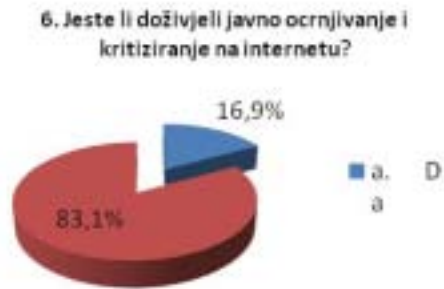
Slika 8. Najviše korištene društvene mreže i sigurnost podataka na internetu

Od društvenih mreža najviše se koristi Facebook, bez obzira na njegove nedostatke. Prema istraživanju na terenskom uzorku od 154 ispitanika, 136 ispitanika izjasnilo se da koristi Facebook, njih 10 uopće ne koriste društvene mreže, dok je 8 ispitanika zaokružilo da koristi Twitter. Rezultati pokazuju da je najpopularniji internetski servis Facebook. Kada je posrijedi sigurnost interneta 100 ispitanika misli da njihovi podaci nisu sigurni na internetu, dok 54 ispitanika misli da su sigurni, što je previše u odnosu na broj mogućih opasnosti i napadača koji su prisutni u virtualnom i stvarnom svijetu. Društvene mreže na kojima je prijavljeno najviše korisnika su i najopasnije, jer je veća vjerojatnost da postoje korisnici okarakterizirani kao zlonamjerne osobe. Slika 8. prikazuje rezultate u postocima: 88,3% od ukupnog broja ispitanika koristi Facebook, 6,5% je reklo da uopće ne koriste društvene mreže, dok 5,2% ispitanika koristi Twitter. Ispitanici, njih 64,9% smatra da njihovi osobni podaci nisu sigurni na internetu, dok 35,1% smatra da su osobni podaci sigurni na internetu.



Slika 9. Odgovori ispitanika na pitanja 3. i 4.

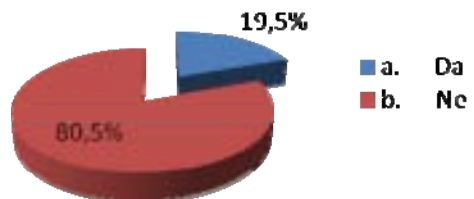
Slika 9. prikazuje odgovor ispitanika na 3. i 4. pitanje. Na temelju te slike može se vidjeti da se 86 ispitanika izjasnilo, tj. 55,8%, da im je privatnost na internetu ugrožena. Vidi se da su ispitanici tražili sredinu prilikom odgovaranja na 3. pitanje. Privatnost korisnika interneta nije ugrožena. Lako se može dogoditi da korisnik dopusti zlonamjernim osobama objavljivanje osobnih i drugih podataka. Većina anketiranih se ne predstavlja lažno na društvenim mrežama i to je dobro. Od ukupnog broja ispitanika 77,9% izjasnilo se da se nikada nisu lažno predstavljali na internetu, dok se njih 22,1% lažno predstavljalo.



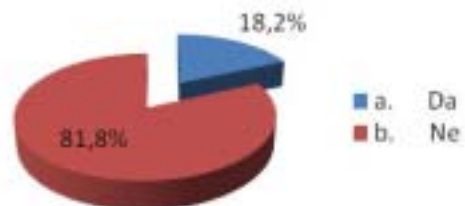
Slika 10. Odgovori ispitanika na 5. i 6. pitanje

Slika 10. prikazuje odgovore ispitanika na 5. i 6. pitanje. Od 100% ispitanih 82,9% njih odgovorilo je da im nitko nije ukrao identitet na internetu, niti se nitko nije predstavljao njihovim imenom. Njih 17,1% doživjelo je to da je netko drugi (napadač) pisao i komunicirao na internetu u njihovo ime, bez njihovog znanja. Javno ocrnjivanje na internetu nije doživjelo 83,1% ispitanika, dok je 16,9% doživjelo ocrnjivanje i kritiziranje.

7. Smatrate li da primete previše SPAM-ova (neželjene pošte) prilikom primanja pošte?



8. Koristite li alate za filtriranje SPAM-ova prilikom primanja elektroničke pošte?



Slika 11. Odgovori ispitanika na 7. i 8. pitanje

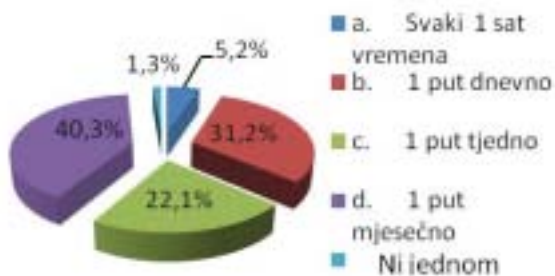
Slika 11. prikazuje 3D rezultate odgovora na 7. i 8. pitanje. Na temelju grafikona može se vidjeti da korisnici elektroničke pošte ne dobivaju previše SPAM-ova prilikom preuzimanja pošte. Odmah se može zaključiti da većina ispitanika ne koristi alate za filtriranje SPAM-ova, na što pokazuju i rezultati odgovora na 8. pitanje. Ispitanici, njih 81,8% izjasnilo se da ne koriste alate za filtriranje SPAM-ova, dok 18,2% ispitanika koristi takve alate.



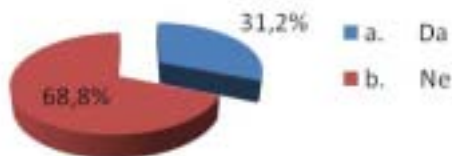
Slika 12. Prikaz upozorenja pružatelja usluge web pošte za primitak SPAM-a

Slika 12.[12] prikazuje upozorenje pružatelja internet usluge web pošte da je skinuta pošta koja možda nije od navedenog pošiljatelja, te upozorava da budemo oprezni ako namjeravamo otvoriti neke veze ili ako namjeravamo slati osobne podatke napadaču. Sa slike 12. vidi se da napadač želi saznati naše ime, zemlju, telefonski broj, starost, profesiju, ime naše banke i adresu, te broj korisničkog računa. Ovaj SPAM ne izgleda ni malo uvjerljivo. Napadač bi se na temelju spomenutog primjera trebao više potruditi da dođe do željenih podataka.

9. Koliko često brišete povijest pregledavanja u internet preglednicima?



10. Smatrate li da su podaci trajno izbrisani ukoliko ispraznite koš za smeće?

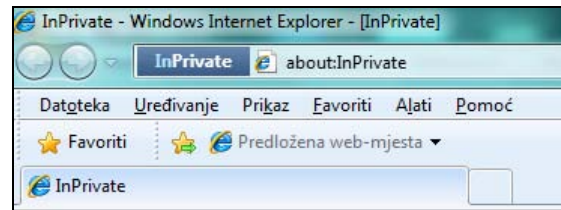


Slika 13. Odgovori ispitanika na 9. i 10. pitanje

Slika 13. prikazuje 3D grafikone izrađene na temelju prikupljenih odgovora na pitanja 9. i 10. Na temelju 9. pitanja može se zaključiti da korisnici internet preglednika ne brišu često povijest pregledavanja, što nije dobro. Sa slike 13. vidi se da većina korisnika briše povijest pregledavanja jedanput mjesečno, 40,3%. Češće bi trebalo brisati povijest pregledavanja. Ako pretražujemo internet na tuđim računalima ili javno dostupnim računalima, npr. u knjižnicama, preporuča se brisati povijest pregledavanja. Korisnik koji poslije nas koristi isto

računalo može vidjeti podatke o pretraživanju, tj. koje smo web stranice otvarali internet preglednikom. Web preglednici nude mogućnost da se prilikom pretraživanja interneta ne bilježi povijest pregledavanja. Npr. tu mogućnost nudi Internet Explorer (slika 14.) pod opcijom pregledavanja web stranica na internetu InPrivate. Mogućnost InPrivate uključuje se:

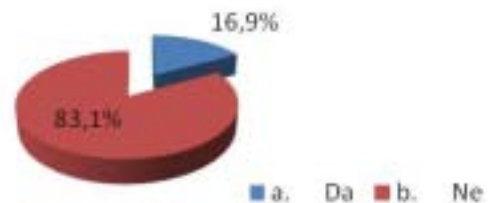
pritisком Ctrl+Shift+P ili u naredbenoj traci sigurnost->pregledavanje Weba InPrivate.



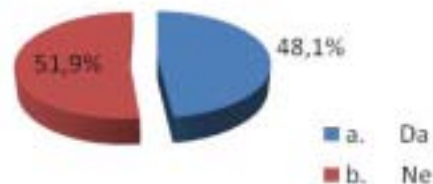
Slika 14. Pregledavanje Weba InPrivate

Na temelju odgovora na 10. pitanje vidi se da većina anketiranih korisnika interneta i računala „živi u zabludi“. Podaci na računalo nisu trajno izbrisani ukoliko ih se izbriše iz koša za smeće. Da bi se trajno izbrisali podaci s diska potrebno je više prolaza. Za sigurno brisanje čvrstog diska nakon prestanka njihovog korištenja koriste se dodatno određeni alati.

11. Mislite li da je dobro držati prijenosno računalo na stolu dostupno svima?



12. Koristite li lozinku prilikom pristupa operacijskom sustavu? (Windowsima)



Slika 15. Odgovori ispitanika na 11. i 12. pitanje

Slika 15. prikazuje 3D grafikone. Većina ispitanika (83,1%) misli da prijenosnom računalo nije mjesto na stolu koji svi koriste. Razlozi su: (1) prijenosno računalo netko može ukrasti, (2) mogu se pregledavati podaci koji bi trebali biti tajni za pojedinca, (3) može se fizički razbiti itd. Slika 15. prikazuje da 51,9% ispitanika ne koristi lozinku prije pristupa operacijskom sustavu na vlastitom računalo, dok 48,1% ispitanika ima postavljenu lozinku.



Slika 16. Odgovori ispitanika na 13. pitanje

Kada je riječ o zaštiti elektroničkih podataka i operacijskim sustavima u računalu, ljudi najviše koriste antivirusne programe, programe za zaključavanje računala i vraćanje prvobitnog stanja, alate za filtriranje SPAM-ova, vatrozid i blokator skočnih program, a i druge alate za elektroničku zaštitu podataka.

Broj ispitanika	Korišten antivirusni program
56	Ne znam
38	AVG free
22	Avira
14	NOD Eset
10	NOD 32
6	Microsoft Security Essentials
4	Nemam (Linux)
2	Norton
2	SUPERAntiSpyware
154	Ukupno:

Tablica 1. Broj korištenih antivirusnih programa

Tablica 1. prikazuje broj ispitanika i koliko ispitanika (koji su popunili anketu) koristi određeni antivirusni program. Mnogo njih ne zna koji antivirusni program koristi, što nije pohvalno. Od 154 anketiranih, od ponuđenih antivirusnih programa najviše koriste AVG free. AVG free

koriste ispitanici najčešće zato što je besplatan, jer se lako može skinuti i prepoznaje dovoljan broj virusa (trojanaca i crva). Kod 14. pitanja ispitanici su morali sami navesti koji antivirusni program koriste. Drugi najčešće korišteni antivirusni program je Avira, nakon njega slijede NOD ESET, Microsoft Security Essentials, Norton i SUPER AntiSpyware.

5. ZAKLJUČAK

Da bi što efikasnije spriječili upad u računalo nužno je osigurati njegovu fizičku zaštitu, odnosno prostoriju gdje se nalazi. Ukoliko su u prostorijama računala na kojima su pohranjeni važni podaci, te prostorije treba dodatno zaštititi video-nadzorom, pametnim karticama, karakteristikama biometrije ili na neki drugi način. Računalni kriminal se nikada neće do kraja suzbiti, ali se svakako preporuča djelovati preventivno. Treba pripaziti kome se šalju i gdje se objavljuju podaci. Za sprječavanje gubitka podataka preporuka je spremati dokument na standardni način, tj. sa standardnom ekstenzijom datoteke, učestalo snimati promjene (Ctrl+S), često izrađivati sigurnosnu kopiju, koristiti antivirusni program s licencom i sigurnosnu stijenku, izbjegavati stavljanje osjetljivih podataka na web, često brisati povijest pregledavanja, raditi enkripciju podataka itd.

Anketa na temu sigurnosti i zaštite elektroničkih podataka daje podatke o trenutačnom mišljenju ispitanika o sigurnosti na internetu, krađi identiteta, ocrnjivanju i zaštiti podataka itd. Na temelju dobivenih rezultata prikazanih grafikonima u postocima može se zaključiti da ne postoji previše napada na osobne elektroničke podatke i upada u

računala osoba ispitanih u školama. Ispitanici su bili učenici i nastavnici. Razlog zbog kojeg napadi nisu česti su upozorenja koja se učestalo daju korisnicima interneta putem medija, tečajeva, na predavanjima u školama, fakultetima, internetu i putem projekta „Sigurnost djece na internetu“. Iz rezultata ankete, od 154 ispitanika na internetu se lažno predstavljalo njih 34. Nije teško zaključiti da će se ispitanici lažno predstavljati na onim internetskim servisima koje najviše koriste (u ovom slučaju to je Facebook). U organizacijama gdje je provedeno istraživanje nastojat će se pozitivno djelovati na ispitanike kako bi se smanjilo lažno predavljanje. Da bi se ono spriječilo treba omogućiti da se korisnici biometrijski autoriziraju na internetskim servisima. Na taj način bi se lako mogle pronaći osobe koje se predstavljaju tuđim imenima. Jedini je problem kod uvođenja sustava za biometrijsku autorizaciju internet korisnika, financijska isplativost i mogućnosti internetskih servisa. U današnje vrijeme pružatelji internet usluga i proizvođači operacijskih sustava nude adrese elektroničke pošte na koje žrtve krađe identiteta mogu prijaviti svoj problem.

Kontakt:

Matija Varga, mag. inf., univ. spec. oec.
 Tehnička škola Čakovec
 Sportska 5, Čakovec
 E-mail: mavarga@foi.hr
 Poslijediplomski doktorski studij
 “Informacijske i komunikacijske znanosti“
 FFZG

6. LITERATURA

- [1] Bača, M. Uvod u računalnu sigurnost. Zagreb : Narodne novine d.d., 2004.
- [2] Čerić, V.; Varga, M.; Birolla, H. Poslovno računarstvo. Zagreb : Znak d.o.o., 1998.
- [3] Dragičević, D. Kompjuterski kriminalitet i informacijski sustavi. Zagreb : IBS, 2004.
- [4] Engst, A.; Fleishman, G. Bežično umrežavanje. Praktični priručnik. Beograd: Peachpit Press i Kompjuter Biblioteka, Prvo izdanje. 2004.
- [5] Ivanković, M.; Schatten, M.; Bača, M. Privatnost na Facebooku i drugim socijalnim mrežama. 2010. URL: <http://bib.irb.hr/datoteka/493687.CZBtemplate.pdf>. (27.2.2011.)
- [6] Kurose, F.; Ross, W. Umrežavanje računala. Wesley: Računarski fakultet, Sveučilište Masačusets, Bruklin : Politehničko sveučilište, CET, Pearson Addison, 2005.
- [7] Petrić, D. Internet uzduž i poprijeko. Zagreb: BUG & SysPrint, Kompletan vodič, 2002.
- [8] Zane, K. Menadžment uredskog poslovanja. Oklahoma State: Sveučilište Oklahoma State, Osmo izdanje, 2010.
- [9] Zakon o elektroničkom potpisu.
- [10] Zakon o tajnosti podataka.
- [11] IT revizija. 2011. URL: <http://www.facebook.com/>. (1.4.2011).
- [12] Upozorenje. 2011. URL: <https://mail.google.com/mail/?hl=hr&shva=1#inbox>. (18.3.2011).
- [13] Kriptografija. 2011. URL: <http://www.zsis.hr/site/Kriptografija/tabid/126/Default.aspx>, (1.3.2011).

MPEG-2 i MPEG-4 NORME ZA KODIRANJE VIDEOSIGNALA

Hoblaj J.¹, Matković D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U ovome članku govori se o kodiranju nekomprimiranog SDTV (Standard Definition Television-televizija standardne razlučivosti) digitalnog videosignala prema MPEG-2 normama (ISO/IEC 13818). Unutar dokumenta ISO/IEC 13818 koji sadržava deset poglavlja, u poglavlju ISO/IEC 13818-2 definirano je kodiranje digitalnog videosignala. Njime su određeni postupci (profili i razine) za dobivanje toka podataka i načina kako dekoder mora interpretirati tok podataka. Normama nije određena konstrukcija i način rada koda. Ona je ostavljena proizvođačima uređaja i softvera da je zadrže kao svoju, zakonom zaštićenu, tehnologiju. Korisna posljedica ovoga je stalno natjecanje u razvijanju koda sve boljih karakteristika (viši stupanj kompresije uz zadanu kvalitetu televizijske slike). U nastavku je dan pregled videokodiranja prema MPEG-4 normama u kojemu su dane osnovne značajke i razlike u videokodiranju u odnosu na MPEG-2 norme te su spomenuti profili i razine MPEG-4 normi.

Ključne riječi: SDTV signal, videokodiranje, MPEG-2, MPEG-4

Abstract : This article discusses the encoding of uncompressed SDTV (Standard Definition Television) digital video according to MPEG-2 standard (ISO / IEC 13 818). Within ISO / IEC 13 818, which is documented in 10 parts, the part ISO / IEC 13818-2 defines the encoding of digital video. MPEG-2 devised a two-dimensional structure (profiles and levels) for classifying bit streams and decoders. Profiles define the tools that may be used. The MPEG-2 standards give very little information regarding the structure and operation of the encoder. It was left to device manufacturers and software developer to keep it as their own, proprietary, technology. A useful result is that there can be competition between different encoder designs which means that better designs can evolve (higher compression factor with a defined quality of television pictures). Further to is an overview of video coding according to MPEG-4 standard in which they are given the basic characteristics and differences in relation to video coding in MPEG-2 standard, and finally profiles and levels in MPEG-4 standard are mentioned.

Key words: SDTV signal, Video Coding Techniques, MPEG-2, MPEG-4

1. UVOD

Rasprostranjeno korištenje komprimiranog digitalnog videosignala omogućilo je napredak u digitalnoj tehnologiji. Normizacija je vrlo važna u razvoju zajedničkih metoda kompresije koje se koriste u novim uslugama i proizvodima. Najveći problem za uspješnu komunikaciju je ograničen kapacitet prijenosnog medija. Razvoj prijenosnih medija većeg kapaciteta teče sporije od razvoja elektroničkih sklopova, pa je posljedica ta da elektronika može procesirati mnogo više informacija nego što je medij može prenositi. Činjenica je da količina informacije koju je potrebno prenijeti neprestano raste, a prijenosni sustav ima ograničen kapacitet. Posljedica je zagušenje prijenosnog medija odnosno povećanje vremena potrebnog da bi se informacija uspješno prenijela. Jedno od rješenja je kompresija informacije. MPEG-2 normama se želi dobiti sustav kodiranja videosignala namijenjen za veliki raspon aplikacija. MPEG kompresija videosignala se koristi u mnogim proizvodima kao što su DVB-T prijammnici, DVD playeri, HDTV dekoderi i drugo. Prednost kod prijenosa komprimiranog videosignala je u tome što zahtijeva manje prostora za pohranu podataka te manje brzine prijenosa podataka. MPEG norma je jedna od najpopularnijih metoda kompresije videosignala zbog toga jer ne sadrži samo jednu normu već čitav niz normi pogodnih za kompresiju videosignala za različite aplikacije.

Digitalni nekomprimirani televizijski videosignali standardne kvalitete slike (SDTV-Standard Definition Television) imaju brzine prijenosa podataka od 270 Mbit/s, koja je prevelika za emitiranje te se mora smanjiti na 2 do 7 Mbit/s. Brzina prijenosa podataka kod nekomprimiranih digitalnih televizijskih videosignala visoke kvalitete slike (HDTV-High Definition Television) veća je od 1 Gbit/s i kodirani HDTV signal u MPEG-2 normi postiže brzinu prijenosa od 15 do 20 Mbit/s.

2. VIDEOKOMPRESIJA PREMA MPEG-2 NORMI

Podatke je moguće komprimirati tako da se uklone suvišne (redundantne) i nebitne (nevažne) informacije. Suvišne informacije su one koje se ponavljaju u toku podataka, koje ne nose novu informaciju, odnosno one

koje se na prijammnom mjestu mogu dobiti iz prethodno primljenih informacija. Smanjenje redundancije može se postići npr. kodiranjem dužine niza (RLC – Run-Length Coding). Umjesto emitiranja deset nula, informacija „deset nula“ može biti poslana pomoću specijalnog koda koji je mnogo kraći. Kod Morseove abecede također je primijenjen postupak smanjenja redundancije. Slova koje se češće ponavljaju u govoru (engleski jezik) kodiraju se manjom duljinom kodne riječi, a slova koja se rjeđe ponavljaju kodiraju se većom duljinom kodne riječi. Ova vrsta kodiranja zove se Huffmanovo kodiranje ili kodiranje s promjenjivom dužinom riječi (VLC-Variable-Length Coding). Nebitna (nevažna) informacija je tip informacije koja se ne može opaziti ljudskim osjetilima (sluh, vid). U slučaju videosignala to su komponente (detalji u slici po obliku, kontrastu i boji) koje se ljudskim vidom ne mogu zapaziti. Ljudskim vidom puno se bolje opažaju detalji s malim razlikama u svjetlini nego detalji s malim razlikama u boji. Zbog toga je moguće smanjiti „oštrinu boje“ u slici, odnosno bitno smanjiti frekvencijsku širinu signala boje bez utjecaja na vidljivu degradaciju slike. Isto tako, ljudskim vidom se slabije raspoznaju fine strukture u slici (visoke frekvencije signala) nego grube strukture (niske frekvencije signala), čime je ujedno određena i ovisnost osjetljivosti ljudskog vida od frekvencije šuma u slici. Ove osobine vida su iskorištene u postupcima kompresije kod JPEG i MPEG normi za kodiranje mirnih i pokretnih slika, na način da se grube strukture u slici kodiraju s puno većom točnošću (većim brojem bita) nego fine strukture u slici (manjim brojem bita). Ovakvim kodiranjem eliminira se nebitna (nevažna) količina informacije poznata pod nazivom subjektivna redundancija. Međutim, smanjivanje nevažne količine informacije dovodi do nepovratnog gubitka te količine informacije (ireverzibilni proces), za razliku od postupka kod kojega se smanjivanjem redundancije ne unose gubici (reverzibilni proces), odnosno dekodiranjem se dobiva ista količina informacije kao na ulazu u koder.

U kodiranju kod MPEG-2 norme provode se sljedeći koraci kako bi se postigao faktor kompresije podataka od 130 (kompresija 130:1):

1. 8 bitna rezolucija umjesto 10 bitne (uklanjanje nevažne informacije iz toka podataka),
2. izostavljanje horizontalnih i vertikalnih potisnih intervala (uklanjanje redundancije iz toka podataka),
3. smanjenje rezolucije boje u vertikalnom smjeru (4:2:0), (uklanjanje nevažne informacije iz toka podataka tj. uklanjanje subjektivne redundancije),
4. primjena postupka diferencijalne impulsokodne modulacije (uklanjanje redundancije (vremenska) između slika koje slijede u nizu jedna za drugom),
5. diskretna kosinusna transformacija s kvantizacijom (uklanjanje redundancije iz toka

podataka odnosno uklanjanje prostorne redundancije iz svake slike),

6. cik-cak skeniranje matrice koeficijenata uz primjenu kodiranja dužine niza (RLC-Run Length Coding), (uklanjanje redundancije iz toka podataka),
7. Huffmanovo kodiranje (VLC- Variable Length Coding- kod s promjenjivom dužinom kodne riječi), (uklanjanje redundancije iz toka podataka).

U analognoj televiziji, kada videosignal ima omjer signal/šum od 48 dB ili više (ponderiran i u odnosu na razinu vršnog bijelog), komponenta šuma je ispod praga percepcije ljudskog vida. Uz odgovarajuću pobudu A/D pretvarača, šum kvantizacije kod 8 bitne rezolucije je već ispod tog praga tako da je 10 bitna rezolucija YCbCr signala nepotrebna izvan studija. U studiju 10 bitna rezolucija daje bolje rezultate zbog toga jer je naknadna obrada signala lakša i daje bolje rezultate (digitalni videoefekti i tehnika kolorne podloge). Smanjenjem količine podataka korištenjem 8 bitne, a ne 10 bitne riječi po uzorku, a prema parametrima kodiranja u ITU-R BT.601 normi, znači smanjenje brzine prijenosa podataka od 20% ($((10-8)/10=2/10=20\%)$). To je nepovratni gubitak informacije i originalni videosignal se ne može dobiti dekodiranjem na kraju prijama.

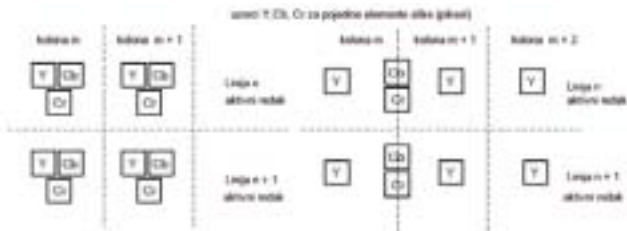
Horizontalni i vertikalni potisni intervali digitalnog televizijskog signala prema ITU-R BT.601 normi ne sadrže nikakve relevantne informacije, čak ni za teletekst. Horizontalni i vertikalni potisni intervali su kompletno izostavljeni kod MPEG-2 norme. Ta područja mogu sadržavati podatke kao što su tonski signali, ali se prema MPEG-2 normi oni prenose i kodiraju odvojeno. Horizontalni i vertikalni potisni intervali (slika 1.) i svi signali u njima mogu se regenerirati opet bez problema na kraju prijenosa.

Europski PAL signal ima 625 linija (redaka) u slici od kojih je vidljivo njih 575. Razlika od 50 linija u odnosu na 625 linija je 8% smanjenja protoka podataka kada je izostavljen vertikalni potisni interval. Duljina jedne linije je 64 μ s, ali aktivni (vidljivi) dio videolinije je samo 52 μ s gdje se uštedi 19% u protoku podataka kada je izostavljen horizontalni potisni interval. Budući da postoji određeno preklapanje kod ova dva reduciranja, ukupan postotak smanjenja redundancije je oko 25%.



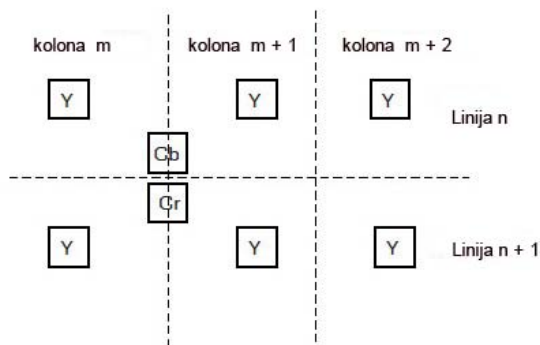
Slika 1. Vertikalni i horizontalni potisni intervale [1]

Dva različita krominantna signala Cb i Cr uzorkovana su s upola manjom frekvencijom uzorkovanja u usporedbi sa lumnantnim signalom Y. Osim toga, smanjena je i pojasna širina krominantnih Cb i Cr signala na 2,75 MHz u odnosu na pojasnu širinu lumnantnog signala od 5,75 MHz te je dobivena struktura uzorkovanja slike 4:2:2 (slika 2.).



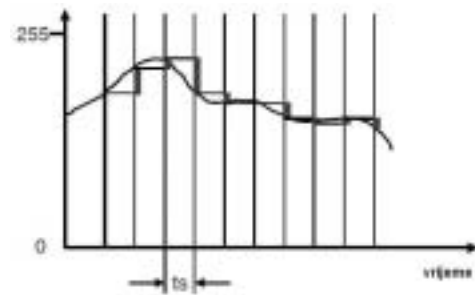
Slika 2. Struktura uzorkovanja slike 4:4:4 i 4:2:2 [1]

Kako se ljudskim vidom ne zamjećuje razlika u rezoluciji boje između horizontalnog i vertikalnog smjera, moguće je također smanjiti rezoluciju boje na pola u vertikalnom smjeru bez zamjetne degradacije slike. Kod MPEG-2 norme to je obično jedan od prvih koraka i signal tada ima 4:2:0 strukturu uzorkovanja (slika 3.). Svakom od četiri uzorka lumnantnog signala pridružen je jedan uzorak krominantnih Cb i Cr signala. Ovaj tip smanjenja rezultira 25% uštedom vrijednosti količine podataka.



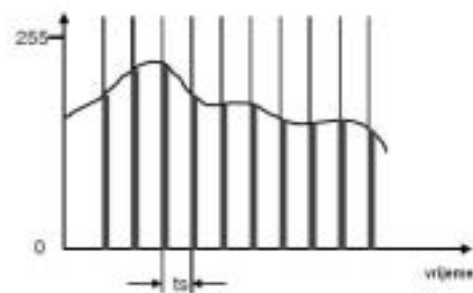
Slika 3. 4:2:0 struktura uzorkovanja slike [1]

Susjedne televizijske slike se vrlo malo razlikuju jedna od druge. One sadrže stacionarna područja koja se uopće ne mijenjaju iz slike u sliku. Postoje i područja koja samo mijenjaju svoju poziciju i postoje objekti koji se prvi put pojavljuju. Ako bi se svaka slika kompletno prenosila svaki put, neke emitirane informacije bi uvijek bile iste i rezultirale bi visokom brzinom prijenosa podataka. Zaključak koji se nameće je taj da je potrebno prenositi samo razlike između susjednih slika. Ovaj način smanjenja redundancije temelji se na odavno poznatom modulacijskom postupku diferencijalno impulsokodne modulacije (DPCM – Differential Pulse Code Modulation), (slika 4.).



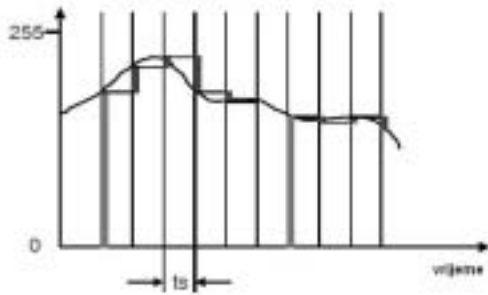
Slika 4. Diferencijalno impulsokodna modulacija [1]

Ako je kontinuirani analogni signal uzorkovan i diskretiziran po amplitudi dobivaju se diskretne vrijednosti signala (brojevi) na jednako udaljenim vremenskim intervalima.

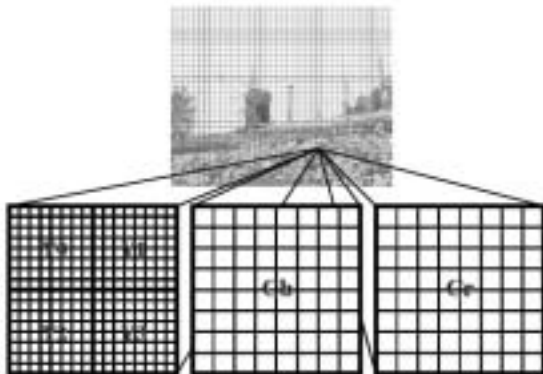


Slika 5. Impulsokodna modulacija, niz brojeva s vrijednostima između 0 i 255 [1]

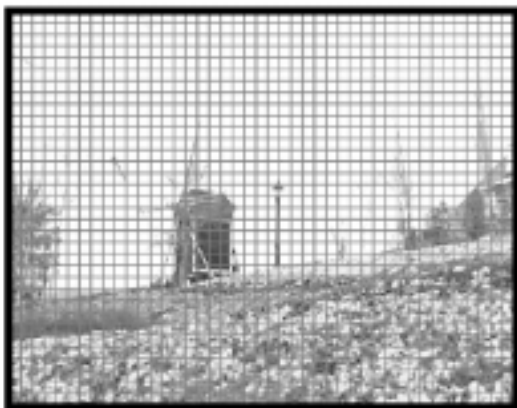
Te vrijednosti se mogu prikazati kao impulsi na jednako udaljenim intervalima (slika 5.). Visina svakog impulsa nositelja informacije je diskretna. U stvarnosti razlike između susjednih uzoraka (PCM vrijednosti) nisu velike zbog prethodnog pojasnog ograničenja (niskopropusnog filtriranja) analognog signala. Ukoliko se umjesto PCM vrijednosti prenose samo njihove razlike smanjuje se i prenesena količina podataka (slika 4.). Sa smanjenjem količine podataka smanjuje se i brzina prijenosa podataka te se ekonomičnije koristi kapacitet prijenosnog kanala. Problem s uobičajenim DPCM-om je kod slučajnog uključivanja u tok podataka ili nakon pogrešaka u prijenosu kada treba duže vrijeme da demodulirani signal postigne oblik originalnog signala. Ovaj problem se rješava periodičnim prijenosom kompletnih PCM vrijednosti uzoraka, između kojih se prenose samo razlike između susjednih PCM uzoraka (slika 6.). Opisani princip u DPCM modulacijskom postupku iskorišten je u MPEG-1/-2 normama radi smanjenja redundancije između susjednih televizijskih slika (vremenska redundancija).



Slika 6. Diferencijalno impulsnokodna modulacija s periodičnim prijenosom referentnih (kompletnih PCM) vrijednosti [1]



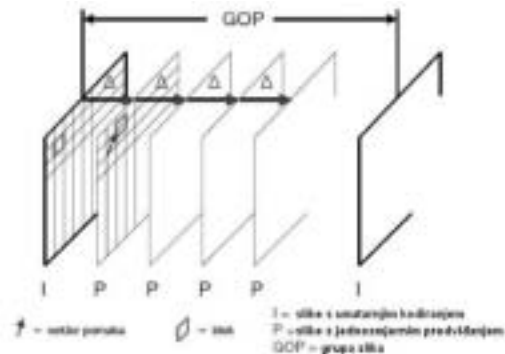
Slika 7. Struktura makrobloka (YCbCr) s 4:2:0 strukturom uzorkovanja [1]



Slika 8. Dijeljenje slike na makroblokove (16x16 uzoraka) [1]

Kodiranje televizijske slike (720x576) počinje podjelom slike na makroblokove od 16x16 luminantnih Y uzoraka (piksela) i 8x8 krominantnih Cb i Cr uzoraka (piksela) u slici (4:2:0 struktura uzorkovanja). Zbog 4:2:0 strukture uzorkovanja, 8x8 krominantni Cb i Cr uzorci prekrivaju površinu slike od 16x16 luminantnih uzoraka (makroblok), (slika 7.). Jedna slika se sastoji od velikog broja makroblokova (slika 8.), a horizontalni i vertikalni broj uzoraka slike je odabran tako da je djeljiv sa 16 i s 8 (Y:720x576 piksela). Makroblok je najmanji dio slike

koji se koristi za procjenu i nadomještanje pokreta. Formiranje razlike vrijednosti uzoraka između susjednih slika zbog pomaka objekta u slici odvija se na razini makrobloka, tj. odgovarajući makroblok sljedeće slike je uvijek uspoređen s makroblokom prethodne slike. Preciznije rečeno, provjerava se u kom smjeru i za koliko se pomaknuo makroblok sljedeće slike u odnosu na makroblok iz prethodne slike. Ukoliko pomak postoji, u prijenos ide samo podatak o vektoru pomaka. Ako nema promjene položaja makrobloka prema istom u prijašnjoj slici u prijenos se ne šalje nikakav podatak o sadržaju makrobloka. Ukoliko se pored pomaka makrobloka dogodila i određena razlika prema makrobloku iz prethodne slike, tada se uz vektor pomaka šalje i razlika između makroblokova. Ovako kodirane slike s nadomještenim pokretom i pridruženom razlikom u odnosu na prethodnu sliku, ako je ima, nazivaju se P (Predicted)- slike. Naziv „predicted“ dolazi zbog procjenjivanja veličine pomaka objekta u trenutnoj slici (predicted-predvidjeti) prema njegovom položaju u referentnoj (prethodnoj) slici, npr. prethodnoj I slici, (slika 9.).



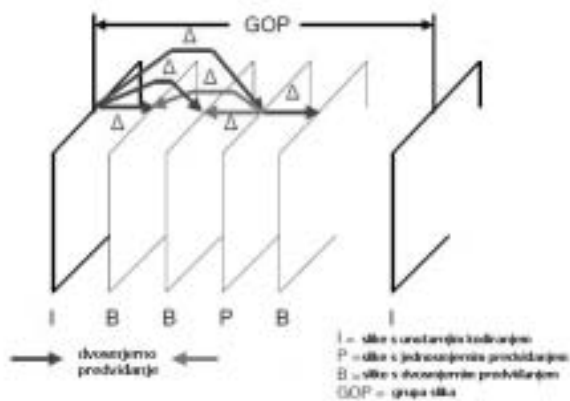
Slika 9. Slike s nadomještenim pokretom (pomakom) u odnosu na prethodnu sliku (P-slike) [1]

Ako je razlika između trenutnog i prethodnog makrobloka vrlo velika tada se cijeli trenutni makroblok ponovo kodira i prenosi (I-slike). Naziv dolazi od „Intra frame“ a odnosi se na kodiranje slike pri čemu se uklanja samo prostorna redundancija. Kod dekodiranja I-slike daju potpunu sliku neovisnu od sadržaja prethodne ili slijedeće slike, analogno kao kod demodulacije signala DPCM-a s referentnim PCM vrijednostima (slika 6.).

Osim jednosmjernog predviđanja pomaka u slici (P-slike), postoji i dvosmjerno predviđanje, tj. prema naprijed (razlika u pomaku u odnosu na sliku koja slijedi) i prema natrag (razlika u pomaku u odnosu na prethodnu sliku). Ovako kodirane slike s nadomještenim pokretom i pridruženom razlikom u odnosu na prethodnu i slijedeću sliku u nizu nazivaju se B (Bidirectional)-slike (slika 10.). Razlog uvođenja dvosmjernog predviđanja je puno manja vrijednost količine podataka kod B-slika u usporedbi s P-slikama ili I-slikama.

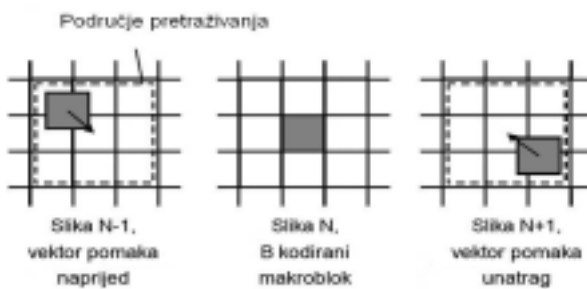
Procjena pokreta za dobivanje vektora pokreta dobiva se kodiranjem I- i B-slika (Δ -delta slike) pretraživanjem

određenog područja unutar kojega se utvrđuje novi položaj traženog referentnog makrobloka.



Slika 10. Slike s dvosmjernim predviđanjem (B-slike) [1]

Novi položaj referentnog makrobloka određuje se prema prethodnoj slici (dobivanje P-slike) ili prema prethodnoj i sljedećoj slici (dobivanje B-slike). To se postiže traženjem podudaranja makroblokova (referentnog iz prethodne ili prethodne i sljedeće slike s novim položajem istog makrobloka), unutar područja pretraživanja oko referentnog makrobloka (slika 11.).

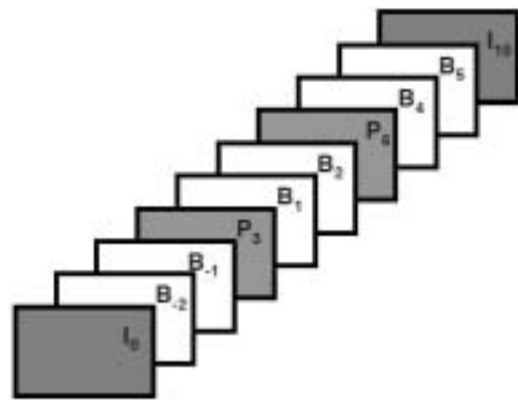


Slika 11. Vektori pokreta (pomaka) makrobloka prethodne slike i sljedeće slike u odnosu na trenutnu sliku [1]

Ako je traženi makroblok u sljedećoj slici na mjestu ispred, a kod dvosmjernog kodiranja i u prethodnoj slici na mjestu iza traženog makrobloka, izračunavaju se vektori pokreta za prvi ili oba slučaja (prema prethodnoj i prema sljedećoj slici) i prenose kao P- ili B-slike. Osim toga, svaki novi sadržaj u području pretraživanja koji nije rezultat pomaka makrobloka kodira se kao razlika između slika i prenosi zajedno s vektorom pokreta. Razlike između slika (bilo P- ili B- slike) komprimiraju se pomoću diskretne kosinusne transformacije (DCT), kvantizacije i entropijskog kodiranja.

Diskretna kosinusna transformacija je linearna transformacija vrijednosti uzoraka (piksela) u koeficijente (nove numeričke vrijednosti uzoraka), čijom je kvantizacijom omogućeno uklanjanje prostorne redundancije unutar slike.

Najmanja jedinica za prijenos kodiranih slika koja se može neovisno dekodirati naziva se grupom slika (GOP-Group of Pictures), (slika 12.), i sastoji se od određenog broja I-, P- i B-slika s točnim redoslijedom te uvijek počinje s I-slikom. GOP je obično duljine 12 slika i s redoslijedom I,B,B,P,B,B,P,B,B,P,B,I... B-slike se nalaze između I- i P-slika. Prije nego što se dekodira B-slika na kraju prijena treba imati prethodne i sljedeće I- i P-slike. Prema MPEG normama, GOP struktura može biti varijabilna. Da se na strani dekodera izbjegne potreba za velikim memorijskim prostorom, mora se promijeniti redoslijed prijena kodiranih slika unutar GOP jedinice. Iz tog razloga se slike prenose drukčijim redoslijedom od onoga kod reprodukcije, a koji je isti kao kod kodiranja.



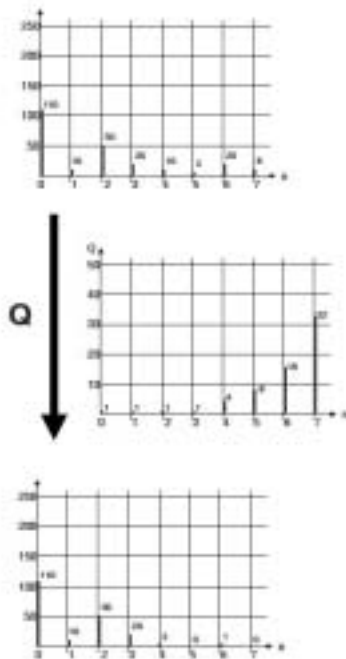
Slika 12. Redoslijed slika kod prijena [1]

Umjesto originalnog redoslijeda: I0, B1, B2, P3, B4, B5, P6, B7, B8, P9 slike se prenose redoslijedom: I0, B-2, B-1, P3, B1, B2, P6, B4, B5, P9... (slika 12.). To znači da su P- i I-slike koje slijede iza B-slika dostupne na kraju prijena prije B-slika. Sada je lako odrediti i izračunati memorijski prostor rezerviran na strani dekodera. Da bi se ponovo prijenosni redoslijed vratio u originalni, moraju se uz slike kodirati i prenositi pripadni redni brojevi slika. Za tu svrhu koriste se DTS (Decoding Time Stamp) vrijednosti sadržane u PES (Packetized Elementary Stream) zaglavlju toka podataka.

Vrlo uspješna metoda za kompresiju mirnih slika koja je u upotrebi od kraja 80-tih godina, a koristi se kod digitalnih fotoaparata kojima se dobivaju slike vrhunske kvalitete, poznata je pod nazivom JPEG. JPEG je kratica za Joint Photographic Experts Group, a odnosi se na odbor za donošenje normi za kompresiju mirnih slika. Osnovni algoritam korišten u JPEG normi je diskretna kosinusna transformacija ili DCT (Discrete Cosine Transform). DCT isto tako ima ključnu ulogu u MPEG normama.

Slika se sastoji od grubih i finih struktura. Ljudski vid nije jednako osjetljiv za fine i grube strukture u slici. Moguće je dopustiti puno više šuma u visokofrekvencijskom području videosignala koje odgovara finim strukturama u slici nego u niskofrekvencijskom području videosignala koje odgovara grubim strukturama u slici. Zbog toga je već od

samih početaka mjerenja omjera signala/šuma u slici uključena osjetljivost ljudskog vida, a samo mjerenje vrednovano (ponderirano) je prema amplitudno-frekvencijskoj karakteristici osjetljivosti vida na šum u slici. Ova osobina vida iskorištena je u kodiranju slike (JPEG i MPEG norme). Tako se grube komponente slike kodiraju finijom kvantizacijom, a fine komponente slike grubom kvantizacijom, s ciljem smanjenja brzine prijenosa toka podataka.



Slika 13. Kvantizacija DCT koeficijenata [1]

Kako odvojiti grube komponente od finih komponenti slike. Rješenje je primjena onih linearnih integralnih transformacija putem kojih se može ostvariti prijelaz iz vremenske domene videosignala u frekvijsku domenu (spektar videosignala). Diskretna kosinusna transformacija je poseban slučaj Fourierove transformacije, (i brze Fourierove transformacije), a pripada metodama numeričke matematike. Nakon DCT transformacije, vrijednosti uzoraka jednog retka iz bloka od 8x8 uzoraka (8x8 piksela) dobivaju nove vrijednosti (prvi dijagram na slici 13.). Ove vrijednosti sada predstavljaju koeficijente (frekvijska domena), čije vrijednosti određuju udio kosinusnih valnih oblika na određenim frekvencijama. Koeficijent na prvom mjestu određuje udio istosmjerne komponente (DC-Direct Current), na drugome udio prvog poluharmonika, na trećemu i dalje do sedmog koeficijenta, cjelobrojne umnoške vrijednosti frekvencije poluharmonika i rastućih cijelih brojeva od 2 do 7 (AC-Alternating Current-AC koeficijenti). Kada bi se zbrojilo svih sedam valnih oblika čije su amplitude određene vrijednostima koeficijenata, s istosmjernom komponentom, rezultat bi bila vrijednost uzoraka jednog retka bloka, (8x8 piksela), od kojeg se i krenulo. Dobiveni koeficijenti se zatim kvantiziraju tj. dijele s određenim brojem, faktorom

kvantizacije. Što je veća vrijednost broja s kojim se dijeli, grublja je kvantizacija. Kako su koeficijentima određene grube i fine strukture u slici, mogu se primijeniti različiti faktori kvantizacije na pojedine koeficijente u smjeru od koeficijenta istosmjerne komponente do koeficijenta najviše frekvencije. Uzimajući u obzir osjetljivost vida od niskih prema višim frekvencijama u slici, kvantizacija će biti postavljena od fine prema gruboj, tj. od vrlo malih vrijednosti faktora za grube strukture u slici do velikih vrijednosti faktora za fine strukture u slici ($Q(u,v)$ na slici 14.). Nakon kvantizacije nepovratno je izgubljena određena količina informacije iz slike.

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

$Q(v,u)$

Faktor skaliranja = 2

173	0	0	0	0	0	0	0
5	1	2	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

$QF(v,u) = F(v,u) / Q(v,u) / \text{faktor skaliranja}$

Slika 14. Faktori kvantizacije $Q(v,u)$, skaliranja i vrijednosti koeficijenata (frekvijska domena) [1]

100	190	220	235	244	236	222	211
196	209	222	231	229	215	198	186
144	154	170	184	190	190	185	180
162	164	166	167	165	161	157	154
195	191	195	188	179	178	173	161
174	166	161	156	160	170	183	192
174	160	138	113	112	115	125	133
152	138	119	105	104	115	133	146

$f(x,y)$

Slika 15. Blok od 8x8 uzoraka luminantnog signala jedne slike [1]

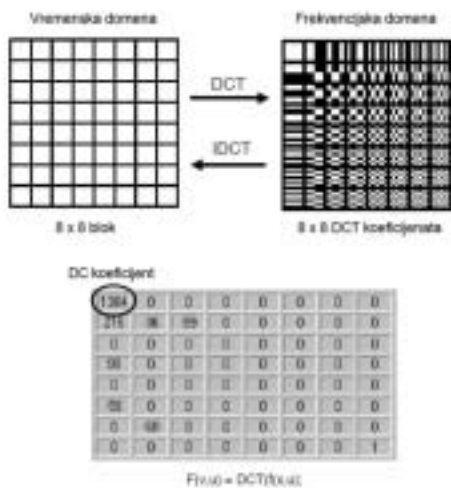
U praksi je kodiranje u JPEG i MPEG normi zasnovano na dvodimenzionalnoj DCT transformaciji. Slika je podijeljena na blokove od 8x8 piksela (uzorci luminantnog signala), (slika 15.). Svaki blok od 8x8 uzoraka se tada transformira u frekvijsku domenu pomoću dvodimenzionalne DCT transformacije. Prije toga se vrijednost 128 najprije oduzima od svih

vrijednosti uzoraka kako bi se dobile vrijednosti s predznacima (slika 16.).

55	70	82	111	116	108	94	83
50	61	84	103	101	87	70	56
16	81	42	-36	62	62	57	52
-34	36	38	39	37	-33	29	26
67	63	57	22	50	50	51	53
46	40	33	28	32	42	55	64
46	32	30	4	16	13	-3	5
24	10	-9	-25	-24	-15	5	18

Slika 16. Nove vrijednosti uzoraka dobivene oduzimanjem 128 od početnih vrijednosti [1]

Rezultat dvodimenzionalne DCT transformacije bloka od 8×8 uzoraka je još jedan blok od 8×8 uzoraka, ali sada u frekvencijskoj domeni (slika 17.).



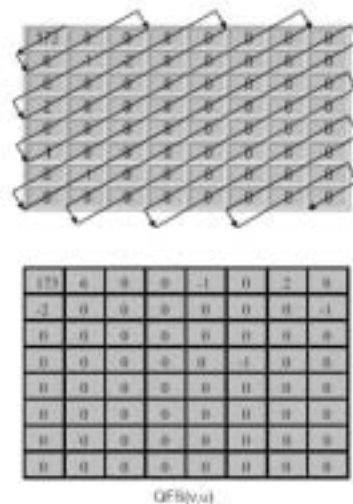
Slika 17. Koeficijenti $F(v,u)$ dobiveni nakon dvodimenzionalne DCT transformacije [1]

Prvi koeficijent prvog reda je DC koeficijent koji odgovara DC komponenti cijelog bloka. Vrijednošću DC komponente određena je srednja vrijednost svjetline bloka. Drugi koeficijent odgovara intenzitetu grubih struktura slike u horizontalnom smjeru, a zadnji koeficijent prvog reda odgovara intenzitetu finih struktura slike u horizontalnom smjeru. Prvi stupac bloka od 8×8 uzoraka od vrha do dna, na isti način kao kod horizontalnog smjera, sadrži intenzitete od grubih struktura slike do finih struktura slike u vertikalnom smjeru. Koeficijenti od grubih do finih struktura slike koji su kombinacije horizontalnih i vertikalnih frekvencija leže u dijagonalnom smjeru bloka.

Sljedeći korak je kvantizacija dobivenih koeficijenata $F(v,u)$. Svi koeficijenti se dijele s odgovarajućim faktorom kvantizacije, (tablica $Q(u,v)$ na slici 14.). MPEG normom definirana je tablica kvantizacije koja može biti zamijenjena i nekom drugom na strani koda. Nova tablica se tada mora poslati dekoderu unutar toka

podataka. Kvantizacija rezultira velikim brojem koeficijenata čije su vrijednosti nula. Nakon kvantizacije, matrica ($QF(v,u)$ slika 14.) je relativno simetrična s dijagonalom od gore lijevo do dolje desno. Matrica se očitava cik-cak skeniranjem kojim se tada stvara mnogo susjednih nula, (slika 18.). Primjenom kodiranja dužine niza (RLC) dolazi se do velikog smanjenja količine podataka, (gornji blok na slici 19.).

Uz 4:2:0 strukturu uzorkovanja, četiri Y bloka od 8×8 uzoraka i po jedan blok od 8×8 Cb i 8×8 Cr uzoraka tvore jedan makroblok od 16×16 elemenata slike u boji (slika 7.) Kvantizacija Y, Cb i Cr uzoraka se može mijenjati pomoću faktora skaliranja od makrobloka do makrobloka, (slika 14). Faktor skaliranja je određeni broj koji množenjem mijenja sve faktore kvantizacije, bilo u tablicama MPEG normi ili tablicama kvantizacije stvorenim od strane koda. Kompletna se tablica kvantizacije može zamijeniti na razini sekvence koja se sastoji od određenog broja GOP jedinica, u određenom vremenu u toku podataka.



Slika 18. Cik-cak skeniranje matrice $QF(v,u)$ [1]

Dvodimenzionalna DCT transformacija s kvantizacijom koeficijenata primjenjuje se za makroblok Y uzoraka i za makroblok Cb i Cr uzoraka. U slučaju I-slika, svi makroblokovski su kodirani na već opisan način. U slučaju P- i B-slika se na razlike između uzoraka makroblokova dvije susjedne slike primjenjuje DCT transformacija (na svaki od četiri bloka), kvantizacija i entropijsko kodiranje (RLC i VLC), te se zajedno s vektorom pomaka prenosi u toku podataka. Razlika između dva makrobloka dobiva se tako da se makroblok prethodne slike pomakne za iznos vektora pomaka u novi položaj, pa se zatim izračuna razlika s makroblokom trenutne slike. Isti postupak se primjenjuje kod dvosmjernog kodiranja (B-slike).

Nakon cik-cak skeniranja (slika 18.), kvantiziranih DCT koeficijenata, dobiva se veliki broj susjednih nula. Umjesto tih nula, prenosi se samo podatak o njihovom broju koristeći RLC (Run-Length Coding) kodiranje. Ovaj tip smanjenja redundancije, uz pomoć DCT

transformacije i kvantizacije, osigurava veliki faktor kompresije podataka.



Slika 19. Kodiranje dužine niza (RLC) i Huffmanovo kodiranje [1]

Huffmanovo kodiranje se često koristi za kompresiju signala bez gubitaka, uz faktor kompresije 2:1. Huffmanovo kodiranje spada u postupke kompresije s promjenjivom duljinom kodne riječi (VLC, Variable Length Coding). Sam postupak kompresije temelji se na tome da se uštede bitovi i smanji brzina toka podataka. Kombinacije bitova koje se najčešće javljaju kodiraju se kratkim kodnim riječima, a one koje se rijetko pojavljuju, kodiraju se dužim kodnim riječima. Kodovi se pridjeljuju po Huffmanovoj tablici (slika 19.).

3. VIDEOKODIRANJE PREMA NORMI MPEG-4 PART 10 AVC (ADVANCED VIDEO CODING)

U usporedbi s MPEG-2 normama, znatno poboljšani MPEG-4 Part 10 AVC (H.264) videokodek omogućava smanjenje brzine prijenosa podataka od 30 do 50% uz bolju kvalitetu slike. To znači da se SDTV digitalni signal sada može prenositi brzinama od 1,5 do 3 Mbit/s. Radi usporedbe, brzina prijenosa kod MPEG-2 norme je od 2 do 7 Mbit/s a brzina kod nekomprimiranog SDTV digitalnog signala 270 Mbit/s. Koristeći MPEG-4 normu, HDTV digitalnom signalu se može smanjiti brzina prijenosa na oko 10 Mbit/s, u usporedbi s brzinama nekomprimiranog digitalnog signala vrijednosti oko 1,5 Gbit/s. Kod MPEG-2 norme brzina prijenosa istog iznosi oko 20 Mbit/s.

Glavna obilježja MPEG-4 Part 10 AVC (H.264):

1. podržani su 8, 10 i 12 bitni uzorci YCbCr komponentnog digitalnog videosignala strukture uzorkovanja 4:2:0, 4:2:2 i 4:4:4,
2. do maksimalno 16 referentnih slika,
3. povećana točnost kod nadomještanja pokreta (na 1/4 piksela za razliku 1/2 kod MPEG-2 normi),
4. korištenje SP (Switching P) i SI (Switching I) isječaka slike s kojima je omogućeno brzo prekapčanje dekodera s jednog na drugi stream,

5. cjelobrojna i Hadamardova transformacija umjesto DCT transformacije (veličina blokova 4x4 odnosno 2x2 piksela),
6. fleksibilnija struktura makroblokova (16x16, 16x8, 8x16, 8x4, 4x8, 4x4),
7. 52 moguća seta kvantizacijskih tablica,
8. In-loop de-blocking filter (uklanjanje izobličenja u vidu vidljivih blokova u slici),
9. redosljed isječaka slike kod prijenosa može biti proizvoljan (osigurava bolju zaštitu toka podataka od grešaka u prijenosu),
10. entropijsko kodiranje; VLC i kontekstno prilagodljivo binarno aritmetičko kodiranje (CABAC).

H.264 norma koristi YCbCr model boja, podržavajući 4:2:0, 4:2:2 i 4:4:4 strukture uzorkovanja. Uz 4:2:2 i 4:4:4 strukture uzorkovanja povećana je rezolucija boje u slici u odnosu na 4:2:0 strukturu uzorkovanja, što rezultira boljom kvalitetom slike. U odnosu na 8-bitne uzorke YCbCr digitalnog komponentnog videosignala kod MPEG-2 norme, H.264 norma podržava 10-bitne i 12-bitne uzorke kojima se osigurava daljnje poboljšanje kvalitete slike.

Kod H.264 norme, uvedena je dodatna segmentacija makroblokova, pa je ukupno osam veličina (16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4). Takva fina segmentacija dovodi do potencijalno velikog broja vektora pokreta po makrobloku, (do 32), i broja blokova čiji se uzorci izračunavaju interpolacijom, (do 96). Da bi se ograničila kompleksnost koda/dekoda, postoje ograničenja u broju vektora pomaka koji se koriste za dva uzastopna makrobloka. Poboľšano je prikrivanje pogrešaka kod prijenosa fleksibilnijim raspoređivanjem makroblokova (FMO-Flexible Macroblock Ordering) unutar isječaka slike tako što se makroblokovima mogu dodijeliti drugim isječcima koji slijede isječak koji se trenutno popunjava makroblokovima očitavanjem slike. Time se smanjuje vjerojatnost da pogreška utječe na veće prostorno područje slike, te se poboljšava prikrivanje pogreške upotrebom susjednih ispravnih makroblokova za predviđanje neispravnog makrobloka.

In-Loop De-blocking Filter uklanja izobličenja u vidu vidljivosti blokova koja proizlaze zbog razlika u vrijednostima susjednih piksela, na granicama blokova i makroblokova, zbog razlike u nadomještanju pomaka kod susjednih blokova ili različitim tablicama kvantizacija susjednih blokova. Taj filter isto tako modificira razlike susjednih piksela dvaju blokova ili makroblokova u zavisnosti od sadržaja obuhvaćenih blokovima.

Isječak slike je niz makroblokova koji se očitavaju s lijeve prema desnoj strani slike. Isječak je najmanja jedinica koja nosi podatak za sinkronizaciju rada koda i dekodera. U slučaju pogreške kod jednog isječaka dekodiranje se nastavlja sljedećim ispravnim isječcima (nema utjecaja pogreške na sljedeće isječke). Ova fleksibilnost omogućuje proširenje I-, P- i B-slika na nižu razinu, razinu isječaka, čime se dobivaju I-, P- i B-tipovi isječaka. Proizvoljni redosljed isječaka (ASO- Arbitrary Slice Ordering) omogućuje isječcima da se prenose i

primaju izvan poretka očitavanja slike. Time se poboljšavaju nedostaci većeg kašnjenja u prijenosu podataka u videokonferencijama i internet aplikacijama. Redundantni isječci su također poželjni kod zaštite podataka od pogrešaka, te su ovom normom i oni predviđeni. Ovi alternativni podaci se mogu upotrijebiti za ispravljanje pogrešaka u prijenosu kod bilo kojeg makrobloka.

Osim I, P i B isječaka, H.264 normom definirani su SP i SI isječci. Kod SP isječaka koristi se jednosmjerno nadomještanje pokreta. Oni koriste vremensku redundanciju za rekonstrukciju oštećenog isječaka čak i uz pomoć drugih referentnih isječaka. Kod SI isječaka uklonjena je samo prostorna redundancija te oni služe u rekonstrukciji odgovarajućeg u nizu SP isječaka.

Kada procjena pokreta nije efikasna, koristi se kodiranje unutar makrobloka (Intra Prediction) na način da se na temelju već kodiranih blokova (i puštenih u prijenos) izračunavaju vrijednosti uzoraka susjednog nekodiranog bloka određenom metodom te oduzimanjem tih vrijednosti od stvarnih vrijednosti trenutnog bloka samo ta razlika kodira i propusti u prijenos. S razlikom se obvezno šalje i oznaka metode izračunatih uzoraka bloka. Ovaj postupak kodiranja pomoću I- makroblokova koristan je kada slika sadrži velike jednolike pozadine koje su izvori velikih prostornih redundancija.

Točnost nadomještanja pokreta (Inter Prediction) je poboljšana s 1/2 piksela točnosti korištene u mnogim prijašnjim videokodecima na 1/4 piksela. H.264 norma podržava istu točnost od 1/4 piksela koja je korištena u posljednjim MPEG-4 videokodecima.

H.264 normom omogućeno je stvaranje i korištenje više referentnih slika. Ovime se povećava kompresija poboljšanjem procesa nadomještanja pokreta i povećava zaštita od pogrešaka zbog mogućnosti korištenja drugih referentnih slika u slučaju kada je jedna izgubljena. Jedan makroblok može koristiti do 8 referentnih slika (do 3 kod HDTV).

Izračunavanje razlike između uzoraka makroblokova na različitim vremenskim udaljenostima, između trenutne i referentne slike, postiže se usrednjavanjem s podesivim težinskim parametrima. Ti parametri mogu biti umetnuti unutar toka podataka ili ih dekodek može implicitno izvoditi iz vremenskih oznaka.

H.264 norma koristi jednostavnu 4x4 cjelobrojnu transformaciju. Dodatna 2x2 transformacija se primjenjuje na četiri CbCr DC koeficijenta. Intra 16x16 makroblokovi imaju dodatnu 4x4 transformaciju primjenjenu na šesnaest Y DC koeficijenata. Pojava blokova unutar slike i pojava kontura oko objekata u slici je smanjena kao rezultat korištenja manjih veličina blokova u H.264 normi.

Za kvantizaciju, norma H.264 koristi 52 faktora skaliranja s jednolikim korakom kvantizacije od oko 12,5%. Kvantizirani koeficijenti se očitavaju (skeniraju) od niskih frekvencija prema visokim na jedan od dva moguća načina.

Nakon kvantizacije i cik-cak skeniranja, norma H.264 koristi dvije vrste entropijskog kodiranja: kodiranje s promjenjivom dužinom riječi (VLC) i adaptivno

kontekstno binarno kodiranje (Context Adaptive Binary Arithmetic Coding-CABAC). Za sve, osim za koeficijente transformacije, norma H.264 koristi jednu univerzalnu VLC (UVLC) tablicu koja koristi set beskonačno proširivih kodnih riječi (Exponential Golomb). Umjesto kodiranja pomoću višestrukih VLC tablica kao kod ostalih videokodeka, kodiranje ide pridruživanjem vrijednosti iz jedne UVLC tablice čije se vrijednosti mijenjaju prema statističkim obilježjima podataka koji se kodiraju. Za koeficijente transformacije, koji koriste najveću širinu frekvencijskog pojasa, norma H.264 koristi adaptivno kontekstno kodiranje s promjenjivom dužinom riječi (Context Adaptive Variable Length Coding-CAVLC). Na temelju prethodno obrađenih podataka odabire se najbolja VLC tablica. Dodatna učinkovitost u kodiranju (5-10%) postiže se korištenjem CABAC-a. CABAC-om se stalno ažuriraju statistička obilježja dolaznih podataka, te se u realnom vremenu stalno podešava algoritam (proces nazvan kontekstno modeliranje).

Profili i razine

Slično kao i kod drugih videokodeka, profilima je određena sintaksa (odnosno alati, kao npr. tipovi slika), a razinama su definirani različiti parametri (rezolucija (raster) slike, broj slika u sekundi, brzina prijenosa itd.) toka podataka, te način na koji ih dekodek mora obraditi.

Osnovni profil (Baseline Profile - BP)

Osnovni profil je namijenjen za videosadržaj s progresivnom analizom slike kao što su videokonferencija, videosadržaj preko IP-a i mobilne aplikacije. Kod osnovnog profila uključeni su sljedeći alati:

- I i P tipovi isječaka, točnost nadomještanja pokreta od 1/4 piksela,
- UVLC (Universal variable-length coding) i CAVLC (Context-adaptive variable-length coding) entropijsko kodiranje,
- proizvoljni redosljed isječaka (ASO),
- fleksibilno raspoređivanje makroblokova (FMO),
- redundantni isječci (RS),
- struktura uzorkovanja 4:2:0, YCbCr komponentnog videosignala.

Važno je naglasiti da osnovni profil nije dio glavnog profila. Kod mnogih rješenja koriste se svi alati osim ASO ili FMO alata. Ova rješenja su dio glavnog profila i mnogo su jednostavnija u primjenama.

Prošireni profil (Extended Profile - XP)

Namijenjen je za streaming mobilnih i internet aplikacija i kod njega su uključeni sljedeći alati:

- B, SP i SI vrste isječaka,

- razvrstavanje podataka prema njihovom značaju radi veće zaštite unutar isječaka (Slice data partitioning),
- nadomještanje pomaka s podesivim težinskim parametrima (Weighted prediction).

Glavni profil (Main Profile - MP)

Glavni profil je namijenjen za širok raspon televizijskih aplikacija. Dodatni alati uz alate osnovnog profila su:

- kodiranje slike s proredom,
- B vrste isječaka slike,
- CABAC entropijsko kodiranje,
- nadomještanje pomaka s podesivim težinskim parametrima,
- 10 i 12 bitni uzorci YCbCr komponentnog digitalnog videosignala, strukture uzorkovanja 4:2:2 i 4:4:4,
- ASO, FMO i RS nisu podržani.

Vršni profil (High Profile - HP)

Nakon što je početna specifikacija dovršena, dodano je proširenje vezano uz poboljšanje kvalitete slike (Fidelity Range Extension-FRExt). Proširenje je rezultiralo sa četiri dodatna profila:

- High Profile (HP) - podržava odabir veličine bloka 4x4 ili 8x8 uzoraka luminantnog signala te odabir tablice faktora skaliranja prema vrijednosti frekvencija za pojedine koeficijente,
- High 10 Profile (Hi10P) - podržava 9 ili 10 bitne uzorke komponentnog digitalnog videosignala YCbCr sa strukturom uzorkovanja 4:2:0,
- High 4:2:2 Profile (Hi422P),
- High 4:4:4 Profile (Hi444P) - podržava 11 ili 12 bitne uzorke komponentnog digitalnog videosignala YCbCr ili RGB, strukture uzorkovanja 4:4:4.

Unutar petnaest razina definirane su rezolucije slike (raster) od 176x144 do 4096x2048 piksela, frekvencije izmjene slika od 15 slika/s do 120 slika/s, maksimalan broj makroblokova u sekundi od 1485 do 983040, maksimalni broj vektora pomaka između dva susedna makrobloka od 16 do 32, maksimalni broj referentnih slika od 4 do 9 te brzina prijenosa toka podataka od 64 kBit/s do 240 Mbit/s.

4. ZAKLJUČAK

Gotovo dva desetljeća MPEG norme definiraju postupke kodiranja i prijenosa digitalnog videosignala u području videotelefonijske i videokonferencijske, te pohranjivanja na CD medije. Unazad nekoliko godina prijenos se počinje znatnije ostvarivati putem zemaljske radiodifuzije, satelitskim prijenosom i kabelskom distribucijom, zatim putem interneta, najprije preuzimanjem videosadržaja kao datoteka, a zatim streamingom putem javnih i privatnih, fiksnih i mobilnih telekomunikacijskih mreža.

Potpuno nove mogućnosti javljaju se upotrebom mobilnih telefona kao fotoaparata, videokamera, reproduktora videosadržaja, navigacijskih uređaja, pa sve do pretraživanja interneta i korištenja usluga prijenosa video i audiosignala IP tehnologijom. Razvoj MPEG normi omogućio je pohranjivanje filmova i drugih videosadržaja na DVD i Blue-Ray Disc medije. Nagli porast potrošačkog tržišta koje traži vrhunske odlike proizvoda baziranih na videotehnologiji predstavlja značajne izvore prihoda za televizijske i telekomunikacijske kompanije, te za proizvođače televizijske, profesionalne i potrošačke (zabavne) elektronike i softvera. Ključnu ulogu na ovakvom tržištu imaju norme. Normizacija postupaka kodiranja, prijenosa i pohranjivanja videosignala (formata) ima brojne koristi u odnosu na nenormirane, vlasničke formate. Neke od njih su pojednostavljeno korištenje uređaja raznih proizvođača (npr. korištenje istih normi izdavačkih kompanija i proizvođača uređaja), uvođenje novih tehnika kodiranja koje mogu povrijediti postojeće rješenje zaštićeno patentom, dok je primjena tehnika i algoritama ugrađenih u određenu normu jasno regulirana cijenom prava korištenja. Unatoč stalnim raspravama o koristima videokodeka bez naknade za autorska prava nasuprot normiranim industrijskim videokodecima, normizacija videokodeka je vrlo važna za mnoge industrije.

5. LITERATURA

- [1] Fischer, Walter, *Digital Video and Audio Broadcasting Technology* (Second edition), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [2] Jack, Keith, *Video Demystified* (Fifth edition), Elsevier Inc., 2007.

PRIMJENA ELEKTROLUČNOG ZAVARIVANJA SVORNJAKA U IZRADI SPREGNUTIH KONSTRUKCIJA

Horvat M.¹, Brezovečki D.²

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

²Bajkmont d.o.o., Sesvete, Hrvatska

Sažetak: Postupak elektrolučnog zavarivanja svornjaka pripada visokoučinkovitim postupcima zavarivanja. Iako poluautomatski, zavarivanje svornjaka različitih promjera, najčešće 6-25 mm, izvodi se u vrlo kratkom vremenu (do 1 s) s kratkim pripremno-završnim vremenima. To mu daje veliku prednost u odnosu na konvencionalne elektrolučne postupke zavarivanja u izradi nosivih konstrukcija. Dodatne prednosti postupka su i mogućnost primjene u radioničkim, ali i terenskim uvjetima rada, te kvaliteta zavarenog spoja. Smatra se da je investiranje u elektrolučno zavarivanje svornjaka prilikom izrade spregnutih konstrukcija opravdano već nakon 25 000 zavarenih spojeva.

Ključne riječi: nosive konstrukcije, elektrolučno zavarivanje svornjaka, parametri zavarivanja, mehanička svojstva

Abstract: The process of arc stud welding belongs to the high-performance welding process. Although semi-automatic, stud welding of different diameters, mostly 6-25 mm, is performed in a very short time (up to 1 s) with short preliminary-final times. That gives it a big advantage compared to conventional arc welding processes in the development of bearing structures. Additional benefits of the procedure are its applicability in a workshop and field conditions, and the quality of welded joints. It is believed that investing in arc stud welding is justified when creating composite structures already after 25 000 welds.

Key words: bearing structures, arc stud welding, welding parameters, mechanical properties

1. UVOD

Sprezanje je konstrukcijsko spajanje dva različita materijala u jednu cjelinu – spregnuti presjek. U području građevinskih konstrukcija primjenjuje se sprezanje čelika i betona, betona različite kvalitete, betona i drveta, čelika i drveta itd. Ipak, pod pojmom spregnutih konstrukcija najčešće se podrazumijevaju spregnuti elementi od čelika i betona, s obzirom na to da se ovaj način sprezanja najčešće koristi. Primjena spregnutih konstrukcija čelik-beton vezana je za izradu mostova, početkom 20. stoljeća. Danas se, osim u mostogradnji, ove konstrukcije vrlo često koriste u izradi spregnutih nosača i stupova, spregnutih međukatnih konstrukcija na profiliranim

limovima te u izradi višekatnih zgrada. Osnovna prednost spregnutih konstrukcija je smanjenje mase za 50-60% u odnosu na armiranobetonske konstrukcije, što rezultira ekonomičnošću, ali i boljom zaštitom od požara. [1,2]

2. ELEKTROLUČNO ZAVARIVANJE SVORNJAKA

Elektrolučno zavarivanje svornjaka (eng. Arc stud welding, njem. Bolzenschweissen) je visoko učinkoviti postupak zavarivanja koji se vrlo često koristi u izradi spregnutih konstrukcija. Uspješna primjena elektrolučnog zavarivanja svornjaka u ovakvim konstrukcijama svodi se na zavarivanje svornjaka (u ovom radu tzv. "moždanika") na glavne nosače konstrukcije (profilne nosače, profilirane limove itd.). Oni nakon postavljanja betonske ploče omogućuju njeno sidrenje, tj. sprečavaju smicanje ili podizanje od osnovne čelične konstrukcije. [2,3]



Slika 1. Zavareni svornjak s glavom (moždanik) [4]

Ovaj postupak počeo se primjenjivati u brodogradnji. Iako se još i danas vrlo rijetko koristi u proizvodnim pogonima, postupak je našao široku primjenu u brodogradnji, kotlogradnji, građevinarstvu, automobilske industriji itd. Općenito, ovakvim postupkom, osim svornjaka, zavaruju se različiti oblici vijaka, nosača, spojnih elemenata, držača itd. (slika 2.).



Slika 2. Uzorci elemenata primjenjivih u elektro-lučnom zavarivanju svornjaka [4]

Iako postoji više izvedbi elektro-lučnog zavarivanja, najčešće se koristi poluautomatski postupak sa zaštitnim keramičkim prstenom, što se i željelo naglasiti u ovome članku. Prilikom zavarivanja većeg broja svornjaka (što je slučaj primjene ovog postupka u spregnutim konstrukcijama), postupak se pokazao tehnološkim iz dva osnovna razloga:

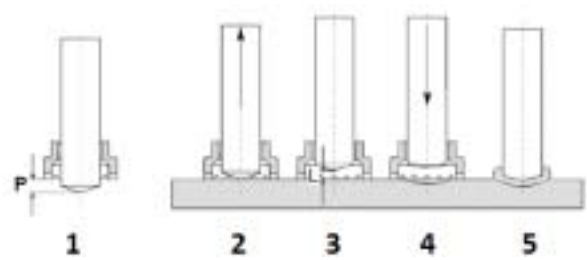
1. jednostavno rukovanje opremom
2. brzo i kvalitetno zavarivanje [2,3]



Slika 3. Primjer zavarenih svornjaka na nosećim gredama međukatne konstrukcije

3. OPIS POSTUPKA ZAVARIVANJA

Postupak elektro-lučnog zavarivanja svornjaka vrlo je jednostavan. Kod poluautomatskog načina rada u pištolj za zavarivanje, koji je sastavni dio samog uređaja za zavarivanje, ručno se stavlja svornjak, a potom se na njega stavlja keramički prsten. Nakon toga se pištolj oslanja na radni komad tako da keramički prsten leži okomito na radnom komadu. Puštanjem struje u točno definiranom trajanju, uspostavlja se električni luk, potom se svornjak malo odigne od radnog komada u svrhu što kvalitetnijeg zagrijavanja i taljenja materijala na mjestu spoja. Nakon toga se svornjak postiskuje (upucava) u osnovni materijal, dajući zavarenom spoju konačan oblik.

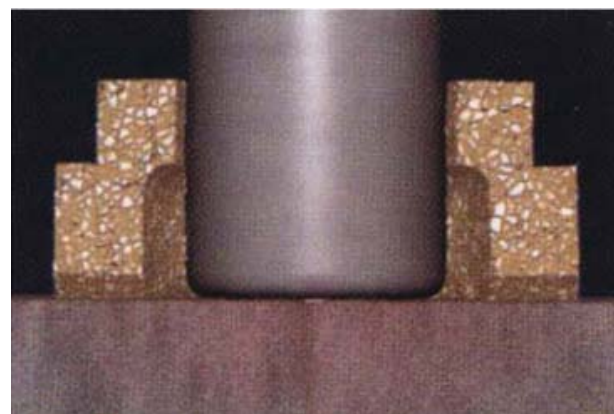


Slika 4. Shematski prikaz faza zavarivanja svornjaka [5]

Slika 4. pojednostavljeno prikazuje osnovne faze zavarivanja, a to su:

1. Stavljanje svornjaka u pištolj za zavarivanje s keramičkim prstenom na razmaku P (vrijednost prednapreznja opruge)
2. Oslanjanje svornjaka na osnovni materijal i uspostava primarnog električnog luka
3. Podizanje svornjaka i uspostava sekundarnog električnog luka
4. Prestanak djelovanja električnog luka i "upucavanje" svornjaka
5. Zavareni svornjak nakon odstranjivanja keramičkog prstena. [5]

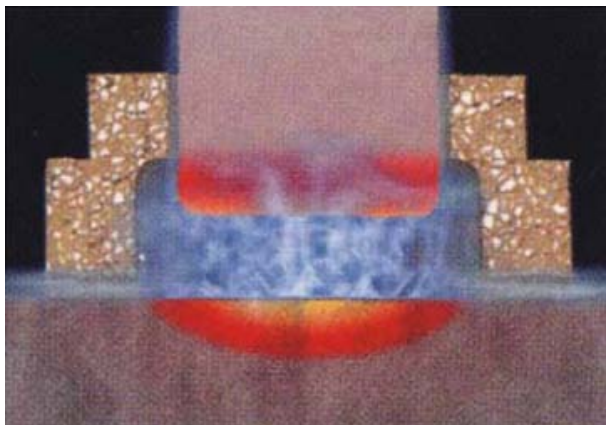
Ovim postupkom zavarivanja svornjaka postiže se vrlo dobar spoj (zavareni spoj formira se po cijelom poprečnom presjeku svornjaka), uz istodobno mali unos topline u zavareni spoj u usporedbi s klasičnim elektro-lučnim postupcima zavarivanja. Vremenski ciklus gorenja električnog luka najčešće je manji od 1 sekunde. Sam proces zavarivanja završava uklanjanjem keramičkog prstena (lagani udarac čekićem). Postupak zavarivanja svornjaka prikazan je na slici 5.



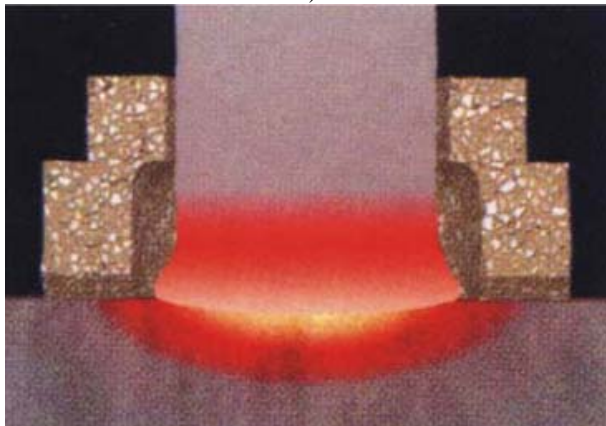
a)



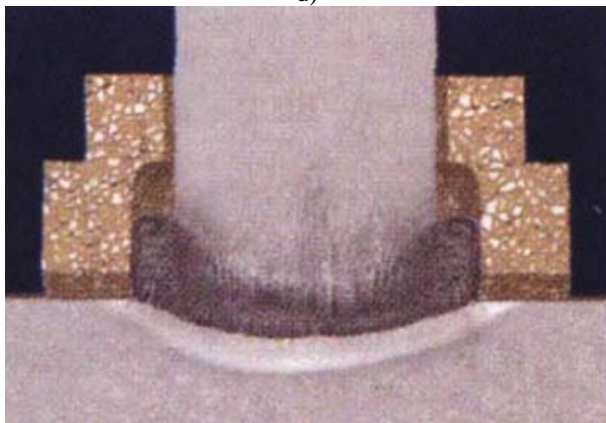
b)



c)



d)



e)

Slika 5. Postupak zavarivanja svornjaka: a) namještanje svornjaka na radni komad; b) uspostava primarnog električnog luka; c) podizanje svornjaka i uspostava sekundarnog električnog luka; d) "upucavanje" svornjaka; e) zavareni spoj prije izbijanja keramičkog prstena [4]

4. OPREMA ZA ZAVARIVANJE I PARAMETRI ZAVARIVANJA

Poluautomatski uređaj za zavarivanje svornjaka sastoji se od dijelova:

1. izvor struje za zavarivanje
2. upravljačka jedinica
3. pištolj za zavarivanje
4. zavarivački kablovi.

U nastavku je prikazan uređaj za zavarivanje ELOTOP 3002, proizvođača Köster & Co. GmbH.



Slika 6. Uređaj za elektro-lučno zavarivanje svornjaka ELOTOP 3002 i pripadajući pištolj za zavarivanje

Izvor struje za zavarivanje je trofazni transformator upravljani tiristorski, a daje istosmjernu struju zavarivanja u području od 300 do 2600 A. Statička karakteristika uređaja je strmopadajuća, s naponom praznog hoda od $U_0=95$ V. Uređaj za zavarivanje može regulirati jakost struje zavarivanja i trajanje zavarivanja, a vezu između ovih parametara preporučuje sam proizvođač opreme dijagramskim prikazom. Osnovne karakteristike uređaja za zavarivanje dane su u tabeli 1.

Tabela 1. Osnovne karakteristike uređaja za zavarivanje ELOTOP 3002 [6]

Područje promjera svornjaka:	6-25 mm
Maksimalna jakost struje:	3500 A
Područje jakosti struje zavarivanja:	300-2600 A
Max. učinak zavarivanja (svornjak Ø25mm):	6kom/min
Priključni napon (50 Hz):	230/400 V
Napon praznog hoda:	95 V
Intermitencija:	8%-2600 A, 100%-720 A
Trajanje zavarivanja:	100-2000 ms
Klasa zaštite:	IP 23
Dimenzije uređaja:	960×610×625 mm
Masa uređaja:	355 kg

Osim dva spomenuta parametra zavarivanja (jakost struje zavarivanja i trajanje zavarivanja), postoje još dva dodatna koji se reguliraju na pištolju za zavarivanje, a to su odmak keramičkog prstena od vrha svornjaka "P" koji definira prednapretnje opruge u pištolju, te vrijednost "L", tj. vrijednost podizanja svornjaka od radnog komada

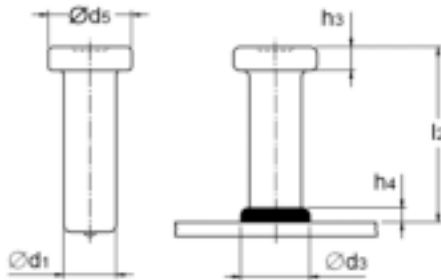
nakon uspostavljanja primarnog električnog luka, u svrhu ravnomjernog taljenja svornjaka i dodatnog materijala. Osnovni parametri zavarivanja definirani su normom EN ISO 14555, a uključuju sljedeće:

- a) **Polaritet:** svornjak se stavlja na (-) pol, DC
- b) **Struja zavarivanja:** orijentacijski se računa prema formuli $I (A) = 90 \times d (mm)$ za svornjake $d > 16 mm$, odnosno $I (A) = 80 \times d (mm)$ za svornjake $d < 16 mm$
- c) **Napon električnog luka:** ovisi o parametru L, ali se kreće od 20 do 40 V
- d) **Trajanje zavarivanja:** računa se prema $t_w (s) = 0,04 \times d (mm)$ za svornjake $d > 12mm$, odnosno $t_w (s) = 0,02 \times d (mm)$ za svornjake $d < 12mm$
- e) **Podizanje svornjaka:** vrijednost L proporcionalna je promjeru svornjaka, te se kreće u granicama od 1,5 do 7 mm. [7]

5. OSNOVNI I POMOĆNI MATERIJAL

Geometrija (dimenzije) svornjaka s glavom za primjenu u spregnutim konstrukcijama propisani su normom DIN EN ISO 13918. Slika 7. prikazuje dimenzije svornjaka s glavom prije i nakon zavarivanja. Osim geometrije, proizvođač atestom garantira:

- kvalitetu materijala (kemijski sastav)
- minimalnu vlačnu čvrstoću
- granicu razvlačenja
- istezljivost
- tehnologiju izrade
- stanje površine, eventualni zaštitni premazi
- ostalo [8]



Slika 7. Geometrija svornjaka (moždanika) propisana normom EN ISO 13918 [5]

Uz svornjake isporučuju se i jednokratni keramički prstenovi (pomoćni zaštitni materijal). Uloga zaštitnog prstena je sljedeća:

- zaštita mjesta zavarivanja od atmosfere
- oblikovanje zavarenog spoja
- koncentracija električnog luka i smanjenje brzine hlađenja

6. NORME I VERIFIKACIJA POSTUPKA ZAVARIVANJA

Opisani postupak elektrolučnog zavarivanja moždanika propisan je normom EN ISO 14555. Osim parametara zavarivanja danih ovom normom, u obzir se uzimaju i

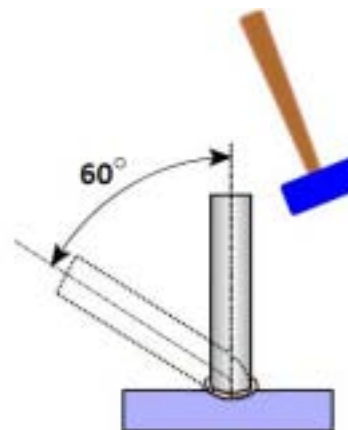
vrijednosti parametara danih preporukama proizvođača osnovnog i pomoćnog materijala te opreme za zavarivanje. Nakon odabranih parametara zavarivanja pristupa se izradi pWPS, odnosno preduputi za zavarivanje. Osnovni podaci dani u pWPS listi za elektrolučno zavarivanje svornjaka su:

- norma
- postupak zavarivanja
- položaj zavarivanja
- tip zavarivanja
- osnovni materijal/tip
- predgrijavanje
- toplinska obrada
- skica oblika spoja i redosljeda zavarivanja
- parametri zavarivanja (vrsta struje zavarivanja, jakost struje zavarivanja, vrijeme zavarivanja, P, L, oblik, vrsta i dimenzije svornjaka)
- materijal svornjaka
- vrsta spoja
- tip zaštite
- čišćenje. [9]

Na temelju podataka iz pWPS-a, pristupa se izradi PQR-a (Procedure Qualification Record), tj. atestu postupka zavarivanja. Svrha ispitivanja je provjera zavarivanja 783 prema HRN ISO 4063:2001 - Elektrolučno zavarivanje svornjaka s podizanjem u zaštiti keramičkog prstena ili plina, prema HRN EN 14555:1999. Primijenjene metode i opseg ispitivanja je sljedeći:

- vizualno ispitivanje
- ispitivanje ultrazvukom
- vlačno ispitivanje
- ispitivanje savijanjem
- ispitivanje makro presjeka zavara

Vizualno ispitivanje obavlja se prema normama HRN EN 970, HRN EN 25817, a utvrđuju se nedopuštene pogreške zavarivanja ili oblika zavarenog spoja. Ultrazvučno ispitivanje obavlja se prema HRN EN 1435/A1:2003, a vlačno i ispitivanje savijanjem prema HRN EN 895, odnosno HRN EN 14555. Shematski prikaz probe savijanjem prikazuje slika 8., a proba vrijedi ukoliko se ne pojave pukotine u zoni zavarenog spoja. Slika 9. pokazuje uzorke prije i nakon ispitivanja. [10]



Slika 8. Ispitivanje kvalitete zavara savijanjem prema normi EN ISO 14555 [5]



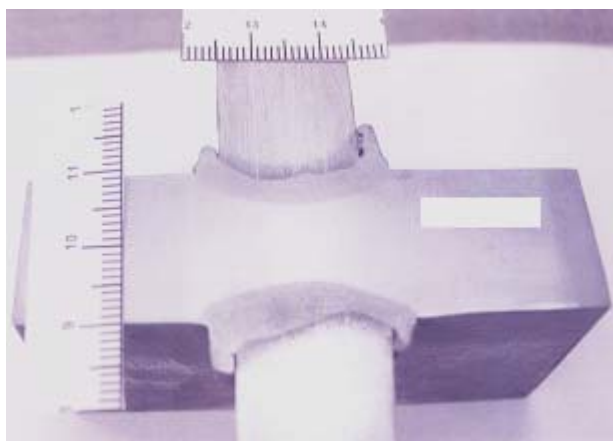
a)



b)

Slika 9. Prikaz uzoraka: a) zavareni uzorci prije probe savijanjem; b) Uzorci nakon probe savijanjem i uzorak nakon vlačnog kidanja [10]

Norma EN ISO 14555 ne dopušta postojanje pukotina u zavarenom spoju, ali su dopuštene pojedinačne, odnosno površinske pogreške čije veličine ovise o veličini zavarenog svornjaka. Norma također propisuje dopuštenu veličinu pora te oblik i neravnomjernost zavara.



Slika 10. Izbrusak zavarenog spoja svornjaka [10]

7. ZAKLJUČAK

Danas u vrijeme sve većih investicija u graditeljstvu (cestogradnja, mostogradnja, međukatne konstrukcije itd.) primjena elektrodučnog zavarivanja svornjaka nameće se kao primarni postupak u zavarivanju svornjaka (moždanika) na čelične konstrukcije u svrhu izrade spregnutih konstrukcija. Postupak odlikuje vrlo visoka produktivnost (moguće je zavariti 6 svornjaka

promjera 22 mm u jednoj minuti), ali i fleksibilnost (mogućnost zavarivanja različitih vrsta svornjaka, vijaka, nosača itd.). Nadalje, postupak je pogodan za zavarivanje u proizvodnim pogonima, ali i u terenskim uvjetima rada. Osim spomenutih prednosti, primjena ovog postupka rezultira i vrlo dobrom kvalitetom zavarenog spoja (zavareni spoj formira se po cijelom poprečnom presjeku svornjaka), što je velika prednost u odnosu na klasične postupke zavarivanja kao što su REL ili MAG postupak. Današnja sofisticirana oprema i izvori struje za zavarivanje omogućavaju kontrolu nad parametrima zavarivanja, pa to dodatno garantira malu mogućnost za pogreške u zavarenim spojevima, uz istodobno jednostavno rukovanje opremom. S obzirom na broj zavarenih spojeva moždanika u spregnutim konstrukcijama, uvođenje ovakvog načina zavarivanja opravdano je i s aspekta ekonomičnosti, čime je zaokružena tehnološkičnost spomenutog zavarivanja.

8. LITERATURA

- [1] Sulyok-Selimbegović M., (2003), *Čelične konstrukcije*, Golden marketing, Zagreb
- [2] Brzica R., Juzvišen I., Samardžić I., Klarić Š., Šimović L., (2007), *Elektrodučno zavarivanje svornjaka u mostogradnji, 4. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje – Tehnološkična primjena postupka zavarivanja i zavarivanju srodnih tehnika u izradi zavarenih konstrukcija i proizvoda*, Slavonski Brod, 315-324
- [3] Samardžić I., Klarić Š., Kladarić I., (2008), *Utjecaj parametara zavarivanja i toplinske obrade na svojstva zavarenog spoja kod elektrodučnog zavarivanja svornjaka*, *Zavarivanje*, 51 - 5/6, 185-194
- [4] Köster & Co. GmbH, *Stud welding - katalog* <http://www.bolzenschweisstechnik.de/en/downloadcenter>, dostupno: 04.05.2011.
- [5] Köster & Co. GmbH, *Bolzenschweissen in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 1455*, <http://www.bolzenschweisstechnik.de/en/downloadcenter>, dostupno: 04.05.2011.
- [6] Köster & Co. GmbH, *KÖCO - Compact Stud Welding Equipment – ELOTOP 3002 - katalog*, <http://www.bolzenschweisstechnik.de/en/downloadcenter>, dostupno: 04.05.2011.
- [7] Tehnička dokumentacija tvrtke Bajkmont d.o.o., (2005), Norma EN ISO 14555 Arc stud welding
- [8] Tehnička dokumentacija tvrtke Bajkmont d.o.o., (2005), Norma EN ISO 13918 Studs and ceramic ferrules for arc stud welding
- [9] Tehnička dokumentacija tvrtke Bajkmont d.o.o., (2009), *Welding procedure specification (WPS)*
- [10] Tehnička dokumentacija tvrtke Bajkmont d.o.o., (2005), *Izveštaj o atestu postupka (PQR)*

KODIRANI ORTOGONALNI FREKVENCIJSKI MULTIPLEKS U ZEMALJSKOJ RADIODIFUZIJU DIGITALNOG VIDEOSIGNALA

Hoblaj J.¹, Matković D.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Radiodifuzijsko emitiranje televizijskog signala od samih početaka (SAD, Velika Britanija 1929.) do prijelaza na digitalno emitiranje temelji se na primjeni modulacijskog postupka s jednim prijenosnim signalom. Ovaj postupak vrlo je osjetljiv na interferencije sa signalima na istom i susjednim kanalima i drugim zračenjima u području prijenosnih frekvencija, na lokacijski i frekvencijski selektivni fading te Dopplerov efekt u mobilnim uvjetima prijama. Kodirani ortogonalni frekvencijski multipleks (COFDM) je vrsta tehnike multipleksiranja kod koje je primijenjeno dijeljenje fizičkog kanala u frekvencijskom i vremenskom području. Ovom tehnikom uspješno se otklanjaju smetnje u prijenosnim radiokanalima. Osim toga, COFDM sustav namijenjen je prijenosu toka podataka neovisno od njihovog sadržaja, te može raditi u višekorisničkoj okolini. Isto tako, COFDM sustavom omogućen je rad odašiljača u mreži na istoj frekvenciji (SFN- Single Frequency Network) unutar jednog geografskog područja, što se nije moglo modulacijskim postupkom s jednim prijenosnim signalom.

Glavne riječi: metode višestrukih nositelja, COFDM simbol, dodatni signali u spektru COFDM signala, hijerarhijska modulacija.

Abstract: Broadcasting of television signals from the very beginning (USA, UK 1929.) up to the transition to digital broadcasting is based on the application of the modulation with a single transmission signal. This procedure is known as very sensitive to interference with signals on the same and adjacent channels and other radiation in the transmission frequency band, location and frequency selective fading phenomena and Doppler Effect in mobile reception. Coded orthogonal frequency multiplex (COFDM) is a multiplexing technique based on dividing the applied physical channels both in the frequency and time domain. This technique effectively eliminates these problems present in the mobile radio channel. In addition COFDM system for the transmission of data stream, regardless of their content, can operate in a multiuser access environment. Limitations of single-carrier transmission methods of operating in single frequency networks (SFN) were overcome by COFDM system.

Key words: Multi-Carrier Methods, COFDM symbol, Supplementary Signals in the COFDM spectrum, Hierarchical Modulation.

1. UVOD

Od samih početaka električnog prijenosa poruka prije 100 godina korišteni su modulacijski postupci s jednim prijenosnim signalom (nositeljem poruke, odnosno moduliranim signalom). Da bi se poruka prenijela, bila je modulirana na signal sinusnog valnog oblika postupkom amplitudne, frekvencijske ili fazne modulacije. Od osamdesetih godina prošlog stoljeća pojedinačni nositelj se sve više pojavljivao u modulacijskim postupcima kod vektorskih modulacija (QPSK, QAM). Glavnu primjenu su ovi postupci imali kod uređaja kao što su telefaks, modemi, mobilni radiouređaji, radijski i televizijski prijamnici, uređaji mikrovalnih veza, uređaji za satelitski prijenos i uređaji za prijenos podataka preko kabela širokopojasnih prijenosnih karakteristika. Međutim, kod bežičnog prijenosa radiovalovima, višestavno prostiranje radiovalova vrlo nepovoljno utječe na kvalitetu prijama kod modulacijskih postupaka s jednim nositeljem. Ona je najčešće uzrokom istokanalnih i susjednokanalnih smetnji (interferencija) i pojave vrlo naglih promjena jačine elektromagnetskog polja na mjestu prijama. Osim toga, modulacijski postupci s jednim nositeljem vrlo su osjetljivi na smetnje okoline (impulsne smetnje i neželjena zračenja uzrokovana raznim industrijskim aparatima i strojevima). Poznato je da prilikom vožnje automobilom glasnoća radijskog programa zaustavljanjem na crvenom svjetlu semafora ponekad naglo opadne. Zbog različitih putova prostiranja elektromagnetskih valova do mjesta prijama, prijenosni signali na mjestu prijama imaju različite amplitude i faze. Njihovim zbrajanjem na anteni prijavnika dolazi do pojačanja, slabljenja ili potpunog poništavanja amplitude prijenosnog signala. Ova pojava se naziva fading i ona je prostorno i frekvencijski zavisna. Uvjeti kod zemaljskog rasprostiranja radiovalova i prijama stacionarnim i mobilnim prijamnicima najteži su što se tiče očuvanja kvalitete prenesene slike i zvuka u usporedbi s uvjetima u ostalim prijenosnim medijima ili bežičnim sustavima. Slična situacija je kod dvožičnih telefonskih parica (vodova) u telekomunikacijama. Tu se pojavljuju refleksije, preslušavanja od drugih parica, impulsne smetnje i utjecaj amplitudno i fazno frekvencijskih karakteristika prijenosnih vodova. Porast zahtjeva za što većom brzinom prijenosa podataka između računala i internetske mreže, te zahtjeva za pouzdanim digitalnim prijenosnim sustavima za prijenos digitalnog videosignala, rezultirao je, između ostalih, jednom tehnikom multipleksiranja zasnovanom na velikom broju

prijenosnih signala (nositelja). Metodom višestrukih nositelja informacija se prenosi u digitalnom obliku s višestrukim zaštitnim kodiranjem podataka i njihovim međusobnim ispremiješanjem. Metode s višestrukim nositeljima koje su poznate još od sedamdesetih godina prošlog stoljeća su frekvencijski multipleks ortogonalnih podnositelja (OFDM) i diskretni višetonski modulacijski postupak (DMT - Discrete multitone).

OFDM sustav se primjenjuje u sljedećim sustavima za prijenos toka podataka:

- radiodifuziji digitalnog radiosignala (Digital Audio Broadcasting - DAB)
- radiodifuziji digitalnog televizijskog signala (Digital Video Broadcasting – DVB-T, DVB-H, DVB-C, DVB-SH)
- asimetričnoj digitalnoj pretplatničkoj liniji (Asymmetrical Digital Subscriber Line - ADSL)
- prijenosu podataka preko elektroenergetskih vodova (Transmission of data signals via power lines)
- radiodifuziji digitalnog televizijskog signala prema normama u Japanu i Južnoj Koreji (Integrated Services Digital Broadcasting Television - ISDB-T, T-DMB)
- radiodifuziji digitalnog multimedijskog signala prema normama u Kini (Digital Multimedia Broadcast - Terrestrial - DMB-T)
- WLAN/ WiFi (Wireless Local Area Network, norme IEEE 802.11a/b/g/j/p/n, IEEE 802.11n)- lokalnim bežičnim sustavom prijenosa
- radijskoj mreži (celularni sustav) gradskih područja WiMAX (IEEE 802.16e/m)
- DVB-T2 sustavu
- DVB-C2 sustavu

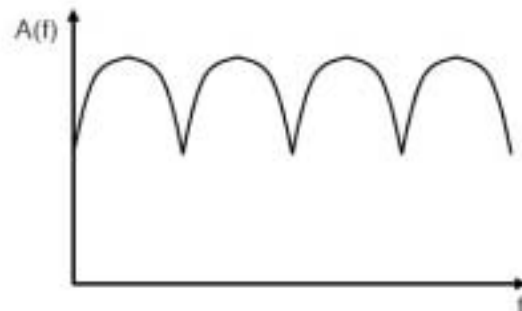
2. METODE VIŠESTRUKIH NOSITELJA

Metode s višestrukim nositeljima pripadaju najkomplexnijim metodama prijenosa i ni na koji način nisu lošije od metode kodno raspodijeljenog višestrukog pristupa (CDMA – Code Division Multiple Access).

Značajke zemaljskog rasprostiranja radiovalova:

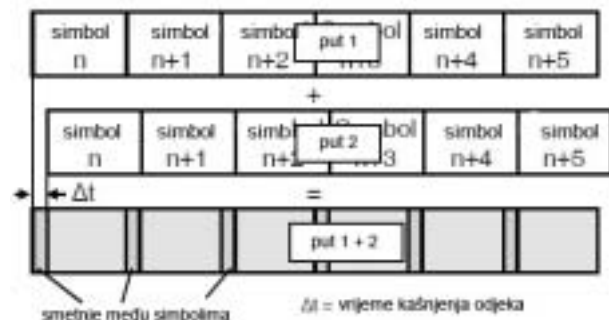
- pojava višestaznog rasprostiranja radiovalova do prijamne antene uzrokovane refleksijom od zgrada, planina, drveća, vozila
- dodavanje prijenosnom signalu bijelog šuma s normalnom (Gaussovom) razdiobom vjerojatnosti amplituda (AWGN - Additive white Gaussian noise)
- uskopojasne i širokopojasne smetnje uzrokovane sustavom paljenja u motornim vozilima, sustavom napajanja električnom energijom tramvaja, aparatima za zavarivanje, električnim strojevima, neonskom rasvjetom i drugim izvorima neželjenih zračenja u korištenom frekvencijskom opsegu
- Dopplerov efekt (pomak prijamne frekvencije) kao posljedica kretanja vozila s prijammikom u odnosu na bazni nepokretni odašiljač ili drugi pokretni

Višestazni prijam dovodi do fenomena lokacijskog i frekvencijskog selektivnog slabljenja prijamnog signala (fedinga), efekta poznatog kao „efekt crvenog svjetla“ kod prijama radijskog programa u automobilu (slika 1.). Kada se automobil zaustavi na crvenom, radioprijam prestane. Ako se odabere druga stanica ili se automobil pomakne malo naprijed, prijam će biti obnovljen. Ako je informacija prenošena sa samo jednim nositeljem, preciznije na jednoj frekvenciji, reflektirani radiovalovi iz više smjerova će uzrokovati gubitak signala na pojedinim lokacijama na toj frekvenciji. Ovaj efekt je funkcija frekvencije, amplitude reflektiranih prijenosnih signala i faza pojedinih reflektiranih prijenosnih signala, tj. iznosa njihovih kašnjenja na mjestu prijama. Ukoliko se prenosi jako mnogo podataka vektorski moduliranim nositeljima, oni će biti izgubljeni u iznosu fedingom zahvaćene širine frekvencijskog pojasa, a koja može odgovarati brzini prijenosa simbola.

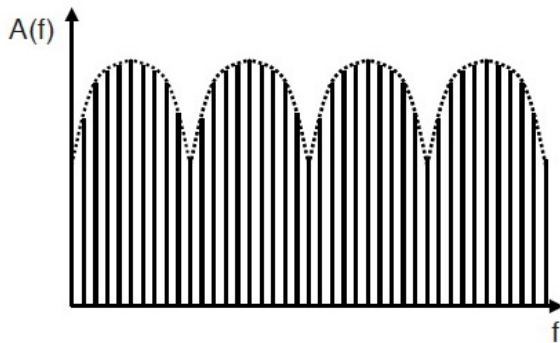


Slika 1. Prijenosna funkcija radijskog kanala s višestaznim prijamom, frekvencijski selektivni feding [1]

Raspoloživa frekvencijska širina kanala je obično definirana. Brzina prijenosa simbola određena je vrstom modulacije i brzinom prijenosa podataka. Modulacijski postupci s jednim nositeljem imaju relativno velike brzine prijenosa simbola, često unutar raspona od 1 MS/s do 30 MS/s. To rezultira vrlo kratkim trajanjem simbola od 1 μ s i kraćim (recipročna vrijednost brzine prijenosa simbola). Međutim, kašnjenje reflektiranih signala može biti do 50 μ s i više u uvjetima zemaljskog rasprostiranja radiovalova. Takve refleksije dovode do međusobnih smetnji između susjednih simbola ili čak između onih vremenskih udaljenijih simbola, pa prijenos čine više ili manje nemogućim. Očito trajanje simbola treba produžiti što više da se smanje smetnje između simbola, te još umetnuti pauze između simbola, tzv. zaštitine intervale (slika 2.).



Slika 2. Smetnje između simbola istog signala pristiglog putovima različite duljine i s različitim kašnjenjima na mjestu prijama [1]



Slika 3. COFDM: višestruki nositelji u radijskom kanalu s fedingom [1]

Pored ovoga rješenja i dalje ostaje problem lokacijskog i frekvencijskog selektivnog slabljenja signala. Ako se podaci ne prenose putem jednog nositelja, već preko više njih, čak i nekoliko tisuća nositelja, te ukoliko se ugradi odgovarajuća zaštita od pogrešaka u prijenosu uz raspoloživu i nepromijenjenu frekvencijsku širinu kanala (kao u slučaju modulacije s jednim nositeljem), feding ne zahvaća sve nositelje nego samo neke ili određeni pojas nositelja (slika 3.).

Na kraju prijama dovoljno informacija bez pogrešaka koje se dobiju iz fedingom nezahvaćenih nositelja, uz ugrađenu zaštitu od pogrešaka u prijenosu, mogu rekonstruirati ispravni izlazni tok podataka. Ako je umjesto jednog nositelja korišteno više tisuća podnositelja, brzina prijenosa simbola je smanjena faktorom broja podnositelja, a simboli su razmjerno produljeni nekoliko tisuća puta do trajanja 1 milisekunde. Ovim postupkom riješen je problem fedinga i u isto vrijeme problem smetnji između simbola uvođenjem produljenog trajanja simbola i umetnutih zaštitnih intervala između simbola. Rezultat izloženog koncepta je sustav s višestrukim nositeljima i naziva se frekvencijski multipleks ortogonalnih podnositelja (Orthogonal Frequency Division Multiplex - OFDM). Na ovome mjestu dovoljno je ustanoviti da se nositelji međusobno ne ometaju, tj. da su ortogonalni jedan prema drugom.

3. KARAKTERISTIKE KODIRANOG FREKVENCIJSKOG MULTIPLEKSA ORTOGONALNIH PODNOSITELJA (COFDM)

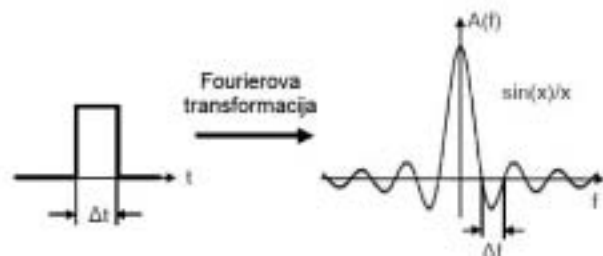
COFDM je složeni sustav za prijenos podataka temeljen na više tisuća podnositelja među kojima ne postoji ometanje (preslušavanje) zbog međusobne ortogonalnosti. Podaci koji idu u prijenos najprije dobivaju zaštitne kodove (FEC-Forward Error Correction). Zatim se njihov redosljed u toku podataka ispreplete. Tako dobiveni tok podataka razdjeljuje se na podnositelje. Svaki od podnositelja je vektorski moduliran s nekim od modulacijskih postupaka: diskretnom modulacijom faze QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) i kvadraturnom diskretnom modulacijom amplitude 16 QAM ili 64 QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Dakle, COFDM postupak u sebi

objedinjuje postupke zaštitnog kodiranja (unošenje redundancije u podatke) radi ispravljanja pogrešaka nastalih u prijenosu i OFDM-a.

U prijenosnom kanalu informacija se može prenositi kontinuirano ili u vremenskim isječcima. Tada je moguć prijenos različitih poruka u različitim vremenskim isječcima, npr. prijenos podataka iz različitih izvora. Metoda s vremenskim isječcima (TDMA- Time Division Multiple Access- multipleks s vremenskom podjelom kanala) dugo se primjenjuje u telefoniji za prijenos više različitih poziva na jednoj telefonskoj liniji, na jednom satelitskom kanalu ili isto tako na jednom mobilnom radijskom kanalu. Prijenosni kanal može se podijeliti na određene frekvencijske širine, na potpojaseve unutar kojih se nalaze podnositelji. Svaki je podnositelj moduliran neovisno o drugom i nosi svoju vlastitu informaciju neovisnu od drugih podnositelja. Svaki od tih podnositelja može biti vektorski moduliran, tj. s QPSK, 16QAM ili 64QAM modulacijom.

Svi podnositelji su raspoređeni na odvojenim konstantnim intervalima Δf . Komunikacijski kanal može sadržavati do tisuću podnositelja od kojih svaki može nositi informaciju iz drugog izvora. Također se može određeni tok podataka iz jednog izvora raspodijeliti na sve podnositelje. Prije raspodjele podaci dobivaju zaštitne kodove. Postupak se naziva frekvencijski multipleks (FDM – Frequency Division Multiplex). Budući da su podnositelji jako blizu jedan drugome, u razmaku od nekoliko kiloherca, treba pripaziti da ne dođe do međusobnog ometanja (preslušavanja) podnositelja. Rješenje je u međusobnoj ortogonalnosti nositelja. Pojam ortogonalni označava da su nositelji fazno pomaknuti za 90 stupnjeva jedan prema drugom.

Postavlja se pitanje kada će susjedni nositelji FDM sustava utjecati jedan na drugog. Odgovor treba početi tražiti u pravokutnom impulsu i u njegovoj Fourierovoj transformaciji (slika 4.). Jedan pravokutni impuls trajanja Δt ima spektar u obliku $\sin(x)/x$ funkcije u frekvencijskoj domeni s nulvrijednostima funkcije raspoređenim na razmaku $\Delta f = 1/\Delta t$ u spektru. Spektar jednog pravokutnog impulsa definiran je nad kontinuiranom domenom, odnosno umjesto diskretnih spektralnih linija određen je kontinuiranom krivuljom u obliku funkcije $\sin(x)/x$.



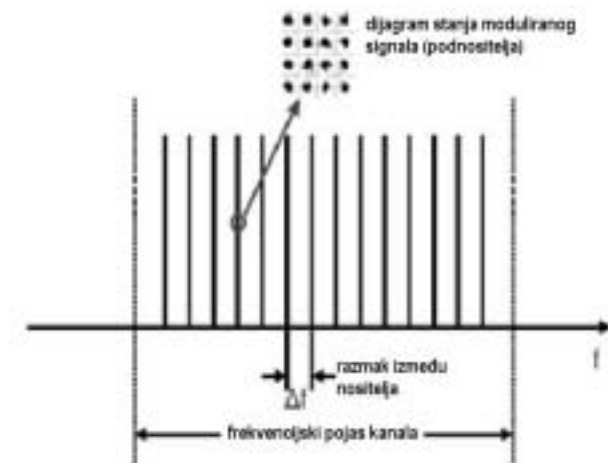
Slika 4. Fourierova transformacija pravokutnog impulsa [1]

Promjenom perioda Δt pravokutnog impulsa mijenja se i razmak Δf u spektru. Ako Δt teži nuli, nule u spektru će težiti beskonačnim vrijednostima. Rezultat je Diracov impuls, čiji se spektar proteže beskonačno na sve

frekvencije. Ako Δt teži prema beskonačnim vrijednostima tada nule u spektru teže nuli. Rezultat je jedna komponenta u spektru (istosmjerna komponenta, $f = 0$). Svi ostali slučajevi između gornja dva povezani su relacijom $\Delta f = 1/\Delta t$.

Slijed pravokutnih impulsa perioda T_p i širine (vremenskog trajanja) Δt također ima spektar oblika funkcije $\sin(x)/x$, osim što sada postoje samo diskretne spektralne linije na frekvencijski ekvidistantnim točkama razmaka $f_p = 1/T_p$, čija je ovojnica funkcija $\sin(x)/x$.

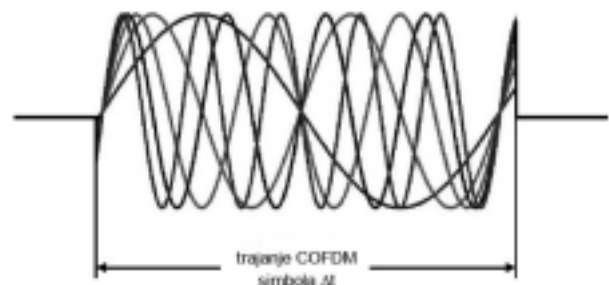
Koja je onda veza između pravokutnih impulsa i ortogonalnosti? Nositelji signala su sinusnog valnog oblika. Sinusni signal frekvencije $f_s = 1/T_s$ u svom spektru ima jednu spektralnu liniju na frekvenciji f_s i $-f_s$ u frekvencijskoj domeni. Međutim, ti sinusni signali ili nositelji, nakon modulacije, sadrže informaciju koju prenose u diskretnim vrijednostima amplitude i faze (slika 5.). Isto tako, sinusni signali nisu proizvoljnog ni beskonačnog trajanja. Promjena vrijednosti amplitude i faze događa se nakon određenog vremena trajanja Δt . Tako se može zamisliti da je modulirani signal (nositelj nakon modulacije) sastavljen od signala sinusnog valnog oblika unutar pravokutnog impulsnog signala trajanja Δt . Ovaj valni oblik naziva se burst paket.



Slika 5. Frekvencijski multipleks kodiranih ortogonalnih nositelja (COFDM) [1]

Matematički gledano, u vremenskoj domeni burst paket dobiven je množenjem sinusnog signala s pravokutnim signalom, što u frekvencijskoj domeni odgovara konvoluciji spektra ova dva signala. Znači, na frekvencijama f_s i $-f_s$ umjesto vertikalnih linija bit će funkcije $\sin(x)/x$ sa svojom središnjom točkom točno na frekvenciji f_s i $-f_s$. Nule funkcije $\sin(x)/x$ određene su vremenom trajanja pravokutnog prozora Δt i nalaze se na višekratnicima $\Delta f = 1/\Delta t$. Kako se istodobno unutar vremenskog intervala Δt prenose nositelji (modulirani signali) različitih frekvencija, dijelovi krivulja $\sin(x)/x$ susjednih nositelja međusobno će se zbrajati. Ovo bi značilo preslušavanje između nositelja, odnosno potpunu degradaciju informacije sadržanu u svakom pojedinom nositelju. Ovakve smetnje (preslušavanja) se mogu svesti na najmanju mjeru, ako je razmak između nositelja (Δf) takav da se vrh funkcije $\sin(x)/x$ na mjestu jednog

nositelja podudara s nulom funkcije $\sin(x)/x$ susjednog nositelja (slika 8.). To se postiže razmakom između nositelja Δf , čija vrijednost odgovara recipročnoj vrijednosti vremenskog trajanja pravokutnog impulsnog signala (Δt), tj. burst paketa ili vremenskog perioda jednog simbola. To je ujedno i najmanji razmak između nositelja, a da su oni ortogonalni, tj. da se na intervalu ortogonalnosti (Δt) razlikuju za jednu periodu signala nositelja. Iz uvjeta ortogonalnosti proizlazi da svi ostali nositelji moraju imati frekvencije čije su vrijednosti višekratnici osnovne frekvencije $f = 1/\Delta t$. Burst paket s više tisuća moduliranih podnositelja naziva se COFDM simbol (slika 6.). Kako je u radiokomunikacijskim sustavima termin nositelj vezan uz jedan kanal, naziv nositelj kod COFDM kanala rezerviran je za središnju frekvenciju kanala, a sami nositelji u frekvencijskim potpojasevima COFDM kanala nazivaju se podnositelji.



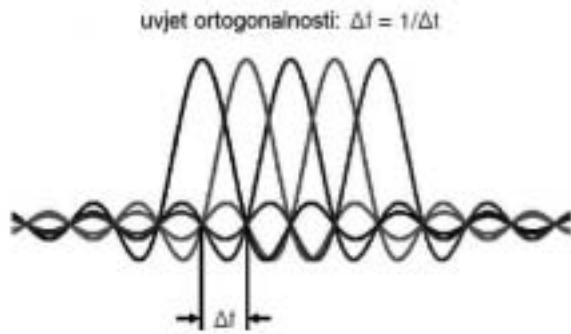
Slika 6. COFDM simbol [1]

Ortogonalnost podnositelja u COFDM simbolu osigurana je položajem podnositelja u frekvencijskoj domeni (frekvencijskom opsegu kanala). Mjesta koja oni pri tome zauzimaju su nule točke ovojnice spektra pravokutnog impulsnog signala ($\sin(x)/x$). Razmak podnositelja je $\Delta f = 1/\Delta t$ i svi ostali podnositelji nalaze se na višekratnicima od $f_0 = 1/T_0$, pri čemu je $\Delta f = 1/T_0$, gdje je T_0 vremensko trajanje simbola (burst paketa), odnosno pravokutnog impulsnog signala unutar kojega se nalaze svi modulirani podnositelji i koje je ujedno jednako intervalu ortogonalnosti.

Primjer za broj podnositelja (dva moda rada 2k i 8k), njihov najmanji razmak (određen iz uvjeta ortogonalnosti), te vremensko trajanje simbola (recipročna vrijednost razmaka podnositelja) za DVB-T sustav prikazan je u tabeli na slici 7.

NAČIN RADA COFDM SUSTAVA	2k	8k
BRJ BROJ PODNOSITELJA	2048	8192
NAJMANJI RAZMAK PODNOSITELJA Δf	~ 4 kHz	~ 1 kHz
VREMENSKO TRAJANJE SIMBOLA Δt	$1/\Delta f \approx 250 \mu s$	~ 1 ms

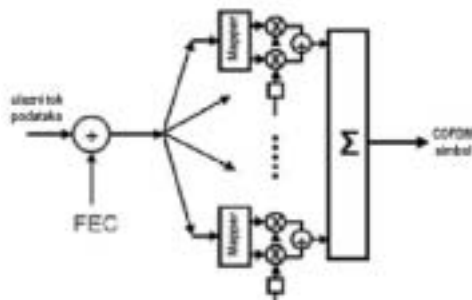
Slika 7. Parametri COFDM simbola za dva moda rada u DVB-T sustavu [1]



Slika 8. Uvjet ortogonalnosti unutar COFDM simbola trajanja Δt (odnosno T_0) [1]

3.1 Generiranje COFDM simbola

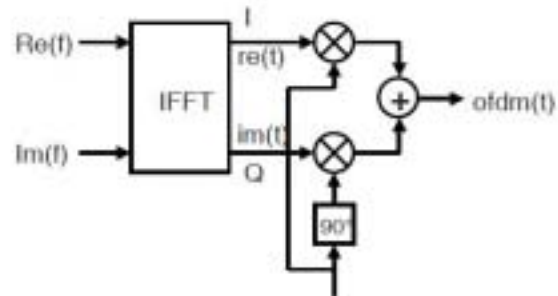
U COFDM sustavu informacija koja se prenosi zaštićena je od pogrešaka, odnosno dodan je određeni broj zaštitnih kodova prije nego što se tok podataka počne distribuirati na podnositelje. Svaki od tih tisuću podnositelja prenosi dio toka podataka. Kao i kod modulacijskog postupka s jednim nositeljem, svaki podnositelj se posebno, neovisno od drugih, modulira s nekim od modulacijskih postupaka (QPSK, 16QAM ili 64QAM). Odabrani modulacijski postupak isti je za sve podnositelje. Teoretski se COFDM modulator može zamisliti kao da je sastavljen od tisuće QAM modulatora svaki sa svojim *mapperom*. Svakom QAM modulatoru dovodi se nositelj određene frekvencije. Na slici 9. prikazan je primjer mnogo QAM modulatora s *mapperima*. *Mapperom* je označen modulacijski postupak, točnije dijagram stanja određenog modulacijskog postupka, kružićima s x označeni su sklopovi u kojima se odvija moduliranje nositelja. Nositelji se privode modulatorima s fazom 0 stupnjeva i sa zakrenutom fazom od 90 stupnjeva (kvadratom na slici označen je zakretač faze za 90 stupnjeva). Nakon moduliranja nositelji se zbrajaju (na slici kružić s oznakom +). Vidi se da se za određenu kodnu riječ na ulazu u *mapper* na izlazu pojavljuje stvarna vrijednost koja definira vrijednost amplitude nositelja s nultom fazom (vektor na x-osi), te imaginarna vrijednost koja definira vrijednost amplitude nositelja s fazom zakrenutom za 90 stupnjeva (vektor na y-osi). Zbrajanjem ovako dobivenih vektora dobiva se vektor s određenom fazom i amplitudom. Na kraju se zbroje dobiveni signali iz svih modulatora (na slici blok označen simbolom Σ), a rezultat je COFDM simbol. Treba napomenuti da podnositelji moraju biti sinkroni kako bi se osiguralo ispunjavanje uvjeta ortogonalnosti unutar trajanja simbola T_0 .



Slika 9. Blok dijagram teoretske izvedbe COFDM modulatora [1]

U praksi se ne može ostvariti opisani modulator zbog vrlo visoke cijene kojom bi se platila stabilnost sklopova. Ovaj modulator je samo za ilustraciju principa generiranja COFDM simbola.

Praktično ostvarenje COFDM modulatora omogućeno je primjenom inverzne brze Fourierove transformacije (IFFT-Inverse Fast Fourier Transform) na polje realnih $\text{Re}(f)$ i imaginarnih $\text{Im}(f)$ vrijednosti. Ovi kompleksni brojevi dobiveni su iz dijagrama stanja primijenjenog modulacijskog postupka (*mappera*), odnosno jedan kompleksni broj odgovara jednom stanju moduliranog parametra (amplitude, faze) prijenosnog signala (jednog podnositelja).

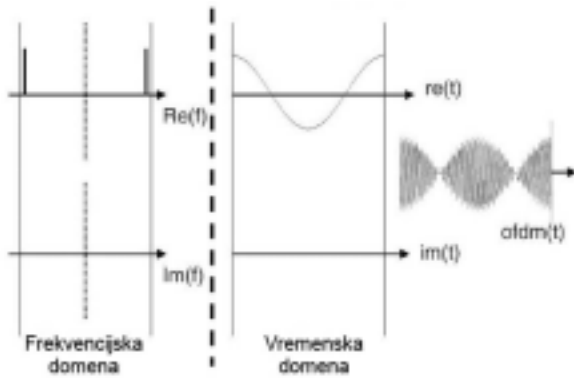


Slika 10. Praktična izvedba COFDM modulatora IFFT transformacijom [1]

Kompleksni brojevi dobiveni iz svih *mappera* grupiraju se u polje stvarnih vrijednosti $\text{Re}(f)$ i polje imaginarnih vrijednosti $\text{Im}(f)$ (slika 10.). Nakon postupka zaštitnog kodiranja i ispreplitanja bitova podataka, tok podataka (velikih brzina prijenosa) razdjeljuje se na paralelene *streamove* (malih brzina prijenosa) koji zasebno moduliraju podnositelje. Kako se pogreške prilikom prijenosa koncentriraju na određene skupine bitova, što čini postupke zaštitnog kodiranja neučinkovitim, moraju se bitovi ispreplesti (izmiješati) po nekom pravilu kako bi se nakon vraćanja u prethodni poredak u prijammiku postigao slučajni poredak položaja pogrešnih bitova (manji broj pogrešnih bitova u određenom intervalu). Tok podataka dijeli se na onoliko *streamova* koliko ima podnositelja, te se paket po paket (određeni broj bitova u određenom rasporedu-kodna riječ), ovisno o modulacijskom postupku (QPSK, 16 QAM ili 64 QAM), dovodi na *mappere*. Izlaz *mappera* su vektori moduliranog signala, odnosno stanja moduliranog signala (diskretne vrijednosti amplitude i faze podnositelja). Kako određena kodna riječ na ulazu u *mapper* proizvodi na izlazu samo jedan vektor, isti je opisan realnom i imaginarnom brojčanom vrijednošću. Grupiranjem posebno realnih i posebno imaginarnih vrijednosti iz svih *mappera* stvaraju se tablice čije vrijednosti (kompleksni brojevi) su sada ulazni podaci za inverznu FFT. Postupkom inverzne FFT kompleksni brojevi na mjestu svakog podnositelja prebacuju se iz frekvencijske domene u vremensku domenu (slika 10.). Dakle, svaki modulirani podnositelj opisan je brojem na x-osi i brojem na y-osi ili svojom sinusnom i kosinusnom komponentom ili realnim i imaginarnim brojem, odnosno kompleksnim brojem. Dobiveni valni oblik u vremenskoj domeni, nakon IFFT-a i I/Q modulatora, ima osobine slučajnog, stohastičkog signala. Radi boljeg

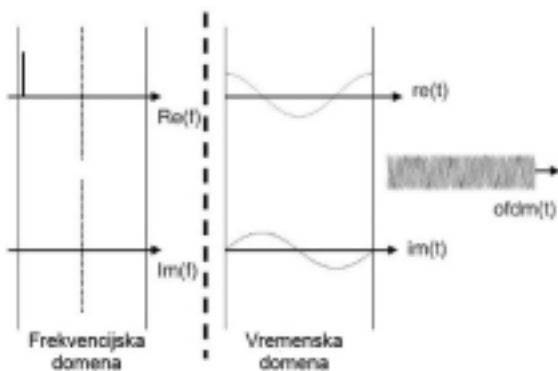
razumijevanja rada IFFT transformacije, u nastavku je objašnjeno nekoliko primjera parova valnih oblika i njihovih spektara.

Ukoliko je spektar simetričan s obzirom na sredinu frekvencijskog pojasa COFDM kanala (slika 11.) i sastavljen od nositelja br. 1 i N, nakon IFFT transformacije dobiva se u polju realnih vrijednosti $re(t)$ kosinusni valni oblik signala. Na izlazu u polju imaginarnih vrijednosti $im(t)$ nalaze se nule, dakle nema nikakvog valnog oblika.



Slika 11. IFFT transformacija simetričnog spektra [1]

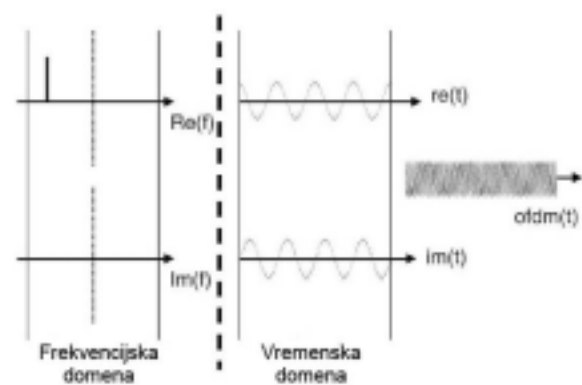
S obzirom na simetričnost spektra na ulazu u IFFT transformaciju bila je i očekivana samo realna komponenta nakon IFFT transformacije. Nakon obrade ovih vrijednosti ($re(f)$ i $im(f)$) u I/Q modulatoru (slika 11.), dobiva se na izlazu valni oblik amplitudno moduliranog signala s potisnutim nositeljem. U slučaju kada je npr. spektralna linija u gornjem dijelu pojasa, nositelj N, potisnuta i postoji samo nositelj br.1, nakon IFFT transformacije dobivaju se i realne i imaginarne vrijednosti koje tvore kompleksni signal u vremenskoj domeni (slika 12. i 13). Nakon IFFT transformacije na izlazu u polju realnih vrijednosti $re(t)$ dobiven je signal kosinusnog valnog oblika s upola manjom amplitudom u odnosu na prethodni primjer.



Slika 12. IFFT transformacija asimetričnog spektra [1]

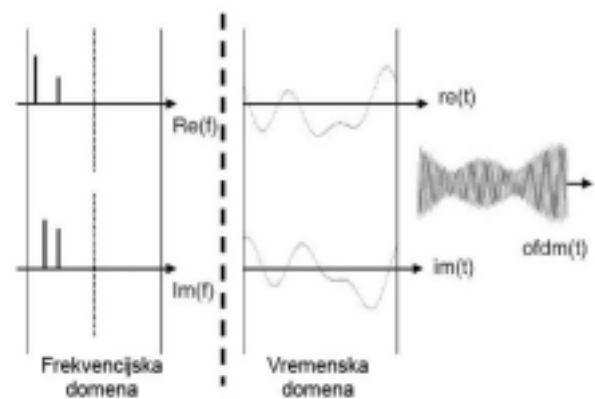
U polju imaginarnih vrijednosti nakon IFFT transformacije dobiveni signal je sinusnog valnog oblika iste frekvencije i amplitude kao i $re(t)$. Kada se dobiveni kompleksni signal ($re(t)$, $im(t)$) obradi u I/Q modulatoru, dobiva se na izlazu sinusni valni oblik konstantne amplitude (bez modulacije) i frekvencije. Opisani primjer

objašnjava fazni postupak dobivanja SSB signala (SSB-Single Sideband-modulacija amplitude s jednim bočnim pojasom), a primjena IFFT transformacije na ovaj način predstavlja SSB modulator. Za razumijevanje stvaranja COFDM simbola uzima se u obzir da svaka komponenta u frekvencijskoj domeni (signal određene amplitude i frekvencije) nakon IFFT transformacije stvara dvije komponente ($re(t)$ i $im(t)$) u vremenskoj domeni (dva signala iste amplitude i frekvencije, ali s faznim pomakom od 90 stupnjeva).



Slika 13. IFFT transformacija asimetričnog spektra s drugom frekvencijom [1]

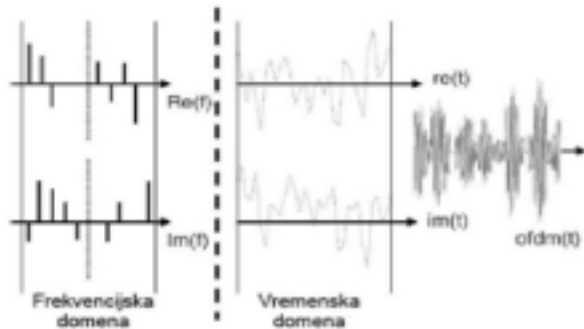
Znači, za svaki nositelj na ulazu u IFFT transformaciju dobiva se, nakon IFFT transformacije u polju imaginarnih vrijednosti $im(t)$, valni oblik koji je uvijek zakrenut za 90 stupnjeva prema onome u polju realnih vrijednosti $re(t)$ i iste je amplitude i frekvencije. Uključujući sve više i više nositelja na ulazu u IFFT transformaciju, izlazni signal je sastavljen od sve većeg broja različitih parova realnih $re(t)$ i imaginarnih $im(t)$ komponenti signala, u vremenskoj domeni, s faznim pomakom između sebe od 90 stupnjeva.



Slika 14. COFDM simbol s 3 nositelja [1]

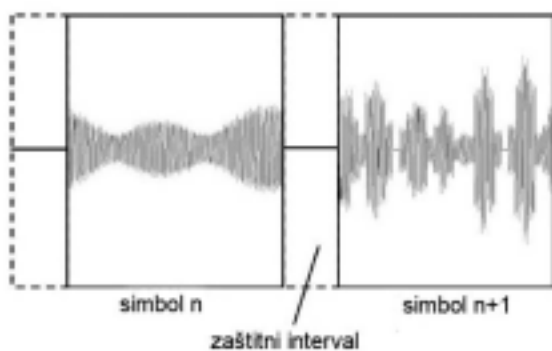
Za valni oblik u polju imaginarnih vrijednosti $im(t)$ kaže se da je Hilbertova transformacija valnog oblika u polju realnih vrijednosti $re(t)$. Ova se transformacija može zamisliti i kao fazni zakretač za 90 stupnjeva svih spektralnih komponenti u zadanom pojasu. Nakon obrade ovih vrijednosti ($re(t)$, $im(t)$) u I/Q modulatoru dobiva se valni oblik COFDM simbola u vremenskoj domeni.

Dodavanjem sve više nositelja (slika 14.), vremenski oblik COFDM simbola poprima obilježja slučajnog signala. Sa samo dvanaest nositelja slučajno raspoređenih unutar frekvencijskog pojasa, COFDM simbol poprima oblik slučajnog signala (slika 15.). Izračunavanje i generiranje simbola odvija se u vremenskim segmentima koji slijede jedan za drugim, tvoreći neprekidni tok simbola. Isti broj bitova podataka se uvijek dovodi i modulira na veliki broj COFDM



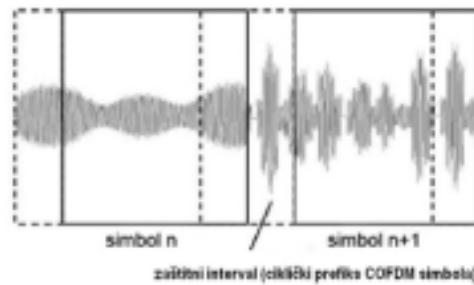
Slika 15. COFDM simbol s 12 nositelja [1]

podnositelja. Prvo se stvaraju tablice s realnim $Re(f)$ i imaginarnim $Im(f)$ vrijednostima u frekvencijskoj domeni. Nakon IFFT transformacije formiraju se tablice s $re(t)$ i $im(t)$ vrijednostima spremne za očitavanje iz izlazne memorije. Nakon toga generiraju se COFDM simboli, jedan za drugim, točne konstantne duljine vremenskog trajanja $\Delta t = 1/\Delta f$. Između simbola se zatim umeću zaštitni intervali, određenog vremenskog trajanja, čija se duljina može podešavati. Prijelazne pojave nastale superpozicijom istih simbola s različitim vremenskim kašnjenjem (višestazni prijam) obično traju kraće od trajanja zaštitnog intervala.



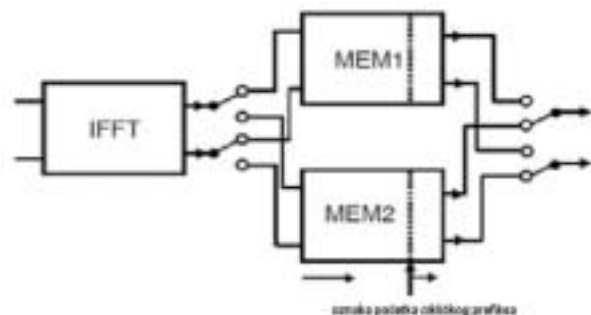
Slika 16. COFDM simboli sa zaštitnim intervalom [1]

Zaštitni interval mora vremenski dulje trajati od najduljeg vremenskog kašnjenja simbola nastalog zbog refleksija na putu prostiranja radiovala (slika 16.). Na kraju zaštitnog intervala vrijednosti prijelaznih pojava moraju doći na nulu. Ukoliko to nije slučaj, proizvedena je dodatna smetnja zbog miješanja među simbolima čija je vrijednost u funkciji intenziteta reflektiranih simbola. Vrijednosti unutar zaštitnih intervala nisu postavljene na nulu. Obično je kraj sljedećeg simbola precizno urezan u taj vremenski interval (slika 17.), pa se zaštitni interval ne može vidjeti ni u jednom oscilogramu.



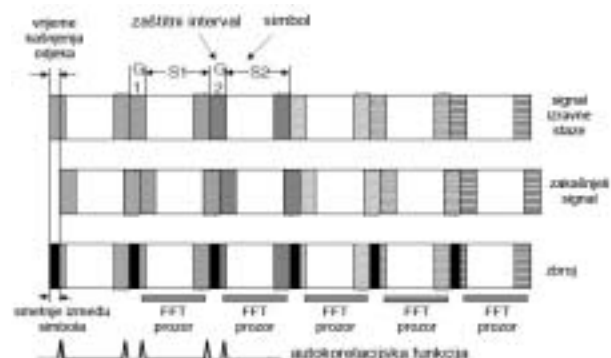
Slika 17. Zaštitni interval popunjen zadnjim dijelom sljedećeg simbola (ciklički prefiks) [1]

Ovo proširenje COFDM simbola naziva se cikličkim prefiksom (CP-Cyclic Prefix). Sa stajališta obrade signala, ovi zaštitni intervali mogu se lako generirati. Signali proizvedeni nakon IFFT transformacije zapisani su u izlaznoj memoriji i zatim se naizmjenično očitavaju tvoreći neprekidni tok. Zaštitni interval popunjava se očitavanjem zadnjeg dijela sljedećeg simbola (slika 18.). Zbog čega se zaštitni interval ne ostavi prazan, a sadrži presliku zadnjeg dijela sljedećeg simbola? Odgovor se nalazi u tome kako i na koji način se prijammnik sinkronizira na dolazeće simbole. Ukoliko bi zaštitni interval ostao prazan, prijammnik bi morao točno pogoditi početak svakog pristiglog simbola. Ovo nije moguće zato što dolazi do pojavljivanja zakašnjelih simbola zbog refleksija na putu prostiranja. Njihovim zbrajanjem na mjestu prijama nemoguće je točno odrediti početak simbola.



Slika 18. Generiranje zaštitnog intervala [1]

Ako se preslika zadnjeg dijela sljedećeg simbola ponovi u prethodnom zaštitnom intervalu, komponente signala koje se ponavljaju više puta u signalu mogu se lako pronaći putem autokorelacijske funkcije u prijammniku. Ovim postupkom omogućeno je točno pronalaženje početka i kraja područja unutar proširenog simbola, koji nije oštećen, zbrajanjem zakašnjelih simbola (slika 19.).



Slika 19. Višestazni prijam COFDM simbola [1]

Slika 19. prikazuje prijam izravnog i reflektiranog signala s vremenskim kašnjenjem uzrokovanog različitom duljinom puta do prijамne antene. Korištenjem autokorelacijske funkcije, prijамnik pozicionira početak očitavanja simbola na ono mjesto na kojem počinje neoštećeni dio simbola. To je ujedno prva vrijednost u polju ulaznih vrijednosti za brzu Fourierovu transformaciju (FFT). Dakle, na mjestu prijama primjenjuje se inverzna transformacija od one kod odašiljanja simbola (modulatora). FFT transformacijom prebacujemo nazad vrijednosti signala iz vremenske u frekvencijsku domenu. Polje ulaznih vrijednosti za FFT ima točno isti broj vrijednosti koliko ima uzoraka u COFDM simbolu. Znači, broj podnositelja u simbolu (frekvencijska domena) jednak je broju uzoraka u COFDM simbolu (vremenska domena). Postoji određena mala razlika između iznesenog zaključka i tehničke realizacije COFDM sustava. Ovdje nije bitno da prva vrijednost iz vremenske domene simbola (uzorak) dođe na prvo mjesto ulaznog polja u FFT algoritam (prozor). Posljedica toga je da će nakon FFT transformacije dijagrami stanja nositelja (moduliranih signala) biti zakrenuti za određeni fazni kut prema onima (kako su izgledali) na ulazu u IFFT transformaciju u modulatoru. Ova greška lako se otklanja u sljedećim stupnjevima prijамnika. Važno je napomenuti da zaštitni interval ne može poslužiti za eliminaciju fedinga u prijамnom signalu. Zaštitno kodiranje (FEC-Forward Error Correction), ispreplitanje bitova u toku podataka i što uniformnija raspodjela toka podataka na sve podnositelje u COFDM simbolu su jedina zaštita od posljedica fedinga u prijenosnom kanalu. Isto tako, zaštitnim intervalom omogućena je jedna nova tehnika u radu odašiljača koja nije bila izvediva u analognoj tehnologiji. Kako je rezultat prijama signala od više odašiljača s određenog geografskog područja jednak rezultatu prijama nastalog višestaznim prostiranjem, otvorena je nova mogućnost rada svih odašiljača na istoj frekvenciji (SFN- Single Frequency Network). Unutar SFN mreže svi odašiljači odašilju potpuno jednaki signal te moraju biti sinkronizirani po vremenu i frekvenciji. Ovaj problem sinkronizacije riješen je uz pomoć sustava za određivanje položaja (GPS- Global Positioning System).

3.2 Dodatni signali u spektru COFDM signala

Do sada je rečeno da se tok podataka dijeli na onoliko streamova podataka koliko ima podnositelja. Konkretnim COFDM sustavima to nije tako. U svim sustavima koji koriste COFDM modulacijski postupak (spomenuti u uvodnom dijelu) mogu se u manjem ili većem broju naći (ili ih uopće nema) sljedeće kategorije podnositelja:

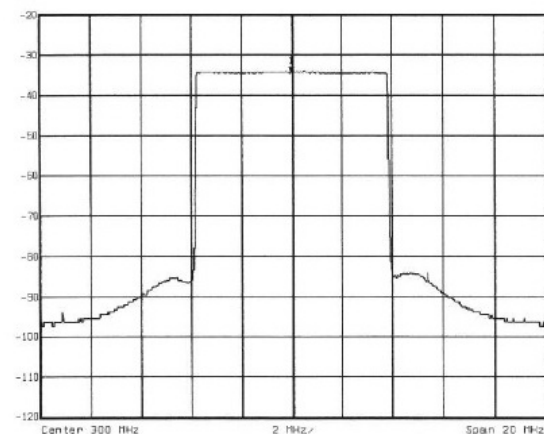
- podnositelji korisnih podataka (npr. digitalni videosignal)
- nekorišteni podnositelji postavljeni na nulu
- pilotski podnositelji na istoj poziciji u svakom simbolu
- pilotski podnositelji s promjenjivom pozicijom u svakom simbolu
- posebni podnositelji podataka za dodatne informacije

Kod podnositelja korisnih podataka koristi se koherentna i nekoherentna modulacija i demodulacija podnositelja. Kod koherentnih QPSK, 16QAM i 64QAM modulacijskih postupaka kodne riječi sastoje se od 2, 4 i 6 bita, kod kojih svaki binarni kod određuje jedno stanje moduliranog parametra (amplituda, faza) prijenosnog signala (podnositelja). Sva moguća stanja moduliranog parametra za jedan modulacijski postupak prikazuju se dijagramom stanja (slika 5.). U slučaju nekoherentnog diferencijalnog kodiranja koje se također često koristi, informacija je sadržana u razlici stanja moduliranog parametra prijenosnog signala (podnositelja) od jednog do drugog simbola. Glavni modulacijski postupci su diferencijalna diskretna modulacija faze s četiri stanja faze DQPSK (Differential Quaternary Phase Shift Keying) i diferencijalna binarna diskretna modulacija faze DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying). Prednost diferencijalnog kodiranja je u tome što se sve nastale pogreške u prijenosu automatski ispravljaju, štedeći tako na dodatnim sklopovima prijамnika i pojednostavljajući izvedbu prijамnika. Međutim, u odnosu na koherentne modulacijske postupke, vjerojatnost pogreške u prijenosu se udvostručuje. Rubni podnositelji na početku i na kraju frekvencijskog pojasa (kanala), zbog nadvišenja na rubovima u spektru COFDM signala, ne koriste se u većini slučajeva, pa se njihove amplitude postavljaju na nulu. Oni se nazivaju podnositeljima nulte informacije i postoje dva osnovna razloga zašto se koriste:

- olakšano je filtriranje (filtri s manje strmim karakteristikama) na bočnim rubovima spektra COFDM signala, čime se sprečavaju smetnje susjednih kanala
- olakšavaju prilagođavanje broja bitova po simbolu prema strukturi toka podataka koji dolaze na podnositelje

Spektar COFDM signala je približno pravokutnog oblika, a rezultat je zbroja ovojnica $\sin(x)/x$ svih podnositelja u signalu (slika 20.).

Nedovoljna strmina bočnih rubova spektra COFDM signala uzrokuje smetnje od susjednih kanala, te je potrebno povećati gušenje na bočnim rubovima s filtrima određenih strmih karakteristika. Ovi zahtjevi za vrlo strmim filtarskim karakteristikama bitno se ublažavaju nekorištenjem krajnjih podnositelja.



Slika 20. Stvarni spektar COFDM signala DVB-T sustava [1]

Uzimajući u obzir broj bitova u jednom i više COFDM simbola, često je potrebno prilagoditi se strukturi podataka ulaznog signala koji su podijeljeni u blokove (s određenim brojem bita). U zavisnosti od modulacijskog postupka zavisi i broj bitova unutar jednog simbola. Broj podnositelja unutar simbola bira se tako da se obuhvati određeni broj blokova podataka ulaznog signala i potpuno popuni određeni broj simbola. IFFT algoritam, kao i FFT, svoju veliku brzinu izračunavanja postiže smanjenim brojem računskih operacija množenja i zbrajanja, ali samo pod uvjetom da je broj ulaznih podataka (kompleksnih brojeva) jednak nekoj potenciji broja 2. Podnositelji koji nose informaciju (jedno od stanja iz dijagrama stanja) u obliku kompleksnog broja, a koji sudjeluje sa svojim vrijednostima u ulaznom polju podataka za FFT algoritam, su podnositelji korisnih podataka i pilotski podnositelji. U ulaznom polju podataka FFT algoritma ne sudjeluju krajnji podnositelji COFDM simbola.

Pilotski signali na mjestima podnositelja mogu biti:

- pilotski podnositelji s fiksnom pozicijom u frekvencijskom pojasu simbola
- pilotski podnositelji s promjenjivom pozicijom u frekvencijskom pojasu simbola

Pilotski podnositelji s fiksnom pozicijom u frekvencijskom pojasu koriste se za automatsku kontrolu frekvencije (AFC-Automatic Frequency Control)) u prijarniku, odnosno za sinkronizaciju na odašiljačku frekvenciju. Ti podnositelji su obično kosinusni signali konstantne amplitude, a u dijagramu stanja smješteni su na realnoj osi s fiksnom pozicijom amplitude. Njihov broj i raspored je određen u svakom simbolu. Ako prijarna frekvencija nije jednaka odašiljačkoj, tada će svi dijagrami stanja rotirati unutar jednog simbola. Na prijarnoj strani se fiksni pilotski signali unutar simbola izdvajaju te se frekvencija prijarnika korigira prema onoj na odašiljačkoj strani tako da se fazna razlika prema pilotskim signalima svode na nulu za vrijeme trajanja jednog simbola.

Pilotski signali s promjenjivom pozicijom u frekvencijskom pojasu (kanalu) služe kao mjerni signali za procjenu stanja kanala i korekciju određenih stupnjeva u prijarniku kod primjene koherentne demodulacije.

Posebni podnositelji podataka za dodatne informacije često se koriste kao brzi signalizacijski kanali od odašiljača do prijarnika, npr. o promjeni modulacijskog postupka (npr. s QPSK na 64QAM). Na ovaj se način najčešće prenose svi trenutni parametri prijenosnog sustava od odašiljača do prijarnika (primjer DVB-T sustava). U prijarniku ostaje samo postaviti frekvenciju prijama.

3.3 Hijerarhijska modulacija

Prijam digitalno moduliranih signala uvijek rezultira naglim gubitkom prenesene informacije kada omjer signala i šuma padne ispod neke određene vrijednosti. Naravno, to vrijedi i za COFDM sustave i kod nekih prijenosnih sustava (DVB-T, ISDB-T) koji koriste

COFDM sustav. Ovom problemu prišlo se postupkom nazvanim hijerarhijska modulacija. Uz pomoć hijerarhijske modulacije informacija se kodira na dva različita načina unutar spektra COFDM signala. Jednim kodiranjem osigurana je velika otpornost na smetnje u prijenosu, ali uz manju brzinu prijenosa (manju kvalitetu slike i tona), dok je drugim kodiranjem osigurana manja otpornost na smetnje uz veću brzinu prijenosa (veća kvaliteta slike i tona). Iz toga proizlazi da se isti videosignal može istodobno prenositi u dvije različite kvalitete. U toku prijama, ovisno o uvjetima prijama (npr. omjer signal/šum signala na antenskom priključku je na granici zahtijevanog za kvalitetnu sliku i ton), odabire se jedan od dva toka podataka bez prekida u praćenju televizijskog programa.

4. ZAKLJUČAK

COFDM sustav zamišljen je i ostvaren za vrlo teške uvjete prijenosa signala zemaljskom radiodifuzijom, naročito za mobilni prijam. Informacija u prijenosnom kanalu višestruko je zaštićena različitim postupcima zaštitnog kodiranja, ispreplitanja te podjelom glavnog toka podataka na više tokova koji se privode velikom broju podnositelja unutar frekvencijskog pojasa COFDM kanala. Kako je rezultat podjele na veliki broj tokova podataka smanjenje brzine prijenosa svakog novog toka podataka, odnosno produljenje vremena trajanja simbola (paketa podataka), ovom tehnikom eliminirane su smetnje refleksija nastale višestaznim prostiranjem radiovalova do prijarnne antene. Isto tako, ova tehnika multipleksiranja omogućava emitiranje istog signala na istoj frekvenciji, svih odašiljača u mreži, na određenom geografskom području. Uz izvorno kodiranje videosignala (MPEG-2, MPEG-4) i COFDM sustava kao tehnike kanalnog kodiranja prijenosnog signala, otvorene su mogućnosti efikasnijeg i s gospodarskog stajališta ekonomičnijeg iskorištenog frekvencijskog spektra dodijeljenog radiodifuziji televizijskog signala. Na kraju treba spomenuti da se vrlo često ovaj sustav spominje pod nazivima OFDM i COFDM. U praksi nema nikakve razlike između ove dvije tehnike. OFDM je dio COFDM sustava i nikada se sustav OFDM ne koristi bez višestruke zaštite podataka koju podrazumijeva COFDM sustav.

4. LITERATURA

- [1] Fischer, Walter, *Digital Video and Audio Broadcasting Technology* (Second edition), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [2] Modlic, I.; Modlic, B., *Visokofrekvencijska elektronika (modulacije, modulatori, sintezatori frekvencije)*, Školska knjiga, Zagreb, 1982.
- [3] Zovko-Cihlar, B., *Televizija u boji*, Tehnička enciklopedija, Hrvatski leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 1992.

UPRAVLJANJE I PRIMJENA ROBOTA ZA ZAVARIVANJE "REIS ROBOTICS RV6L"

Ciglar I.¹, Botak Z.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U članku je opisan način upravljanja, glavni sastavni dijelovi i tehničke karakteristike robota za zavarivanje. U uvodnom dijelu je kronološki opisan razvoj zavarivanja te su spomenuti osnovni pojmovi koji se koriste u zavarivanju.

Ključne riječi: zavarivanje, robotsko zavarivanje

Abstract: Method of robot control, main components and technical characteristic of robot welding are described in this paper.

Chronology of welding development is described and welding terminology is mentioned in introduction.

Key words: welding, robot welding

1. UVOD

Roboti su danas sve prisutniji u modernim industrijskim postrojenjima. U razvijenijim zemljama poput Japana i SAD-a industrijski roboti imaju do 80% udjela u ukupnom vremenu proizvodnje. Razlog tome su povećani zahtjevi za kvalitetom, kraći rokovi proizvodnje, te prihvatljiva cijena jednostavnijih robota. Roboti za zavarivanje se zbog svoje preciznosti i produktivnosti također sve više koriste u modernoj proizvodnji. Nakon što se putanja robota uspješno isprogramira, on neprekidno izvodi precizne i identične zavare na dijelovima istih dimenzija i specifikacija. Robot, osim što radi brže od čovjeka, može raditi 24 sata na dan i 365 dana u godini, što je mnogo efikasnije od ručnog zavarivanja osposobljenog zavarivača.

2. POVIJEST ZAVARIVANJA

Većina postupaka zavarivanja otkrivena je u novom vijeku [1]. Zavarivanje se razvijalo kao sastavni dio vještine kovača, zlatara i ljevača kod izrade oruđa za rad, oružja, posuda, nakita i građevina (ograde, vrata, mostovi, okovi).

Ljevačko zavarivanje se razvilo usporedno s vještinom lijevanja. Ukrašene tankostijene lijevane vaze iz bronce imaju na sebi i "zavarenih" dijelova. Naknadnim lijevanjem su se na već ranije odliveno osnovno tijelo vaze ili nekog drugog predmeta spajali različiti držači, oslonci i figure.

Lemljenje je spajanje taljenjem legure nižeg tališta od tališta materijala koji se spajaju. Kroz povijest se

lemljenje kao tehnika spajanja koristilo kod izrade nakita i figura.

Kovačko zavarivanje. Izrada mačeva, vrhova strijela i koplja, bodeža i drugog oružja tehnologijom kovačkog zavarivanja bila je poznata u staroj Grčkoj, Francuskoj, Kini, Japanu, Indoneziji i Siriji. Kod kovačkog zavarivanja se krajevi dva dijela koji se žele zavari-spojiti zagriju u kovačkoj vatri do bijelog usijanja i ako je potrebno posipaju se određenim prahom (pijeskom) za "čišćenje". Čekićanjem spoja istiskuju se s dodirnih površina rastaljeni oksidi ili troska, te dolazi do čvrstog zavarenog spoja.

Najbolji mačevi iz čelika u srednjem vijeku radili su se iz niskougličnog čelika, a na njihove rubove su kovački zavarivane (udarcima čekića u toplom stanju) oštrice (trake) iz visokougličnog čelika (1-2.1% C), koje su uz određenu toplinsku obradu davale tvrde, čvrste i oštre bridove. U 19. st. dolazi do otkrića postupaka zavarivanja čiji principi vrijede i danas, a najveći razvoj procesa zavarivanja dogodio se u 19. i 20. stoljeću..

Prije, a naročito poslije drugog svjetskog rata, počinje razvoj i primjena postupaka zavarivanja u zaštitnim plinovima - TIG zavarivanje. MIG zavarivanje se počinje primjenjivati od 1948.g. kao Sigma postupak (Shielded Intert Gas Metal Arc), a 1953. u bivšem SSSR-u se prvi put primjenjuje MAG postupak s CO₂ zaštitnim aktivnim plinom. Hladno zavarivanje pritiskom se koristi od 1948. godine. Nakon 1950. g. razvijaju se mnogi novi postupci kao što su: zavarivanje pod troskom (1951.), trenjem (1956.), snopom elektrona (1957.), ultrazvukom (1960.), laserom (1960.), plazmom u SAD-u (1961.) i drugi.

Prvo zavarivanje i toplinsko rezanje u svemiru izveli su astronauti 16. 10. 1969. u sovjetskom svemirskom brodu "Sojuz 6".

2.1. Definicije i termini u zavarivanju

Zavarivanje je spajanje dvaju ili više istorodnih ili raznorodnih materijala taljenjem ili pritiskom, sa ili bez dodavanja materijala tako da se dobije homogeni zavareni spoj [2].

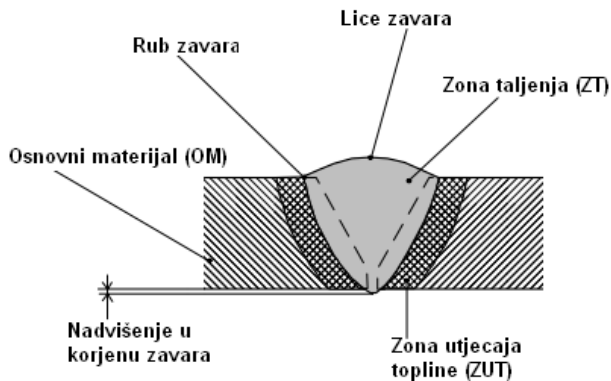
Zavareni spoj (slika 1.) je cjelina ostvarena zavarivanjem koja obuhvaća dodirne dijelove zavarenih komada, a karakterizirana je međusobnim položajem zavarenih dijelova i oblikom njihovih zavarenih krajeva. Zavareni spoj sastoji se od zone taljenja (ZT) i zone utjecaja topline (ZUT).

Osnovni materijal (OM) je materijal koji se zavaruje ili lemi.

Dodatni materijal (DM) je materijal koji se dodaje u zoni taljenja kod zavarivanja ili lemljenja.

Zona taljenja (ZT) - (zavar, navar, šav) je dio površine poprečnog presjeka zavarenog spoja koji je bio rastaljen. Sastoji se najčešće od mješavine OM i DM, a ponekad samo od DM (lemljenje) ili samo od OM (zavarivanje bez DM).

Zona utjecaja topline (ZUT) - (prelazna zona) je onaj dio OM (uz ZT) koji se nije rastalio, ali su mu se mikrostruktura i svojstva izmijenili pod utjecajem topline zavarivanja.



Slika 1. Presjek zavarenog spoja

Zavarljivost je sposobnost materijala da se pri povoljnim uvjetima zavarivanja ostvari kontinuirani zavareni spoj, koji će svojstvima udovoljiti predviđenim zahtjevima.

2.2. Izvori struje za zavarivanje

Izvori struje za zavarivanje su električni uređaji koji na mjestu zavarivanja osiguravaju električnu energiju s osobinama pogodnim za zavarivanje. Kada su priključeni na električnu mrežu (trofaznu ili monofaznu), nalaze se u praznom hodu, a to znači da je uređaj pod naponom i spreman je za rad, ali se još nije uspostavio električni luk. Napon praznog hoda mora biti dovoljno velik da se uspostavi električni luk, ali ne smije biti previsok da ne ugrozi zdravlje zavarivača (strujni udar). Obično je napon praznog hoda kod ručnih uređaja u području od 40 do 60 (V) volti, a kod automatskih do 110 (V) volti.

Kao izvor struje za zavarivanje najčešće se koristi transformator koji izmjeničnu struju iz električne mreže transformira u izmjeničnu struju pogodnu za zavarivanje. Rad transformatora se zasniva na principu elektromagnetske indukcije. Kada se vodič (u ovom slučaju sekundar transformatora) nađe u promjenjivom magnetskom polju, tada se na njegovima krajevima detektira razlika potencijala, tj. napon.

Ako se koriste kod REL zavarivanja, njihova statička karakteristika je strma, a faktor iskoristivosti iznosi $\eta=0,95 - 0,99$ %.

Na kućištu transformatora za zavarivanje nalazi se oznaka "ε" (epsilon) izražena u postocima. Ova oznaka prikazuje omjer vremena korisnog rada (zavarivanja) i vremena mirovanja stroja (hlađenja) i zove se intermitencija stroja za zavarivanje.

Ako npr. vrijeme ciklusa jednog zavora traje 10 min, a transformator ima intermitenciju $\varepsilon = 30$ % kod jakosti struje 200 A, izračun vremena rada i hlađenja izvodi se na sljedeći način:

$$t_c = t_r + t_h \quad (1)$$

gdje su:

t_c - vrijeme ciklusa, min

t_r - vrijeme rada, min

t_h - vrijeme hlađenja, min

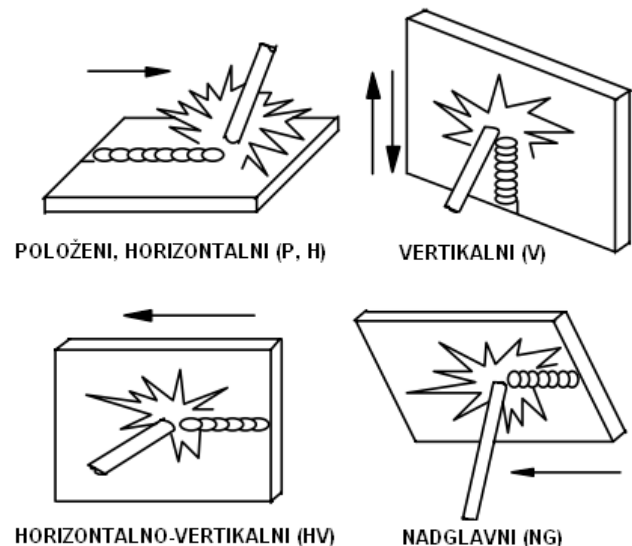
Isti transformator može imati intermitenciju $\varepsilon = 100$ % kod jakosti struje 120 A. To znači da može raditi neprekidno tom jakošću struje i neće dolaziti do pregrijavanja tokom rada (neće se uključiti sigurnosna sklopka).

Kod zavarivanja se često koristi termin intermitencija pogona za zavarivanje. Izraz se odnosi na udio stvarnog gorenja električnog luka tijekom radnog dana. Kod REL zavarivanja se smatra dobrom intermitencijom pogona vrijednost od 30%, dok kod dobro organiziranih pogona može iznositi do 50%.

2.3. Položaji zavarivanja

Osnovna podjela položaja zavarivanja (slika 2.):

- položeni, horizontalni (P, H)
- vertikalni (V)
- horizontalno-vertikalni, zidni (HV)
- nadglavni (NG)



Slika 2. Položaji zavarivanja

3. ROBOTSKO ZAVARIVANJE

Prema definiciji, roboti za zavarivanje su automatski strojevi za zavarivanje koji imaju više od tri stupnja slobode gibanja, a upravljaju se računalom s mogućnošću programiranja i učenja. Na proizvodnim linijama tvornica automobila, transportne radnike i zavarivače sve više zamjenjuju roboti i automati za zavarivanje [3].

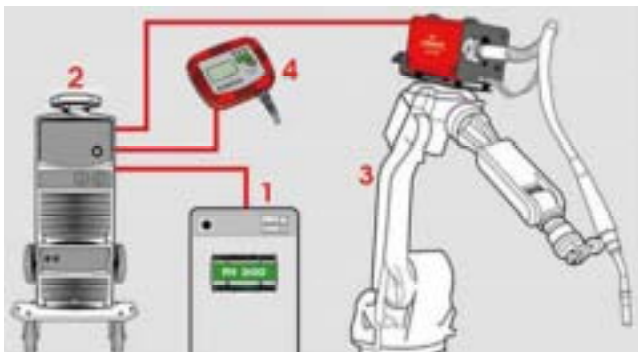
Prvi automati za zavarivanje pod praškom tipa Unionmelt koristili su se u SAD-u oko 1930. godine najviše kod zavarivanja brodova. Ti automati imali su uređaj za automatsko dovodenje elektrodne žice od glave za zavarivanje do mjesta zavarivanja. Glava za zavarivanje bila je montirana na kolica koja su mogla mijenjati brzinu kretanja, odnosno brzinu zavarivanja. Razvoj i automatizacija zavarivanja temelje se na primjeni različitih senzora i računala za praćenje, bilježenje i upravljanje parametrima zavarivanja, uz predviđanje grešaka i istodobno otklanjanje uzroka. U Japanu je 1996.g. postignut stupanj automatizacije od 44% i stupanj robotizacije od 23% u proizvodnji automobila i strojeva.

3.1. Sistem za zavarivanje "Reis robotics"

Najčešće se pod pojmom robota podrazumijeva "industrijski robot" koji se još naziva i "robotski manipulator" ili "robotska ruka".

Glavni sastavni dijelovi sistema za zavarivanje Reis robotics (slika 3.) su [4]:

- 1 - računalo (Siemens S7 PLC)
- 2 - izvor energije (TransPuls Synergic 4000)
- 3 - robot Reis robotics "RV6L"
- 4 - upravljačka ploča - kontrolor (ROBOTstarV)



Slika 3. Sistem za zavarivanje Reis robotics

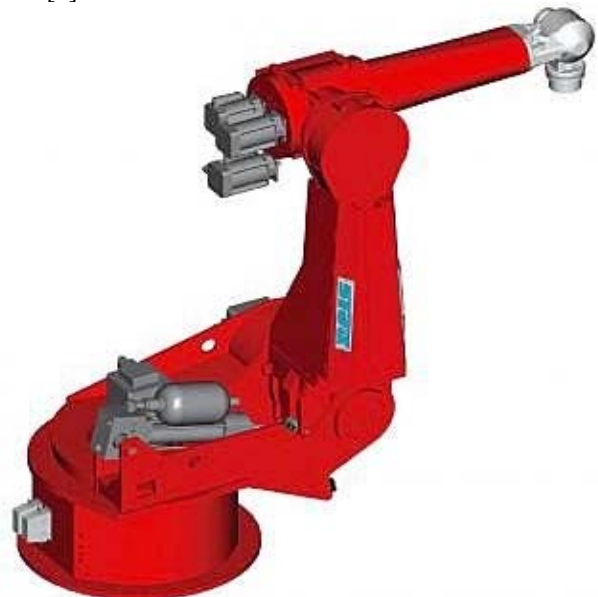
Sistem upravljanja (računalo i upravljačka ploča) omogućuje upravljanje i nadzor kretanja manipulatora. Siemens S7 PLC (Programabilni Logički Controller - regulator) je industrijsko računalo za upravljanje procesima i senzorima, za prikupljanje podataka i vizualno upravljanje. Ima velik broj ulaza i izlaza. Svaki PLC ima središnju procesorsku jedinicu (CPU - Central Processing Unit) za pohranu i prikupljanje na koji se spaja upravljačka ploča ROBOTStarV. Ulazni dio sastoji se od priključne vijčane stezaljke na koju se spajaju signali iz okoline, odnosno prikupljaju se podaci sa senzora smještenih na robotskoj ruci RV6L. Izlazni dio su priključne vijčane stezaljke na koje se spajaju izvršni uređaji iz procesa, kojima PLC šalje upravljačke signale. Manipulator sistema za zavarivanje sastoji se iz niza krutih segmenata povezanih zglobovima. Ponašanje manipulatora određeno je rukom koja osigurava pokretljivost, zatim ručnim zglobovima koji daju okretnost, te vrhom manipulatora koji zavaruje. Vrh manipulatora se često naziva i pištolj za zavarivanje.

TEHNIČKI PODACI:

Mrežni napon	3 x 400 V
Mrežni napon tolerancija	± 15%
Mrežna frekvencija	50/60 Hz
Mrežni osigurač za zaštitu	35 A
Primarna kontinuirana snaga	2,2 kVA
Stupanj učinkovitosti	88%
Struje zavarivanja:	
MIG / MAG	3 – 400 A
TIG	3 – 400 A
REL	10 – 400 A
Radni napon:	
MIG / MAG	14,2 - 34,0 V
TIG	10,1 - 26,0 V
REL	20,4 - 36,0 V
Dimenzije D/Š/V	625/290/475 mm
Masa:	35,2 kg

3.2. Robot Reis robotics RV6L

Robot za zavarivanje Reis robotics RV6L prikazan je na slici 4. [5].



Slika 4. Robot Reis robotics RV6L

Karakteristične veličine bitne za rad robota su:

Broj osi - za translacijsko i rotacijsko pomicanje osnovnih segmenata. Gibanje robota odvija se u trodimenzionalnom prostoru, pa se prve tri osi najčešće koriste za određivanje pozicije ručnog zgloba, dok preostale osi određuju orijentaciju vrha manipulatora. Robot RV6L ima 6 osi te može dovesti vrh manipulatora u bilo koji položaj unutar radnog prostora.

Brzina gibanja - najviše ovisi o tipu robota i njegovoj namjeni. Roboti pokretani hidrauličkim motorima znatno su brži od ostalih. RV6L koristi električni motor, koji postiže dovoljno velike radne brzine za zavarivanje. U proizvodnji je poželjno skratiti vrijeme izvršenja pomoćnih operacija, a određivanje najoptimalnije brzine s namjerom da se smanji ukupno vrijeme proizvodnje ovisi o:

- točnosti pozicioniranja vrha manipulatora
- materijalu koji se vari
- dužini varenja

Maksimalno opterećenje robota - najveća masa tereta koju robot može prenijeti, a ovisi o veličini, konfiguraciji i konstrukciji robota te o pogonskom sistemu zglobova robota. Masa tereta se kreće u rasponu od nekoliko kilograma do nekoliko tona. Robot RV6L može se opteretiti maksimalnom masom od 6 kg, što znači da masa tereta (u ovom slučaju masa pištolja za zavarivanje) ne smije prelaziti zadanu težinu u trenutku kad je robotska ruka u krajnje ispruženom položaju.

Točnost - sposobnost robota da dovede vrh manipulatora (pištolj za zavarivanje) u proizvoljan položaj u radnom prostoru.

Ponovljivost - sposobnost robota da vrh manipulatora dovede ponovno u istu poziciju. Pogreška koja može nastati pri povratku u isti položaj najčešće je manja od 1 mm, a javlja se zbog zazora zupčanika i elastičnosti segmenata.

Maksimalan doseg - maksimalna udaljenost između ručnog zgloba robota i baze robota koju ručni zglob može dosegnuti. RV6L je rotacijski robot (sve osi imaju rotacijske zglobove), pa mu se dijelovi mogu pomicati po cjelokupnom radnom prostoru (360°). Važno je također robot zaštititi od samoranjavanja. Može se dogoditi da zbog pogrešno programirane putanje robot udari sam sebe ili se sudari s predmetima u svojoj radnoj okolini.

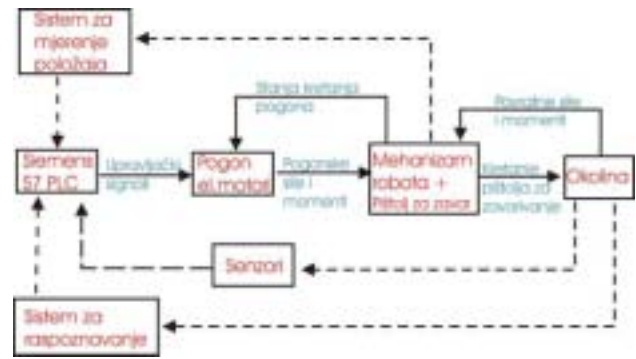
Tehničke karakteristike ROBOTA RV6L [4]:

Tip:	RV6L
Serijski broj:	15444882
God. proizvodnje:	1994
Max. opterećenje robota:	6 kg
Max. doseg:	1635 mm
Ponovljivost:	±0.05 mm
Točnost:	±0.5 mm
Broj osi:	6
Brzina, %/s :	
Os 1 :	140
Os 2 :	140
Os 3 :	140
Os 4 :	270
Os 5 :	300
Os 6 :	500
Snaga :	3,3 kVA

3.3. Upravljanje robotom RV6L

Na osnovu programirane putanje manipulatora, upravljački dio proračunava i raspoređuje pomake na zglobove i vrh manipulatora. Ako određeni zadatak zahtijeva međudjelovanje vrha manipulatora i okoline, problem upravljanja postaje složeniji. U tom slučaju se moraju uzeti u obzir i sile na mjestu dodira, a ti podaci se dobiju pomoću senzora.

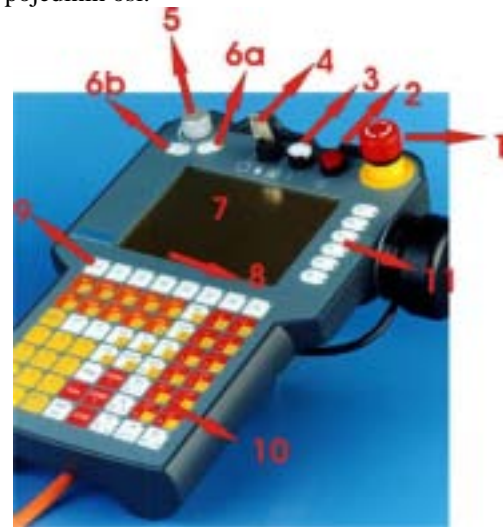
Blok shema upravljanja industrijskog robota prikazana je na slici 5.



Slika 5. Blok shema upravljanja robota

Siemens S7 PLC (upravljački uređaj – računalo) djeluje na pogonski dio (električne motore) koji pokreće mehanizam robota, tako da vrh manipulatora (pištolj za zavarivanje) dođe u zadani položaj u odnosu na objekt zavarivanja ili okolinu. Mjerenjem položaja i brzine vrha manipulatora (sistem za mjerenje položaja) dobije se preko unutarnje povratne veze informacija kojom se može korigirati kretanje. Crtkanom crtom prikazan je način dobivanja informacija iz okoline (senzori) pomoću vanjske povratne veze.

Pomoću upravljačke ploče (slika 6.) učitava se DNC program, što znači da se slijedno izvršava niz naredbi, aktiviraju se odgovarajuće funkcije stroja te se pokreću gibanja pojedinih osi.



Slika 6. Upravljačka ploča RobotSTAR V

Tipkovnicom upravljačke ploče moguće je upravljati svim funkcijama stroja. Upravljačka ploča nema svoju memoriju nego podatke pohranjuje i učitava sa središnje procesorske jedinice PLC-a.

Pritiskom na tipku 3 *pogon uključen* robot se uključuje, a isključuje se pritiskom na tipku 2 *pogon isključen*. Pritiskom na tipku 1 *sigurnosna sklopka* robot se može također isključiti. Ova tipka se koristi za bezuvjetno zaustavljanje gibanja robota u slučaju da je pogrešno isprogramirano njegovo kretanje, pa bi moglo doći do oštećenja robota ili predmeta u njegovoj okolini.

Pomoću poz. 4 *ključ upravljanja* izabere se način programiranja zavarivanja, način izvođenja zavarivanja i način kretanja robotskog manipulatora. Moguća su 3 položaja ključa:

Automatski položaj – ovaj položaj ključa upravljanja omogućuje da stroj za zavarivanje samostalno izvršava upisane naredbe.

Postavljanje (SETTING) – preko tipkovnice direktno se upisuju pomaci robota. Upisuje se početni položaj iz kojeg kreće manipulator i krajnji položaj u koji se želi dovesti manipulator.

Automatski test – ova opcija daje mogućnost za pregled i provjeru isprogramiranih položaja robotske ruke. Kod testiranja zavarivanja ta mogućnost nije uključena, pa se robotska ruka može zaustaviti u svakom položaju. Nakon provjere ispravnosti položaja mogu se prema potrebi promijeniti vrijednosti koordinata. Ovo ujedno služi kao kontrola ispravnosti procesa zavarivanja prije početka zavarivanja.

Potencijometar (poz. 5) *brzina* omogućuje usklađivanje brzine kretanja robotske ruke ili pojedinih segmenata robotske ruke. Brzina se određuje u postocima i to na način da 0% znači da se robot ne kreće (stanje mirovanja), a 100% da koristi maksimalnu brzinu određenu programom. Maksimalna brzina određuje se prema funkciji koju robot obavlja. Kod kretanja u programirani položaj (pozicioniranje) koriste se veće brzine, a kod samog zavarivanja relativno male brzine. Posebna tipka (poz. 11) *otvaranje makronaredbe* nudi nekoliko posebnih programa (makronaredbe) koji su spremljeni u PLC-u. Najčešće su to potprogrami za pozicioniranje robotskog manipulatora u početni ili transportni položaj i najviše korištena makronaredba, za automatsko čišćenje pištolja za zavarivanje. Pomoću posebnih tipki 6.a. «I» i 6.b. «O» omogućuje se uključivanje, odnosno isključivanje makronaredbe. *Funkcijske tipke* (poz. 9) omogućuju različite izmjene programa naredbi i ostalih funkcija samog robota. To su tipke od F1 do F6, a njihove mogućnosti pokazane su na poz. 8 *izbornik za funkcijske tipke*.

4. ZAKLJUČAK

Ručno elektrolučno (REL) zavarivanje još uvijek se najviše koristi u Hrvatskoj zavarivačkoj industriji, dok se najmanje koriste automatski strojevi za zavarivanje. Razlog tome je prije svega visoka cijena uređaja i njegovo skupo održavanje. Kada se usporede svi troškovi zavarivanja, počevši od samog stroja, dodatne opreme i obuke zavarivača, dolazi se do zaključka da je isplativije koristiti automatski način zavarivanja.

Dobar primjer za tu tvrdnju je tvrtka *Marti* iz Preloga koja je upotrebom robota za zavarivanje poboljšala vrsnoću svojih proizvoda, smanjila je troškove rada (mala pripremna i završna vremena) i greške na proizvodima, a istodobno je povećala produktivnost. Uz primjenu robota za zavarivanje znatno su smanjene pogreške u proizvodnji zbog ljudskog faktora. Obuka zavarivača traje kraće vrijeme, a potreban je i manji broj zavarivača kod proizvodnje većih serija zavarenih

spojeva. Ovo su samo neke od prednosti upotrebe novih tehnologija zavarivanja, kojima se kvaliteta i produktivnost mogu podići na višu razinu.

U Hrvatskoj su danas još uvijek rijetki automatizirani strojevi za zavarivanje, a koriste ih samo uspješna poduzeća s dobro razrađenom vizijom budućnosti.

5. LITERATURA

- [1] Anzulović, B. Zavarivanje i srodni postupci : skripta. Split : FESB, 1990.
- [2] Kralj, S; Andrić, Š. Osnove zavarivačkih i srodnih postupaka. Zagreb : FSB, 1992.
- [3] Šurina, T.; Crneković, M.: *Industrijski roboti*. Zagreb : Školska knjiga, 1990.
- [4] REIS ROBOTICS : Operation manual. Version: RSV V7.x <http://www.reisrobotics.de>, siječanj 2011.

PROCES IMPLEMENTACIJE LEAN-a U MALIM ORGANIZACIJAMA

Piškor M.¹, Kondić V.², Maderić D.²

¹Oprema-uredaji d.d., Ludbreg, Hrvatska

²Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: U članku je prikazan japanski pogled na proizvodnju kroz osnovni princip upravljanja proizvodnjom, s podjelom aktivnosti na one koje stvaraju vrijednost i one koje stvaraju gubitke, te vrstom gubitaka koji se javljaju u procesima. Teoretski je razložen Demingov krug koji je osnova za implementaciju bilo kakvih poboljšanja. U završnom dijelu je prikazan jedan od mogućih načina implementacije kroz jedanaest točaka, a podijeljen je na dva dijela. Prvi se sastoji od aktivnosti koje prethode konkretnoj akciji, dok se drugi dio sastoji od točaka koje se odnose na rješavanje problema.

Ključne riječi: lean (vitko), „pull“ (povlačenje), vrijednost, waste (gubici), takt time (vrijeme takta), PDCA, kanban, kaizen

Abstract: This paper presents the Japanese view of the production through the basic principle of production management by dividing the activities into those that create value and those that generate waste, and types of waste that occur in the processes. The Deming cycle, which is the basis for the implementation of any kind of improvement, is theoretically explained. In the final section of the paper, one of the possible ways of implementation through eleven points is presented and is divided into two parts. The first part consists of the activities that precede a particular action while the second part consists of the points that relate to solving specific problems.

Key words: lean, „pull“, value, waste, takt time, PDCA, kanban, kaizen

1. UVOD

Globalizacija tržišta, dinamika cijena na tržištu i kriza koja je zahvatila cijelo hrvatsko gospodarstvo tjeraju sve proizvodne i uslužne organizacije, ako žele opstati, da se prilagode novim uvjetima. Kupac je taj koji u takvim okolnostima dolazi u prvi plan, pa se postavlja pitanje kako ga zadovoljiti.

Karakteristike novonastalih okolnosti na tržištu su prije svega kratki rokovi isporuka, niske cijene proizvoda, visoka kvaliteta proizvoda ili kvaliteta koju zahtijeva kupac, te kratki životni vijek proizvoda. Svakako da u takvim prilikama stari način razmišljanja treba zamijeniti novim.

U većini organizacija glavni cilj je pobijediti konkurenciju i biti broj jedan s kulturom neprestanog rješavanja problema. Na prvom mjestu organizaciji je

namjera povećanje rezultata proizvodnje s već ustaljenim postupcima. Radnici su trošak poduzeća koji samo stvaraju probleme, te se neprestano postavlja pitanje o tome tko je kriv. Kada govorimo o proizvodnji, najvažnije je imati moderne, skupe i strogo specijalizirane strojeve i opremu. Kriza koja se produbljuje svakodnevice je takvih organizacija i društava.

Želimo li izbjeći probleme potrebno je kupca staviti u prvi plan, znati ga pridobiti kroz kulturu pronalazanja i eliminiranja uzroka problema i na taj način jednostavno poboljšavati procese. Iz procesa treba izbaciti sve ono što ne dodaje vrijednost proizvodnju, stalnim poboljšanjem te promjenom postupaka unutar procesa. Zadovoljnog kupca možemo dobiti napravimo li izvrstan proizvod. Jasno je da izvrstan proizvod mogu proizvesti samo zadovoljni i visoko motivirani radnici kod kojih je iskorišten sav potencijal. Samo takvi radnici sposobni su izvući maksimum iz već postojećih strojeva i opreme. Kad govorimo o problemima svakako je jasno da ne treba neprestano tražiti krivce, već je potrebno tražiti rješenja, te propisati takve postupke koji će predvidjeti i otkloniti moguće uzroke problema.

Prepoznate li svoju organizaciju kroz opis u prvom odjeljku, svakako je krajnje vrijeme da počnete raditi na poboljšanju procesa, s jasnim usmjerenjem na poštovanje ljudi kako unutar same organizacije tako i izvan nje. Postoje li u vašoj organizaciji barem neki segmenti iz drugog odjeljka, može se reći da ste na dobrom putu transformacije iz tradicionalne organizacije prema modernoj koja ima veliku šansu opstati na globalnom tržištu.

Upravo je takva organizacija spremna napraviti proizvod u najkraćem roku, visoke kvalitete i cijene koja je prihvatljiva kupcu. Tome svakako mogu posvjedočiti tvrtke poput Toyote ili General Electrica. Za tvrtke koje temelje svoje poslovanje na tim principima kažemo da djeluju na principima Lean proizvodnje ili Lean menadžmenta.

U radu će biti prikazani osnovni koraci implementacije Lean-a u malim organizacijama, a na temelju Demingovog kruga.

2. JAPANSKI POGLED NA PROIZVODNJU

Osnovni koncepti Lean-a postavljeni su u Japanu u Toyoti. Nakon Drugog svjetskog rata Taiichi Ohno, direktor Toyote, odlučio se na nove procese unutar proizvodnje u to vrijeme posrnulog japanskog poduzeća.

Namjera mu je bila iz procesa ukloniti sve vrste gubitaka, dati veće ovlasti radnicima i time ih maksimalno motivirati za rad, smanjiti inventar i investirati u strojnu opremu koja je nužna, a da bude što više univerzalna. Takvim načinom shvaćanja proizvodnje i cijele tvrtke Toyotu je stavio u sam svjetski vrh autoindustrije.

Pojam Lean prvi put spominje se u SAD-u i rezultat je analize napravljene na Massachusetts Institute of Technology (MIT) [1] kako bi se istražio velik uspjeh japanskih proizvođača automobila u odnosu na američke. Lean se također odnosi na sve ostale funkcije unutar organizacije (nabava, prodaja, istraživanje i razvoj, zajedničke službe – upravljanje ljudskim potencijalima, služba financija te lanac logistike), a ne samo na proizvodnju. Kako navodi Liker [2], Lean treba širiti stvaranjem partnerskog odnosa među dobavljačima i kupcima.

2.1. Osnovni princip upravljanja proizvodnjom

Shigeo Shingo [3] napominje da je osnovni princip upravljanja proizvodnjom u TPS-u (Toyota production system) netroškovni princip.

Prilikom kalkulacije često se na prodajnu cijenu gleda kao na funkciju troškova, pa se primjenjuje tzv. troškovni princip (slika 2.1.).



Slika 2.1. Troškovni princip

Tradicionalni način obračuna cijene govori nam da cijenu računamo tako da na troškove proizvodnje dodamo dobit, te na taj način formiramo cijenu. To znači da porastom troškova raste i cijena proizvoda. Poduzeća vođena tim principom razmišljaju npr.: ako je cijena nafte porasla, moramo povećati cijenu električne energije; ako je cijena rude otišla gore, moramo dići cijenu čelika; zarade su povećane, moraju se povećati izdaci za prijevoz...

Povećanjem cijene kupci će biti nezadovoljni i otići će kod drugog proizvođača. Time će padati prodaja, što za sobom povlači novo povećanje cijena ili otpuštanje radnika i smanjenje kapaciteta. Isti se princip primjenjuje i u javnom sektoru ili državnoj upravi, a upravo ona ima veliku odgovornost za samu državnu makroekonomiju koja prihvaća vrlo jednostavna rješenja: povećati trošarine, poreze, cijene energenata i sl. Nepotrebno je uopće govoriti gdje vodi takav način razmišljanja i

vođenja bilo organizacije ili bilo kakvog drugog društva ili države. Umjesto toga treba iskoristiti sve mogućnosti za smanjenje troškova. Tako je Toyota primijenila tzv. netroškovni princip koji veli da cijenu proizvoda stvari i određuju jedino kupac i tržište (slika 2.2.).

Ako prodajnu cijenu uzmemo kao konstantu koju je utvrdio kupac (tržište), cijeli interes je usmjeren na smanjenje troškova proizvodnje ili usluga. To se pak može postići otklanjanjem svih vrsta otpada i gubitaka u procesima, odnosno svih aktivnosti unutar procesa koje ne dodaju vrijednost proizvodu.



Slika 2.2. Netroškovni princip

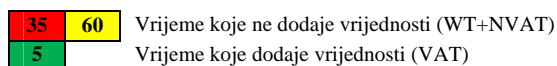
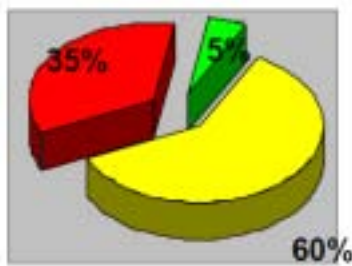
2.2. Aktivnosti unutar procesa

Kad govorimo o aktivnostima unutar nekog procesa u organizaciji govorimo o procesnom pristupu. To znači da se proces proizvodnje sastoji od niza aktivnosti koje su potrebne da bi proizvod došao do kupca. Važno je spomenuti da unutar procesa kolaju tokovi informacija i materijala. Tako u procesima koji prethode samoj proizvodnji govorimo o toku informacija, dok unutar samog procesa proizvodnje postoji tok informacija i tok materijala. Treba definirati one aktivnosti unutar procesa koje samom procesu dodaju vrijednost, odnosno što za kupca znači vrijednost. Kod Lean-a ne govorimo i ne mislimo samo o krajnjem kupcu, već u nizu aktivnosti unutar procesa na svakog sljedećeg gledamo kao na kupca.

Kod detaljnog proučavanja pojedinih procesa sve aktivnosti dijelimo na „operacije“ i „gubitke“ (slika 2.3.).

- Gubitak (WT-engl. Waste_Activity) su aktivnosti nepotrebne za izvršenje procesa i koje zbog toga treba eliminirati. To su aktivnosti koje kupac nije spreman platiti: čekanje, slaganje gotovih proizvoda, pretovar, prenošenje, dorada itd.
- Operacije su aktivnosti koje se razvrstavaju u dvije grupe: operacije koje ne povećavaju uporabnu vrijednost proizvoda (NVAT-engl. Non-Added-Value-Added-Activity) i operacije koje povećavaju uporabnu vrijednost proizvoda (VAT-engl. Value-Added-Activity). Prva grupa su aktivnosti koje ne možemo otkloniti iz procesa i ne stvaraju vrijednost (postojeća tehnologija, poslovna politika, priprema rada, usklađenost s propisima). Druga grupa je rad, tj. usluga, te bi on trebao biti obavljen bez greške.

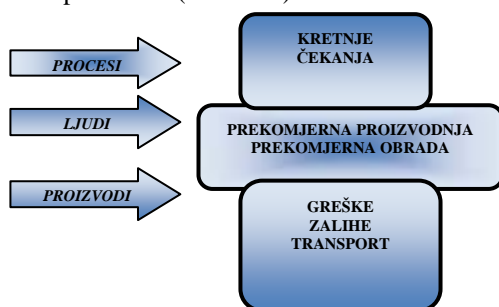
Kao što je prikazano na slici 2.3., gotovo sve organizacije koje se temelje na tradicionalnim principima shvaćanja rada imaju previše aktivnosti koje proizvodu ne dodaju vrijednost (90 – 95 %) nego aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu (5 – 10 %). Tradicionalna proizvodna filozofija teži povećanju aktivnosti koje proizvodu dodaju vrijednost, a time povećavaju i gubitke i udio aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu. Lean proizvodna filozofija govori o tome da je potrebno puno više pozornosti pridati aktivnostima koje ne dodaju vrijednost proizvodu (90 – 95 %). Smanjenjem gubitaka povećava se udio aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu. [4], pa su tako u Toyoti prepoznali 7+1 vrstu gubitaka.



Slika 2.3. Razmjer među aktivnosti koje dodaju i ne dodaju vrijednost proizvodu

2.3. 7+1 vrsta gubitaka u procesima

Gubici su sve što kupac nije naručio i nije spreman platiti. Otklanjanje gubitaka je beskonačan proces kod kojeg se mnogim alatima i metodama djeluje na aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu. Moguće ih je razdijeliti na gubitke koji se odnose na ljude, procese i proizvode (slika 2.4.).



Slika 2.4. Sedam vrsta gubitaka

Toyota (Taich Ohno) je identificirala 7 glavnih tipova gubitaka (Non-Value-Added-Wast) u poslovanju ili u proizvodnom procesu.

Izučavajući TPS Liker je u knjizi (The Toyota way fieldbook) dodao, odnosno, prepoznao još jednu vrstu gubitaka, a to je *neiskorištena kreativnost zaposlenika*.

Najveći problem kod otklanjanja gubitaka je njihovo prepoznavanje unutar samih procesa, pa ih je potrebno definirati:

- **Nepotrebna kretanja** – to su nepotrebna kretanja i gibanja zaposlenika prilikom aktivnosti
- **Čekanja** – odnose se na sva čekanja na materijale, alate, rezervne dijelove ili informacije
- **Prekomjerna proizvodnja** – to su svi proizvodi, poluproizvodi, dijelovi, materijali ili komponente koje kupac nije naručio. Kaže se da je to najvažnija vrsta gubitka jer pokriva sve ostale nedostatke i gubitke unutar pojedinih procesa
- **Prekomjerna obrada** – sva tehnološka odrada ili koraci u procesima koje kupac nije spreman platiti
- **Greške** – to su sve vrste grešaka prilikom obrade materijala ili izrade dijelova, podsklopova, sklopova ili montaže, a koje su škart ili ih treba popraviti ili preinačiti
- **Zalihe** – višak materijala, alata ili informacija na skladištima ili unutar proizvodnog procesa
- **Transport** – nepotrebna kretanja materijala, alata ili informacija kroz procese
- **Neiskorištena kreativnost zaposlenika** – izgubljeno vrijeme, ideje, vještine, poboljšanja i mogućnosti za učenje zbog neuključivanja ili neslušanja zaposlenika

3. DEMINGOV KRUG – PDCA

Naziv PDCA potječe od prvih slova riječi: P – Plan, D – Do, C – Check, A – Act (slika 3.1.) koje su zapravo četiri osnovne faze u ovom ciklusu [5].



Slika 3.1. PDCA ciklus

Demingov krug poboljšanja počinje uvijek analizom postojećeg stanja, nakon čega slijedi zaključivanje problema. Zatim se prilazi konkretnom postupku koji se sastoji od četiri osnovna koraka:

1. PLANIRAJ

Nakon snimke postojećeg stanja, potrebno je prikupiti podatke i informacije za što lakšu identifikaciju problema. Treba pristupiti izradi plana unapređenja s točnim aktivnostima, rokovima, nositeljima aktivnosti, te kriterijima i mjerilima za ocjenjivanje učinkovitosti realiziranog plana.

2. UČINI

U ovoj točki dolazi do primjene plana u praksi. Aktivnosti je moguće provesti na proizvodu, procesu,

dokumentaciji ili cijelom sustavu. Cilj je implementacija svih planiranih aktivnosti u praksi uz optimalno korištenje resursa.

3. PROVJERI

Nakon provedbe plana provjerava se koliko ostvareni rezultati odgovaraju planiranim ciljevima. Provjerava se na temelju kriterija utvrđenih kod planiranja.

4. DJELUJ

Utvrđimo li da su rezultati nakon verifikacije i validacije uspješni, potrebno je standardizirati novu metodu ili postupak rada te s time upoznati sve ljude na koje se odnosi. Upoznavanje mora biti organizirano putem edukacije i usavršavanja. Ako se nakon provjere rezultata pokažu nezadovoljavajući rezultati, potrebno je analizirati i revidirati plan unapređenja ili odustati od projekta.

Demingov krug pruža mogućnosti za sustavni pristup provođenju kontinuiranog poboljšanja. Pogrešan je stav da ova tehnika osigurava samo mala i postupna poboljšanja, jer ima mnogo primjera iz prakse koji pokazuju uspješnu primjenu Demingova kruga na velikim projektima ili radikalnim promjenama u organizacijama.

Također je potrebno naglasiti da metoda podliježe različitim modifikacijama, te svaki autor nastoji razviti svoj pristup samom procesu poboljšanja s različitim sadržajima unutar pojedinih faza, pri čemu je potrebno zadržati osnovnu logiku P-D-C-A Demingovog kruga.

U sljedećem poglavlju će biti prikazana primjena Demingovog kruga prilikom implementacije Lean-a u malim organizacijama.

4. PROCES IMPLEMENTACIJE

Kad govorimo o implementaciji Lean-a u bilo koju organizaciju govorimo o radikalnim promjenama koje se moraju dogoditi. U početku su to samo promjene unutar same organizacije, ali kao što govore u Toyoti, to je beskonačan proces koji je potrebno širiti i izvan organizacije na kooperante i dobavljače. Cilj implementacije je stvaranje protoka unutar proizvodnje, tj. proizvodnje koju diktira tržište. Za uspostavu takvog procesa koristi se neke od tehnika: Just – in – time, Pull, Takt time, Kaizen, Kanban, SMED, razni Q alati, Poka – Yoke, 5 Why, 5S i dr.

Implementacija se može podijeliti u dva dijela (slika 4.1.). Prvi dio se odnosi na aktivnosti koje su potrebne da bi počelo provođenje Lean-a u organizaciji. Sastoji se od tri točke:

1. OPREDJELJENOST VODSTVA

Organizacija u kojoj je uspostavljen sustav upravljanja kvalitetom prema zahtjevima međunarodne norme EN ISO 9001:2008 ima dobar temelj za početak implementacije Lean-a. Kao što je već prije spomenuto, osnova Lean strategije je približiti proizvod kupcu kroz definiranje vrijednosti za kupca. Upravo je to temelj poboljšanja kvalitete, što je povezano i s poboljšanjima proizvodnih procesa. Kontinuirano otklanjanje otpada iz procesa temelj je Lean-a. Organizacije u današnje vrijeme velikih gospodarskih kriza i pritisaka konkurencije mogu jedino opstati ako smanje sve troškove na minimum, uz maksimalno povećanje kvalitete. Upravo je vodstvo organizacije to koje mora

prepoznati način opstanka na tržištu, a primjena Lean alata, metoda i postupaka je takva što proizvod može približiti kupcu. Vrlo je važno istaknuti da vodstvo mora prepoznati Lean. Tada je moguće sprovesti neprestana poboljšanja usmjerena na poticanje kreativnosti djelatnika, što za sobom povlači i nagrađivanja. Uprava je ta koja mora odrediti voditelja cijelog projekta.



Slika 4.1. Aktivnosti u procesu provođenja Lean-a

1. IMENOVANJE I ŠKOLOVANJE VODITELJA

Za uvođenje tako zahtjevnog sustava u organizaciju potrebno je imenovati i osposobiti voditelja koji je spreman na promjene i ne boji se velikih izazova. Poželjno je prije svega da je ta osoba visoko rangirana u poduzeću, da je dovoljno školovana i da je lider kojeg ostali hoće slijediti. Da bi se tako zahtjevan projekt mogao sprovesti, potrebno je školovanje voditelja projekta. Budući da male organizacije mnogo puta ne mogu poslati voditelja na školovanje, poželjno je da putem tečajeva uđe u filozofiju Lean razmišljanja. Po potrebi će se u upravi organizacije opredijeliti za obučenog konzultanta s iskustvom implementacije i radu na Lean projektima.

2. USPOSTAVLJANJE I OBUKA TIMA SURADNIKA

Implementacija Lean-a je nemoguća bez timskog rada na procesima poboljšanja. Pošto u malim organizacijama nema puno ljudi koji su spremni na poboljšanja, potrebno je stvoriti grupu ljudi, tj. voditelja pojedinih službi unutar organizacije. Voditelji službi su ti koji će promicati Lean razmišljanje u organizaciji do najniže razine. Voditelj tima bi kroz Kaizen radionice upoznao članove s metodama, alatima i postupcima Lean-a, koji bi na taj način širili Lean razmišljanje. U ekipi bi trebao biti i netko iz vodstava, a koji bi bio upoznat s projektima. Radionice i obuka bi se odvijala jednom tjedno u mjesec dana, nakon čega je potrebno prijeći na konkretne projekte, odnosno na poboljšanja procesa.

3. ANALIZA PROIZVODNOG PROGRAMA

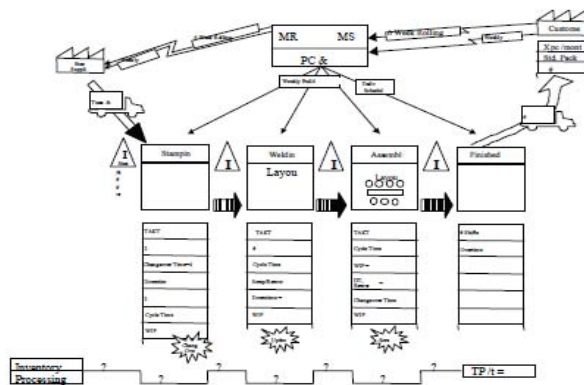
Proizvodni program se analizira putem Kaizen radionice u kojoj sudjeluje tim od 5 do 8 članova. Tim čine Lean voditelj, voditelj odjela, voditelji iz službi koje su usko povezane s tom službom, te 3-4 djelatnika službe. U tom je koraku važno napraviti analizu proizvoda, kako bismo se što lakše usredotočili na konkretni problem. Cijelo vrijeme treba zapisivati podatke napravljene prije i nakon analize, na temelju kojih utvrđujemo kretanja sustava. Analizira se na osnovi

činjenica, a ne pretpostavki. Također je vrlo važno utvrditi mjerila na temelju kojih ćemo naknadno moći upravi prikazati uštede nakon poboljšanja. Novac je mjerilo kojem najviše vjeruje svaka uprava.

Dakle, potrebno je npr. utvrditi koliko sati rada je uštedeno nakon poboljšanja procesa, a sate rada vrlo lako pretvorimo u novac ušteden u određenom vremenskom periodu. Želimo li kao primjer utvrditi takt proizvodnje, potrebno je napraviti analizu unutar prodaje za neki vremenski period i proučiti kako je tekla prodaja ciljane grupe proizvoda. U toj radionici bi svakako trebali sudjelovati voditelj tima, voditelj odjela prodaje, voditelj proizvodnje i djelatnici iz prodaje. Članovi tima bi se u tom koraku svakako trebali znati koristiti različitim Q alatima kao što su: kontrolne karte, pareto analiza, dijagrami toka, histogrami itd.

4. MAPIRANJE POSTOJEĆEG STANJA PROIZVODNOG PROCESA – POSTOJEĆI VSM

Nakon što smo identificirali problem putem analize proizvodnog programa, ili smo jednostavno naišli na neki problem u procesu, potrebno je napraviti mapu postojećeg stanja (slika 4.2.).



Slika 4.2 Mapa postojećeg stanja procesa – postojeći VSM

Mapa postojećeg stanja nam pomoću simbola za mapiranje prikazuje tok materijala i informacija kroz cijeli proizvodni sustav. Jasno nam prikazuje cijeli protok od dobavljača do kupca, sa svim manama i gubicima. Izrada mape trenutnog stanja toka je vrlo jednostavna i najčešće se radi pomoću olovke i papira. Potrebno je vrlo pažljivo nacrtati mapu svih procesa kako bismo kasnije što lakše razlučili aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu od aktivnosti koje proizvodu ne dodaju vrijednost. Važno je napomenuti da nam mapa postojećeg stanja toka vrijednosti mora prikazivati realno stanje sustava (snimka postojećeg stanja), a ne idealne uvjete.

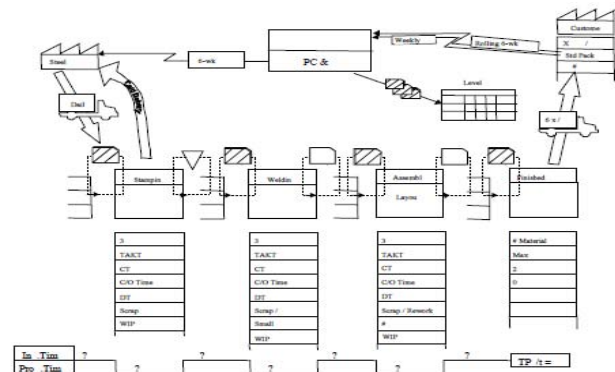
2. IDENTIFIKACIJA AKTIVNOSTI KOJE DODAJU VRIJEDNOST I ONIH KOJE NE DODAJU VRIJEDNOST

Kada se napravi mapa postojećeg stanja toka vrijednosti, lako je uvidjeti tok materijala kao i tok informacija kroz proizvodni proces, a potom i mane i potencijalne nedostatke procesa, te je na temelju mape lakše pronaći mjesta za unapređenje proizvodnje. Pomoću Lean alata treba identificirati 7 elementarnih

vrsta gubitaka u procesima (prekomjerna proizvodnja, zalihe, škart, nepotrebna kretanja djelatnika, nepotreban transport materijala, čekanja i prekomjerna obrada). Nakon što se utvrde mjesta na kojima su moguća poboljšanja prilazi se izradi mape budućeg stanja toka.

3. MAPIRANJE BUDUĆEG STANJA PROIZVODNOG PROCESA

Nakon analize trenutnog stanja u proizvodnom procesu teba projektirati buduće stanje (slika 4.3.), pridržavajući se osnovnih pravila Lean-a. Oblikovanjem budućeg stanja procesa, odnosno toka vrijednosti, moramo predvidjeti kako će sustav funkcionirati kad će iz njega biti odstranjene sve neučinkovitosti, a na temelju kadrovskih, tehnoloških i tehničkih mogućnosti. Jednostavno rečeno, potrebno je upotrebom različitih Lean alata povećati učinkovitost procesa.



Slika 4.3. Mapa budućeg stanja procesa – budući VSM

Velika greška je pokušavati nasilno podređivati sve procese Lean konceptu. Lean se ne uvodi odjednom, već se unapređuje i implementira svakodnevno u organizaciju. Neophodno je početi istraživanje od same proizvodnje jer nam teoretsko znanje ne može dati uvid u pravo stanje sustava.

Pri izradi mape treba slijediti smjernice:

- odrediti (izračunati) takt
- uvesti kontinuirani tok gdje god je to moguće
- uvesti „supermarkete“ kako bi se kontrolirala proizvodnja tamo gdje nije moguć kontinuirani tok
- odrediti proces koji će biti „pacemaker“¹, samo njega je potrebno planirati prema narudžbama kupaca
- balansirati (miješati) proizvodnju
- balansirati volumen proizvodnje
- težiti proizvodnji „svaki komad svaki dan“ (nije nužno svaki dan već zavisi od potražnje kupca)

4. KAIZEN RADIONICE

Na takvim radionicama utvrđuju se uzroci gubitaka u procesima, te eventualni tehnološki nedostaci predlaganih rješenja. Kod nerazumijevanja uzroka određenih problema treba napraviti detaljniju analizu i ispitivanje. Kad su jednom prepoznati uzroci problema potrebno je pronaći rješenja za uspostavu novih procesa, a na temelju poznatih Lean alata. Da cijeli proces implementacije nekog novog postupaka ne bi teкао

unedogled, potrebno je napraviti plan i redoslijed uvođenja potrebnih aktivnosti.

5. IMPLEMENTACIJA NOVIH POSTUPAKA

Nakon utvrđenih ciljeva poboljšanja treba s upravom organizacije ustvrditi i pronaći odgovarajuće resurse (tehnološke, tehničke i kadrovske) za samu realizaciju. Postoje li određene financijske ili bilo kakve druge prepreke moramo se vratiti korak unatrag te pronaći nova rješenja, u skladu s mogućnostima. Prije implementacije je potrebno ljude upoznati sa željenim postupcima i ciljevima, te im predstaviti što poboljšanja znače njihovom načinu rada. Samu implementaciju novih postupaka nadzirujemo i zapisujemo kako bismo nakon određenog vremena udredili teče li cijeli postupak u skladu s predviđenim rokom. Poboljšanja se mogu implementirati na bilo kojem procesu, proizvodu ili poluproizvodu ili pak na strojevima za rad, a sve u svrhu proizvodnje koju definira kupac. Kad govorimo o velikoj serijskoj ili masovnoj proizvodnji krajnji cilj nam mora biti proizvodnja na Kanban principima.

6. MJERENJE I PROVJERA OTKLONJENIH GUBITAKA

Nakon procesa implementacije treba napraviti analizu zacrtanih ciljeva sa stvarnim utvrđenim poboljšanjima. Sve izmjerene veličine moraju se pretvoriti u mjerne jedinice, a to su najčešće novčane jedinice, pa se dobiveni rezultati pokazuju upravi. Ustvrdimo li da stvarni rezultati nisu u skladu s ciljevima, moramo ponovo napraviti Kaizen radionicu te potražiti nova rješenja problema, odnosno gubitaka.

7. STANDARDIZACIJA NOVIH METODA

Pokažu li se novi načini rada, a u skladu sa željenim rezultatima, potrebno je propisati nove postupke rada te s njima upoznati sve ljude koji sudjeluju u procesima. Najrazumljiviji i najjednostavniji način za djelatnike je vizualiziran način prikaza kroz razne skice niza aktivnosti u postupcima na određenim procesima. Time završava rad na određenom projektu.

U samoj provedbi novih načina rada mogući su veliki problemi koji su prouzrokovani tradicionalnim pristupom radu i samim shvaćanjem da su radni postupci nepromjenjivi. Ta tzv. „mentalna ograda“ prepreka je ne samo zaposlenicima već i vodstvu organizacije. Što se tiče naših organizacija, velika prepreka također može biti zastarjela oprema i strojevi koji će voditeljima implementacije i djelatnicima smanjivati mogućnosti za poboljšanja, a samim time i konkurentnost u odnosu na tehnološki i tehnički razvijenija gospodarstva.

5. ZAKLJUČAK

Prikazana metodologija primjene Lean-a s tokom dodane vrijednosti svakako je jedan od najučinkovitijih alata koji je korisno upotrijebiti u svakoj organizaciji, a koja je spremna na poboljšanja svojih procesa. Sam alat nam omogućuje da tok materijala i informacija postane jasno vidljiv, pa nam na takav način omogućuje jasniju sliku onih aktivnosti koje je potrebno zadržati i onih koje je potrebno odbaciti ili unaprijediti. Upravo to je razlog da ga možemo vrlo učinkovito koristiti kao dio bilo koje metodologije za poboljšanje kvalitete.

Implementacija ima određenu pretpostavku, a to je da u organizaciji već postoji određeni sustav (ISO 9000). Naravno da je svaka organizacija jedinka za sebe te će morati promijeniti određene korake, no osnovni koncept bi trebao biti isti.

Bilo kakva promjena bez opredijeljenosti vodstva organizacije također može dovesti do loših rezultata. Važno je istaknuti da su kod Lean-a ljudi u prvom planu te isticanje njihove kreativnosti. Organizacije koje se odvažte na Lean očekuje rad pri samom vrhu europskog ili svjetskog tržišta.

6. LITERATURA

- [1] Womack J.P., Jones D.T., Roos D., *The Machine that Changed the World*, 1990.
- [2] Jeffrey K. Liker. *The Toyota Way*, New York: McGraw-Hill, 2004.
- [3] S. Shingo. *Nova japanska proizvodna filozofija*, Biblioteka produktivnost i stabilizacija, Beograd 1986.
- [4] Seminar LEAN MANAGEMENT. *Upravljanje znanjem i promjenama Lean proizvodnja*; Nedeljko Štefanić; Zagreb, 2010.
- [5] Kondić Ž., *Kvaliteta i metode poboljšanja*, Zrinski d.d., Varaždin 2004.

THE STATE OF DEVELOPMENT OF MACHINE VISION (STANJE RAZVOJA STROJNOG VIDA)

Łabudzki R.¹

¹Politechnika Poznańska, Instytut Technologii Mechanicznej, Poznań

Abstract: Machine vision (system visional) it's a apply computer vision in industry. While computer vision is focused mainly on image processing at the level of hardware, machine vision most often requires the use of additional hardware I/O (input/output) and computer networks to transmit information generated by the other process components, such as a robot arm. Machine vision is a subcategory of engineering machinery, dealing with issues of information technology, optics, mechanics and industrial automation. One of the most common applications of machine vision is inspection of the products such as microprocessors, cars, food and pharmaceuticals. Machine vision systems are used increasingly to solve problems of industrial inspection, allowing for complete automation of the inspection process and to increase its accuracy and efficiency. As is the case for inspection of products on the production line, made by people, so in case of application for that purpose machine vision systems are used digital cameras, smart cameras and image processing software. This paper presents the principle of image processing, the components of the system and possible applications of machine vision in the present.

Keywords: machine vision, image processing, inspection

Sažetak: Strojni vid (vidni sustav) je primjena računalnog vida u industriji. Dok je računalni vid usmjeren uglavnom na obradu slike na razini hardvera, strojni vid najčešće zahtijeva korištenje dodatnog hardvera I / O (input / output) i računalnih mreža za prijenos podataka generiranih od strane drugih komponentata procesa, kao što je robotska ruka. Strojni vid je pod kategorija inženjerskog projektiranja, a bavi se pitanjima informatičke tehnologije, optike, mehanike i industrijske automatizacije. Jedna od najčešćih primjena strojnog vida je inspekcija proizvoda kao što su mikroprocesori, automobili, hrana i farmaceutski proizvodi. Sustavi strojnog vida koriste se sve više za rješavanje problema industrijske inspekcije, omogućujući potpunu automatizaciju procesa inspekcije i povećanje njezine točnosti i efikasnosti. Kao što je slučaj kod kontrole proizvoda na proizvodnoj liniji koju provode ljudi, tako se i u slučaju primjene sustava strojnog vida koriste digitalne kamere, pametne kamere i programi za obradu slike. U radu su prikazani princip obrade slike, komponente sustava i moguće primjene strojnog vida u sadašnjosti.

Ključne riječi: strojni vid, obrada slike, inspekcija

1. INTRODUCTION

The introduction of the automation has revolutionized the manufacturing in which complex operations have been broken down into simple step-by-step instruction that can be repeated by a machine. In such a mechanism, the need for the systematic assembly and inspection have been realized in different manufacturing processes. These tasks have been usually done by the human workers, but these types of deficiencies have made a machine vision system more attractive. Expectation from a visual system is to perform the following operations: the *image acquisition* and *analysis*, the *recognition* of certain features or objects within that image, and the *exploitation* and *imposition* of environmental constraints.

Scene constraint is the first consideration for the machine vision system. The hardware for this sub-system consists of the light source for the active imaging, and required optical systems. Different lighting techniques such as the structured lighting can be used for such purpose. The process of vision system starts with the image acquiring in which representation of the image data, image sensing and digitization is accomplished. Image sensing is the next step in order to obtain a proper image from the illuminated scene. Digitization is the next process in which image capturing and image display are accomplished. The last step in this process is the image processing in which a more suitable image is prepared. The first aim of this article is to describe a simple machine vision system. Second goal is to show typical examples of the visions systems in the automated manufacturing systems [1].

Finally, author try to present some ideas about the development of the new machine vision systems by suggesting new acquisition systems. In this respect, by the advent of the suitable laser light sources, design of a 3-D camera vision system based on the laser scanning method has been an interesting issue.

2. OPERATION OF A MACHINE VISION SYSTEM

A visual system can perform the following functions: the image acquisition and analysis, the recognition of an object or objects within an object groups. As can be seen in fig. 1, the light from a source illuminates the scene and an optical image is generated by image sensors. Image acquisition is a process whereby a photodetector is used

to generate and optical image that can be converted into a digital image. This process involves the image sensing, representation of image data, and digitization. Image processing is a process to modify and prepare the pixel values of a digital image to produce a more suitable form for subsequent operations. The main operations performed in the image processing are outlined

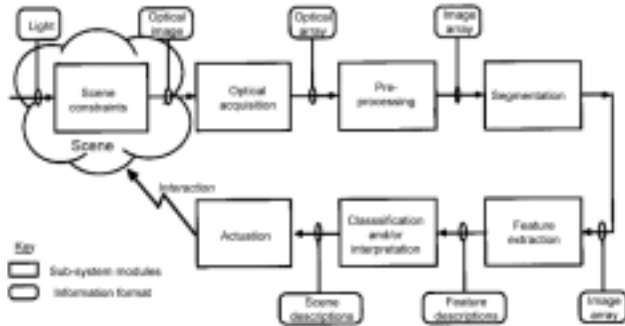


Fig. 1. A simple block diagram for a typical vision system operation [1]

in Table 1. Segmentation seeks to partition an image into meaningful regions that corresponds to part or whole objects within the scene. Feature extraction in general seeks to identify the inherent characteristics, or features, of objects found within an object. Pattern classification refers to the process in which an unknown object within an image is identified as being part of one particular group among a number of possible object groups [1].

Table 1

General operations performed in the image processing [1]

Operation				
Point	Global	Neighborhood	Geometric	Temporal
Brightness modification	Histogram equalization	Image smoothing	Display adjustment	Frame-based operations
Contrast enhancement	-	Image sharpening	Image wrapping	-
Negation and thresholding	-	-	Magnification and rotation	-

3. THE COMPONENTS OF MACHINE VISION SYSTEM

A typical machine vision system consists of several components of the following (fig. 2):

- one or more digital or analog camera (black and white or color) with optical lenses,
- interface the camera to digitize the image (the so-called framegrabber),
- processor (this is usually PC or embedded processor such as DSP),

(In some cases, all the elements listed above are included in the one device, the so-called smart cameras).

- device I/O (input/output), or communication links (eg. RS-232) used to report the results of system,

- lens for taking close-ups,
- adapted to the system, specialized light source (such as LEDs, fluorescent lamps, halogen lamps, etc.),
- software to the imaging and detection of features in common image (image processing algorithm),
- sync-sensor to detect objects (this is usually an optical or magnetic sensor), which gives the signal for the sampling and processing of image,
- the regulations to remove or reject products with defects.

Sync-sensor determines when a product (eg. running on a conveyor) has reached the position in which it can be inspected. The signal from the sensor starts the camera, which starts downloading the image of the product, and sometimes (depending on the system) gives a signal to synchronize the lighting in order to obtain a good image sharpness. Light sources are used in vision systems for lighting products in order to offset the dark places and to minimize the adverse effects of the emergence of conditions for the observation (such as shadows and reflections). Most of the panels to be used with LEDs.

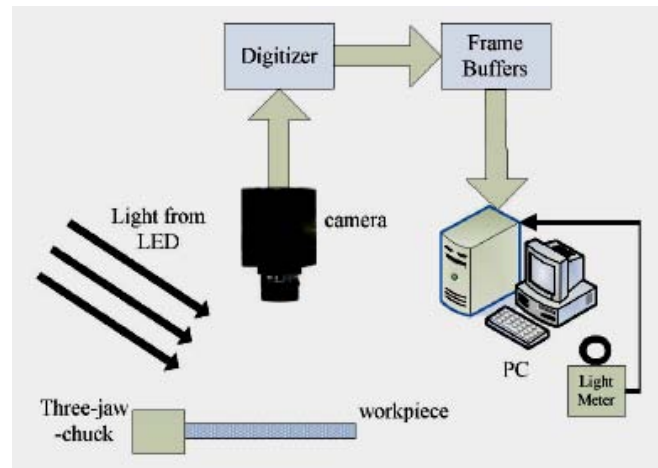


Fig. 2. A typical vision system operation [2]

The image from the camera is captured by frame grabber, which is a digitalize device (included in each intelligent camera or located in a separate tab on the computer) and convert image from a digital camera to digital format (usually up to two-dimensional array whose elements refer to the individual image pixels). The image in digital form is saved to computer memory, for its subsequent processing by the machine vision software.

Depending on the software algorithm, typically executed several stages, making up the complete image processing. Often at the beginning of this process, the image is noise filtering and colors are converted from the shades of gray on a simple combination of two colors: white and black (binarization process). The next stages of image processing are counting, measuring and/or identity of objects, their size, defects, or other characteristics. In the final stage of the process, the software generates information about the condition of the product inspected, according to pre-programmed criteria. When does a negative test (the product does not meet the established

requirements), the program gives a signal to reject the product, the system may eventually stop the production line and send information about this incident to the staff.

4. TYPES OF LIGHT SOURCE

In any camera-based application the illumination is a critical part of the system. At the most basic level, there must be „enough” light so that the camera can acquire a good image. Beyond this it is almost always necessary to use the orientation, geometry or colour of light to highlight relevant details or minimise the appearance of unhelpful parts of the image, such a glare.

The three main types of light source are [3]:

- incandescent (filament bulbs), including Halogen bulbs. These work by passing electric current through a metal filament until it glows white hot (fig. 3a),
- fluorescent tubes (discharge lamps). These use an arc (electrical spark) through an inert atmosphere to create light (fig. 3b),
- LEDs (light-emitting diodes). These are semiconductor devices where electro-luminescence occurs in p-n junction (fig. 3c).

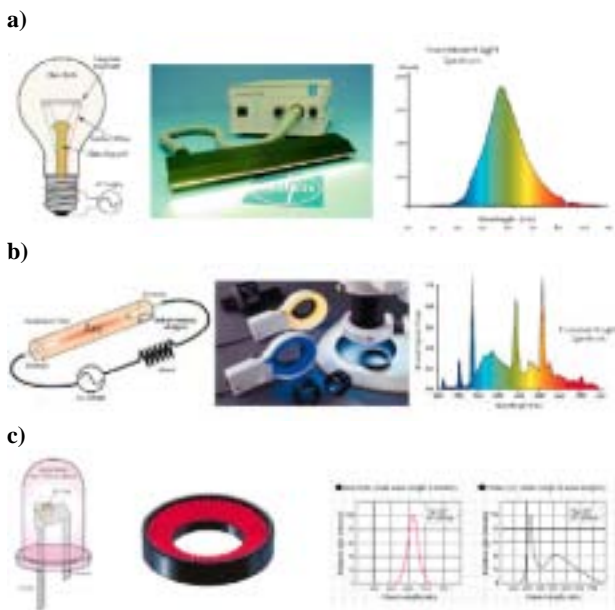


Fig. 3. Types of light source use in machine vision: a) incandescent bulb, b) fluorescent tube, c) LED [3]

The output spectrum for LED light sources is a narrow band for single wavelengths LEDs, careful thermal management, small size – these advantages have made LEDs the light source of choice in most applications, from factory to traffic camera systems.

5. SENSORS, CAMERAS AND INTERFACES

There are many cameras available for machine vision. They incorporate different sensors, different interface electronics, and they come in many sizes. Together, the camera and lens determine the field of view, resolution,

and other properties of the image. There are many cameras designed specifically for machine vision applications (fig. 4).

Most machine vision cameras use Charge-Coupled Device (CCD) image sensors. Charge from each line of pixels is transferred down the line, pixel by pixel and row by row, to an amplifier where the video signal is formed. CCD cameras are available in a wide variety of formats, resolutions, and sensitivities. They provide the best performance for most applications.

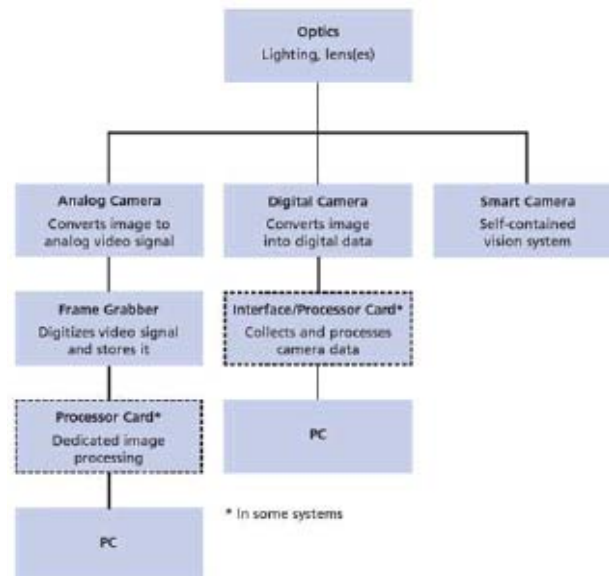


Fig. 4. A block diagram for analog and digital cameras

Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS) sensors are becoming available for some applications. Because they are made using the same processes used to fabricate computer chips, they can be produced very inexpensively. Low-cost CMOS cameras are already used in toys and in webcams. Unlike CCD sensors, which must be read out one full line at a time, CMOS sensors can be read pixel by pixel, in any order. This is useful for time-critical applications where only part of the image is of interest. At present, the noise performance of CMOS sensors is inferior to CCDs.

There are two types of camera interfaces in use, analog and digital. In an analog camera (fig. 5), the signal from the sensor is turned into an analog voltage and sent to the frame-grabber board in the vision-system computer. EIA, RS-170, NTSC, CCIR and PAL are all common analog interface standards. Analog cameras are inexpensive, but subject to noise and timing problems.



Fig. 5. Sample of analog camera named „guppy” produced by Allied Vision Technologies GmbH [4]

Most new machine vision cameras use a digital interface (fig. 6). The signal from each pixel is digitized by the camera and the data sent in digital form directly to

the computer. CameraLink, Firewire and GigaEthernet are three popular digital interface standards. The digital signal is not subject to noise and there is a perfect correspondence between each pixel on the sensor and in the image. Digital cameras support a wide variety of image resolutions and frame rates. Since the signal is already digitized, a simple interface board replaces the frame-grabber.

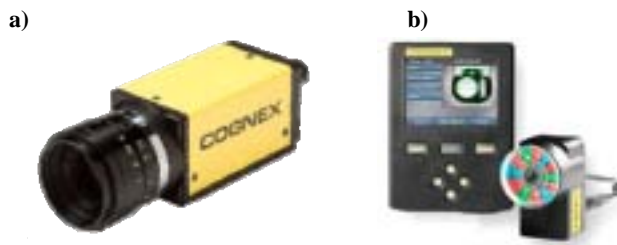


Fig. 6. Digital camera *In-Sight* (a) and a sample of self-contained vision system *Checker 3G* (b) – Cognex products [5]

6. METHODS FOR IMAGE PROCESSING

Software machine vision system for both commercial and open-source consists of many different image processing techniques, such as:

- ❖ counting pixels (counting the light and dark pixels),
- ❖ binarization (color conversion from the shades of gray in two colors: white and black,
- ❖ segmentation (used to locate and/or counting objects,
- ❖ "hard" to identify the image (to locate an object that can be rotated, partially hidden by another object or change its size),
- ❖ barcode reading (decoding of bar codes, read or scanned by machines),
- ❖ text recognition (automatic reading of text - letters and numbers, such as serial numbers),
- ❖ measurement (measuring the size of the object),
- ❖ edge detection (edge detection object),
- ❖ template matching (finding, matching, and/or counting specific patterns),
- ❖ others.

In most cases, the machine vision system uses a combination of these processing techniques in order to perform a complete inspection. For example, a system that reads bar codes can also check the surface of an object to detect scratches or other damage, and to measure the length and width of the manufactured component (fig. 7). Increasingly, neural networks are used to calibrate the measuring system [6].



Fig. 7. The latest software *Easy Builder* (Cognex) for total analysis of image

7. APPLICATION OF MACHINE VISION

Machine vision systems are widely used in the manufacture of semiconductors, where these systems are carrying out an inspection of silicon wafers, microchips, components such as resistors, capacitors and leadframes [7].

In the automotive machine vision systems are used in control systems for industrial robots, inspection of painted surfaces, welding quality control [8, 9], rapid-prototyping [10, 11], checking the engine block [12] or detect defects of various components. Checking products and quality control procedures may include the following: the presence of parts (screws, cables, suspension), regularity of assembly, of the proper execution and location of holes and shapes (curves [13], circular area [14], perpendicular surfaces, etc.), correct selection of equipment options for the implementation of the quality of surface markings (manufacturer's numbers and geographical detail), geometrical dimensions (with an accuracy of a single micron) [2, 15, 16,] the quality of printing (location and color).

Beside listed above are other area to implement machine vision. Figure 7 shows the simplest arrangement of the machine vision measuring olive oil bottles on production lines.

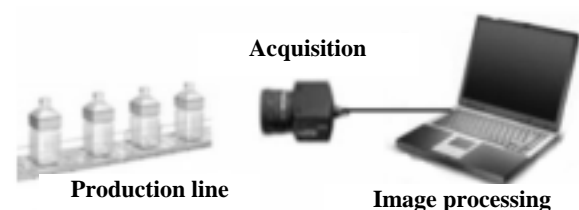


Fig. 8. The simplest arrangement of the machine vision measuring olive oil bottles on production lines [18]

The online defect inspection method based on machine vision for float glass fabrication is shown on fig. 9. This method realizes the defect detection exactly and settles the problem of mis-detection under scurviness fabricating circumstance. Several digital line-scan monochrome cameras are laid above float glass to capture the glass image. The red LED light source laid under the glass provides illumination for grabbing the image. High performance computers are used to complete the inspection task based on image processing [19].

Another interesting proposition is use the machine vision system to validation of vehicle instrument cluster [20]. The machine vision system (fig. 10) consists of a camera, lighting, optics and image processing software. A Cognex In-sight CCD vision sensor was selected for image acquisition and processing, which offers a resolution of 1600 x 1200 pixels and 64 MB flash memory. The acquisition rate of the vision sensor is 15 full frames per second. The image acquisition is through progressive scanning. The camera can work in a partial image acquisi-

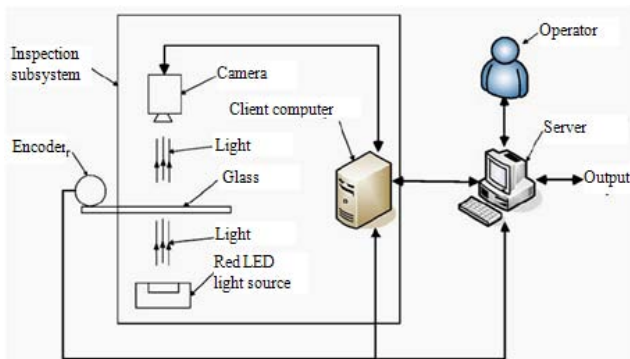


Fig. 9. Float glass inspection system [19]

tion mode, which provides flexibility for selecting image resolution and acquisition rate. The image processing software provides a wide library of vision tools for feature identification, verification, measurement and testing applications. The PatMax™ technology for part fixturing and advanced OCR/OCV tools for read-

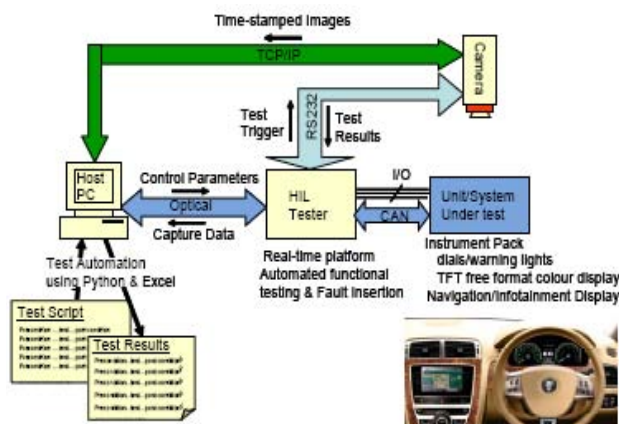


Fig. 10. System configuration for validation testing of vehicle instrument cluster [20]

ing texts are available within the software. The primary source of illumination is from LED ring lights with directional front lighting, which provides high contrast between the object and background. The selection of optical lens depends on the field of view and the working distance. In this setting, a lens with a focal length of 12 mm is used.

Application of machine vision is different and wide, they are such:

- biometrics,
- positioning [21, 22],
- industrial production on a large scale,
- small-lot production of unique objects [23],
- safety systems in industrial environments,
- intermediate inspection (eg. quality control),
- visual control of inventory in the warehouse and management systems (counting, reading bar codes, storage interfaces for digital systems),
- control of autonomous mobile robots, industrial (AGV) [24],
- quality control and purity of food products,
- exploitation of bridges [25],
- retail automation[26],
- agriculture [27],
- exploitation of railways [28],
- vision systems for blind people (Artificial Visual Sensing) (eg, Super Vision System, Artificial Eye System).

LITERATURE

- [1] **Golnabi H, Asadpour A.:** Design and application of industrial machine vision systems. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, **23** (2007), 630–637.
- [2] **Zhang Z., Chen Z., Shi J., Jia F., Dai M.:** Surface roughness vision measurement in different ambient light conditions. 15th Int. Conf. Mechatronics and Machine Vision in Practice, Auckland (New Zeland), 2-8 December 2008.
- [3] **Vickers J.:** Illumination: Getting the Basic right. Tech-Tip (firm materials), Firstsight Vision Ltd, Surrey 2008.
- [4] www.alliedvisiontec.com
- [5] www.cognex.com
- [6] **Dongyuan G., Xifan Y., Qing Z.:** Development of machine vision system based on BP neural network self-learning. Int. Conf. on Computer Science and Information Technology, Singapur, 30 August – 2 September 2008, pp 632-636.
- [7] **Bhuvanesh A., Ratnam M.:** Automatic detection of stamping defects in leadframes using machine vision: overcoming translational and rotational misalignment. *Int. J. Adv. Manuf. Technology*, **32** (2007), pp 1201-1210.
- [8] **Tsai M., Ann N-J.:** An automatic golf head robotic welding system using 3D machine vision system. Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts, Taipei, 23-25 August 2008, pp 1-6.
- [9] **Liao G., Xi J.:** Pipeline weld detection system based on machine vision. 9th Int. Conf. on Hybrid Intelligent Systems, Shenyang, 12-14 August 2009, pp 325-328.

- [10] **See A.:** Rapid prototyping design and implementation of a motion control integrated with an inexpensive machine vision system. *Instrumentation and Measurement Technology Conference*, vol. 3, Ottawa, 17-19 May 2005, pp 2065-2070.
- [11] **Cheng Y., Jafari M.:** Vision-based online process control in manufacturing applications. *Trans. on Automation science and engineering*, **5**(2008)1, pp 140-153.
- [12] **Yradley E.:** New generation machine vision: coping with changes in light and surface quality. *Computing & Control Engineering Journal*, **16**(2005)6, pp 26-31.
- [13] **Lee M, de Silva C., Croft E., Wu J.:** Machine vision system for curved surface inspection. *Machine Vision and Applications*, (2000)12, pp 177-188.
- [14] **Tsai D.:** A machine vision approach for detecting and inspecting circular parts. *Int. J. Adv. Manuf. Technology*, (1999)15, pp 217-221.
- [15] **Shahabi H., Ratman M.:** Noncontact roughness measurement of turned parts using machine vision. *Int. J. Adv. Manuf. Technology*, 28 May 2009, published on-line.
- [16] **Jian-hai H., Shu-shang Z., Wei S.:** Research on subpixel detecting on-line system based on machine vision for inner diameter of bearings. *Int. Conf. on Robotics and Biomimetics*, Sanya, 15-18 December 2007, pp 2049-2052.
- [17] **Mei J., Ding Y., Zhang C., Zhang W.:** A smart method for tracking of moving objects on production line. *Proc. of the 7th ACM SIGGRAPH - Int. Conf. on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry*, Singapore, 8-9 December 2008.
- [18] **Taouil K., Chtourou Z., Kamoun L.:** Machine vision based quality monitoring in olive oil conditioning. *First workshop on Image processing theory, tools and applications*, Sousse (Tunisia), 23-26 November 2008, pp 1-4.
- [19] **Peng X., Chen Y., Yu W., Zhou Z., Sun G.:** An online defects inspection method for float glass fabrication based on machine vision. *Int. J. Adv. Manuf. Techn.*, **39**(2008), pp 1180-1189.
- [20] **Huang Y., Mouzakitis A., McMurrin R., Dhadyala G., Jones R.:** Design validation testing of vehicle instrument cluster using machine vision and hardware-in-the-loop. *Int. Conf. on Vehicular Electronics and Safety*, Columbus (USA), 22-24 September 2008, pp 265-270.
- [21] **Zhenzhong W., Guangium Z., Xim L.:** The application of machine vision in inspecting position-control accuracy of motor control systems. *Proc. of the 5th Int. Conf. Electrical Machines and Systems*, vol. 2, [Shenyang](#), 18-20 August 2001, pp 787-790.
- [22] **Davis M., Lawler J., Coyle J., Reich A., Williams T.:** Machine vision as a method for characterizing solar tracker performance. *33rd Photovoltaic Specialists Conference*, San Diego, 11-16 May 2008, pp 1-6.
- [23] **Lee W., Jeon C., Hwang C.:** Implementation of the machine vision system of inspecting nozzle. *3rd Int. Conf. on Convergence and Hybrid Information Technology*, Busan (Korea), 11-13 November 2008.
- [24] **Wang. M., Wei J., Yuan J., Xu K.:** A research for intelligent cotton picking robot based on machine vision. *Int. Conf. on Information and Automation*, Zhangjiajie (China), 20-23 June 2008, pp 800-803.
- [25] **Lee J. H., Lee J. M., Kim H., Moon Y.:** Machine vision system for automatic inspection of bridges. *Int. Congress on Image and Signal Processing*, vol. 3, Sanya, 27-30 May 2008, pp 363-366.
- [26] **Bhandarkar S., Luo X., Daniels R., Tollner W.:** Automated planning and optimization of lumber production using machine vision and computed tomography. *Trans. on Automation Science and engineering*, **5**(2008)4, pp 677-695.
- [27] **Dunn M., Billingsley J.:** The use of machine vision for assessment of fodder quality. *14th Int. Conf. on Mechatronics and Machine Vision In Practice*, Xiamen (China), 4-6 December 2007, pp 179-184.
- [28] **Edwards R., Barkan C., Hart j., Todorovic J., Ahuja N.:** Improving the efficiency and effectiveness of railcar safety appliance inspection using machine vision technology. *Proc. of Rail Conference*, Atlanta, 4-6 April 2006, pp 81-89.

dr inż. Remigiusz ŁABUDZKI

Politechnika Poznańska, Instytut Technologii
Mechanicznej, ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań,
tel. (061) 665 20 51, e-
mail:remigiusz.labudzki@put.poznan.pl.

PRIKAZ TIJEKA PROIZVODNJE U METALOPRERAĐIVAČKOM PODUZEĆU MPD d.d.

Golubić S.¹, Čikić A.¹, Hršak B.¹

¹Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, Hrvatska

Sažetak: U radu je prikazan način rada proizvodne metaloprerađivačke tvrtke i njen proizvodni program. Prikazane su aktivnosti od prvog kontakta s kupcem do održavanja proizvoda i nakon isteka garantnog roka. Veza cijelog sustava unutar tvrtke s kupcima odvija se preko Odjela prodaje. Shematski su prikazane veze između pojedinih odjela i dokumenti koji povezuju proces, a opisani su i dokumenti koji prate cijeli tok stvaranja proizvoda.

Ključne riječi: proces, organizacija rada, proizvodnja, kupac, proizvod

Abstract: This paper presents a work method of manufacturing metalworking company and its product range. The activities shown range from the first contact with the customer to maintaining the product even after the warranty period. The sales department is the connection of the entire system within the company with customers. The connections between departments and the documents linking the process are shown schematically, and the documents that accompany the entire course of creating a product are described.

Key words: process, organization of work, manufacturing, customer, product

1. UVOD

Odabrano proizvodno poduzeće ima vlastiti proizvodni program, razvija i oblikuje nove proizvode i nije vezano licencama ili patentima za druga poduzeća. Strojevi su prilagođeni proizvodnom programu, uglavnom su univerzalni, a ima i manji broj za posebnu namjenu.

Načela poslovanja usmjerena su na ispunjenje potreba suvremenog tržišta (kupca) i na stalno smanjenje troškova poslovanja. U tom smislu poduzeću je cilj povećati zadovoljstvo kupca i svih zainteresiranih strana koje participiraju oko poduzeća.

Najvažniji faktor unutar poslovnog sustava uvijek je čovjek. Za njegovo usavršavanje poduzeće izdvaja značajnu svotu i to smatra svojom najvažnijom investicijom.

Vrlo je složen proces proizvodnje vlastitih proizvoda namijenjenih posebnim kupcima, onih s različitim zahtjevima i očekivanjima. Podaci o stvarnim potrebama dolaze od kupca na temelju njegovog upita. Kupci su danas vrlo zahtjevni jer mogu birati na otvorenom tržištu. Vrsnoća proizvoda je uglavnom odlučujući faktor kod njihovog izbora. U tom smislu, tržište i kupce (stalne i buduće) treba kontinuirano informirati o proizvodnom programu i proizvodnim mogućnostima. Važno je naglasiti nova rješenja u postojećem proizvodnom programu, zatim novu tehnologiju i materijal, utjecaj na okoliš itd. Na kraju, sve počinje i završava kupcem (slika 1.).

Pored dobro ustrojene eksterne komunikacije, vrlo je važno uspostaviti i dobru unutarnju komunikaciju kako bi se uspješno odgovorilo na zahtjeve kupaca. To se osigurava organizacijskom strukturom koja se temelji na tijeku poslova, na sistematizaciji radnih mjesta, informacijskim tijekovima, te na makro i mikro organizacijskim shemama.

2. ORGANIZACIJA RADA

Spomenuta tvrtka je organizirana na principu odjela. Za uspostavljanje veze i održavanje kontakta s kupcima zadužen je Odjel prodaje. Mjerne skice, razradu i izradu dokumentacije za nove projekte radi Odjel razvoja i konstrukcija. Operativna priprema rada (OPR) je mjesto gdje se unutar tvrtke priprema kapacitet, dokumentacija i materijali za uspješno ostvarenje proizvodnje. Tehnološka priprema rada je odjel u kojem se na temelju konstrukcijske dokumentacije razrađuje tehnološka dokumentacija. Nabava je zadužena za osiguranje robe. Izrada dijelova, podsklopova i montaža obavljaju se u Odjelu proizvodnje, dok Odjel kontrole prati cijelu proizvodnju. Uz ove odjele koji su vezani uz stvaranje proizvoda, unutar tvrtke postoje i drugi kao potpora cijelom sustavu: Odjel općih poslova, Financije i računovodstvo, Odjel održavanja.



Slika 1. Ciklus: tržište – proizvodnja – proizvod

2.1. Proizvodni tijek

Slika 2. prikazuje tijek proizvodnje u poduzeću. Nakon zaprimanja upita slijedi izrada ponude. Za izradu ponude zadužen je Odjel prodaje. Ponude se dijele u tri osnovne grupe: proizvodi iz standardnog proizvodnog programa, te proizvodi po narudžbi kupca vezani uz standardni proizvodni program i usluge. Ponuda obuhvaća komercijalne i tehničke elemente. Tehničke karakteristike tražene u upitu obrađuje prodajni inženjer. Tehnički dio ponude, uz opis karakteristika, sadrži i mjernu skicu ponuđenog proizvoda. Mjerna skica za proizvode iz standardnog proizvodnog programa najčešće je kataloški list ili izvadak iz kataloškog lista. Kod nestandardnih proizvoda prodajni inženjer u Odjelu razvoja i konstrukcija izrađuje novu mjernu skicu prema zahtjevu kupca.

Nakon prihvaćanja ponude i primitka narudžbe ili potpisivanja ugovora s kupcem slijedi realizacija ponude. Najjednostavniji postupak je kod standardnih proizvoda koji se isporučuju direktno iz skladišta. U drugoj i najčešćoj varijanti za ostvarenje narudžbe ili ugovora otvara se radni nalog, a za realizaciju svih potrebnih aktivnosti otvara se karta grubog plana (KGP). KGP sadrži podatke o proizvodu i o kupcu, pa se oni upisuju u predviđene rubrike. Podaci u KGP moraju biti jasni tako da se mogu potpuno obraditi, bez prikupljanja dodatnih informacija. Svakom novom proizvodu pridružuje se brojčana oznaka – šifra ili identifikacijski broj. Ukoliko nisu dovoljne rubrike koje se nalaze na KGP, Prodaja ispunjava i dodatni dokument, listu podataka (LP). Prodaja upućuje KGP i LP u Operativnu pripremu rada na daljnu obradu.

OPR nakon analize KGP za proizvode koji su poznati (razrađena konstrukcijska i tehnološka dokumentacija) otvara i ispisuje radni nalog te pokreće osiguranje materijala i proizvodnju.

Za nove proizvode OPR otvara radni nalog, a KGP šalje u Odjel razvoja i konstrukcija na izradu konstrukcijske dokumentacije (sklopni nacrt, sastavnica dijelova, nacrti podsklopova, nacrti pozicija). Jednu kopiju završene konstrukcijske dokumentacije uz KGP Konstrukcija dostavlja u OPR. OPR prosljeđuje KGP s konstrukcijskom dokumentacijom u Tehnološku pripremu rada (TPR) koja zatim izrađuje tehnološku dokumentaciju.

Tehnološka dokumentacija sadrži popis i količinu ugradbenog materijala, popis i opis radnih operacija i radnih mjesta, pripremno-završna (Tpz) i komadna (tk) vremena kod izrade pozicija i za montažu. Svakom dijelu ili artiklu pridružuje se brojčana oznaka – šifra ili identifikacijski broj. Nakon obrade TPR vraća KGP i konstrukcijsku dokumentaciju u OPR s potvrdom o završetku izrade tehnološke dokumentacije. Na temelju tehnološke razrade OPR prema svom rasporedu ispisuje proizvodnu dokumentaciju za traženi broj jedinica proizvoda. Proizvodna dokumentacija uključuje sljedeće dokumente: terminski list, razdiobni list, popratni list, izdatnice za materijal, radne liste za svaku operaciju i skladišnu primku za predaju proizvoda na skladište. Terminski, razdiobni i popratni list su dokumenti koji su jednaki po svom sadržaju (sadrže popis svih operacija, radnih mjesta, opis radnih operacija, podatke o Tpz, tk i Tu), ali se pridružuju različitim aktivnostima (mjestima događanja). Terminski list ostaje u OPR-u za praćenje proizvodnje, razdiobni list prati faze nastajanja proizvoda, dok popratni list prati proizvodni proces sve do odlaganja u skladište ili do njegove montaže. OPR vodi i prati događanja u proizvodnji za svaki proizvod (dio ili sklop u cjelini). Uz radnu listu za prvu radnu operaciju obavezno se prilaže izdatnica za materijal. Poslovođa na proizvodnom pogonu osigurava dopremu materijala na radno mjesto, a svako radno mjesto ima svoju oznaku. Nakon izrade prvog komada iz serije proizvoda, kontrolor dijelova odobrava nastavak rada, a nakon završetka svih komada potvrđuje radniku radnu listu, a na razdiobnom i popratnom listu potvrđuje završetak operacije. Nakon završetka posljednje radne operacije kontrolor potvrđuje skladišnu primku, predaje ju skladištaru, a skladištar uvodi u karticu proizvoda novo stanje.

Za otvorene KGP za usluge, OPR otvara radni nalog, po potrebi traži tehnološku razradu, ispisuje proizvodnu dokumentaciju ili direktno pokreće proizvodnju kod jednostavnijih zahtjeva.

Za otvorene KGP za servisiranje proizvoda, koje dolaze od prodaje preko servisne službe, postupa se prema zahtjevu opisanom u KGP.

Završeni proizvodi i riješene usluge predaju se kupcu na temelju naloga za otpremu robe.

Nakon isporuke proizvoda veza s kupcem održava se preko odjela prodaje.

3. ZAKLJUČAK

Osnovni dokument koji povezuje sve aktivnosti i odjele je KGP. Ostali dokumenti su u službi ispunjenja zahtjeva opisanih u KGP. Zapisnike i izvještaje o eventualno nastalom škartu ili o pokretanju popravaka OPR nakon analize šalje TPR-u ili Odjelu razvoja i konstrukcija.

Sustav je tako razrađen da povezuje i prati sve aktivnosti. Tijekom toga može doći do manjih pogrešaka, kao npr. kod rješavanja reklamacija u garantnom roku, izlazak servisera na teren, kod servisiranja proizvoda u i nakon garantnog roka, tako da poslovi budu gotovi prije ispisivanja dokumenata. U tom slučaju remeti se količinsko stanje na skladištu i izdavanje radnih lista, odnosno raspored poslova na drugim radnim mjestima.

4. LITERATURA

- [1] Interni podaci tvrtke MPD d.d.
- [2] Đurašević, A.: Unapređenje proizvodnje, Sveučilište u Zagrebu, FSB, Zagreb, 1968.
- [3] Schroeder, R.G.: Upravljanje proizvodnjom, odlučivanje u funkciji proizvodnje, IV. izdanje, „Mate“, Zagreb, 1999.
- [4] Žugaj, M.; Šehanović, J.; Cingula, M.: Organizacija, Sveučilište u Zagrebu, FOI, Varaždin, 2004.

Kako povećati učinkovitost, smanjiti pogreške i skratiti vrijeme izrade:

- A) U dogovaranje tehničkih rješenja (ispunjavanje zahtjeva kupca), uz prodajnog inženjera uključiti i stručnjake iz Odjel konstrukcije i razvoja te tehnologije iz TPR-a.
- B) Iz Odjela prodaje pokretati samo jedan oblik KGP, i to tako da svaka KGP mora najprije biti upućena u OPR.
- C) Svaki radni nalog KGP poslati u Odjel razvoja i konstrukcija, a kopije postojećih nacrtā namijenjenih proizvodnji provjeriti.
- D) Informatički povezati sve odjele u zajedničku mrežu.

IMPLEMENTACIJA, FUNKCIONIRANJE I OCJENA USPJEŠNOSTI SUSTAVA KVALITETE NA PRIMJERU DRUŠTVA MEĐIMURSKJE VODE D.O.O.

Purić G.¹, Kozina G.¹

¹Velučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Rad prezentira implementaciju i uspješnost sustava upravljanja kvalitetom na primjeru društva Međimurske vode d.o.o. Članak je koncipiran na temelju završnog rada Gordane Purić i literature kojom se služila.

Ključne riječi: sustav upravljanja kvalitetom, ISO 9001

Abstract: This paper presents the implementation and effectiveness of quality management systems with the example of the company Međimurske vode Ltd. This article is based on the final paper written by Gordana Purić and the references that she used.

Key words: quality management system, ISO 9001

1. UVOD

U današnjim uvjetima poslovanja bilo koje organizacije ustroj sustava upravljanja kvalitetom je uobičajen postupak. Naime, očekuje se da sve organizacije proizvode vrsne proizvode, tj. da pružaju dobre usluge. Danas se one moraju usmjeriti na kupce, korisnike, klijente, pacijente, studente i sl. Jako je važno njihovo zadovoljstvo uslugom ili proizvodom koji su im dani ili prodani, pa samo to na neki način osigurava opstanak na tržištu i pripremu dobre podloge prema poslovnoj izvrsnosti. [2,5].

U suvremenom gospodarskom svijetu trend je „normizacije“ svih važnijih aktivnosti u organizacijama. Teško je pronaći imalo ozbiljniju organizaciju koja nije implementirala neku od vrlo popularnih normi kao što su: ISO 9001 (sustav upravljanja kvalitetom), ISO 14001 (sustav upravljanja zaštitom okoliša), ISO 18001 (sustav zaštite zdravlja i sigurnosti), ISO 27001 (sustav zaštite informacija) itd.

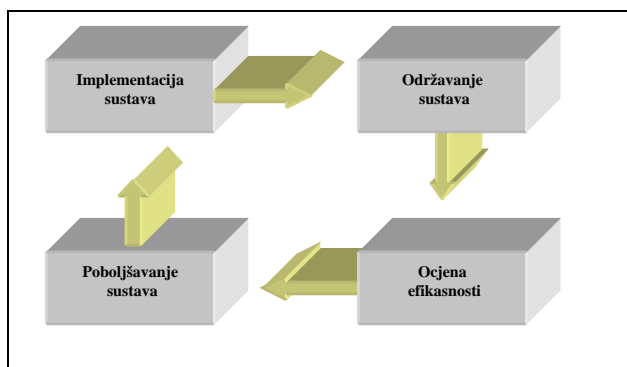
Što se toga tiče, situacija u hrvatskom gospodarstvu nije na očekivanoj razini. Ima puno razloga za to, no oni sada nisu predmet razmatranja [3].

Pored objektivnih i subjektivnih faktora, nekoliko naših organizacija shvatilo je ulogu u modernom gospodarstvu, te su prepoznale važnost normi u svojim

poslovnim sustavima. Jedna od takvih su Međimurske vode d.o.o., koje su prepoznale vrsnoću svojih proizvoda (voda za piće) i pruženih usluga (opskrba).

Uspostavom sustava upravljanja kvalitetom ova se organizacija obavezala na kontinuirano zadovoljstvo korisnika i na stalnu kvalitetu proizvoda. Tu svoju misiju postiže uz pomoć implementirane norme ISO 9001 i njenim stalnim poboljšanjem.

Dalje se pojašnjava postupak implementacije, održavanja sustava, te postupci za poboljšanje na temelju uspješnosti i efikasnosti sustava kvalitete u praksi (slika 1.)



Slika 1. Ciklus implementacije, održavanja i poboljšavanja sustava kvalitete

2. IMPLEMENTACIJA SUSTAVA KVALITETE

2.1. Ciljevi uspostave sustava kvalitete

U ostvarenju sustava kvalitete organizacija je definirala sljedeće zahtjeve [1,10]:

- utvrditi zadatke, odgovornosti i kompetencije za sva radna mjesta

- ❑ prepoznati i definirati sve glavne i pomoćne procese kao i njihove veze, te sinergijski utjecaj na efikasnost sustava kvalitete
- ❑ osigurati sve potrebne resurse za funkcioniranje sustava
- ❑ uspostava preventivnih principa i sprečavanje nesukladnosti
- ❑ ugraditi zakonske regulative (internacionalne, nacionalne i lokalne) u sustav kvalitete
- ❑ primjena suvremenih metodologija za poboljšanje sustava

2.2. Projekt implementacije

Uspostava sustava kvalitete na temeljima međunarodne norme ISO 9001 provedena je kao projekt s određenim ciljevima, planovima i programima [3,10].

Projekt je ostvaren kroz sljedeće faze:

1. osmišljavanje sustava
2. dokumentiranje sustava
3. uvođenje sustava u procese
4. nadzor i provjera sustava
5. ocjena sukladnosti (certifikacija)
6. poboljšavanje sustava

U projekt je bilo uključeno vodstvo organizacije, na čelu s predstavnikom uprave, gdje su svi članovi uprave usmjeravali skupinu za ostvarenje projekta, te su putem djelatnosti davali podršku koja se ogledala u sljedećem:

- ❑ motivacija i uključivanje radnika u sustav
- ❑ povećanje svijesti o kvaliteti
- ❑ povećanje svijesti o važnosti zadovoljstva kupaca i korisnika proizvoda
- ❑ usmjeravanje na primjenu zakonske regulative
- ❑ uspostava politike kvalitete i ciljeva
- ❑ povećanje zadovoljstva svih zainteresiranih strana (vlasnika, radnika, investitora, šire društvene zajednice i dr.)
- ❑ upravljanje promjenama i rizicima u organizaciji na pristupačan način
- ❑ osiguranje resursa za realizaciju projekta (financije, vrijeme, ljudi i dr.)

U početnim fazama organizacija je od konzultanata zatražila i stručnu pomoć. Svojim savjetima i sugestijama konzultanti su doprinijeli bržem ostvarenju projekta te pravilnom tumačenju zahtjeva norme.

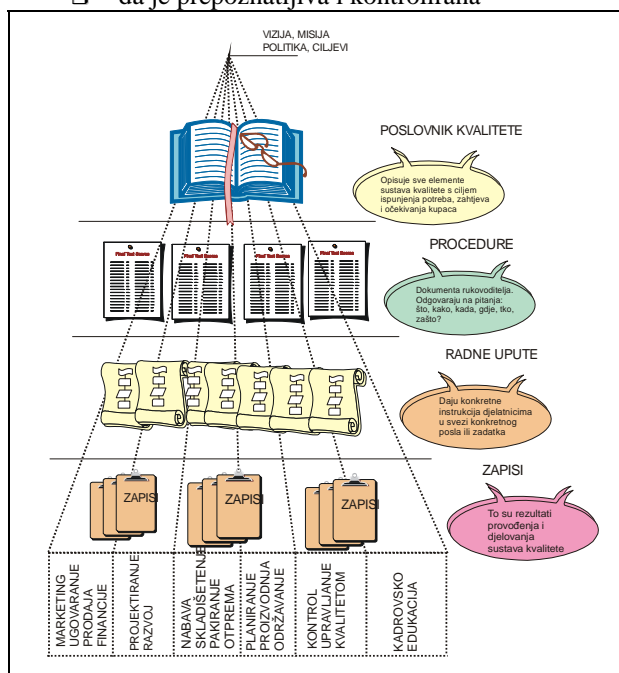
Tijekom osmišljavanja sustava kvalitete ekipa za ostvarenje projekta koristila je osnovna načela kvalitete [3,9]:

1. sustavni pristup upravljanju kvalitetom
2. procesni pristup
3. donošenje odluka na temelju činjenica
4. uključivanje radnika u sustav kvalitete
5. partnerski odnos s dobavljačima
6. usmjerenost prema kupcima (korisnicima)
7. vodstvo (liderstvo)
8. Stalno poboljšavanje sustava

Edukacija tima za realizaciju projekta, najvišeg vodstva i ostalih radnika provedena je prema posebnom programu koji je uključivao seminare, tečajeve, konferencije, prezentacije, radionice, samostalnu izobrazbu, razgovore, proučavanje stručne literature i dr. Uspješno provedena izobrazba osigurala je efikasnu i brzu izradu potrebne dokumentacije sustava kvalitete (slika 2.).

Pri izradi dokumentacije pazilo se na to [1,3]:

- ❑ da budu opisani svi glavni i pomoćni procesi u organizaciji
- ❑ da dokumentacija bude operativna i da stvarno opisuje sustav
- ❑ da je pristupačna za svakodnevnu upotrebu
- ❑ da je prepoznatljiva i kontrolirana



Slika 2. Dokumentacija sustava kvalitete

Funkcioniranje procesa ili sustava osigurano je uz pomoć primjene dokumentiranih postupaka (procedura), radnih uputa (instrukcija) i adekvatnih zapisa. Uz napor ekipe za realizaciju projekta i vodećih ljudi u procesima osigurana je kompatibilnost dokumentacije i prakse.

Nadzor i provjera sustava kvalitete provedena je sljedećim aktivnostima [7]:

1. interni auditi
2. preispitivanje sustava kvalitete koje je napravilo najviše vodstvo
3. stalnom kontrolom proizvoda (vode za piće)
4. stalnom kontrolom efikasnosti procesa

Za certifikaciju sustava kvalitete organizacija Međimurske vode d.o.o. izabrala je certifikacijsku kuću s potrebnim referencama. Audit je proveden po svim principima i pravilima certifikacije. Utvrđeno je da su implementirani svi zahtjevi norme ISO 9001 u sustav kvalitete, te da sustav funkcionira na potrebnoj razini i da se stalno radi ne njegovom poboljšanju [8].

2.3. Primjena sustava kvalitete

Primjena sustava kvalitete uspostavljena je na sljedećim globalnim principima:

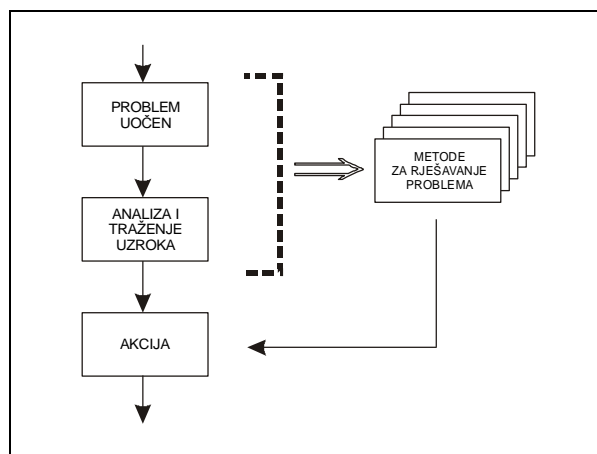
1. Stalno mjerenje efikasnosti svih procesa i to na temelju utvrđenih kriterija i mjerila,
2. Stalno mjerenje vrstoće proizvoda (vode za piće) putem osiguranja kvalitete pri crpljenju, akumuliranju i distribuciji,
3. Zapisivanje nakon svih važnijih poslova s potrebnim informacijama i podacima,
4. Stalnim usklađivanjem i težnjom prema najboljoj „praksi“,
5. Najavljenom i nenajavljenom kontrolom,
6. Stalnom smanjenju troškova u svim djelatnostima,
7. Kontinuirano mjerenje zadovoljstva kupaca (korisnika) i mjerama poboljšanja,
8. Primjena suvremenih principa, sredstava i uređaja, te metoda statističke kontrole kvalitete,
9. Težnja prema poslovnoj izvrsnosti.

Spomenuti principi ostvareni su sljedećim aktivnostima:

- ❑ Definiranje zahtjeva koji se odnose na proizvod (vodu za piće),
- ❑ Ocjena zahtjeva koji se odnosi na kvalitetu proizvoda,
- ❑ Stalna komunikacija s kupcima i lokalnom zajednicom,
- ❑ Verifikacija procesa vodoopskrbe te procesa odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda,
- ❑ Primjena označavanja i sljedivosti,
- ❑ Umjeravanje potrebne mjerne, kontrolne i nadzorne opreme, te pravilna upotreba, čuvanje, nabava i dr.,
- ❑ Analiza na svim organizacijskim razinama s ciljem prepoznavanja trendova koji bi ukazivali na moguću nesukladnost u opskrbi, odvodnji ili pročišćavanju,
- ❑ Pokretanje preventivnih i korektivnih radnji da se otkrije uzrok mogućih nesukladnosti,
- ❑ Provedbu planiranih internih audita u svim procesima kako bi se osigurala potpuna usklađenost sa zahtjevima međunarodne norme ISO 9001,
- ❑ Uvježbavanjem postupaka u slučaju neželjenih situacija.

Tijekom funkcioniranja sustava kvalitete primjenjuju se suvremene metode i alati za analizu problema i nesukladnosti.

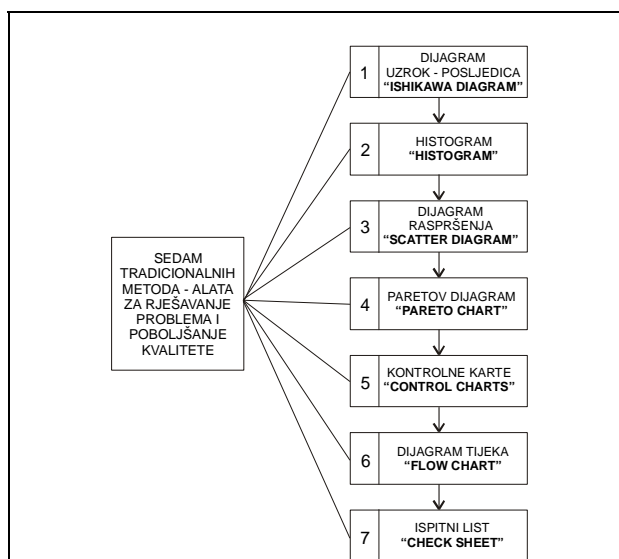
Opći i pojednostavljeni pristup rješenju problema prikazan je na dijagramu tijeka, slika 3. Za svaki uočeni problem mora postojati uzrok. To može biti jedan ili više čimbenika, uzajamni odnos ili sinergija više čimbenika [4].



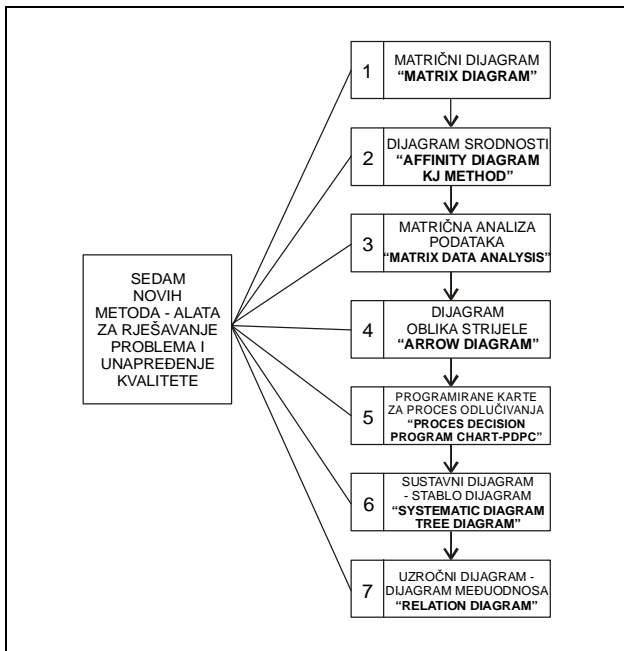
Slika 3. Opći i pojednostavljeni postupak rješavanja problema

Danas gotovo i da nema voditelja ili vlasnika organizacije koji ne poznaje sedam alata za poboljšanje kvalitete. To su tehnike deskriptivne statistike poznate pod nazivom "seven tools". Tih sedam alata prikazano je na slici 4. Sve metode su grafički prikaz koji sintetizira mnogo podataka te olakšava razumijevanje i interpretaciju. Šest od sedam tradicionalnih metoda iz domena racionalizacije poslovnih procesa nastalo je u Sjedinjenim Američkim Državama. Samo jedna potječe iz Japana, i to uzročno-posljedični dijagram ili Ishikawa dijagram („riblja kost” jer izgledom podsjeća na riblju kost) [4].

U opticaju je i sve se više spominje sedam novih metoda statističke kontrole kvalitete procesa. U djelu «Management for Quality Improvement: The 7 QC Tools», Mizuno spominje sedam novih menadžerskih alata statističke kontrole kvalitete, koji su rezultat istraživanja diljem svijeta, institucije poznate kao "Japansko društvo za razvoj tehnika kontrole kvalitete" (Japanese Society for Quality Control Technique development). Ti su alati vidljivi na slici 5.



Slika 4. „Seven tools“ za poboljšanje kvalitete



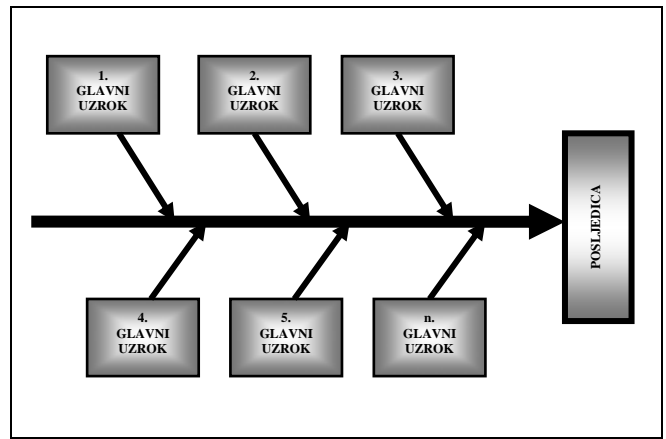
Slika 5. Sedam novih metoda statističke kontrole kvalitete procesa

U nastavku se prikazuju samo neke od korištenih tehnika [4,6]:

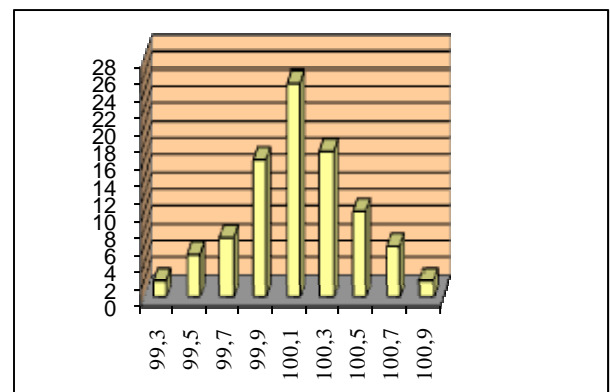
- Slika 6. - Ishikawa dijagram
- Slika 7. – Histogram
- Slika 8. – Dijagram raspršenja
- Slika 9. – Pareto dijagram
- Tablica 1. – Primjer ispitnog lista (CHECK SHEET)
- Tablica 2. – Primjer matričnog dijagrama

Osima spomenutih tehnika i metoda u sustavima kvalitete moguće je vrlo uspješno koristiti i sljedeće metode:

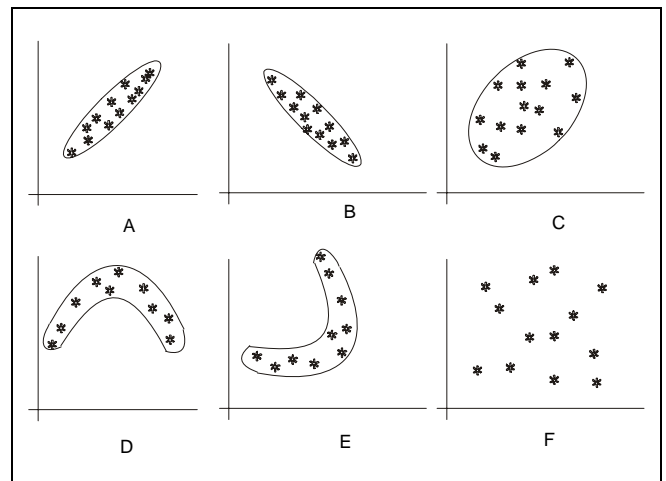
- PDCA analiza, slika 10.
- FMEA analiza (analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica)
- Benchmarking (uspoređivanje)
- Metoda prikupljanja ideja (brainstorming)
- Metoda "8 D"
- Matrična kompatibilnost
- Dijagram tijeka
- Radarska karta
- Dijagram zašto, zašto
- Dijagram kako, kako
- I druge



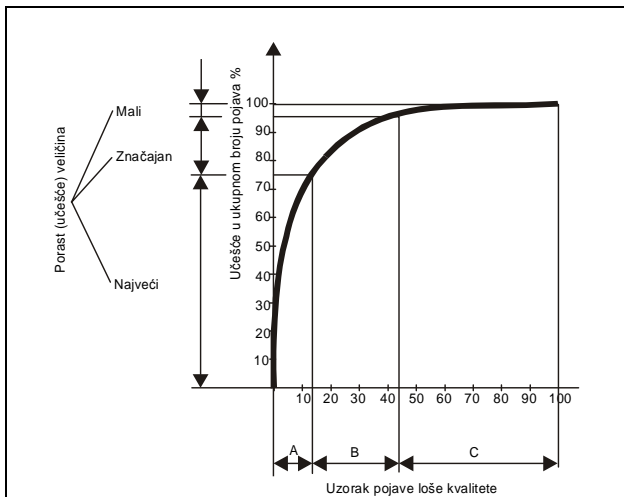
Slika 6. Utvrđivanje glavnih uzroka posljedice (Ishikawa dijagram)



Slika 7. Histogram



Slika 8. Dijagram raspršenja (Scatter diagram)



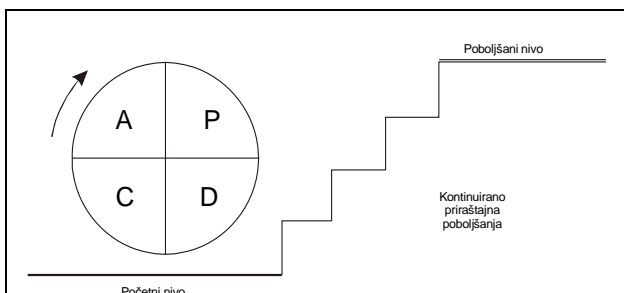
Slika 9. Pareto analiza

Tabela 1. Primjer ispitnog lista

ISPITNI LIST		
Proizvod: xxxxxx		Datum:
Specifikacija: 0001-20-2Ys		t:
Rezultat	Frekvencija	Ukupno
498,00		0
498,25	II	2
498,50	III	4
498,75	IIIIIIII	8
499,00	IIIIIIII	9
499,25	IIII	5
499,50	IIIIII	8
499,75	IIIIIIIIIIIIII	17
500,00	IIIIIIIIIIIIIIIIIIII	23
500,25	IIIIIIIIII	12
500,50	IIIIII	8
500,75	IIIIIIII	9
501,00	IIII	4
501,25	III	3
501,50	IIII	4
501,75	II	2
502,00	I	1

Tablica 2. Primjer matičnog dijagrama

ZAHTEJEV	KRITERIJ					ZBR OJ	PRIOR ITET
	A = 1	B = 1	C = 2	D = 2	E = 3		
ZAHTEJEV 1	+	=	=	=	+	22	2
ZAHTEJEV 2	+	=	-	-	-	12	4
ZAHTEJEV 3	+	+	-	=	-	15	3
ZAHTEJEV 4	=	+	+	+	+	26	1



Slika 10. Demingov krug omogućuje sustavni pristup provođenju kontinuiranog poboljšanja

2.4. Ocjena uspješnosti sustava kvalitete

Ocjena uspješnosti sustava kvalitete uključuje analizu rezultata i ocjenu [1,7]:

- Efikasnosti i učinkovitosti procesa s posebnim naglaskom na glavne procese
- Rezultata internih i eksternih audita
- Stanja resursa
- Zadovoljstva kupaca
- Sustava preventivnih i korektivnih radnji
- Rezultata prodaje
- Reklamacija i pritužbi kupaca
- Prikladnost politike kvalitete i ciljeva kvalitete
- Mogućnosti za poboljšavanje

Ocjena je provedena na temelju izvještaja o [1,8]:

- vodoopskrbi
- odvodnji i pročišćavanju otpadnih voda
- izgradnji sustava vodoopskrbe i odvodnje
- upravljanju projektima
- utjecaju na okoliš
- kvaliteti vode za piće
- provedenim edukacijama
- zadovoljstvu i pritužbama korisnika
- realizaciji prodaje
- internim auditima
- nesukladnostima
- preventivnim i korektivnim radnjama
- realizaciji godišnjeg plana ISUP-a

U nastavku su prikazane samo neke aktivnosti koje govore o uspješnosti pojedinih procesa, odnosno sustava kvalitete.

U tablici 3. su podaci o crpljenoj i fakturiranoj vodi, te podaci o gubicima u sustavu javne opskrbe za razdoblje 2002.-2009. godine. Analizirajući gubitke vode u posljednjih pet godina, Međimurske vode d.o.o. smanjile su ga za 11%, što je uprava smatrala velikim poslovnim uspjehom [1].

Tabela 3. Uspješnost procesa vodoopskrbe

Razdoblje	Količina crpljene vode m ³	Količina fakturirane vode m ³	Gubitak vode na mreži m ³	Gubitak vode na mreži %
2002-2003	8.870.219	5.455.297	3.414.922	38,5
2003-2004	8.512.856	4.924.439	3.588.417	42,1
2004-2005	8.158.638	4.797.331	3.361.307	41,2
2005-2006	7.634.219	4.789.995	2.844.244	37,2
2006-2007	7.426.995	5.038.031	2.388.964	32,1
2007-2008	7.166.401	4.831.429	2.334.972	32,5
2008-2009	6.977.294	4.804.099	2.173.195	31,1

Izvor: Izvještaj o vodoopskrbi, Međimurske vode d.o.o., 2009.

Analizom rezultata prodaje u 2009. godini, u tablici 4. vidimo neke od financijskih rezultata prodaje i usluga[1]:

- pad ukupnih prihoda za 2,44% u odnosu na baznu godinu (2008.)

- ❑ značajan rast prihoda od održavanja (47,12%) u odnosu na 2008. godinu
- ❑ veliki pad prihoda od investicija (86,61%) u odnosu na prethodnu godinu
- ❑ pad ukupnih prihoda (37,7%) u odnosu na prethodnu godinu

Tabela 4. Uspješnost procesa prodaje

Predmet	2007.	2008.	2009.	Indeks 2009./2008.
Prihod od isporuke vode	17.355.110	21.889.954	21.875.777	99,94
Prihod od usluge odvodnje	2.022.313	3.697.619	3.508.085	94,87
Prihod od usluge pročišćavanja	4.498.705	4.718.143	4.183.606	88,67
Ukupni prihod od vode	23.876.128	30.305.716	29.567.467	97,56
Izgradnja priključaka	3.303.315	4.185.269	3.677.360	87,86
Usluge održavanja	1.808.771	2.313.575	10.173.675	13,39
Prihodi od investicija	57.534.892	9.063.314	8.216.338	90,65
Ostali prihodi	11.400.047	121.827.950	55.038.589	62,30
Ukupni prihodi	97.522.463	121.247.515	54.882.533	45,26
Dobit prije oporezivanja	400.690	580.435	156.056	26,89

Izvor: Izvještaj o prodaji u 2009., Međimurske vode d.o.o., 2009.

„Međimurske vode“ mjere kontinuirano zadovoljstvo korisnika svojih proizvoda i usluga. Za to mjerenje i ocjenu, u 2009. korištena je metoda ankete koju je proveo sektor zajedničkih poslova.

Anketiranje je provedeno na odabranom statističkom uzorku tako da rezultati budu kompetentni na cijelu populaciju korisnika.

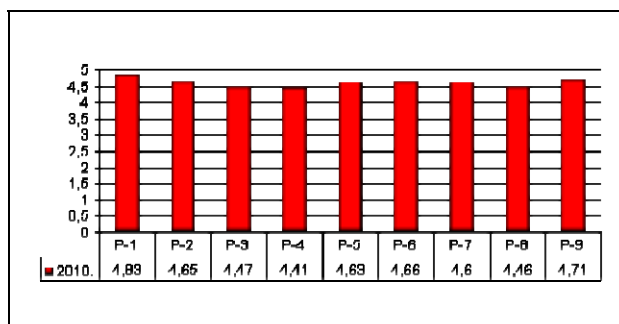
Korisnicima su postavljena sljedeća pitanja[1,8]:

1. Da li je usluga vodoopskrbnog sustava bila je kontinuirano dostupna?
2. Da li je pritisak vode u cijevima bio prikladan za uobičajeno korištenje vode?
3. Da li ste primijetili boja i mutnoću u vodi?
4. Da li se osjeća miris i okus u vodi za piće?
5. Tvrdća vode bila je prikladna za uobičajeno korištenje vode za piće?
6. Intervencija na vodoopskrbnoj mreži ili priključku, zbog kvara ili održavanja, bila je uredna i brza?
7. Broj intervencija na mreži zbog kojih je došlo do prekida u vodoopskrbi sveden je na najmanju moguću mjeru?
8. Način informiranja u slučaju izvanredne situacije (prekid u distribuciji, onečišćenje vode i sl.) bio je učinkovit i pravovremen?
9. Sveukupno, Međimurske vode d.o.o. kvalitetno obavljaju djelatnosti vodoopskrbe?

Slika 11. pokazuje odgovore na pitanja iz ankete.

Statističkom obradom odgovora iz ankete donesena je konačna ocjena zadovoljstva kupaca. Uprava je prilikom toga uzela u obzir reklamacije i pritužbe

kupaca tijekom 2009. godine, te ukupni rezultat poslovanja.



Slika 10. Rezultati pri mjerenju zadovoljstva korisnika

3. ZAKLJUČAK

Cilj svake organizacije je postizanje i održavanje konkurentske prednosti. Jedan od načina da organizacija to ostvari je taj da zadovolji potrebe kupaca što je brže moguće i po nižoj cijeni. Pri tome treba uzeti u obzir zahtjeve, potrebe i očekivanja kupaca. Cilj mora biti najveće zadovoljstvo kupaca, njegovo oduševljenje i ushićenost, ali se ne smije zaboraviti i zadovoljstvo ostalih subjekata koji participiraju oko poslovanja organizacije [1].

Ostvarenje spomenutog nije tako jednostavno. Sustavi kvalitete imaju upravo tu zadaću. Kad se razumije njihova prava uloga i smisao, kad se pravilno implementira, kada postoji povoljna „klima“ u organizaciji za kvalitetu i kada je uprava stvarno opredijeljena za kvalitetu, onda nema sumnje da će sustav kvalitete pomoći kod ostvarenja zacrtanih ciljeva. Ako se sustav kvalitete definira i uskladi s modernim načelima i principa kvalitete i zahtjeva međunarodne norme ISO 9001, onda je vjerojatnost za uspjeh puno veća.

Uspješan sustav kvalitete osigurava organizaciji pouzdan temelj za buduće poslovanje i za pokretanje projekata koji će ići prema poslovnoj izvrsnosti. Sustav kvalitete mora biti bazni sustav na kojega se mogu vrlo jednostavno integrirati drugi sustavi (okoliš, sigurnost itd.).

Na primjeru Međimurske vode d.o.o. pokazano je kako sustav kvalitete može biti vrlo brzo i uspješno implementiran i kako daje konkretne poslovne rezultate. I druge organizacije mogu ostvariti dobre rezultate, ako se u središte poslovnih odluka i aktivnosti stavi kupac, vrsnoća proizvoda (usluge) i stalno smanjenje troškova poslovanja.

Bez primjene statistike i statističke kontrole kvalitete teško je za očekivati ozbiljniji pristup kvaliteti. Iz tih razloga, i spomenutoj organizaciji preporuča se korištenje statističkih metoda i statističke kontrole procesa, jer su to postupci koji se temelje na podacima

iz prakse, na statističkoj obradi (preporuča je neki od softvera) i na analizi rezultata i trendova.

I kod mjerenja zadovoljstva korisnika, u konkretnom slučaju, a i općenito, moguća su određena poboljšanja koja se ogledaju u metodologiji samog mjerenja. Vrlo je bitno koje se metode koriste kod takvog mjerenja. Anketa je samo jedan oblik. Kod njene primjene vrlo je bitno pravilno odabrati ispitni uzorak, koncipirati „prava“ pitanja, oblikovati pitanja prema pravilima anketiranja (pitanja na koja se daje odgovor sa da ili ne, pitanja na koje se odgovara rangiranjem, itd), provesti je u definiranom vremenu, statistički obraditi i na kraju poduzeti sve radi poboljšanja toga zadovoljstva (ono je i cilj ankete).

Danas se u modernom gospodarstvu pored anketa koriste i druge tehnike (direktne i indirektne), te ih svakako treba s njom kombinirati.

5. LITERATURA

- [1] Purić, G. Sustav upravljanja kvalitetom u poduzeću Međimurske vode d.o.o. : završni rad. Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2011.
- [2] Crosby, P.B. Kvaliteta je besplatna. Privredni vjesnik; brizona press : Zagreb, 1999.
- [3] Kondić, Ž. Kvaliteta i metode poboljšavanja. Zrinski : Čakovec, 2004.
- [4] Kondić, Ž. Kvaliteta i ISO 9001- primjena. Tiva : Varaždin, 2003.
- [5] Lazibata, T. Značaj kvalitete za ulazak na međunarodno tržište, Ekonomska misao i praksa, 1999., strana 73-87.
- [6] Skoko, H. Upravljanje kvalitetom. Sinergija : Zagreb, 2000.
- [7] Zorčec, J.; Taradi, J. Priručnik integriranog sustava upravljanja procesima. Međimurske vode d.o.o. : Čakovec, 2009.
- [8] Zorčec, J.; Taradi, J. ISO norme u komunalnom društvu Međimurske vode d.o.o.. Gospodarstvo i okoliš br. 62, XI, Zagreb, MTG Topograf, 2003.
- [9] Norma ISO 9001:2008; Quality management systems - Requirements
- [10] Projekt; Uspostava objedinjenog sustava upravljanja kvalitetom i okolišem, PK-10.01/2002-8-12/MV. Međimurske vode d.o.o. : Čakovec, 2009.

Kontakt:

Mr.sc. Goran Kozina
 Veleučilište u Varaždinu
 Križanićeva 33
 42000 Varaždin

OSNOVNA OBILJEŽJA LOGISTIČKOG PROCESA ODRŽAVANJA

Kondić V.¹, Piškor M.², Horvat M.¹
¹Velučilište u Varaždinu, Varaždin, RH
²Oprema-uređaji, Ludbreg, RH

Sažetak: Radom se želi ukazati na važnost i ulogu logističkih procesa održavanja u sklopu proizvodnog sustava.

Ključne riječi: održavanje, glavni proces, logistički proces

Abstract: This paper highlights the importance and the role of logistics maintenance processes within the production system. The aim is to draw attention to the place and the role of the main logistics processes and connections between them.

Key words: Maintenance, main process, logistics process

1. UVOD

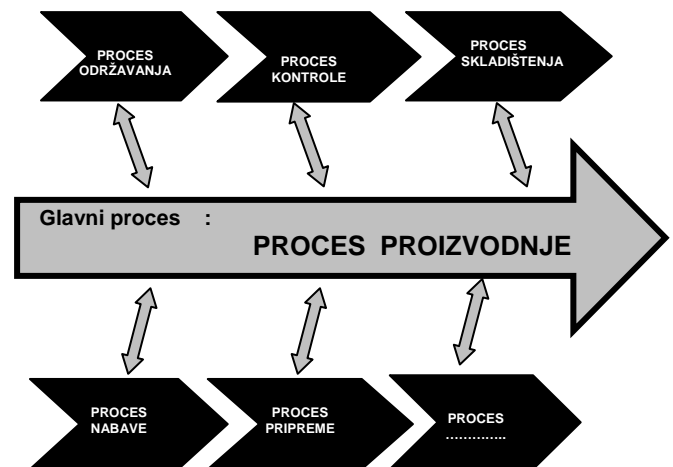
Održavanje se odnosi na mnogobrojne i raznovrsne tehničke, biološke i druge sustave. Njegova osnovna zadaća je podržavanje radne sposobnosti tih sustava kako bi isti obavljali svoju funkciju. Termin održavanje (engl. maintenance) koristi se u različitim situacijama. Tako se može govoriti o održavanju industrijskih postrojenja (strojeva i uređaja), servisiranju vlastitih proizvoda (proizvodi organizacije), održavanju radne sredine, infrastrukture, javne higijene, zdravlja, o održavanju javnih objekata itd.

U ovom radu se isključivo govori o održavanju industrijskih postrojenja (tehničkih sustava), s obzirom na to da je riječ o složenoj djelatnosti koja je, kad je posrijedi industrijska oprema, jedna od najznačajnijih funkcija. Održavati industrijsko postrojenje znači zadržati ga u ispravnom stanju te da ono radi pouzdano i ekonomično.

Osnovni cilj održavanja je spriječiti kvarove te ih znati i brzo otkloniti. Iz ovoga se prepoznaje primaran doprinos održavanja, a to je očuvati ispravnost industrijskih postrojenja. Osim toga, uočava se i djelovanje održavanja s namjerom da se otklone nesipravnosti i tako se ponovno za rad osposobi industrijsko postrojenje. Na ovome se i temelje osnovna obilježja procesa održavanja, kao što su strategija održavanja, tehnologija i organizacija. Zadaci održavanja u organizacijama obično se dijele na primarne i sekundarne, a prikazani su u tablici 1. [3,4].

Održavanje industrijskih postrojenja treba promatrati kao logistički proces glavnog proizvodnog procesa, bez čega ne možemo proizvesti dobar proizvod i u dogovorenom roku. U sklopu ostalih pomoćnih

(logističkih) procesa, održavanje zauzima vrlo važnu funkciju s vrlo značajnim interakcijskim vezama. Slika 1. prikazuje vezu glavnog i logističkih procesa u organizaciji [7].



Slika 1. Interakcija glavnih i logističkih procesa

Vodstvo održavanja (održavatelj) očekuje osiguranje minimalnog zastoja postrojenja, odnosno maksimalnu raspoloživost uz što manje troškove. Odgovorni za održavanje moraju imati u vidu očekivanja najvišeg vodstva i zahtjeve postrojenja. U tom smislu moraju se detaljno razraditi tehnološki procesi održavanja, te se mora osigurati podrška za njihovu efikasnu realizaciju (rezervni dijelovi, potrošni materijal za održavanje, alati i naprave, informacijski sustav održavanja, radni prostor i sl.) [2].

Uključivanje stručnjaka za održavanje u nabavu nove opreme, u njihovu montažu, puštanje u rad i pripremu za eksploataciju vrlo je važno što se tiče aktivnosti održavanja tijekom korištenja postrojenja. O kvaliteti obavljenih aktivnosti ovisit će cijeli sustav održavanja opreme u jednom poduzeću.

Održavanje industrijskih postrojenja obuhvaća postupke, metode i tehnike kojima se osigurava ispravan rad postrojenja u određenom vremenskom razdoblju, s ciljem sprečavanja ili odlaganja kvara, ili zbog njegovog popravka ukoliko se već pojavio. Proces održavanja industrijskih postrojenja može se smatrati dijelom ukupnog proizvodnog procesa kojemu je zadatak otkloniti kvar te spriječiti njegovu pojavu na dijelovima postrojenja i pomoćnih uređaja. Općenito, održavanje se definira kao provedba mjera kako bi stroj ili postrojenje dobro funkcionirali.

Održavanje industrijskih postrojenja u pogledu dinamike i sadržaja provođenja mora biti pažljivo planirano i strogo usklađeno sa stvarnim potrebama. Ako nije tako, mogu se dobiti suprotni efekti. Umjesto visoke pouzdanosti, raspoloživosti i ukupne efektivnosti, nepozorno i prečesto izvođenje, naročito složenih i dugotrajnih postupaka održavanja, može izazvati dodatne i ozbiljnije kvarove. Tako se može značajno smanjiti pouzdanost i efektivnost, uz osjetno povećanje troškova. Zato treba pronaći dobro rješenje dinamike i sadržaja postupaka održavanja koje će osigurati najveće efekte. [8]

Osim što održavanje u organizaciji mora osigurati što manje kvarova na postrojenjima, odnosno njihovu što veću pouzdanost, održavanje sa svojim stručnjacima odgovorno je za (ako nije drukčije regulirano odlukom vodstva):

- ✱ definiranje zahtjeva što se tiče održavanja kod nabave novih postrojenja
- ✱ montažu i puštanje u rad novih postrojenja
- ✱ edukaciju svojih zaposlenika
- ✱ edukaciju korisnika postrojenja
- ✱ propisivanje postupaka postepenog puštanja postrojenja u eksploataciju
- ✱ razradu metodologije održavanja
- ✱ izradu planova održavanja i ostalih postupaka pripreme
- ✱ nabavu potrebnih rezervnih dijelova i potrošnog materijala za održavanje
- ✱ osiguranje „optimalnih“ količina zaliha rezervnih dijelova i potrošnog materijala za održavanje
- ✱ izvođenje održavanja
- ✱ nabavu suvremenih alata, naprava i dijagnostičke opreme
- ✱ primjenu informatičkog sustava održavanja
- ✱ racionalni utrošak radnog vremena
- ✱ kontrolu izvedenih postupaka održavanja
- ✱ pravilan odnos prema okolišu
- ✱ mjere sigurnosti i zaštite na radu
- ✱ stalno poboljšavanje svih postupaka u održavanju
- ✱ predlaganje otpisa opreme koja nije ekonomična za održavanje
- ✱ iskorištavanje rezervnih dijelova s otpisane opreme

Svoje odgovornosti održavanje izvodi:

- ✱ predlaganjem
- ✱ planiranjem
- ✱ nabavom
- ✱ tehnološkom razradom
- ✱ podešavanjem
- ✱ kontrolom
- ✱ popravcima (reparacije, zamjene i dr.)
- ✱ nadzorom

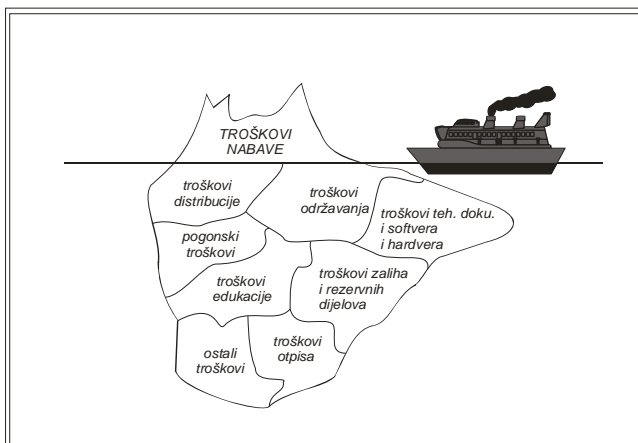
Tablica 1.1. Primarni i sekundarni zadaci održavanja

PRIMARNI I SEKUNDARNI ZADACI ODRŽAVANJA			
Red. br.	PRIMARNI ZADACI	Red. br.	SEKUNDARNI ZADACI
1.	Održavanje instalirane opreme u eksploataciji (strojevi, uređaji, postrojenja itd.)	1.	Briga oko smanjenja buke i drugih emisija
2.	Održavanje postojećih industrijskih objekata i terena	2.	Ugradnja sigurnosnih mjera propisanih zakonom o zaštiti na radu
3.	Kontrolni pregledi, čišćenje, pranje i podmazivanje	3.	Briga oko otpada koji se može korisno iskoristiti ili reciklirati
4.	Rekonstrukcija (modifikacija) postojeće opreme i objekata	4.	Briga oko zaštite okoliša
5.	Izrada raznih konstrukcija, instalacija te njihova ugradnja	5.	Briga oko osiguranja normalnih radnih uvjeta (mikro klima: osvjetljenje, vlaga, temperatura, provjetravanje, zrak i sl.)
6.	Instaliranje (ugradnja) nove opreme na njeno mjesto u pogonu	6.	Proizvodnja i raspodjela energetske medija

2. ZNAČAJ TROŠKOVA U ODRŽAVANJU

Mnogi strojevi i uređaji su planirani, projektirani i proizvedeni, te rade bez mnogo osvrta na troškove životnog vijeka. Obično se troškovi razmatraju u fazi kreiranja, samo na djelomičan način. Ako se gledaju ekonomski aspekti sustava, mora se promatrati svaka faza životnog vijeka (troškovi kreiranja, proizvodnje, eksploatacije, otuđenja i dr.) i na kraju cjelokupan trošak.

Ukoliko se trošak ne analizira u životnom vijeku sustava, troškovi eksploatacije su obično veći od očekivanih. Prema Blanchardu [8], loše upravljanje i planiranje s troškovima može se usporediti s "efektom ledenog brijega", koji pliva u moru i kod kojeg je vidljiv samo manji dio (slika 2.). Vidljivi su samo troškovi vezani uz nabavu, a ne gleda se dio troškova održavanja i logističke podrške (distribucija, obuka, dokumentacija, pogonska goriva i maziva i dr.) u vremenu eksploatacije. Shematski prikaz na slici 1. pokazuje kako se posebno ističu troškovi održavanja, što je točno za sve tehničke sustave pa tako i za industrijska postrojenja [6,7]. Drugim riječima, održavanje dosta utječe na troškove životnog vijeka, zahvaćajući dio troškova logističke podrške. Stvarni udio pojedinih aktivnosti i segmenata u ukupnim troškovima životnog vijeka ovisi prije svega od vrste tehničkog sustava, njegove složenosti i namjene. Neka industrijska postrojenja zahtijevaju velike troškove pogonske energije, neki nameću posebne troškove u obuci rukovalaca i održavalaca, a kod nekih troškovi potječu od skladištenja velikih količina rezervnih dijelova na zalihama.



Slika 2. Efekt ledenog brijega u troškovima održavanja

Globalni odnosi prikazani na slici odnose se na sve vrste tehničkih sustava i na sve uvjete njihove primjene. Održavanje je u suvremenom proizvodnom procesu nerazdvojno od bilo kojeg njegovog dijela. Ipak, ono se odlikuje po svojim radnim uvjetima, organizacijom, planiranjem i održavanjem. Okuplja ljude najrazličitijih zanimanja, a s porastom stupnja automatizacije proizvodne opreme raste njegova uloga i obujam. Moderni industrijski sustavi zahtijevaju sve manje

radnika i smanjenje stručne radne snage za direktnu eksploataciju, no zato održavanje zahtijeva sve stručniju i brojniju radnu snagu. Normalno je da se visokim stupnjem automatizacije postiže visoka proizvodnost. Time se ostvaruju i niži troškovi proizvodnje, a svako stajanje takvih sustava stoji jako puno i ostavlja posljedice na cijeli proces proizvodnje. Za primjer se navode podaci koji govore o tome koliko se novca troši na održavanje u nekim industrijski razvijenim zemljama. Podaci su uzeti iz predavanja L. Atkinsona na engleskoj nacionalnoj konferenciji o održavanju 1981. godine, a koje je kod nas objavljeno u časopisu "Održavanje".

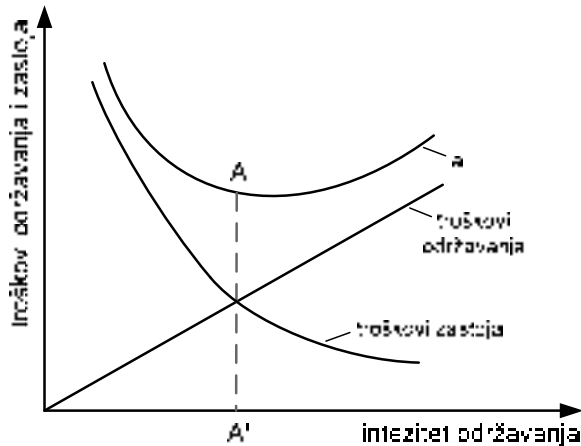
- ✪ Njemačka industrija (bez bivše Istočne Njemačke) uložila je u 1974. godini 13 milijardi dolara samo u održavanje. Industrija čelika uložila je u održavanje oko 6-8% od vrijednosti instalirane opreme ili oko 10% od vrijednosti prodanih proizvoda.
- ✪ Talijanska industrija potrošila je u 1976. za održavanje (uključujući i gubitke u proizvodnji zbog zastoja) 4,5% od bruto nacionalnog proizvoda.
- ✪ Industrija Velike Britanije tijekom 1970. potrošila je 2,5 milijarde USA dolara za održavanje i 400 milijuna američkih dolara za gubitke u proizvodnji.
- ✪ Industrija SAD-a tijekom 1975. potrošila je za održavanje 7,7% vrijednosti osnovnih sredstava.
- ✪ Švedska industrija tijekom 1975. godine potrošila je na održavanje 3% od vrijednosti instalirane opreme, ili 3% od vrijednosti prodanih proizvoda.

U našoj zemlji procjenjuje se da oko 4% zaposlenih radi na održavanju. Isto tako se više od 8% ukupnog proizvodnog kapaciteta strojogradnje angažira na izradi rezervnih dijelova. To su sve procijenjeni podaci, ali mogu dobro poslužiti za uvid u ekonomsku dimenziju održavanja. Posebno je zanimljivo uočiti da su gubici u proizvodnji zbog održavanja, približno istog reda veličina kao i sami troškovi održavanja. Zato svako unapređenje u održavanju ima dvostruko djelovanje na troškove poduzeća.

Održavanje tih sustava uvjetuje i trošenje određenih svota novca te uvjetuje troškove zastoja (gubitak zbog toga što stroj ne funkcionira). Dijagram na slici 3. prikazuje odnos troškova održavanja i zastoja u funkciji intenziteta održavanja.

Kao što se može uočiti sa slike, troškovi zastoja opadaju povećanjem intenziteta održavanja, dok je situacija kod troškova održavanja sasvim suprotna. Zbroj troškova prikazan je krivuljom "a", gdje se može uočiti da su ti troškovi optimalni u točki A. U praksi to znači da preventivnim i planskim održavanjem treba težiti otklanjanju što više neispravnosti i kvarova, kako bi troškovi zastoja bili što manji. Na taj način izbjegavaju se troškovi u obliku:

- ✪ škarta
- ✪ smanjenja kapaciteta sredstava za rad
- ✪ zakašnjenje isporuke (zatezne kamate)
- ✪ posebnog angažiranja stručnih ljudi izvan poduzeća
- ✪ čekanja na rezervne dijelove i dr.



Slika 3. Globalni odnos troškova održavanja i zastoja

Ako se promatraju samo troškovi održavanja, možemo ih podijeliti na fiksne i varijabilne.

U fiksne troškove održavanja ubrajaju se:

- ✱ plaće radnika koji rade na održavanju
- ✱ troškovi energije za osvjetljenje, zagrijavanje
- ✱ troškovi za održavanje radioničkih prostorija, i dr.

Varijabilni troškovi održavanja:

- ✱ troškovi rezervnih dijelova i potrošnog materijala
- ✱ troškovi nabave novih alata i uređaja za održavanje
- ✱ troškovi za usavršavanje održavalaca
- ✱ troškovi radioničko-tehnološke dokumentacije i dr.

Osnovni ciljevi održavanja mogu se definirati kao:

- ✱ minimizacija ukupnih troškova održavanja (direktni i indirektni)
- ✱ usporavanje zastarijevanja sustava

Da bi se ostvarili spomenuti ciljevi, održavanje mora ispuniti sljedeće uvjete:

- ✱ organizacija rada, razvijanje njenog standarda (vremena i materijala), uspostava planiranja
- ✱ prevencija i korekcija održavanja svih industrijskih postrojenja
- ✱ modifikacija i rekonstrukcija tehničkih sustava
- ✱ praćenje razvoja tehnologije i organizacije u svijetu i kod nas
- ✱ suradnja s ostalim segmentima proizvodnog sustava da se poboljša ili korigira održavanje
- ✱ davanje informacija pri nabavi nove opreme
- ✱ praćenje utjecaja troškova održavanja na ukupne troškove proizvodnje

- ✱ industrijska postrojenja držati na razini sigurnosti da se izbjegne opasnost od ozljeda
- ✱ naučiti korisnike pravilno koristiti sustav da bi on što dulje trajao

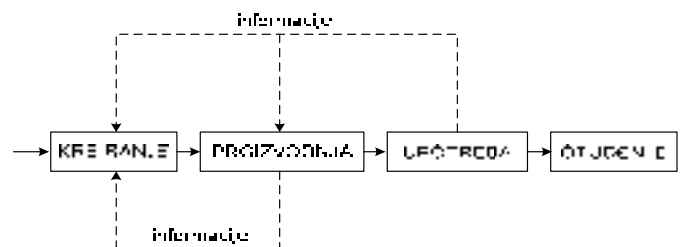
Ekonomičnost održavanja zahtijeva posebni kut promatranja, te se on u ovom radu ne razmatra.

3. MJESTO ODRŽAVANJA U ŽIVOTNOM VIJEKU INDUSTRIJSKOG POSTROJENJA

Ukoliko se analizira životni vijek bilo kojeg stroja ili uređaja, može se zaključiti da je taj vijek veoma složena kategorija koja ujedinjuje sljedeće aktivnosti (slika 4.):

- ✱ kreiranje
- ✱ proizvodnju
- ✱ eksploataciju (upotrebu)
- ✱ otuđenje (rashodovanje)

Nakon proizvodnje sustavi se mogu eksploatirati, tj. mogu se koristiti ili se ne mogu iskoristiti zbog mnogih razloga. Svakako da je eksploatacija sustava osnovna namjena njihove proizvodnje, a vremenski period izvan eksploatacije nameće se kao posljedica poremećaja tržišta ili njihovog viška u odnosu na trenutačne potrebe vlasnika sustava. Uočava se da između svih faza u životnom vijeku industrijskog postrojenja postoji međusobna povezanost. Za ovo razmatranje važno je uočiti mjesto i ulogu održavanja u životnom vijeku sustava. Održavanje je segment procesa eksploatacije. Tijekom cijelog perioda korištenja, postrojenja su izložena vanjskim i unutrašnjim faktorima stohastičkog karaktera, koji dovode do poremećaja njegovih karakteristika i parametara stanja od dopuštenih vrijednosti. Korisnik stalno teži da se radne karakteristike postrojenja održe u granicama dopuštenih odstupanja ili da se ponovno vrate u željeni interval. Zbog toga su razvijeni različiti sustavi održavanja, ovisno o primijenjenoj strategiji, tehnologiji i organizaciji održavanja [10].

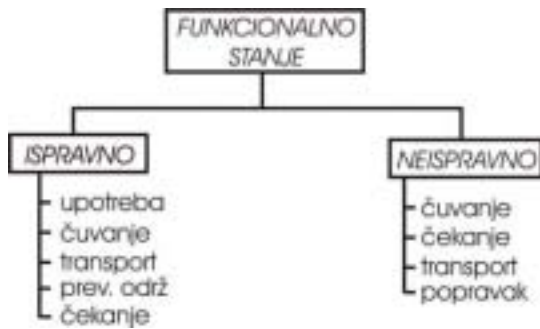


Slika 4. Faze u životnom vijeku tehničkog sustava

Sa stanovišta funkcioniranja, industrijska postrojenja mogu se naći u dva osnovna stanja:

- ✱ ispravno
- ✱ neispravno

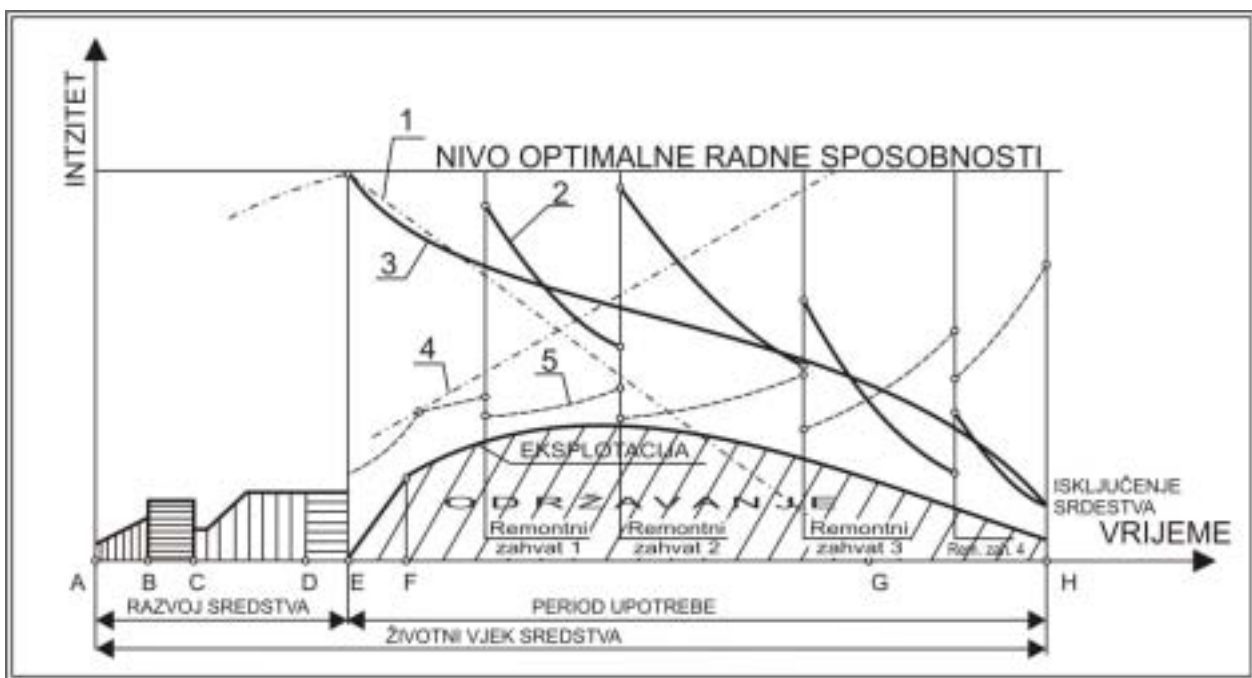
U ispravnom stanju sustavi su sposobni obavljati svoju zadaću, dok to ne mogu ako su neispravni. Spomenuta stanja shematski prikazujemo kao na slici 5.



Slika 5. Funkcionalna stanja tehničkog sustava

Slika 6. prikazuje vijek industrijskog postrojenja s odgovarajućim vezama tehničko-tehnoloških i ekonomskih svojstava i to u slučaju kada se postrojenje održava i ne održava [4,5]. Oznake na slici znače:

- ✦ A-E → razvoj (oblikovanje) postrojenja
- ✦ E-F → početni vrijeme eksploatacije (eksploatacijsko usvajanje)
- ✦ F-H → vremensko razdoblje normalne eksploatacije postrojenja
- ✦ A-B → period utrošen na projektiranje
- ✦ B-C → vremenski period za konstrukcijsku razradu (oblikovanje)
- ✦ C-D → izrada
- ✦ D-E → ispitivanje i verifikacija
- ✦ E-F → radni vijek postrojenja bez održavanja
- ✦ E-H → radni vijek postrojenja uz organizirano održavanje



Slika 6. Životni vijek industrijskog postrojenja s odgovarajućim vezama tehničko-tehnoloških i ekonomskih svojstava

Karakteristika krivulja na slici 6.:

- ✦ **Krivulja 1** Pokazuje stalno smanjenje radne sposobnosti ako se postrojenje ne održava
- ✦ **Krivulja 2** Smanjenje radne sposobnosti postrojenja u uvjetima organiziranog održavanja
- ✦ **Krivulja 3** Prosječna promjena radne sposobnosti u uvjetima organiziranog održavanja

- ✦ **Krivulja 4** Potrošnja resursa (energije, vremena, rezervnih dijelova, potrošnog materijala i sl.) u slučaju da se postrojenje ne održava
- ✦ **Krivulja 5** Potrošnja resursa u uvjetima organiziranog održavanja

4. NAČELA ODRŽAVANJA

Uspješni programi održavanja industrijskih postrojenja često počinju akcijama, a ne određenom filozofijom. Najuspješnije organizacije najprije djeluju, a tek potom određuju temelje tog djelovanja. Slično se događalo i s održavanjem koje se mora temeljiti uglavnom na iskustvu, idejama i konceptima dokazanim u praksi. Sve to treba biti oblikovano u skup međusobno povezanih elemenata sustava kako bi održavanje bilo efikasno. Takav pragmatičan pristup pokazao se dobrim i potrebno ga je stalno usavršavati iskustvima iz prakse.

Održavanje se treba temeljiti na teoretskim postavkama, no njegov temelj je dobra praksa. Kao i kod drugih sustava u organizacijama, i načela održavanja baziraju se na principima modernog menadžmenta. Načela se moraju ugraditi u sve aktivnosti održavanja i zbog toga ih je potrebno detaljnije upoznati.

Osnovna načela održavanja:

1. Načelo 1. – usmjerenost prema korisniku sustava
2. Načelo 2. – timski pristup
3. Načelo 3. - procesni pristup
4. Načelo 4. – sustavni pristup
5. Načelo 5. – stalno poboljšavanje
6. Načelo 6. – smanjenje troškova održavanja
7. Načelo 7. – suradnja sa zainteresiranim stranama
8. Načelo 8. – vođenje održavanja

Načelo 1. – Usmjerenost održavanja prema korisniku sustava

Održavanje postoji zbog strojeva i njihovih korisnika. Ono ovisi o korisnicima, zbog toga moraju razumjeti njihove trenutačne i buduće potrebe, moraju zadovoljiti zahtjeve i težiti da nadmaše njihova očekivanja.

Načelo 2. – Timski pristup održavanju i rješavanju problema održavanja

Ljudi na svim razinama bit su organizacije. Potpuno uključivanje ljudi omogućuje da se njihove sposobnosti iskoriste za efikasno održavanje i za dobrobit organizacije. Praksa je pokazala da je najbolji način uključivanja ljudi u proces održavanja rad u različitim timovima. Rad u timovima zasniva se na općim pravilima timskog rada. Osigurava da održavatelji i operateri na postrojenjima slobodno iznose svoje ideje i da komuniciraju s drugim zaposlenicima koji imaju drukčiji pogled na održavanje. Što je više organiziranih radnih timova, raste uključivanje većeg broja ljudi i dobivanje vrsnijih rješenja u postupcima održavanja.

Načelo 3. – Procesni pristup

Ovaj princip ili načelo je zapravo suvremeni pristup svim aktivnostima koje se obavljaju u organizaciji, pa tako i kod održavanja industrijskih postrojenja. Klasični pristup kroz funkcionalnu i matričnu organizaciju poslova ne može pratiti sve zahtjeve i očekivanja suvremenog održavanja orijentiranog sve većoj efikasnosti. Zato se u organizaciji mora brzo reagirati na zahtjeve korisnika

postrojenja tako da se uspostavi relacija korisnik – održavanje, a koja je stalno pod kontrolom. To se može ostvariti primjenom procesno organiziranog održavanja.

Svaka djelatnost u održavanju ima svoj početak i kraj, odnosno ulaz i izlaz. Između ulaza i izlaza odvija se veći ili manji broj aktivnosti s ciljem dobivanja kvalitetnog izlaza – funkcionalnog i pouzdanog postrojenja. Procesni pristup održavanju osigurava mnoge prednosti u odnosu na neke druge pristupe.

Načelo 4. – Sustavni pristup upravljanju

Ovo načelo podrazumijeva upravljanje procesima u održavanju s ciljem povećanja efikasnosti. To znači da se treba prepoznati, razumjeti i upravljati međusobno povezanim procesima kao sustavom jer to osigurava učinkovitost održavanja.

Poštivanje ovog načela vodi do strukturiranja sustava održavanja, koji će djelotvornije ostvariti postavljene ciljeve (npr. što manje kvarova). Problemi upravljanja održavanjem javljaju se najčešće u organizacijama gdje procesi nisu točno definirani, gdje se ne znaju odgovornosti i gdje nisu jasne veze između procesa. Rješavanjem tih uzroka osigurava se učinkovitije djelovanje održavanja i primjena načela stalnog poboljšanja. Organizacije moraju težiti takvim sustavima održavanja, koji će omogućavati afirmaciju svih subjekata i uspješnu realizaciju definiranih ciljeva održavanja.

Načelo sustavnog pristupa usmjereno je na interaktivno djelovanje pojedinih komponenata sustava. Ne bi se smio poboljšavati određeni proces održavanja ili cjelina sustava na račun drugih cjelina ili procesa, a vrlo vjerojatno i organizacije kao cjeline. Poboljšanja određenih procesa moraju rezultirati poboljšanjem sustava održavanja u cjelini. Zato te i slične aktivnosti u sustavnom pristupu održavanju industrijskih postrojenja podrazumijevaju planiranje, koordinaciju, analizu i primjenu drugih načela upravljanja.

Načelo 5. – Stalno poboljšanje

Ovo načelo efikasnog održavanja zahtijeva u organizaciji uspostavu procesa stalnog poboljšanja, i to svih karakteristika i aktivnosti u održavanju (planiranje, izvođenje, kontrolu i dr.). Načelo je vrlo jasno i govori da se nikad ne smijemo zadovoljiti trenutačnim stanjem, bez obzira na to kako ono bilo dobro. Uvijek postoji bolji, pouzdaniji stroj, efikasnija metoda, jednostavniji i jeftiniji postupak, učinkovitiji proces, bolji pristup itd. Ljudski je težiti boljem, produktivnijem i ekonomičnijem.

Sa stajališta stalnog poboljšanja u održavanju može se kazati da efikasno održavanje nije fiksni cilj. Efikasno održavanje može se usporediti s pokretnim stepenicama u velikim robnim kućama. One su u stalnom pokretu i uvijek idu prema gore. I efikasnost održavanja se mora dizati prema gore, odnosno s uspješnim održavanjem treba ostvariti bolje, veće, jače, sigurnije, pouzdanije, prikladnije, jeftinije itd. Da bi se to postiglo, održavanje mora ići putem poboljšanja ne samo popravaka i

preventive, što je krajnji output, već i svih pomoćnih funkcija koje vode do toga outputa.

Ustrojene organizacije vrlo teško se mijenjaju i prilagođavaju, tj. teško mijenjaju „trenutačno“ uspješno poslovanje. Najčešće tu vrijedi narodna poslovice koja kaže: "Tim koji pobjeđuje ne treba mijenjati", ili "Ako nije u kvaru, ne treba ga popravljati". Ovo je životna istina, ali tu treba dodati novu filozofiju koja kaže: " Ako pobjeđuje i ako je dobar zašto ga ne poboljšati da bude još bolji", ili "Ako nije u kvaru, preventivno djeluj i poboljšaj njegovu efikasnost i pouzdanost".

Načelo 6. – Smanjenje troškova održavanja

Stalna brigada oko snižavanja varijabilnih troškova u održavanju osigurava pokretanje produktivnijih metoda održavanja, nabave suvremene dijagnostičke opreme, povećanje plaća održavateljima i mnogo drugih prednosti. Danas je nezamislivo riješiti bilo kakvi problem u organizaciji, tako i kod održavanja, bez troškovne analize. To je jedan od osnovnih kriterija kojim se može mjeriti uspješnost i koji se najlakše i najbrže osjeti u organizaciji.

Velike su mogućnosti za smanjenje troškova održavanja. Treba ih znati prepoznati, imati volje i biti motiviran. U suprotnom je teško očekivati uštedu i povećanje produktivnosti i ekonomičnosti u postupcima održavanja.

Načelo 7. – Suradnja sa zainteresiranim stranama

Načelo potiče održavatelje na stalnu suradnju sa svim zainteresiranim stranama kod održavanja industrijskih postrojenja. Zainteresirani, osim korisnika postrojenja, su vlasnici organizacija, radnici, proizvođači postrojenja, ovlaštene servisi, dobavljači rezervnih dijelova, udruge u organizaciji (sindikati) i na kraju investitori i šira društvena zajednica. Ukoliko sve zainteresirane strane nisu zadovoljne, teško da se može govoriti o efikasnom održavanju ili o održavanju koje teži izvrsnosti u svom poslovanju.

Načelo 8. – Vođenje održavanja

Ovo načelo kaže da vođe uspostavljaju jedinstvo svrhe i usmjerenja organizacije održavanja. Vođe su ti koji ljude potpuno uključuju u postizanje ciljeva održavanja i ciljeve organizacije.

Upravljanje održavanjem u modernom tržištu, uz dosadašnja znanja i iskustvo, zahtijeva i vještinu vođenja kao jednu od najbitnijih vještina rukovoditelja na svim razinama.

U našim organizacijama ima rukovoditelja koji su zadržali stari „tvrđi“ stil vođenja ili onih koji su teškom mukom počeli menadžerski razmišljati, pa to sada "ni za živu glavu" ne ispuštaju. Znanja naših rukovodećih ljudi u održavanju vrlo se sporo usavršavaju. Vrlo malo je onih koji su se okrenuli edukaciji i praćenju modernih svjetskih trendova. Više je onih koji misle da sve znaju i da je edukacija samo trošak organizaciji. Situacija ne bi bila tako tragična kad bi bar podređenima omogućili stjecanje novih znanja, a mladim stručnjacima dali priliku da se iskažu.

Što se očekuje od vodećeg zaposlenika u održavanju? Koji su to ključni atributi koji ga definiraju? Prema nekim istraživanjima većina se slaže da voditelji moraju biti:

- ✪ stručni
- ✪ poštene
- ✪ sposobni
- ✪ dalekovidni
- ✪ inspirativni
- ✪ fleksibilni
- ✪ odgovorni

5. NABAVA NOVIH POSTROJENJA I PRIPREMA ZA UPOTREBU

Iz životnog vijeka industrijskog postrojenja vidljivo je da se aktivnosti održavanja vežu uz njegovu eksploataciju. Ljudi u održavanju preuzimaju kompletnu brigu o postrojenju za vrijeme eksploatacije do kraja njegovog otpisa. Za uspješno izvršenje ovih poslova zaposlenici u održavanju trebaju sudjelovati pri nabavi novog postrojenja. Oni su najkompetentniji da za svaki dio opreme kažu svoje mišljenje u vezi s [8,9]:

- ✪ raspoloživošću
- ✪ pouzdanosti
- ✪ pogodnošću za održavanje
- ✪ sigurnošću pri radu

Tijekom projektiranja i nabave novog postrojenja održavatelji surađuju:

- ✪ na projektiranju i pri izboru postrojenja (ako je već projektirano i proizvedeno)
- ✪ pri definiranju i zaključivanju ugovora i kontroli ispunjavanja ugovornih obaveza dobavljača ili proizvođača postrojenja
- ✪ prilikom priprema za uključivanje nabavljenog postrojenja u postojeći tehnološki proces
- ✪ prilikom transporta i montaže postrojenja
- ✪ prilikom puštanja u probni rad
- ✪ na praćenju radova i svih potrebnih obaveza prema dobavljaču postrojenja

Ove zadatke ne rješavaju održavatelji samostalno, već u suradnji s timom koji se sastoji od stručnjaka relevantnih za donošenje odluka. To mogu biti stručnjaci iz proizvodnje, tehnolozi različitih profila i usmjerenja, strojarski i elektro-inženjeri, ekonomisti itd. Osim teoretskih razmatranja o raspoloživosti, pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i sigurnosti pri radu, zahtjevi koje zastupaju stručnjaci održavanja trebaju imati i konkretne zahtjeve za postrojenja. Tu se prije svega misli na:

- ✪ potrebe za rezervnim dijelovima (rokovi za nabavu, kritični rezervni dijelovi, mogućnost nabave i dr.)
- ✪ mogućnosti agregatne zamjene i brzog popravka
- ✪ primjenu standardnih materijala i elemenata
- ✪ primjenu specijalnih alata i naprava u održavanju
- ✪ jednostavnost rukovanja i transporta
- ✪ utjecaj postrojenja na okoliš
- ✪ periodičnost obaveznih servisa

- ✱ opsluživanje i osnovno održavanje
- ✱ mogućnosti brzog dijagnosticiranja stanja pojedinih elemenata i sklopova
- ✱ mogućnosti prilaska pojedinim sklopovima bez opasnosti od ozljeda, sa što većim prilaskom i za vrijeme rada postrojenja
- ✱ zahtjevi za podmazivanje
- ✱ konstruktivna rješenja elemenata koji onemogućavaju pogreške pri montaži
- ✱ preglednost dokumentacije i dr.

Zahtjevi stručnjaka za održavanje korisni su proizvođaču postrojenja pri projektiranju i oblikovanju. Zahtjevi, odnosno podaci održavatelja moraju se iskoristiti i pri odabiru već gotovog postrojenja. Kada je riječ o izboru proizvođača postrojenja, od dobavljača se, uz ponudu, traži i sljedeća dokumentacija:

- ✱ detaljan opis postrojenja (namjena, kapaciteti, principi rada i sl.)
- ✱ prospekti i druge komercijalne podloge
- ✱ informativne ideje o rasporedu opreme unutar linije ili kompletne linije
- ✱ pregled pribora i alata te njihova shema
- ✱ podloge za upravljačku i pogonsku opremu (pneumatska, hidraulična, električna, plinska i dr.)
- ✱ globalne upute za rukovanje postrojenjem

Tijekom prikupljanja više ponuda za postrojenje preporuča se izrada prikadne matrice u koju se unose zahtjevani kriteriji i parametri više dobavljača. Naravno da se osim stručnih kriterija moraju uzeti i ekonomski, kao što su ukupna cijena, mogućnost kreditiranja, lizinga, pogodnosti na količinu i sl. Suma bodova izražena preko kompetentnih mjerila može pomoći pri donošenju konačne odluke o izboru proizvođača (dobavljača) potrebnog postrojenja.

Nakon izbora proizvođača postrojenja organizacija prilazi ugovaranju. To je aktivnost u kojoj se definiraju svi poslovi važni za buduću eksploataciju i održavanje, kako bi tijekom upotrebe bilo što manje problema. Prilika je to da se definiraju zahtjevi za manje preinake na postrojenju i uključe u isporuku svi potrebni specijalni alati i naprave potrebni u održavanju.

Prema [4], u nekim razvijenim zapadnim zemljama postoje standardi (VDI, BS, i drugi) koji obavezuju proizvođače postrojenja ili dobavljače da ispunjavaju niz zahtjeva kupaca postrojenja, kao što je isporuka dokumentacije, suradnja pri nabavi, izradi i montaži, izobrazba kadrova za rukovanje i održavanje itd.

6. ZAKLJUČAK

Važnost održavanja raste sa složenošću industrijskih postrojenja, sa zahtjevima u pogledu kvalitete proizvoda, kao i u situacijama kada ih ne možemo isporučiti u zahtijevanom roku zbog kvara ili neispravnosti na postrojenju.

Ulogu i značaj procesa održavanja u suvremenim poslovnim sustavima i u sklopu proizvodnje moguće je analizirati samo uz ostale logističke i glavne procese. Poznavanjem tih veza podiže se efikasnost

proizvodnje, vrsnoća proizvoda i ukupna učinkovitost poslovnog sustava.

S razvojem proizvodnog procesa potrebno je misliti i na razvoj procesa održavanja. To se ogleda u razvoju kadrova za održavanje (edukacija), nabavi suvremene opreme i pomagala za preglede i servisiranje (dijagnostička oprema), u osiguranju originalnih rezervnih dijelova, uvođenju informacijskog sustava održavanja i dr.

Definiranje procesa održavanja sastoji se od definiranja njegove organizacijske strukture i od nadležnosti i definiranju programa održavanja za svaku vrstu tehničkih sredstava. Kod organizacijske strukture održavanja treba misliti o sadržaju i trajanju održavanja, o učestalosti izvođenja pojedinih radova na održavanju, o mjestu izvođenja radova, potrebnoj kvalifikacijskoj strukturi radne snage, o sredstvima (oprema, dokumentacija, prostor, rezervni dijelovi) te o troškovima održavanja.

Kroz stvaranje koncepcije održavanja prelamaju se utjecaji politike održavanja, sustava održavanja, strategije, pristupa, principa održavanja i osobina tehničkog sredstva. Sustav održavanja ostvaruje svoj cilj koristeći određene resurse tehnologije i organizacije održavanja: vrijeme u kojem traje održavanje, prostor u kojem se ono izvodi, materijalni resursi (oprema, strojevi, alati, rezervni dijelovi i reprodukcijски materijal), kadar i tehnička radna dokumentacija.

7. LITERATURA

- [1] Rejec E. : *Terotehnologija*, Informator, Zagreb, 1974.
- [2] Vukelić N. : *Obnavljanje istrošenih i popravak polomljenih strojnih elemenata*, Zavod za produktivnost, Zagreb, 1983.
- [3] Čala I. : *Održavanje i remont - skripta prilog predavanjima*, FSB, Zagreb, 1983.
- [4] Čala I. : *Održavanje opreme, Inženjerski priručnik – IP4, Proizvodno strojarstvo, treći svezak – Organizacija proizvodnje*, Školska knjiga, zagreb, 2002.
- [5] Majdančić N. : *Strategije održavanja i informacijski sustavi održavanja*, Strojarski fakultete u Slavonskom brodu, Slavonski brod, 1999.
- [6] Kondić Ž. : *Održavanje u finomehanici*, Elektrostrojarska škola, Varaždin, 1989.
- [7] Kondić Ž. : *Kvaliteta i pouzdanost tehničkih sistema*, Tiva, Varaždin, 2002.
- [8] Blanchard B. S.: *Logistic Engineering and Management*, Prentice – Hall, Inc. 1981.
- [9] Brezovski I. : *Reliability Theory and Practices*, Prentice-hall, Englewood Clifflis N.J. 1964.
- [10] James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos: *The Machine that changed the World (How Japan's secret weapon in the global auto wars will revolutionize western industry)*, Harper Perennial, New York, 1991.

ZNAČAJ LOGISTIČKOG PROCESA NABAVE U POSLOVNOM SUSTAVU

Perčić M.¹, Kozina G.¹

¹Velučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Rad prikazuje važnost procesa nabave u poslovnom sustavu organizacije. Autori nabavnu funkciju vide kao klasični primjer logističkog procesa koji podupire glavne faze bilo kojeg poslovnog sustava putem definiranja ciljeva, politike, strategije, planova, rizika i ostalih faktora kod ostvarenja nabave.

Ključne riječi: poslovni sustav, nabava, ciljevi i politika nabave, rizici, planiranje nabave

Abstract: This paper shows the importance of the procurement process in an organization business system. The authors see the purchase function as a classic example of the logistics process that supports the main phases of any business system by defining the objectives, policies, strategies, plans, risks, and other factors in realizing the procurement.

Key words: business system, procurement, objectives and procurement policies, risks, procurement planning

1. UVOD

Nabava je funkcija djelatnosti poduzeća koja se brine o opskrbi materijalima, opremom, uslugama i energijom koji su potrebni za ostvarenje ciljeva poslovnog sustava [2].

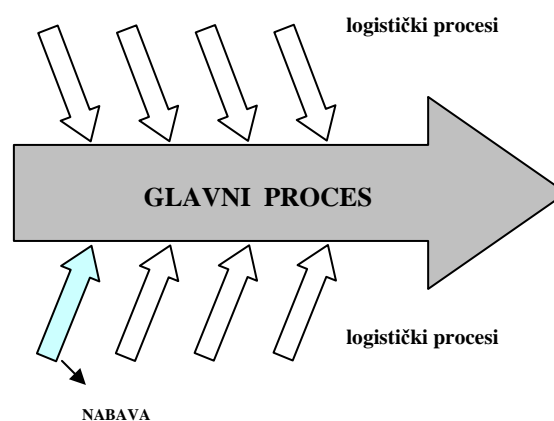
Zadatak nabave je osigurati neprekidnu opskrbu poduzeća potrebnim predmetima rada i sredstvima za rad (u proizvodnim poduzećima), odnosno robom za daljnju prodaju (u trgovačkim poduzećima).[1]

Proces nabave je klasični primjer logističkog procesa koji na poseban način potpomaže realizaciju glavnih faza, najčešće proizvodnih (slika 1.).

Najvažniji poslovi procesa nabave su:

- priprema nabave
- izvršenje nabave
- verifikacija robe od dobavljača

S aspekta funkcija koje sadrži, o nabavi se govori o užem i širem smislu.



Slika 1. Glavni i logistički procesi

1.1. Nabava u užem smislu

Nabava u užem smislu podrazumijeva odvijanje operativnih poslova u procesu pribavljanja objekata nabave. To su svakodnevni poslovi koje radimo da bi se pravodobno ostvarile definirane potrebe i zahtjevi opskrbe poslovnog sustava za objektima nabave odgovarajuće kvalitete, u potrebnoj količini, po odgovarajućim cijenama, rokovima i na određenom mjestu uz odgovarajući servis [3].

Nabava u užem smislu podrazumijeva operativne funkcionalne poslove [4]:

- primanje, ispitivanje i objedinjavanje zahtjeva za nabavu
- upiti dobavljačima
- prijam i vrednovanje ponuda
- pregovaranje
- izbor dobavljača
- naručivanje
- praćenje rokova isporuke
- prijam i ispitivanje pošiljaka robe i dokumenata
- reklamacije prema dobavljačima
- vođenje evidencije nabave
- kontrola zaliha
- suradnja s drugim poslovnim sustavima
- izvještavanje
- prodaja viškova i otpada

Gledano s aspekta objekata, nabava u užem smislu je nabava materijala (sirovina, pomoćnih i pogonskih materijala), dijelova, sklopova, sustava i kompleksnih poslovnih procesa te nabava trgovačke robe.

1.2. Nabava u širem smislu

Nabava u širem smislu (engl. Purchasing) obuhvaća osim funkcionalnih poslova i stratejske zadatke o kojima ovise učinci i dobit poslovnog sustava. Ti zadaci su [4]:

- stohastičko i determinističko istraživanje potreba
- planiranje nabave
- analiza nabave
- benchmarking nabave
- izbor sustava nabavljanja
- kontrola nabave
- upravljanje mrežom opskrbe
- izračunavanje ekonomičnih nabava i normativa zaliha
- istraživanje tržišta nabave
- vrijednosna analiza
- reinženjering procesa učinaka nabave
- suradnja kod razvoja novih proizvoda
- priprema i sklapanje dugoročnih ugovora o nabavi
- kooperacija u nabavi
- analiza ukupnih troškova proizvoda
- menadžment ljudskih potencijala u nabavi.

S aspekta objekata, nabava u širem smislu obuhvaća, osim nabave materijala, i nabavu usluga, prava (licenci, najma, zakupa, lizinga), energije i sredstava za rad (opreme i investicijskih dobara), tj. sve ono za što se dobiva račun [3].

2. PROCES NABAVE

Proces nabave provodi se sljedećim redoslijedom (slika 2.):

- pokretanje procesa nabave
- analiza zahtjeva za nabavu i odobravanje
- izbor dobavljača i slanje upita
- prikupljanje ponuda, odabir dobavljača i slanje narudžbe
- verifikacija robe od dobavljača

2.1. Pokretanje procesa nabave

Podaci za nabavu trebaju opisivati proizvod - robu koja se naručuje. Opis proizvoda treba biti temeljit i mora imati sve relevantne podatke za nabavu. Najčešće su to sljedeći podaci:

- točan naziv proizvoda (iz organizacije)
- kataloški naziv proizvoda (naziv od dobavljača ili trgovački naziv)
- nomenklaturni broj
- količina
- rokovi isporuke

- posebne napomene vezane uz kvalitetu proizvoda
- prilozi (nacrti, kopije iz kataloga, slike i dr.)

Organizacija treba osigurati primjerenost posebnih zahtjeva za nabavu prije nego što ih priopći dobavljaču.

2.2. Analiza zahtjeva za nabavu

Nakon zaprimljenog zahtjeva, odgovorni u nabavi analiziraju zahtjev što se tiče podataka, rokova i dr. Prema potrebi zahtjevi se usklađuju.

Dobro izrađene tehničke specifikacije za češće korištenu robu – proizvode osiguravaju bržu i točniju realizaciju procesa nabave.

2.3. Izbor dobavljača i slanje upita

Kada je roba jednoznačno definirana, nabava šalje upit dobavljačima. Upit sadrži sve podatke relevantne za kvalitetu, rokove isporuke i ostale aktivnosti. Uz upit nabava može poslati i druge priloge koji su potrebni dobavljačima, kako bi se eliminirala moguća pogreška ili nejasnoća.

Upiti se šalju odabranim dobavljačima koji su najčešće prošli „provjeru“ i koji se nalaze na listi dobavljača. Ukoliko se pojavi potreba za novim dobavljačima, nabava mora preispitati svakog novog dobavljača.

Kriteriji za provjeru i izbor dobavljača mogu biti različiti. Najčešće se koriste:

- kvaliteta robe
- rokovi isporuke
- cijena
- način plaćanja

2.4. Prikupljanje ponuda, izbor najboljeg dobavljača i slanje narudžbe

Pristigle ponude se razmatraju s aspekta traženih zahtjeva, potreba i očekivanja. Odlučuje se za najboljeg ponuđača u konkretnim uvjetima poslovanja.

Nakon odabira dobavljača šalje mu se narudžba koja sadrži sljedeće podatke:

- naziv materijala, poluproizvoda ili gotovih proizvoda
- potrebnu količinu
- rok dobave - po potrebi dimenzije formata ili oblika materijala ili poluproizvoda
- nacrt ili skicu

- oznaku norme koja se odnosi na predmet nabave
- vezu na tehničku specifikaciju
- dodatni zahtjevi za koje se ocijeni da su potrebni, s ciljem smanjenja moguće pogreške dobavljača

2.5. Verifikacija robe od dobavljača i zaprimanje

Pristigla roba od dobavljača podliježe verifikaciji, pri čemu odgovornost pruzima najčešće osoba koja je podnijela zahtjev na nabavu.

Prilikom verifikacije potrebno je:

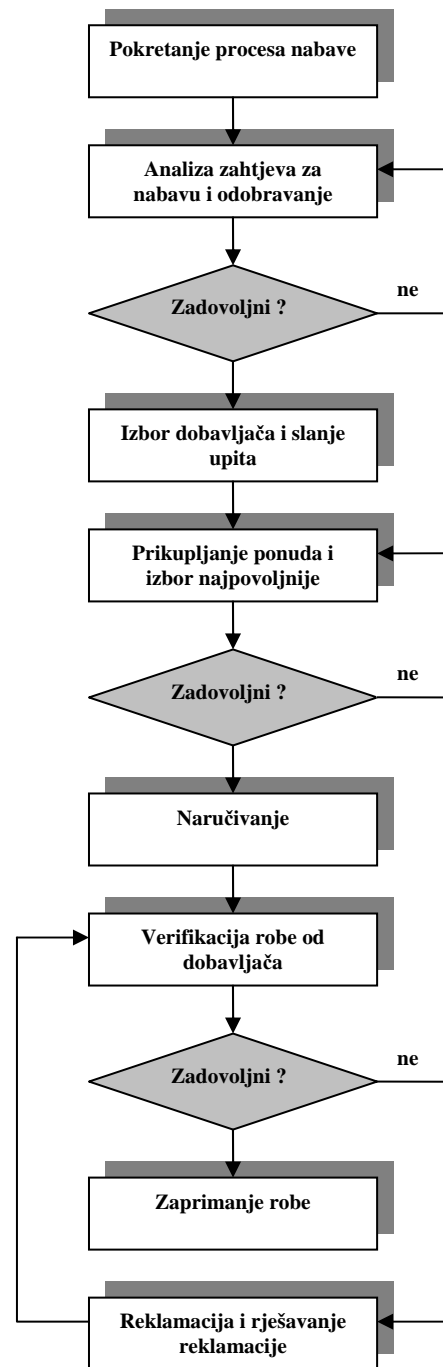
1. Usporediti podatke s narudžbe i otpremnicom dobavljača,
2. Kontrolirati (kvantitetu i kvalitetu) robu prema traženim zahtjevima,
3. Zaprimiti robu koja je uspješno prošla verifikaciju,
4. Reklamirati robu dobavljaču za koju se utvrdi da odstupa od zahtjeva koji su specificirani u dokumentima.

2.6. Rješavanje reklamacija

Rješavanje reklamacije vrlo je važno i osjetljivo pitanje. Zbog toga je ta aktivnost u nadležnosti najodgovornijih zaposlenika u procesu nabave.

Reklamacije se mogu riješiti:

- povratkom dobavljaču, dijela i kompletnog asortimana robe
- umanjenjem vrijednosti fakture za iznos koji nedostaje ili ne odgovara kvaliteti
- dogovorom s dobavljačem da se manjak robe dopremi na sljedećoj isporuci
- ostalim mogućnostima ili kombinacijom spomenutih



Slika 2. Proces nabave

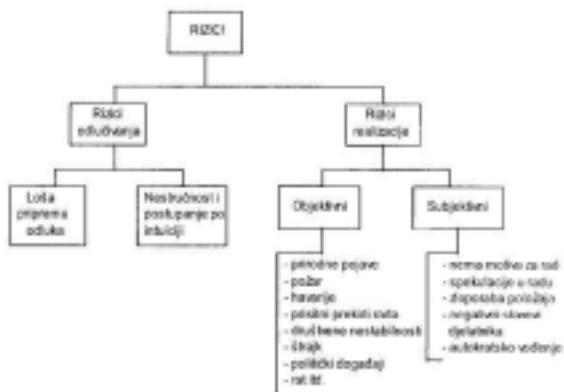
3. RIZICI U NABAVI

Pitanje rizika je vrlo kompleksno i zaslužuje posebnu pozornost i analizu. Rizik je pratilac svakog poslovnog pothvata pa tako i nabave. Nije lako osjetiti rizik, odnosno njegove uzroke i moguće posljedice kod odlučivanja. Na slici 3. vidi se kakve sve vrste rizika postoje u području odlučivanja i u samoj realizaciji nabave.

U procesu nabave treba smanjiti moguću opasnost i štetu koje može pri tome nastati. To se postiže

mjerama smanjenja rizika odlučivanja i mjerama smanjenja rizika realizacije.

Preduvjet pripreme za smanjenje rizika je informiranje. To znači da treba imati relevantne informacije već kod istraživanja tržišta, pa u tom smislu treba osigurati elemente precizne prognoze ponude i potražnje.



Slika 3. Rizici vođenja nabave

Smanjenje rizika u fazi ostvarenja nabave zahtijeva nekoliko zahvata koji se odnose na sljedeće postupke:

- podjela štete korištenjem dobavljača
- zajednička briga s dobavljačima
- sklapanje ugovora o osiguranju od štete
- prenošenje štete na druge

4. EFIKASNOST PROCESA NABAVE

4.1. Temeljni uvjet za efikasnu nabavu

Kao i u drugim poslovima, tako su i u procesu nabave najvažniji ljudi. Ljudski potencijali su ključni zbog svojih znanja i kompetencija. Ulaganje u ljude treba promatrati kao najisplativiju investiciju u poduzeću, a nikako kao trošak.

Za ispunjavanje kriterija kompetencija, ljudi koji ostvaruju nabavu trebaju imati:

1. temeljna znanja
2. stručna znanja
3. osobne odlike i sposobnosti

Temeljna znanja:

- opća ekonomija i ekonomske zakonitosti radi mogućnosti procjene
- gospodarska gibanja što se tiče ponude i potražnje
- ekonomika poduzeća radi procjene posljedica kod troškova, cijena, vezivanja kapitala i odnosa s dobavljačima
- poznavanje tehnologije i kvalitete materijala – proizvoda
- poznavanje trgovačkog prava radi uspješnog sklapanja ugovora

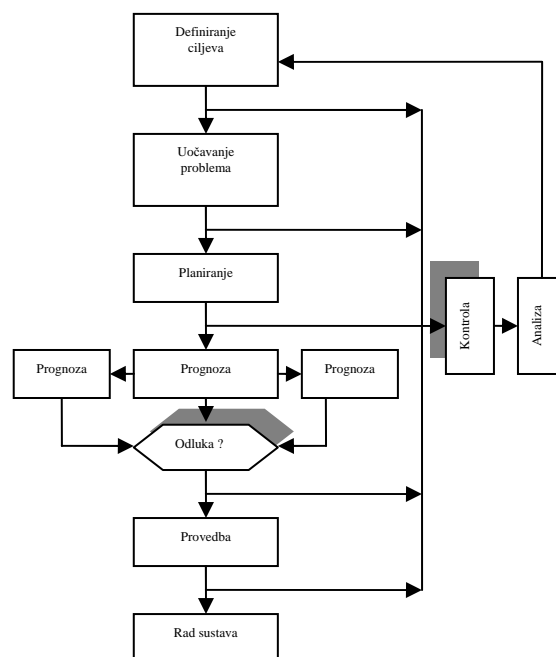
Stručna znanja:

- poznavanje grane djelatnosti
- metode i tehnike nabave
- ovladavanje informatičkim sredstvima i alatima
- organizacija nabave
- logika odlučivanja
- vrijednosna analiza
- poznavanje tehnike rada nabave
- poznavanje etičkih načela nabave

Osobne karakteristike i sposobnosti:

- poštenje, nepotkupljivost i principijelnost
- kooperativnost i spremnost za timski rad
- odlučnost, odmjereno i samopouzdanje
- kreativnost, fleksibilnost i komunikativnost
- spremnost za učenje i stalno usavršavanje
- pouzdanost i diskretnost
- sposobnost za vođenje poslovnih razgovora
- pozitivan stav prema drugima i profesionalnost
- analitičko i kritičko razmišljanje
- osjećaj za optimiranje

Vođenje procesa nabave može se planirati, organizirati i provoditi na temelju već poznatih načela modernog menadžmenta, kao što to pokazuje slika 4.



Slika 4. Vođenje nabave

4.2. Pokazatelji efikasnosti nabave

Efikasnost nabave ogleda se u pribavljanju roba i proizvoda tražene kvalitete, u zahtijevanim rokovima i vodeći računa o financijskim efektima.

Najjednostavniji pokazatelj efikasne nabave je odnos izlaza iz procesa, odnosno rezultata nabave, te ulaza (uloženi resursi, financije, vrijeme, rad i dr.), tj. izraz 1.

$$E = \frac{I}{U} \quad (1)$$

gdje je

E – efikasnost nabave

I – izlaz iz procesa nabave (Output)

U – ulaz (Input)

Efikasnost nabave temelji se na principima ekonomičnosti i racionalnosti (štedljivosti). Dok je efikasnost orijentirana ukupnim rezultatima, ekonomičnost je orijentirana procesima i mjeri se odnosom ostvarene vrijednosti nabave i troškova, što znači da aktivnosti treba obaviti troškovno učinkovito. Nabava to može postići ako opskrbu nekog određenog opsega realizira uz što manje troškove ili ako s raspoloživim sredstvima ostvari što bolje rezultate opskrbe (izraz 2.)

$$EK = \frac{VN}{TN} \quad (2)$$

gdje je

EK – ekonomičnost nabave

VN – vrijednost nabave

TN – troškovi nabave

Prema principu racionalnosti (štedljivosti) nabava mora ograničavati upotrebu raspoloživih sredstava samo za izvršenje zadatka opskrbe u potrebnom opsegu [2]. Ekonomičnost je dakle uži pojam od efikasnosti i uzima u obzir samo vrijednosti nabave i troškova. Kod efikasnosti se promatra ukupni rezultat i ulaganje na koje utječu i razne druge mjere, a ne samo troškovi. Tako je svrha nabave da ciljeve opskrbe obavi efektivno, tj. učinkovito.

Pored spomenutih pokazatelja, uspješnost procesa nabave može se mjeriti:

- brojem zakašnjelih isporuka od dobavljača u toku jedne godine
- brojem dobavljača za nabavu istih komponenata (misli se na dobavljače koji su prošli ocjenu)
- brojem reklamacija prema dobavljačima
- izgubljenim satima u proizvodnji zbog propusta nabave
- uspješno ostvarenim projektima s partnerima (dobavljačima)
- načinom plaćanja

5. ZAKLJUČAK

Realizacija glavnih procesa u poduzeću ovisi o funkcioniranju logističkih procesa. Efikasnost jednih i drugih direktno je povezana.

Dobrim ustrojem i funkcioniranjem procesa nabave stvaraju se svi preduvjeti za učinkovitije poslovanje poduzeća. Uloga nabave iz dana u dan postaje sve izraženija. U početku 80-tih godina 20. stoljeća nabavni troškovi činili su 40% ukupnog rashoda poduzeća, a danas oni iznose 60%. To više nije samo aktivnost prosljeđivanja narudžbenica, već bitan strateški faktor u održavanju konkurentske pozicije poduzeća.

6. LITERATURA

- [1] Perčić, M. Poslovna funkcija nabave ; završni rad. Veleučilište u Varaždinu : Varaždin, 2011.
- [2] Ferišak, V. Nabava, 2., politika-strategija organizacija-menagment. Aktualizirano i dopunjeno izdanje. Zagreb, 2006.
- [3] Žilbert, B. Strateška nabava. Mate d.o.o. : Zagreb, 2007.
- [4] Ferišak, V.; Stihović, L. Nabava i materijalno poslovanje. Informator : Zagreb, 1989.

Kontakt:

Mr.sc. Goran Kozina
Veleučilište u Varaždinu
Križanićeva 33
42000 Varaždin

UPRAVLJANJE VODOOPSKRBOM

Kozina G.¹, Kezele V.¹, Martinčević I.¹
¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Hrvatska je svakim danom sve bliže ulasku u EU te se hrvatski zakoni intenzivno usklađuju s Direktivama Unije. Jedno od tih područja usklađenja je i javni sektor gdje svaka država nastoji dobiti maksimalnu učinkovitost u alokaciji javnih resursa. Jedno od tih resursa je i voda. Hrvatska je zemlja bogata vodom i kao takva dužna je učinkovito raspolagati svojim dobrom. Rad daje uvid u organizaciju i modele upravljanja vodom kao osnovnom životnom supstancom. Isto tako rad istražuje financiranje vodoopskrbe te navodi koje sastavnice određuju cijenu vode koju plaća krajnji potrošač.

Ključne riječi: opskrba vodom, upravljanje vodom, vodni resursi, održivi razvoj, cijena vode, učinkovitost

Abstract: Croatia is getting closer every day to join European union. Due the negotiation process Croatian legal regulations must be harmonized with the EU Directives. One of the activities to be harmonized is also a Public Sector where every Government tends to allocate its public recourses to get a maximum efficiency. One of these resources is water. Croatia is a water wealthy country and is responsible for the efficient use of its good. This paper analyzes organization and water management models because the water is a basic of all life. Also the paper analyzes water financing and states which components define the price that consumer pay for the service.

Key words: water supply, water management, water resources, sustainable development, water price, efficiency

1. UVOD

Voda je nezamjenjiv uvjet života. Svi oblici života i sve ljudske aktivnosti vezane su za vodu. Voda je resurs kojeg u prirodi nalazimo u ograničenim količinama. U prirodi je neravnomjerno raspoređena. Neka područja na zemlji bogata su vodom, a na drugima je gotovo nema. Gospodarski razvoj i ubrzana urbanizacija dovode do sve većih potreba za vodom, posebno pitkom vodom. S druge strane, urbanizacija i industrijalizacija sve više utječu na zagađenje svih vrsta vodnih resursa. Voda može postati ograničavajući čimbenik razvoja te prijetnja ljudskom zdravlju kao i održivosti prirodnih ekosustava. Stoga je za svaku zemlju važno da osmisli politiku i strategiju upravljanja ovim resursom, posebno pitkom

vodom. Svjedoci smo da cijena pitke vode, kako u svijetu, tako i kod nas, sve više raste. Tako je na primjer samo u 2006. godini u gradu Varaždinu porasla čak dva puta.

Što utječe, odnosno koji su to čimbenici koji utječu na cijenu vode, kako je organizirano i riješeno pitanje upravljanja i financiranja vodoopskrbom kod nas, a kako u drugim zemljama. Sva ta pitanja razlog su pisanja ovog rada.

2. UPRAVLJANJE VODOOPSKRBOM

2.1. Zakonska regulativa

Voda je najvrijedniji resurs kojim jedna zemlja može raspolagati. Da bi država očuvala takav resurs mora upravljanje vodom staviti pod poseban nadzor i kontrolu države.

Tako su i zemlje Europske unije potpisnice konvencije o prihvaćanju Direktiva EU o vodama. Vrlo značajan dokument koji uređuje politiku upravljanja vodom je „Okvirna direktiva o vodama 2000/06/EZ“ koja zahtjeva postizanje dobrog stanja voda, površinskih i podzemnih, ispunjenje zahtijevanih standarda do 2015. godine kao i nadzor stanja svih voda i zaštićenih područja. Svrha ove direktive je uvođenje trajnog i transparentnog procesa planiranja koji se provodi u planskim šestogodišnjim ciklusima uz obvezu izvještavanja Europske komisije o rezultatima provedbe. Osim ove direktive postoje i brojne druge koje se tiču zaštite prirode i okoliša.

Područje pitke vode regulirano je „Direktivom 75/440/EZ o zahvaćanju površinske vode za piće“ koja definira pravila za praćenje kakvoće i kategorizacije površinskih voda koje se odnose na ljudsku potrošnju. Ta ista Direktiva utvrđuje odgovarajuće metode pročišćavanja tih voda koje direktno utječu na ljudsko zdravlje.

„Direktiva 98/83/EZ o vodi za piće“ pak propisuje granične i poželjne standarde kakvoće kao i nadzor pitke vode koja je stavljena u potrošnju Hrvatska kao kandidat ulaska u Europsku uniju mora uskladiti svoje upravljanje s Direktivama EU.

2.2. Organizacija i modeli upravljanja vodama

Europska unija nameće visoke standarde u pogledu upravljanja vodama kako u zemljama EU tako i u zemljama koje su na putu da to postanu. Posljednjih nekoliko godina mijenja se način organiziranja,

upravljanja i financiranja djelatnosti vodoopskrbe. U većini zemalja svijeta poduzeća koja su se bavila opskrbom bila su u državnom vlasništvu. Danas je sve više prisutan trend privatizacije vodoopskrbe gdje država postaje regulator, a ne i pružatelj vodoopskrbe.

U svijetu se primjenjuju različiti modeli organizacije upravljanja vodoopskrbom, a najviše su u primjeni mješoviti modeli. Sam model upravljanja vodom ovisi o koncepciji koju pojedine države preferiraju odnosno njihovom pristupu pitkoj vodi.

Danas su u svijetu poznate dvije koncepcije upravljanja vodoopskrbom. Jedna vodu percipira kao „globalnu robu“, a druga kao „ljudsko pravo“. U osnovi prva zagovara model privatizacije u vodnom sektoru, a druga model monopola javnog sektora u pružanju vodnih usluga. Model privatizacije zagovara načelo punog povrata troškova i to troškova razvoja, pogona i upravljanja. Ovaj koncept pogodan je za multinacionalne kompanije koje posluju u vodnom sektoru i međunarodne financijske krugove poput Svjetske banke, MMF-a i druge. Gledišta su da ovim modelom mogu osigurati brži razvoj te ekonomsku učinkovitost upravljanja vodnom infrastrukturom.

U svjetskoj praksi razlikuju se slijedeće varijante ovog modela:

- "Upravljanje bez prava ulaganja (en affermage)- jedinica lokalne samouprave koja je vlasnik, sama ulaže u razvoj sustava. Koncesionar (privatni poduzetnik) upravlja pogonom, snosi troškove održavanja iz cijene komunalne usluge i plaća koncesijsku naknadu. Ove koncesije traju od 5 do 20 godina.
- Upravljanje s pravom ulaganja (en concession)- predstavlja privatizaciju upravljanja i/ili infrastrukture za koncesijsko razdoblje, s pravom ulaganja. U ovom slučaju koncesionar ulaže u razvoj infrastrukture koja je u vlasništvu jedinica lokalne samouprave ili njegovom vlasništvu koje će istekom koncesije transferirati jedinicama lokalne samouprave. Nadoknađuje se izravno od grada/općine ili izravno od potrošača i ne plaća koncesijsku naknadu. Obično su ove koncesije na rok od 30 godina, a negdje i dulje.
- Privatizacija otkupom komunalnog društva-privatnik kupuje dionice u postojećem komunalnom društvu za vodovod i/ili kanalizaciju koje je u pravilu i vlasnik infrastrukture ili to nije, ali ima pravnim aktom priznato pravo za zahvaćanje vode (koncesije na resurs) i javnim aktom priznato pravo na obavljanje djelatnosti vodoopskrbe i/ili odvodnje i pročišćavanja; privatnik je u istom pravnom položaju kao i vlasnik prije njega." ¹

Ovakav koncept u praksi nailazi na negativne posljedice jer voda postaje skupa, a samim time i manje dostupna većini korisnika. Isto tako dolazi do eksploatacije vode preko granica obnovljivosti pa se postavlja pitanje kontrole. Pitanje koje se najviše postavlja kod

privatizacije je pitanje cijene usluga koju diktira koncesionar. Multinacionalne kompanije stječu koncesijom monopol i mogu diktirati cijene vodoopskrbe. Privatizacijom je došlo do porasta cijena na više od 3 eura po prostornom metru utrošene vode. Najviše udjela u privatizaciji vodovoda imaju multinacionalne kompanije SUEC, Vivendi i Thames Water, a blizu su i SAUR, United Utilities i Bechtel.

Isto tako Europska banka za obnovu i razvoj (EBRD) te Europska agencija za rekonstrukciju (EAR) dijelom sredstava financiraju privatizaciju vodovoda. Isto tako multinacionalne kompanije kao najjače kompanije na tržištu najviše investiraju u privatizaciju vodovoda tranzicijskih zemalja.

Jedan od primjera u svijetu je Bolivija gdje je koncesionar preuzeo vodovode, ali i pravo na sva izvorišta. Dobivši to pravo (pravo mu je dala vlada na poticaj EBRD-a), počeo je zatvarati vodu onima koji nisu platili utvrđenu cijenu. Cijena vode drastično je porasla. Sve to dovelo je do izbijanja socijalnih nereda i borbe za vodu kao prava na život. Vlada Bolivije donijela je tada odluku o poništenju koncesije, a koncesionar je Vladu tužio zbog nadoknade štete. Isto se dogodilo na Filipinima, Kanadi, zemlje JAR-a i u svim su zemljama ekonomske i političke posljedice bile velike, premda se u svijetu može naći i pozitivnih primjera.

Jasno je da ovaj koncept otvara brojna etička pitanja poput: Da li će privatizacijom cijena vodoopskrbe porasti i koliko? Da li će to uzrokovati nestašicu vode? Da li će samo bogatima voda biti dostupna? Hoće li se vodni resursi pretjerano eksploatirati? Osnovna karakteristika je da nema socijalnu notu u kojoj je voda prirodno bogatstvo dostupno svima, nego više materijalističko-imperijalistički stav pojedinca (multinacionalne kompanije) kojem je na prvom mjestu profit. Pitanje etičnosti i dalje ostaje otvoreno.

Drugi model upravljanja je model javnog sektora. Ovakav model uglavnom je slučaj kod tradicionalnih društava, tranzicijskih zemalja, zemalja trećeg svijeta, ali ga nalazimo i kod razvijenih zemalja Europske unije. Osnovna postavka je da voda mora biti dostupna svima te je upravljanje vodom u rukama javnog sektora. Na vodi kao općem ljudskom pravu nema nitko pravo zarađivati i zato pitku vodu treba izuzeti iz tržišne utakmice. Jedini način da voda bude dostupna svima je njena niska cijena što dugoročno nije održivo. Stoga ovaj koncept ima određene negativne posljedice kao npr: podcijenjenu pseudosocijalnu tarifnu politiku koja često ne pokriva ni amortizacijske troškove sustava. Zbog niske cijene upravljanje vodoopskrbom dugoročno nije održivo pa se u pravilu poseže za državnim financiranjem radi održavanja sustava vodoopskrbe. U oba koncepta uloga države mora biti velika jer voda je nacionalno bogatstvo i svaki stanovnik ima pravo na nju. Stoga svaka država mora ovo područje regulirati posebnim propisima i vršiti nadzor nad njihovom provedbom .

3. FINANCIRANJE VODOOPSKRBE

Postoje različiti načini financiranja vodoopskrbe koji prije svega ovise o modelu upravljanja. U osnovi u svim

¹ Hrvatske vode: Strategija upravljanja vodama, nacrt 2007., str.132

zemljama se financiranje vodoopskrbe svodi na dva osnovna izvora:

- cijenu vode po prostornom metru (ili druga jedinica),
- fiskalni izvori (državni ili lokalni proračuni).

Cijena vode je: "Svaki novčani izdatak koji opterećuje prostorni metar (ili drugu jedinicu) vode koja se isporučuje krajnjim korisnicima, a koji je u izravnoj ili neizravnoj vezi sa zaštitom njezine kvalitete i kvantitete te s izgradnjom i upravljanjem vodne infrastrukture koja omogućuje njeno iskorištavanje i/ili ispuštanje sukladno ekološki prihvatljivom standardu."²

Cijenu vode treba analizirati kroz ekonomski aspekt i socijalni.

Ekonomska cijena vode je tržišna cijena. Takva cijena u pravilu pokriva fiksne troškove i profit koji ostvari pružatelj usluge.

U praksi bi takva cijena vode trebala pokriti stvarne troškove održavanja sustava vodoopskrbe, energije, poslovnih izdataka, ljudstva, amortizacija dugotrajne imovine, troškova izgradnje sustava i osigurati profit.

Cijenu plaća korisnik odnosno krajnji potrošač. No, zbog visokih troškova razvoja vodne infrastrukture kao i visokih standarda koje nameću EU direktive o vodama ekonomska cijena vode je u pravilu vrlo visoka što je razlog zbog kojeg gotovo sve države svijeta interveniraju u sustav financiranja vodoopskrbe te u njega uključuju proračunska sredstva. Načini na koje se pojedine države uključuju u financiranje vodoopskrbe razlikuju se od zemlje do zemlje, pa se u osnovi svode na:

- subvencije kojima se iz proračunskih sredstava socijalno ugroženim slojevima stanovništva plaća dio ekonomske cijene vode,
- izravno financiranje sustava vodoopskrbe iz proračuna (obično za razvoj i izgradnju vodne infrastrukture).

3.1. Vodoopskrba u Hrvatskoj

Hrvatska je 2003. godine donijela Strategiju razvitka pod nazivom „Hrvatska u 21. stoljeću“ (Narodne novine, 108/03) koja polazi od koncepcije održivog razvoja a temelji se na načelima racionalnog upravljanja prirodnim resursima, racionalno upravljanje prirodnim resursima, očuvanje ekoloških sustava na kojima počiva ukupna kvaliteta života sadašnjih i budućih generacija, otklanjanje nejednakosti koje ugrožavaju socijalnu koheziju, pravdu i sigurnost, ostvarenje predviđenog gospodarskog rasta te osiguranje integracije u globalno društvo.

Organizacija upravljanja vodoopskrbom u Hrvatskoj uređena je Zakonom o komunalnom gospodarstvu. Osnovno načelo Zakona je da se komunalna djelatnost obavlja kao javna služba.

Karakteristika hrvatskog komunalnog sektora je rascjepkanost što se vidi po broju komunalnih društava koja posluju na području države. Tako u sustavu javne vodoopskrbe posluje 98 komunalnih društava i 89 društava u odvodnji i pročišćavanju otpadnih voda, a velik broj njih obavlja obje djelatnosti. Djelatnost obavljaju na 127 uslužnih područja te pokrivaju 550

gradova i općina. Dio komunalnih društava, njih 16 obavlja čak šest i više komunalnih djelatnosti, kao što su sakupljanje i odvoz kućnog otpada, održavanje čistoće i druge usluge. 36% društava obavlja samo jednu djelatnost. Dio komunalnih društava obavlja i komercijalne djelatnosti i kontinuirano se bavi graditeljstvom, najčešće za vlastite potrebe. Rascjepkanost komunalnog sektora uz bavljenje različitim djelatnostima znatno utječe na njegovu učinkovitost.

3.2. Sastavnice cijene vode

Prostorni metar vode u Hrvatskoj opterećen je s najmanje 5, a najviše 9 vrsta izdataka.

Pa se tako *cijena komunalne usluge* utvrđuje prema prostornom metru vode (m³). Plaća ju korisnik usluge odnosno krajnji potrošač i obvezno je davanje. Sredstva prikupljena od cijene vode prihod su komunalnog društva koje pruža uslugu vodoopskrbe na određenom području. Ovim prihodom komunalno društvo pokriva troškove upravljanja, troškove održavanja sustava i sve ostale troškove nastale u svezi s proizvodnjom i distribucijom vode, od izvorišta do potrošača. Cijenu usluge utvrđuje komunalno poduzeće, a suglasnost daju gradska/općinska tijela.

Iznos za (odražavanje) i financiranje gradnje reguliran je Zakonom o komunalnom gospodarstvu i prihod je jedinice lokalne samouprave. Karakter davanja je fakultativan što znači da su ga neki gradovi/općine uveli, a neki ne.

Vrsta prihoda je javno davanje. Ubire se i troši na području jedinice lokalne samouprave, odnosno prihod je proračuna jedinice lokalne samouprave. Namjena ovog iznosa je razvoj vodne infrastrukture. Ova sastavnica izražava vrijednost razvoja vodne infrastrukture koju grad/općina ima bez pomoći državnih ili drugih davanja. To je iznos koji grad/općina planira investirati u razvoj u skladu sa svojim Programima razvoja vodne infrastrukture koje donosi Gradsko Vijeće. Program se u skladu sa Zakonom o komunalnom gospodarstvu donosi na rok od četiri godine. Program mora sadržavati vrste radova i izvore iz kojih će se financirati. Na ovu naknadu ne naplaćuje se PDV, jer je prihod lokalnog proračuna.

Naknada za zaštitu izvorišta regulirana je Zakonom o vodama i prihod je jedinice lokalne samouprave. Karakter davanja je fakultativan. Ova naknada je javno davanje i plaćaju je svi gradovi i općine koji se opskrbljuju s istog izvorišta, a troši se u svrhu zaštite izvorišta.

Naknada za zaštitu voda regulirana je Zakonom o financiranju vodnog gospodarstva i prihod je Hrvatskih voda. Visinu naknade određuje Vlada RH i ona iznosi 0.90 kn/m³. Gradovi i općine koji imaju biološki uređaj za pročišćavanje otpadne vode mogu uz odobrenje Hrvatskih voda zatražiti smanjenje iznosa za ovu naknadu. Kao na primjer u gradu Varaždinu gdje je naknada smanjena za 30%.

Karakter davanja je obavezan, javno je davanje koje se ubire na području Republike Hrvatske. Sredstva od naknade za zaštitu voda nepovratno se dodjeljuju u skladu s programima razvoja općina i gradova isporučiteljima komunalnih usluga opskrbe pitkom

² Ibid; str.5

vodom, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda radi sufinanciranja ili financiranja vodnih građevina za korištenje odnosno zaštitu voda.

Naknadu obračunavaju i naplaćuju komunalna poduzeća te naplaćene iznose doznajuju Hrvatskim vodama.

Naknada za korištenje voda regulirana je Zakonom o financiranju vodnog gospodarstva i prihod je Hrvatskih voda. Karakter davanja je obvezan, a vrsta prihoda je javno davanje. Ubire se na području Republike Hrvatske, a prikuplja ga komunalno poduzeće i uplaćuje na račun Hrvatskih voda. Namjena naknade je izraziti vrijednost osiguranja kvantitete vodnih resursa i vrijednost razvoja vodne infrastrukture. Visinu naknade utvrđuje Vlada Republike Hrvatske i ona iznosi 0.80 kn/m³.

Porez na dodanu vrijednost na cijene reguliran je Zakonom o porezu na dodanu vrijednost i prihod je Državnog proračuna. PDV je obvezno javno davanje, čija je namjena raznolika. Ubire se na području Republike Hrvatske, a troši na raznim razinama. Plaća se samo na cijenu komunalne usluge, dok se na iznose za razvoj vodoopskrbne infrastrukture ne obračunava što je i logično jer su ti izvori zapravo parafiskalni naknade odnosno proračunski prihodi.

Koncesijska naknada za zahvaćanje vode regulirana je Zakonom o vodama i prihod je Državnog proračuna. Koncesijska naknada obvezno je javno davanje. Ubire se na području Republike Hrvatske, a troši se za različite namjene, odnosno 30% ove naknade država uplaćuje u proračune općina gdje se nalaze izvorišta.

Koncesijska naknada za zahvaćanje vode sastavnica je vode koju komunalni isporučitelj prevaljuje na krajnjeg korisnika putem cijena komunalne usluge vodoopskrbe.

Osim navedenih sastavnica cijene vode u većini gradova vodoopskrba se financira još i iz fiskalnih prihoda (lokalni proračun) jedinica lokalne samouprave. To je zato jer su cijene vode u Hrvatskoj neekonomske. Lokalna politika u cilju zaštite standarda svojih građana ne odobrava ekonomske cijene već iz lokalnog proračuna sufinancira vodoopskrbu kako bi ista mogla funkcionirati barem na granici održivosti. No ipak se u većini gradova situacija polako mijenja.

Isporučitelj usluge ne donosi samostalno cijenu usluge nego mora dobiti suglasnost gradskih/općinskih tijela na području gdje se usluga isporučuje.

Isporučitelj usluge može naplatiti komunalnu uslugu samo ako ju stvarno isporučuje korisniku. Cijena se plaća isporučitelju usluge, a obveznik plaćanja je vlasnik ili korisnik objekta priključenog na vodoopskrbni sustav.

4. ZAKLJUČAK

Vodoopskrba predstavlja javni interes i kao takva mora biti regulirana posebnim propisima i zakonima. U praksi postoje dva modela upravljanja vodoopskrbom od kojih je jedan model privatizacije, a drugi model monopola javnog sektora. Model privatizacije je model punog povrata troška dakle zagovara ekonomsku cijenu vode dok model monopola javnog sektora izuzima vodu iz tržišne utakmice i cijena nije ekonomska već se financiranje u većoj mjeri svodi na prihode lokalnog ili državnog proračuna.

U većini razvijenih zemalja cijena vode je ekonomska dok se u Hrvatskoj vodoopskrba financira iz fiskalnih i parafiskalnih izvora.

Kako bi siromašniji potrošači premostili jaz između ekonomske i socijalne cijene u svijetu ima primjera gdje su zemlje razvile programe koji uključuju subvencije putem kojih se provode socijalna politika. Hrvatska mora prije ulaska u EU uskladiti svoje propise s Direktivama. To će usklađenje iziskivati velika financijska sredstva koja se moraju uložiti u poboljšanje sustava vodoopskrbe pa je za očekivati postepeni prijelaz ka ekonomskoj cijeni vode.

5. LITERATURA

- [1] Hrvatske vode, (2007); Nacrt „Strategija upravljanja vodama“, Zagreb (2007).
- [2] Kezele V. (2007), Diplomski rad „Financiranje sustava vodoopskrbe“
- [3] OECD, (2003), Social issues in the Provision and Pricing of Water Services, *OECD publishing*
- [4] OECD, (2003), Improving Water Management-Recent OECD experience, *OECD publishing*
- [5] Zakon o vodama (Narodne novine br. 107/95, 150/05.)
- [6] Zakon o financiranju vodnog gospodarstva u Republici Hrvatskoj, (Narodne novine br. 107/95, 19/96, 88/98)
- [7] Zakon o komunalnom gospodarstvu (pročišćeni tekst, Narodne novine broj 26/03)
- [8] Službeni vjesnik Grada Varaždina (broj 6/05)

KORUPCIJA I SUZBIJANJE KORUPCIJE U RH

Korunić Križarić L.¹, Kolednjak M.¹, Petričević A.²

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

²Pravni fakultet Osijek, Osijek, Hrvatska

Sažetak: Tema ovog članka je korupcija u Hrvatskoj i aktivnosti koje su Vlada Republike Hrvatske i druga tijela vlasti, udruge i građani kao pojedinci poduzeli na suzbijanju korupcije njezinom otkrivanju i sankcioniranju.

Korupcija potkopava i razara mnoge vrijednosti i stoga se smatra velikim zlom koje se, ako se ne suzbija, širi i raste do neslučenih razmjera.

Svjesna ozbiljnosti problema korupcije Vlada RH odlučna je u svojim nastojanjima da iskorijeni korupciju iz društva. Sprječavanje korupcije na svim razinama ključ je uspješne antikorupcijske politike, ali i obveza RH koja proizlazi iz Konvencije UN-a protiv korupcije, te relevantnih dokumenata Vijeća Europe i Europske unije.

Ključne riječi: korupcija, Hrvatska, antikorupcijska politika

Abstract: The topic of this article is corruption in Croatia and activities that the Croatian government and other authorities, associations, and citizens as individuals have taken to suppress corruption, to detect it and sanction it.

Corruption undermines and destroys many values and hence is considered a great evil which, if not suppressed, spreads and grows to enormous proportions.

Being aware of the severity of the corruption problem the Croatian Government is committed in its efforts to eradicate corruption from the society. Preventing corruption at all levels is the key to a successful anti-corruption policy, but it is also an obligation of Croatia deriving from the UN Convention against Corruption and the relevant documents of the Council of Europe and the European Union.

Key words: corruption, Croatia, anti-corruption policy

1. UVOD

Kao predmet pravnih, socioloških, političkih i filozofskih rasprava korupcija je prisutna kroz cijelu povijest. Visoka razina korupcije ograničava investicije i ne događa se samo u siromašnim zemljama ili zemljama u razvoju, već je to svjetski problem. Korupcija nije samo ekonomski problem, nego je usko vezana i uz politiku.

Učinkovita reforma društva nije moguća ako akciju i sve aktivnosti u borbi i suzbijanju korupcije ne podupru vodeći političari. Privatizacija je jedan od načina kako se može smanjiti korupciju zato jer se imovina iz ruku državne kontrole i potencijalno ili stvarno korumpiranih službenika stavlja u privatne ruke i situacije u kojima se odluke donose na osnovi reakcija i stanja na tržištu.

U Hrvatskoj se u velikom broju slučajeva dogodilo upravo suprotno. Ostvarila se prijetnja koja je prisutna u procesu transformacije sredstava u privatno vlasništvo. Naime, upravo je taj proces transformacije koruptivna prilika. Umjesto da se potkupljuju službenici koji vode državna poduzeća i upravljaju državnom imovinom potkupljivali su se, ili se još potkupljuju, neki drugi službenici, oni koji provode prodaju državnih poduzeća i, općenito, državne imovine.

Korupcija koja uključuje visoke dužnosnike, kao što je to slučaj u Hrvatskoj, rezultira velikim deformacijama u funkcioniranju kako države tako i društva općenito.

2. DEFINICIJE I VRSTE KORUPCIJE

U svim društvima i kulturama korupcija je predstavljala i predstavlja nešto nepošteno, nezakonito i nemoralno. Razlika je samo u etiketama koje su se u različitim kulturama pripisivale i pripisuju njezinim pojavnostima.¹ Možemo dvojako odrediti korupciju – korupcija kao kršenje moralne norme i korupcija kao kršenje pravne norme. Korupciju je moguće, i zapravo najlakše, odrediti kao kršenje moralne norme.² Određenje korupcije kao kršenja moralne norme sugerira na nepogrešivo upozorenje da je društvo izgubilo pretpostavljene vrline. Korupcija je patološka pojava, sustavna aberacija u kojoj vladajuća politička klasa osobni interes stavlja iznad interesa političke zajednice. S tog motrišta korupcija se osuđuje kao nemoralna i štetna za političku konstituciju društva.

Riječ korupcija dolazi od latinske riječi corruptio (lat. corruptio - pokvarenost, kvarnost, izopačenost, razvrat, potkupljivanje, podmićivanje, potkupljene, podmićenje, kvarenje, truljenje, raspadanje, krivotvorenje (spisa, mjere, utega i sl.)).

Korupcija kao izuzetno štetna društvena pojava nedvojbeno narušava temeljne društvene vrijednosti. Zauzima mnogobrojne oblike s različitim sudionicima, okolinom, ulozima, tehnikama i različitim oblicima kulturne prihvatljivosti. Iako postoji velik broj stručnih članaka i konvencija koje se bave korupcijom još uvijek ne postoji globalno prihvaćena definicija korupcije. Jedna od najvažnijih i najopasnijih posljedica korupcije gubitak je javnog povjerenja u tijela prije svega državne, ali i drugih razina vlasti. To se posljedično negativno odražava na ukupni gospodarski razvoj društva. Pritom vjerodostojnost svake vlasti ne dovodi u pitanje samo

¹ Derenčinović, *Mit(o) korupciji*, str. 2.

² *Isto*, str. 39.

korupcija, već i sama sumnja u korumpiranost, te dojam korumpiranosti.³

Na pojavu korupcije i njezin intenzitet utječu brojni čimbenici. Kulturna razina i tradicija, nepostojanje odgovarajućih propisa i pravila, izostanak kontrole, netransparentnost i neodgovornost, slabo imovno stanje, nepostojanje profesionalne etike i drugi čimbenici vezani uz koncentraciju ekonomske moći u rukama malog broja pripadnika društva i povezanosti centara političke i ekonomske moći. Sve navedeno je osobito izraženo u društvima koja prolaze kroz proces privatizacije koji mogu uzrokovati potencijalno rizično ponašanje. No, to ne mora biti pravilo – u praksi se korupcija pojavljuje i tamo gdje nema tih čimbenika pa se može reći da je korupcija sklona pojaviti se svagdje gdje se ukaže "povoljna prilika."

2.1. Definicije korupcije

Korupcija spada u pojmove kojima je teško odrediti sadržaj jer se njezino značenje mijenja u različitom vremenskom, društvenom i političkom kontekstu. Neke od definicija korupcije su:

- "Korupcija je zlouporaba povjerenih ovlasti za privatnu korist." (Transparency International)
- "Korupcija je zlouporaba javnih ovlasti za privatnu Korist." (Svjetska banka)
- "Korupcija je devijantno ponašanje djelatnika javne uprave (izabраниh ili imenovanih) koje nije u skladu s njihovim zadacima po službenoj dužnosti, a primjenjuje se u cilju stjecanja privatnog bogatstva ili statusa pojedinca, uže obitelji ili povezane grupe ljudi." (Joseph Nye, 1967).

Ta je aktivnost stara koliko i ljudski rod, bolje rečeno, koliko i politička i ekonomska organizacija društva. Korupcija bi, u najširem smislu, bila, dakle, svaki oblik zloupotrebe ovlasti radi osobne ili skupne koristi bilo da se radi o javnom ili privatnom sektoru. To je svaki čin kojim se, suprotno javnom interesu, nedvojbeno krše moral i pravne norme, te povrjeđuju temelji vladavine prava.

Korumpiranom osobom se smatra svaka službena ili odgovorna osoba koja radi osobne koristi ili koristi skupine kojoj pripada zanemari opći interes koji je dužna štiti s obzirom na zakone, položaj i ovlasti koje su joj povjerene. Korumpiranom se smatra i građanin koji nudi ili pristaje na davanje zatraženog mita kako bi korumpirana osoba činjenjem, nečinjenjem ili propuštanjem činjenja pomogla u ostvarivanju koristi za pojedine osobe ili skupine. Pojavljuje se u gotovo svim područjima života i djelovanja, prisutna je u javnim institucijama, privatnom sektoru, u politici, u medijima, u gospodarstvu.

Korupcija može stvoriti neučinkovitost i nejednakost i u najboljem je slučaju inferiorna u odnosu na legalna plaćanja. Sveukupna eliminacija korupcije nikad neće biti moguća, ali se mogu poduzeti koraci za

³ Udruga općina u Republici Hrvatskoj: Istraživački Izvještaj: Smanjenje percepcije korumpiranosti u lokalnoj samoupravi "Spekulas", veljača – lipanj 2010., str.2.

ograničavanje njezinih dosega i smanjenje štete koju uzrokuje.⁴

Korupcija nije prirodna katastrofa: ona je hladna, iskalkulirana krađa mogućnosti muškarcima, ženama i djeci koja nisu u mogućnosti sami sebe zaštititi.

Aristotel govori o kvarenju političkih poredaka, govori o koruptivnim formama država. Machiavelli analizira gubitak valjanosti građanskog morala i uzoritosti vodećih ljudi. Montesquieu kod analize uzroka pada i propasti Rima navodi korupciju kao proces koji je tome na samo potpomogao nego i bio glavni znak gubitka moralne superiornosti Rima pred barbarima. I u običnom se govoru osjećaj nelagode i osude temelji na shvaćanju da je korupcija moralno zlo.⁵

2.2. Vrste korupcije

U literaturi se navode različite klasifikacije korupcije ovisno na kojem području se javlja i s obzirom na oblik koji poprima. "Osnovno je obilježje korupcije da ona proizlazi iz javne ovlasti i diskrecijske moći u donošenju odluka, te se najčešće govori o političkoj ili administrativnoj korupciji. Politička korupcija je prisutna među visokim državnim dužnosnicima i političarima koji imaju pravo donošenja političkih odluka odnosno povjerene visoke ovlasti iz kojih proizlazi i velika odgovornost da će pri obnašanju dužnosti zastupati javne interese."⁶ Administrativne ili birokratske korupcije odnose se na djelatnike javne uprave zadužene za provedbu odluka i propisa.

Derenčinović razlikuje individualnu, sistemsku, posrednu i natjecateljsku korupciju.⁷ Najčešći oblici korupcije su podmićivanje, pronevjera, sukob interesa, pristranost i iznuđivanje. Individualna korupcija se u najvećem broju slučajeva pojavljuje kao klasično podmićivanje. Radi se o korupcijskoj poziciji aktivnog podmićivača, davatelja mita, sudionika u procesu korupcije čija se inicijativna uloga katkad precjenjuje. Radi se o korupciji malih, običnih ljudi koji žive daleko od politike, sporta i svih onih scena koje bi njihova imena povezana s korupcijom dovele na naslovnice tiska. Sistemsku korupciju rezultat je osobitosti određenog sistema koji u cilju svoga održanja ili drugih egzistencijalnih razloga ne bira metode i sredstva autonomnog funkcioniranja. Za primjer može poslužiti tzv. afera Watergate (SAD) iz 1972. vezana za predsjednika Richarda Nixona. Kod posredne korupcije pitanje osobnog probitka je upitno odnosno nije značajno da se radi o osobnom probitku uopće, već o kakvoj vrsti osobnog probitka. Temelj je posredne korupcije praksa: podrži moj prijedlog, pa ću ja podržati tvoj itd. Takvo djelovanje, djelovanje na temelju pomiješanih motiva, znači da javni službenici postupaju s jedne strane za dobrobit svojih glasača, za dobrobit

⁴ Rose-Ackerman, *Korupcija i vlada – uzroci, posljedice i reforma*, str. 4.-5.

⁵ Kregar, "Pojava korupcije", HLJKPP 1/1997, str. 26.-27.

⁶ Budak, "Korupcija u Hrvatskoj: percepcije rasta, problemi ostaju", *Privredna kretanja i ekonomska politika*, br. 106, str. 68.

⁷ Derenčinović, n. dj., str. 16.-39.

čitave države, kao i za svoje vlastito dobro odnosno interes za reizbor ili neke druge buduće političke ambicije. Natjecateljska korupcija je ponajviše vezana za svijet sporta gdje se, kao i inače u životu slave i pamte pobjednici, dok su svi ostali uglavnom nevažni i brzo padaju u zaborav.

3. STANJE KORUMPIRANOSTI U HRVATSKOJ DO 2008. GODINE

U Hrvatskoj se poslovna etika i etično ponašanje pojavilo znatno kasnije u odnosu na zapadne zemlje. Dugo vremena poslovna etika i takvo ponašanje nije zaživjelo u punom smislu. Tamo gdje nema etičnosti i moralnosti u postupanju, tj. gdje takvo postupanje prođe nekažnjeno idealno je tlo za razvoj velikog zla – korupcije. Za korupciju se može ustvrditi da je jedno od najvećih, ako ne i najveće, zlo hrvatskog društva.

Odgovor na pitanje odakle dolazi kriza morala neki su našli u pola stoljeća izloženosti komunističkoj ideologiji. Drugi nedostatak morala pripisuju i nedavnoj hrvatskoj povijesti i domovinskom ratu. Opće je poznato da su pojedinci koristili ratnu situaciju za vlastiti probitak.⁸ "Poneki su u isto vrijeme branili svoje domove i kompromitirali svoju dušu nemoralnim poslovnim transakcijama.

Nakon rata svjedoci smo velike korupcije u procesu privatizacije javnih poduzeća."⁹ Mnogo je hrvatskih građana u to vrijeme preko noći ostalo bez posla ili su prijevremeno umirovljeni, osuđeni na život na rubu egzistencije. Nezaposlenost je od početka devedesetih konstantno rasla.

Za to su vrijeme drugi kupovali poduzeća koja su nekad bila privredni divovi za nekoliko kuna.¹⁰ Priča je to kako su nastali hrvatski tajkuni. Ti novopečeni bogataši promovirali su novi obrazac ponašanja koji se brzo proširio na cijelo društvo. Pošteni su preko noći postali budale, lopovi su karakterizirani kao uspješne osobe, a uz sve je bilo važno biti podoban, nacionalno i politički.

Korupcija u takvom okružju "cvate", a osobito je prisutna u velikim sustavima i organizacijama. Posljedice su brojne, štete ogromne. Postalo je skoro nemoguće ugovoriti veći posao ako ne poznajete osobu koja o tome odlučuje ili ako ju ne podmitite. Postali smo zemlja u kojoj je korupcija postala norma.

U razdoblju od 2002. do 2007. godine statistički podaci, promatrani po županijama, pokazuju, kako je najviše osoba osuđenih za koruptivna kaznena djela u županiji Grad Zagreb, 136, a najmanje u Međimurskoj županiji, samo 10. Bilo bi pogrešno zaključiti da su građani koji žive u županiji Grad Zagreb bili ili jesu najkorumpiraniji, a da su oni iz Međimurske županije najmanje korumpirani. Očekivano, najviše ih je u Gradu Zagrebu jer u toj županiji živi 1/4 stanovnika Hrvatske i posluje

⁸ Malović, "Kršćanski pogled na korupciju", u: Ivan KOPREK, Neda ROGOŠIĆ, Neda, (ur.) *Korupcija – Religijska - etička – praktična promišljanja*, , str. 11.

⁹ *Isto*, str. 11.-12.

¹⁰ *Isto*, str. 12.

gotovo 30% svih poduzetnika.¹¹

Istraživanje o stanju korupcije u Hrvatskoj, na uzorku od 1.000 ispitanika/ca, koje je na području cijele Hrvatske provela mreža nevladinih udruga za borbu protiv korupcije BURA te Centar za građanske inicijative, Poreč, pokazalo je kako ispitanici/e percipiraju korupciju u sljedećim segmentima vlasti, institucijama i organizacijama:

Institucije i organizacije	Indeks korumpiranosti ¹²
1. Političke stranke	8,23
2. Pravosuđe	8,18
3. Zdravstvo	7,96
4. Javna uprava/lokalna razina (gradska i općinska poglavarstva)	7,84
5. Javna uprava na državnoj razini (Vlada RH)	7,77
6. Hrvatski Sabor	7,56
7. Predstavnička tijela na lokalnoj razini (gradska i općinska vijeća)	7,45
8. Policija	7,39
9. Inspeksijske službe	7,34
10. Velike domaće tvrtke	7,25
11. Državno odvjetništvo	7,17

Tabela 1. Rezultati istraživanja o stanju korupcije u RH

4. STANJE KORUMPIRANOSTI U HRVATSKOJ OD 2008. DO 2010. GODINE

U razdoblju od 2008. do 2010. godine u Hrvatskoj nije promijenjeno dugi niz godina uvriježeno mišljenje da se posao ne dobiva kvalitetom, rokom isporuke i cijenom. Posao se kupuje, a oni od kojih se kupuje traže svoj postotak. To košta i odražava se na cijenu usluge ili proizvoda. Onima koji se žele u kratko vrijeme obogatiti nije prihvatljivo etično ponašanje, već razmišljaju na sljedeći način: "Kada bih se držao moralnih i nekih poslovnih normi, kada bih plaćao sve poreze i sve što treba, ubrzo bih propao."

Problem je što se u Hrvatskoj korupciju smatra uobičajenim oblikom ponašanja što pokazuju istraživanja koja je proveo Transparency International Hrvatska.¹³ U istraživanjima su doktori, bolnički supervizori, direktori vladinih ureda i zaposlenici u lokalnim vlastima označeni kao najkorumpiraniji od svih hrvatskih profesionalaca. Što se tiče institucija, pravni i zdravstveni sistem ima najgoru reputaciju kao i lokalna

¹¹ Izvor: Financijska agencija – Analiza financijskih rezultata poslovanja poduzetnika u RH u 2007.

¹² Pitanje je glasilo: "Ima li i koliko korupcije u sljedećim institucijama?" Pri izboru odgovora na skali postavljeni su samo ekstremi: 1 – korupcije apsolutno nema i 10 korupcija je osnovno pravilo ponašanja.

¹³ Internetska stranica Transparency International Hrvatska: www.transparency.hr/.

vlast. Istraživanje je pokazalo kako javnost smatra da se korupcija tijekom posljednje tri godine neprestano povećava.

Prema istraživanju koje je u svijetu i Hrvatskoj proveo Transparency International 2010. godine pod nazivom Globalni korupcijski barometar¹⁴ 42% Hrvata nije iskazalo povjerenje nijednoj instituciji, već su se izjasnili kako ne vjeruju nikome. Istraživanje je pokazalo da Hrvati ne vjeruju u borbu Vlade RH i motu o tome kako 'nema nedodirljivih', a koje njezina predsjednica, Jadranka Kosor, često ponavlja. Čak 56% njih smatra da je borba protiv korupcije neuspješna. Je li se i u kolikoj mjeri ovaj stav promijenio nakon nedavnih događaja koji se odnose na pokretanje istrage i uhićenja bivšeg premijera, Ive Sanadera, pokazat će neka nova, buduća, istraživanja.

Zabrinjavajuće je što čak 42% Hrvata nije iskazalo povjerenje nijednoj instituciji već se izjasnilo da ne vjeruju nikome. Ostali, koji su se odlučili za neku od institucija najveće su povjerenje dali medijima kojima vjeruje samo 18% ispitanika, te vladajućoj strukturi kojoj vjeruje tek 15% anketiranih građana što je porazan podatak. Indikativno je da iako građani Hrvatske vide korupciju svuda oko sebe samo njih 5% priznaje da su potplatili nekoga.¹⁵

Indeks percepcije korupcije za Hrvatsku u 2010. godini - Transparency International Hrvatska, 26.10.2010.
Rezultati istraživanja javnog mnijenja - sukob interesa u obnašanju javnih funkcija, rujan 2010.
Otvorenje twinning projekta iz programa IPA 2007 „Jačanje međuagencijske suradnje u borbi protiv korupcije”, 15.09.2010.
Početak rada Međunarodne antikorupcijske akademije, Beč, 2.09.2010.
Sjednica Povjerenstva za praćenje provedbe mjera za suzbijanje korupcije, 27.07.2010.
Sjednica Nacionalnog vijeća za praćenje provedbe Strategije suzbijanja korupcije, 7.12.2010.
Udruga općina u RH provela je projekt pod nazivom "Smanjenje percepcije korumpiranosti u lokalnoj samoupravi – SPEKULAS" s ciljem utvrđivanja spornih i potencijalno koruptivnih područja u propisima koji uređuju funkcionalne zadaće tijela u hrvatskim općinama.
Okrugli stol: "Financiranje političkih programa – problemi i rješenja", 7. i 8.06.2010.
Obilježeno prvih deset godina Transparency Internationala Hrvatska, 7.06.2010.
U sjedištu HEP-a održan uvodni seminar "Suzbijanje korupcije", 13.05.2010.
U HŽ Holdingu održan seminar na temu suzbijanja korupcije, 28.04.2010.
Vlada RH prihvatila revidirani Akcijski plan za suzbijanje korupcije, 18.03.2010.

¹⁴ Isto.

¹⁵ U susjednoj BIH građani se ne srame podmićivanja pa takav potez priznaje čak njih 23%. U Turskoj čak trećina građana, bez kompleksa, priznaje da se koristi mitom.

Sjednica Povjerenstva za praćenje provedbe mjera za suzbijanje korupcije, 10.03.2010.
Sjednica Povjerenstva za praćenje provedbe mjera za suzbijanje korupcije, 11.01.2010.
Sjednica Nacionalnog vijeća za praćenje provedbe Strategije suzbijanja korupcije na temu "Mjere koje se poduzimaju u visokom obrazovanju za suzbijanje korupcije i njihovi učinci", Hrvatski sabor, Zagreb 24.11.2009.
Sjednica Povjerenstva za praćenje provedbe mjera za suzbijanje korupcije, 23.11.2009.
5. sjednica Nacionalnog vijeća za praćenje provedbe Strategije suzbijanja korupcije na temu "Analiza zaštite zviždača u EU i hrvatska iskustva", Hrvatski Sabor, Zagreb, 5. studenoga 2009.
Radionica "Međuagencijska suradnja u provođenju i nadzoru antikorupcijskih programa", Zagreb 27.10.2009.
Okrugli stol: "Prvih godinu dana provedbe Akcijskog plana uz strategiju suzbijanja korupcije - postignuća i izazovi", Hrvatski sabor, 29.06.2009.
Okrugli stol Civilno društvo i država – suradnja u provedbi mjera suzbijanja korupcije, organizatori Ured za udruge Vlade RH, Ministarstvo pravosuđa, GONG, Transparency International Hrvatska, te Hrvatsko novinarsko društvo, 8.12.2008.

Tabela 2. Pregled događaja i aktivnosti koji doprinose suzbijanju korupcije u RH i podižu svijest javnosti o potrebi borbe protiv korupcije, u razdoblju od 2008. do 2010. godine

Jedan od navedenih aktivnosti i događaja odnosi se na pokretanje projekta iz programa IPA 2007, projekt "Jačanje međuagencijske suradnje u borbi protiv korupcije – Podrška Sektoru za suzbijanje korupcije Ministarstva pravosuđa" koji financira EU. Na taj način EU podupire Hrvatsku u daljnjem jačanju vladavine prava kroz učinkovitiju provedbu Nacionalne antikorupcijske strategije i pratećeg Akcijskog plana. Twinning projekt vrijedan 750.000 eura provode Ministarstvo pravosuđa Republike Francuske u suradnji s Uredom premijera Republike Italije i Ministarstvom uprave Republike Italije, i Ministarstvo pravosuđa RH. Njegova je provedba započela u svibnju 2010. i trajat će do siječnja 2012. godine. Glavni korisnik projekta je Sektor za suzbijanje korupcije Ministarstva pravosuđa. Sveobuhvatni cilj ovoga projekta je jačanje međuagencijske suradnje u borbi protiv korupcije kao i podrška Sektoru za suzbijanje korupcije Ministarstva pravosuđa. U sklopu projekta organizirat će se radionice i seminari za državne i pravosudne službenike na temu suzbijanja korupcije, te će se definirati protokol razmjene informacija između relevantna ministarstva i ostala državna tijela za suzbijanje korupcije u RH.

4.1. Antikorupcijski dokumenti i kampanje Vlade Republike Hrvatske

U Hrvatskoj je suzbijanje korupcije ne samo zadani politički kriterij kojeg valja ispuniti za članstvo u Europskoj uniji, već i nužna pretpostavka ekonomskog

blagostanja i društvenog napretka. Svjesna ozbiljnosti problema korupcije Vlada RH odlučna je u svojim nastojanjima da iskorijeni korupciju iz društva. Sprječavanje korupcije na svim razinama ključ je uspješne antikorupcijske politike, ali i obveza Republike Hrvatske koja proizlazi iz Konvencije UN-a protiv korupcije, te relevantnih dokumenata Vijeća Europe i Europske unije.

Na Indeksu percepcije korupcije Transparency Internationala Republika Hrvatska dobila je ocjenu 4,1 za 2007. godinu što je do tada bila najviša ocjena od kada se provodi ocjenjivanje percepcije korupcije u Hrvatskoj (od 1999. godine). Istu je ocjenu Hrvatska dobila 2009. i 2010. godine. Ova ocjena je pokazala da je postignut određeni napredak u borbi protiv korupcije. Usprkos određenom pomaku ostvareni rezultati nisu bili zadovoljavajući zbog čega je Vlada RH izradila i usvojila nove dokumente i pokrenula antikorupcijsku kampanju, čijom se provedbom želi suzbijati korupcija.

4.1.1. Antikorupcijska kampanja Vlade Republike Hrvatske

Vlada RH pokrenula je Antikorupcijsku kampanju kojoj je cilj podizanje javne svijesti o štetnosti korupcije i uključivanje građana u različite oblike njezinog sprječavanja. Antikorupcijska kampanja predstavljena je 25. veljače 2009. godine u Zagrebu.

U dokumentu se polazi od toga da je uspješna borba protiv korupcije ključna za zdravu budućnost hrvatskog društva. To je, također, i pretpostavka za ulazak Hrvatske u EU. S korupcijom se svakako treba obračunati zbog nas samih i dostojanstva Hrvatske, te dobiti njezinih građana.

Prema skali od 1 (bez korupcije) do 5 (potpuna korupcija)		
1.	Pravosuđe	4,1
2.	Političke stranke i zastupnička tijela	4,0
3.	Privatni sektor	3,9
4.	Javni službenici i činovnici	3,8
5.	Policija	3,7
6.	Školstvo	3,4
7.	Mediji	3,2
8.	Nevladine udruge	2,8
9.	Vojska i vjerske institucije	2,7

Tabela 3. Korupcijski barometar za 2010. godinu za RH

Vlada RH pokrenula je antikorupcijsku kampanju kojom se putem medija i neposrednim kontaktom s građanima nastoji utjecati na širenje svijesti o štetnosti korupcije unutar svih dobnih skupina, nastoji afirmirati pristup "nulte tolerancije" na korupciju, upoznati građane s politikom suzbijanja korupcije kao i ohrabriti ih na prijavljivanje korupcije. Sektor za suzbijanje korupcije Ministarstva pravosuđa izradio je koncept

antikorupcijske kampanje, te je zadužen za njeno tehničko provođenje.

Slogan kampanje je: "Korupcija - to nisam JA." Kampanja je edukativno-promidžbenog karaktera, a sastoji se od:

- promidžbe na televiziji putem animiranog tv spota "Propast društva",
- promidžbe na radiju putem radijskih spotova,
- pjesme "Korupcija (to nisam ja)", autora grupe Connect,
- oglašavanja na internetskim portalima,
- otvaranjem internetske stranice www.antikorupcija.hr,
- postavljanja oglasnih plakata,
- antikorupcijskih satova u srednjim školama.

U sklopu kampanje održavaju se i antikorupcijski sajmovi na gradskim trgovima, te druge promotivne aktivnosti. Obavijesti o borbi protiv korupcije, te kako je i gdje građani mogu prijaviti mogu se dobiti na internetskoj stranici www.antikorupcija.hr.

4.1.2. Strategija suzbijanja korupcije i Akcijski plan uz strategiju suzbijanja korupcije

Za učinkovitu borbu protiv korupcije nije dovoljna samo represija. Suvremeni trendovi suzbijanja korupcije sve više se okreću prevenciji na način da se prepoznaju rizici nastanka korupcije, te ih se preventivnim mjerama nastoji ukloniti odnosno pravovremenim usvajanjem zakona, izgradnjom institucija i osvješćivanjem građana i medija nastoji se preduhitriti i spriječiti korupciju prije nego do nje uopće i dođe.¹⁶

Do sada su donesena dva ključna antikorupcijska dokumenta: Strategija suzbijanja korupcije, koju je Hrvatski Sabor usvojio 19. lipnja 2008. godine (NN br. 75/08) (dalje u tekstu: Strategija) i Akcijski plan uz Strategiju suzbijanja korupcije (dalje u tekstu: Akcijski plan) koju je Vlada Republike Hrvatske usvojila 26. lipnja 2008. godine.

Strategijom su definirana načela, ciljevi i područja antikorupcijskog djelovanja za dulje vremensko razdoblje. Akcijski plan sadrži konkretne mjere i rokove ispunjenja, definira nadležnost institucija za njihovo provođenje i potrebna financijska sredstva.

U uvodnom dijelu Strategije suzbijanja korupcije,¹⁷ navedeno je da je korupcija štetna društvena pojava koja narušava temeljne vrijednosti društva. To se odnosi i na trgovačka društva (t.d.) u većinskom državnom vlasništvu, a osobito je primjenjivo u odjelu nabave i kod ugovaranja poslova sa vanjskim kooperantima.

Glavni elementi borbe protiv korupcije ugrađeni u Strategiju, na razini društva, su:

- obaveze poštivanja pravne procedure (načelo vladavine prava),
- usuglašavanja poslovne politike s najboljom praksom za učinkovito suzbijanje korupcije (načelo dobre prakse),

¹⁶ Internetska stranica Ministarstva pravosuđa: www.antikorupcija.hr.

¹⁷ Dokument je dostupan na internetskoj stranici Ministarstva pravosuđa: www.antikorupcija.hr.

- pune odgovornosti rukovodeće strukture za kreiranje i učinkovitu provedbu poslovne politike (načelo odgovornosti),
- donošenje i provedbu mjera sustavnog otklanjanja uzroka korupcije (načelo prevencije),
- stalni napredak u kreiranju i provedbi mjera za sprečavanje korupcije (načelo učinkovitosti),
- zajedničko djelovanje (načelo suradnje),
- provođenje Zakona o pravu na pristup informacijama (načelo transparentnosti),
- suradnje s civilnim društvom (načelo suradnje s civilnim društvom)
- do nazora provedbe poslovnih aktivnosti, procjene rizika i poduzimanje odgovarajućih mjera (načelo samoprocjene).

Plan je i namjera antikorupcijskim mjerama aktivno djelovati na ostvarenje prioriteta ciljeva, i to sljedećih:

- Cilj 1. Jačanje integriteta, odgovornosti i transparentnosti u radu.
- Cilj 2. Stvaranje preduvjeta za sprečavanje korupcije na svim razinama.
- Cilj 3. Afirmiranje pristupa nulte tolerancije na korupciju.

Akcijski plan uz Strategiju suzbijanja korupcije¹⁸ donesen je od Vlade RH 25. lipnja 2008. godine, a revidirani Akcijski plan u Strategiju suzbijanja korupcije¹⁹ Vlada RH donijela je 18. ožujka 2010. godine. Akcijski plan je zamišljen kao živi dokument koji se revidira svake godine u cilju praćenja i analize provedbe Strategije. Njime se razrađuju ciljevi definirani Strategijom suzbijanja korupcije. Akcijski plan treba omogućiti sustavan nadzor provedbe Strategije i predstavlja kontrolni mehanizam pomoću kojega će se moći vidjeti je li određena mjera provedena u potpunosti ili ju je potrebno redefinirati u skladu s novim potrebama.

Poglavlje posvećeno sprečavanju korupcije obrađuje područja koja su prepoznata kao najviše izložena riziku korupcije. Slijedom toga u tom poglavlju posebice se obrađuju: sprječavanje sukoba interesa u obnašanju javnih dužnosti, financiranje političkih stranaka, pravo na pristup informacijama, kodeksi ponašanja državnih službenika, gospodarstvo, javne financije, javne nabave, zaštita oštećenika i osoba koje u dobroj vjeri prijavljuju korupciju, pravosuđe, zdravstvo, znanost, obrazovanje i šport.

Revidiranim akcijskim planom uz Strategiju suzbijanja korupcije smanjuje se broj mjera, ali se istovremeno povećan broj tijela, ponajprije ministarstava, uključenih u njegovu provedbu. Akcijski se plan, nakon reduciranja, sastoji od 145 mjera, a kao nositelji mjera u provedbu plana uključena su nova ministarstva koja dosad nisu bila uključena.

U plan su tako uključeni ministarstva poljoprivrede, regionalnog razvoja, obitelji, prometa, turizma, a premijerka Kosor je kazala da se "osobita pažnja posvećuje nadzoru sredstava koja se kroz različite

potpore dodjeljuju i usmjeravaju građanima i udrugama". Revidiranim akcijskim planom želi se postići još čvršći nadzor, veća transparentnost financiranja stranaka, spriječiti sukob interesa, urediti prava na pristup informacijama, te educirati službenike.

4.2. Novi zakonski propisi – suzbijanje i sankcioniranje korupcije

Reforma pravosuđa jedan je od najvažnijih poslova koji Hrvatska treba obaviti tijekom priprema za ulazak u Europsku uniju. U tom važnom poslu izuzetnu ulogu ima javnost djelovanja i povjerenje javnosti u promjene koje nam donosi kompatibilnost s pravosudnim ustrojem Europske unije. Instrumenti za borbu protiv korupcije bitno su ojačani jer je donesen niz zakona koji bi trebali spriječiti i sankcionirati takve pojave. Za borbu protiv korupcije od primarne je važnosti postojanje ustaljenog zakonodavnog okvira kao i odgovarajućih institucija koje će omogućiti ostvarenje načela vladavine prava, te obavljati kontrolu i učinkovito suzbijati korupciju.

S namjerom što efikasnije borbe protiv organiziranog kriminala u RH doneseno je niz zakona, uredba i drugih podzakonskih akata u skladu s odredbama Europske unije koji se neposredno odnose na korupciju i borbu protiv korupcije dok su odredbe koje se odnose na korupciju ugrađene u čitav niz akata s ciljem što lakše prevencije i kažnjavanja djela koja se odnose na organizirani kriminal. Njihov je popis objavljen na internetskoj stranici Ministarstva pravosuđa.²⁰ Republika Hrvatska stranka je svih glavnih međunarodnopravnih instrumenata²¹ za suzbijanje korupcije.

Odredbe Zakona o radu i Zakona o državnim službenicima štite "zviždače" prilikom prijavljivanja korupcije, Kazneni zakon omogućuje oduzimanje imovine osuđenima za korupciju i organizirani kriminal, a Zakon o javnim nabavama trebao bi, pak, smanjiti korupciju na tom području.

Zaštita osoba koje prijavljuju koruptivna djela, tzv. "zviždača", propisana je sljedećim zakonskim propisima: Zakonom o radu, člankom 155 stavak 3, a odnosi se na zaštitu od nezakonitih otkaza radnika koji prijavi nelegalno postupanje odgovornim osobama ili nadležnim tijelima državne vlasti.

Zakon o državnim službenicima definira da službenik koji prijavi sumnju o korupciji ima pravo na zaštitu. Članak 14a jamči zviždaču anonimnost i nemogućnost gubitka radnog mjesta zbog prijave opravdane sumnje o korupciji. U istom članku navedene su i sankcije za zloupotrebu obaveza državnog službenika na prijavljivanje opravdane sumnje na korupciju. Članak 99 ovog Zakona propisuje i sankcije zbog ograničavanja ili uskraćivanja prava utvrđenim Zakonom službeniku koji prijavi sumnju na korupciju ili zlostavljanje tog službenika.

²⁰ Internetska stranica Ministarstva pravosuđa: www.antikorupcija.hr.

²¹ Isto.

¹⁸ Isto.

¹⁹ Isto.

Zakon o trgovini, u članku 57, navodi zaštitu radnika koji podnese prijavu zbog osnovane sumnje na korupciju odgovornim osobama ili tijelima državne vlasti.

Zakon o kaznenom postupku sadrži niz zakonskih odredbi za zaštitu ugroženog svjedoka kako bi mogao biti svjedok koji prijavljuje djelo korupcije.

Za korupciju je tajnost iznimno plodno tlo, a pojedinci i institucije vrlo lako postaju korumpirani kad ne postoji javno propitivanje onoga čime se bave. Kako danas građani RH javnu upravu opisuju kao korumpiranu, birokratiziranu, presporu, slabo prilagodljivu građanima i vođenu vlastitim interesima Zakon o pravu na pristup informacijama jedan je od pokušaja da se to promijeni. Građani, naime, imaju pravo znati kako njihov servis radi i radi li uopće na njihovu korist.

Pravo na pristup informacijama je pravo ovlaštenika (svaka domaća ili strana fizička ili pravna osoba koja zahtijeva pristup informaciji) na traženje i dobivanje informacije kao i obvezu tijela javne vlasti da omogući pristup zatraženoj informaciji odnosno da objavljuje informacije kada za to i ne postoji poseban zahtjev, već takvo objavljivanje predstavlja njihovu obvezu određenu zakonom ili drugim općim propisom.

Ono što našim zakonskim propisima nedostaje jest više volje i želje u njihovu provođenju, te sankcioniranje onih koji ih krše.

4.3. Institucionalni okvir za provođenje politike suzbijanja korupcije u RH

Počeci borbe protiv korupcije u RH i uvođenje prvih institucionalnih reformi u pravosudni i politički sistem koji se odnose na djelotvorniju pravnu i političku borbu protiv mita i korupcije vežu se uz proces otvaranja pregovora s Europskom unijom (EU) i naporima Hrvatske da udovolji vrlo strogim i rigoroznim zahtjevima EU. Dotada postojeći pravni okvir i zakoni koji su bili na snazi odnosno institucije koje su ih provodile nisu imale dovoljno jako oružje u borbi protiv sve opasnijeg prijetjećeg zla pod imenom korupcija.

U funkciji provođenja politike suzbijanja korupcije osim Državnog odvjetništva RH su i: Ured za sprečavanje pranja novca čiji je rad reguliran Zakonom o sprečavanju pranja novca (NN 69/97, 106/97, 67/01, 117/03, 142/03), Državna komisija za kontrolu postupaka javne nabave, Povjerenstvo za sprečavanje sukoba interesa u obnašanju javnih dužnosti čiji je rad reguliran Zakonom o sprečavanju sukoba interesa u obnašanju javnih dužnosti (NN 163/03, 25/04, 94/04), Državna revizija, Nacionalno vijeće za praćenje provedbe Strategije suzbijanja korupcije utemeljeno Odlukom Sabora RH o osnivanju Nacionalnog vijeća Povjerenstvo za praćenje provedbe mjera korupcije koje djeluje pri Vladi, te Antikorupcijski odjel pri Ministarstvu pravosuđa.

Međusobnom razmjenom podataka svih gore navedenih tijela s DORH-om, Ministarstvom financija, Ministarstvom pravosuđa, ali i svim drugim relevantnim državnim institucijama stvoren je temelj u borbi protiv korupcije.

4.4. Ured za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta

U borbi protiv korupcije ojačani su i organizacijski kapaciteti pa je uz Ured za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta (dalje: USKOK), kao specijalizirani dio državnog odvjetništva, razvijena cjelovita "uskočka vertikala" koja uključuje specijaliziranu policiju i suce.

Tijekom 2009. godine donesen je paket tzv. antimafijaških zakona koji čine Zakon o Uredu za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta čime su postavljeni temelji u borbi protiv organiziranog kriminaliteta, zatim novi Zakon o kaznenom postupku, Zakon o državnom odvjetništvu, Zakon o policijskim poslovima i ovlastima, te cijeli niz podzakonskih akata koji su usklađeni sa Zakonom o USKOKU i dio su vladine Strategije i Antikorupcijske kampanje.

USKOK je posebno tijelo unutar Državnog odvjetništva RH koje je osnovano 2001. godine sa sjedištem u Zagrebu čija se mjesna nadležnost prostire na području cijele Republike Hrvatske. Cilj njegova ustroja je što učinkovitije i efikasnije suprotstavljanje korupciji i organiziranom kriminalu dok su u svim ostalim slučajevima nadležna druga državna odvjetništva. Odjel tužitelja USKOK-a ima odsjeke u Splitu, Rijeci i Osijeku.

USKOK je osnovan iz razloga što postojeća mreža državnih odvjetništava i njihova nadležnost za postupanje u slučajevima koruptivnih kaznenih djela i kaznenih djela iz sfere organiziranog kriminala nije bila adekvatna u borbi protiv korupcije s obzirom na veliku opasnost i izuzetno štetna djelovanja takvih oblika kriminaliteta.



Shema 1. Struktura ustroja USKOK-a

Najzanimljiviji i prema građanima najistureniji svakako je Odjel tužitelja koji obavlja poslove državnog odvjetnika u skladu sa Zakonom o kaznenom postupku i drugim propisima, a osobito sukladno članku 16²² s tim da su njegove zadaće sljedeće:

1. Usmjeravati rad policije i drugih tijela u otkrivanju kaznenih djela iz članka 21. ovog zakona i zahtijeva prikupljanje podataka o tim djelima;
2. Predlagati primjenu mjera osiguranja prisilnog oduzimanja sredstava, prihoda i imovine ostvarene kaznenim djelom predviđene ovim zakonom i drugim propisima;

²² Zakon o Uredu za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta, NN 88/01, 12/02, 33/05 i 48/05-isp, 76/09.

3. Obavlja druge poslove prema rasporedu u Uredu.

Nadležnost USKOK-a proteže se na određeni krug tzv. koruptivnih kaznenih djela i na ona kaznena djela koja počinje grupe ili zločinačke organizacije. U članku 21 propisana su kaznena djela iz Kaznenog zakona u odnosu na koje USKOK obavlja poslove državnog odvjetništva.

Osnivanjem USKOK-a, preustrojanjem kriminalističke policije, formiranjem Policijskog nacionalnog ureda za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta DORH-a, osnivanjem tzv. "uskočkih odjela" na Županijskim sudovima u Zagrebu, Splitu, Rijeci i Osijeku, imenovanjem 61 suca koji će raditi na "uskočkim predmetima" početkom 2009. godine dovršena je takozvana "uskočka vertikala."

Rezultati borbe protiv korupcije i efikasnost uspostavljenog sustava vidljiv je svakodnevno oko nas. Nemoguće je nabrojiti sve slučajeve kojima se bavi USKOK što zbog toga jer su oni tajni, ali i zbog njihovog iznimno velikog broja. Neke od najvećih afera su sljedeće:

Afera Indeks - kupoprodaja ispita na fakultetima u Zagrebu;	Hrvatske autoceste - cestogradnja (troškovi gradnje autocesta i dr.)
Afera Podravka	Afera Fima medija
Slučaj Polančec	Afera Hypo banka
Afera Offside	Afera Kamioni
Akcija Maestro	Slučaj Ognjen Šimić
Afera Žužul i Skladgradnja	Slučaj Pevec
Slučaj Sanader	Slučaj Zagrebački Holding
Afera Kormilo	Afera Manager
Afera Titanik	Slučaj Balkan Ekspres

5. INDEKS PERCEPCIJE KORUPCIJE²³

Korupciju je vrlo teško mjeriti. Realno je korupciju nemoguće precizno izmjeriti s obzirom da podaci na kojima se mjerenje temelji po prirodi stvari ne mogu nikad biti potpuno pouzdani. Nitko ne može točno i pouzdano izmjeriti odnosno utvrditi koliki se godišnji iznos novca izgubi zbog koruptivnih pojedinaca i njihovih nezakonitih djelatnosti. Naime, korupcija ne preuzima samo novčani oblik, već se ona javlja i u drugim oblicima (pogodnosti, usluge, pokloni i dr.). U praksi postoje različita mjerenja od kojih su najpoznatija ona koje obavljaju Transparency International (IPK – Indeks percepcije korupcije) i Svjetska banka (Indeks kontrole korupcije).²⁴

²³ Internetska stranica Transparency International Hrvatska: www.transparency.hr/.

²⁴ Indeks kontrole korupcije jedan je od indikatora kvalitete upravljanja, Svjetska banka, online, dostupno na: info.worldbank.org/governance/wgi/mc_countries.asp

Indeks percepcije korupcije (engl. CPI) poredak je zemalja prema stupnju percepcije raširenosti korupcije među državnim službenicima i političarima. Sastavljen od podataka dobivenih iz stručnih ispitivanja vezanih za korupciju koje su provele razne ugledne ustanove. Odražava stajališta poslovnih ljudi i analitičara iz cijelog svijeta uključujući stručnjake iz ocjenjivanih zemalja.

Rezultat Indeksi percepcije korupcije (IPK) istraživanja pokazuje stupanj percepcije korupcije u određenoj zemlji. Redni broj na popisu zemalja pokazuje mjesto na kojem se određena država nalazi u odnosu na ostale države uključene u istraživanje.

IPK zahtijeva komplementarnu analizu kako bi objasnio zašto je neka država ostvarila određeni rezultat. IPK nije zamišljen kao indeks koji mjeri promjene tijekom vremena odnosno ocjene po godinama nisu usporedive, a ne odražava najnovije promjene u zemlji.



Grafikon 1. Indeks percepcije korupcije u Hrvatskoj od 1999. do 2010. godine

Prema Transparency Internationalu smatra se da u zemljama s ocjenom 5 i višom korupcija ne ugrožava daljnji razvoj gospodarstva i društva u cjelini. Hrvatska se ne nalazi u toj grupi nacija jer je na Indeksu percepcije korupcije Transparency Internationala za 2010. godinu Hrvatska na ljestvici od 0 (potpuna korupcija) do 10 (bez korupcije) ocijenjena sa 4,1, što je ista ocjena kao i prošle godine i na 62 je mjestu (među 178 zemalja).

Od ostalih hrvatskih susjeda Slovenija je na 27 (6,4), Crna Gora na 69, a Srbija s još 6 zemalja na 78 mjestu dok se Bosna i Hercegovina (3,2) nalazi se na 91 mjestu. Premda nije riječ o egzaktnim ocjenama koje se mogu u potpunosti uspoređivati i na temelju kojih se može tvrditi da se korupcija u nekoj zemlji povećava ili smanjuje prekidanje pozitivnog trenda sigurno nije ohrabrujuće i pokazuje da se reforme na području javne uprave i sudstva u Hrvatskoj trebaju još odlučnije provoditi. Hrvatska je ocjenu 4,1 imala i za 2007. godinu, a za 2008. je imala dosad najvišu ocjenu – 4,4. Indeks percepcije korupcije Transparency Internationala najopsežnije je svjetsko ispitivanje percepcije korupcije. Ono se provodi od 1995. godine, a 2010. godine

obuhvaćeno je 178 zemalja. Rezultati Indeksa percepcije korupcije sastavljeni su na temelju ukupno 13 ispitivanja koja je provelo 10 nezavisnih ustanova, a ispitanici su bili poslovni ljudi i analitičari.

Hrvatska je bila obuhvaćena s ukupno osam istraživanja, uz raspon ocjena od 3,4 do 5,2. Pri ocjenjivanju Hrvatske korištena su istraživanja za 2010. godinu koja su proveli Economist Intelligence Unit (ocjena 5,1), nevladina udruga Freedom House (3,8), Global Insights (4,7), Indeks transformacija zaklade Bertelsman (Bertelsman Transformation Index) (5,2), Svjetski izvještaj o konkurentnosti Instituta za razvoj upravljanja (Institute for Management Development) (3,7) i Globalni izvještaj o konkurentnosti Svjetskog gospodarskog foruma (World Economic Forum) (3,4). Od izvještaja za 2009. godinu korišten je Globalni izvještaj o konkurentnosti (3,4) te Svjetski izvještaj o konkurentnosti Instituta za razvoj upravljanja (3,6). Istraživanja su mahom provedena od sredine 2008. do sredine 2010. godine.

Indeksom percepcije korupcije ocjenjuju se sve razine rada tijela javne vlasti. Kod većine istraživanja ocjenjuje se koliko sam pravni okvir u nekoj zemlji onemogućava korupciju, a kod nekih se uzima u obzir koliko su pregledni i transparentni procesi izdavanja dokumenata u tijelima javne vlasti. Pojedini skandali imaju malo utjecaja na Indeks.

5.1. Istraživanje Ekonomskog instituta iz Zagreba o stvarnim korupcijskim iskustvima građana RH

Početkom lipnja 2011. godine Ekonomski institut iz Zagreba prezentirao je podatke dobivene projektom *Anketno ispitivanje kućanstava o korupciji i drugim oblicima kriminala u Hrvatskoj*.²⁵ Navedeno istraživanje provedeno je u okviru međunarodnog projekta *Anketa o korištenju javnih usluga i poštenju u javnim službama u zemljama Zapadnog Balkana u 2010.* za Ured Ujedinjenih naroda za droge i kriminal (UNODC). Projekt je financiran sredstvima Europske unije u okviru programa *European Commission CARDS Regional Action Programme 2006* i uz podršku norveške vlade. Nacionalni partner u Hrvatskoj bio je Ekonomski institut, Zagreb. Podaci su prikupljeni u ljeto 2010. godine anketiranjem oko 3.000 hrvatskih građana o percepciji prisutnosti korupcije i stvarnim iskustvima administrativne korupcije u kontaktima s djelatnicima javnog sektora.

U međunarodnoj se zajednici o korupciji često izvještava kao o slaboj točki zemalja Zapadnog Balkana, a čini se da se s takvim stavom slažu i sami građani Hrvatske. Hrvatski građani na ljestvici najvažnijih problema s kojima je njihova država suočena, korupciju smještaju odmah iza nezaposlenosti i rada Vlade. Anketa koju je proveo Ekonomski institut iz Zagreba bila je usmjerena na stvarna iskustva s administrativnom korupcijom te

pruža uvid u prirodu podmićivanja i postupke vezane uz podmićivanje. Radi se o vrsti sitne korupcije koja utječe na svakodnevni život običnih ljudi kroz njihove kontakte s javnom službom, pružateljem usluga koji igra toliko važnu ulogu u suvremenom društvu da čak devet od deset odraslih Hrvata dolazi s njim u kontakt u nekom trenutku tijekom godine.

Takav kontakt građani ostvaruju iz raznih razloga, od potrebe za zdravstvenom uslugom ili zbog upisa u školu do izdavanja nove putovnice ili vozačke dozvole, ali prema rezultatima ankete značajan broj takvih kontakata sumnjive su naravi. Premda postoje značajne razlike između hrvatskih regija, u prosjeku 18,2% hrvatskih građana u dobi od 18 do 64 godine ima posredno ili neposredno iskustvo s podmićivanjem javnog službenika svake godine. Dublji uvid u stvarne slučajeve podmićivanja pokazuje da je, među onim hrvatskim građanima koji su u tom razdoblju imali kontakt s javnom službom, 11,2% barem jednom dalo mito, a ti građani koji navode da su barem jednom u tom razdoblju sudjelovali u korupcijskom djelu, u prosjeku su zapravo dali mito jednom u tri mjeseca. Korupcija je najviše prisutna u Dalmaciji i zagrebačkoj regiji, dok je ona ispod nacionalnog prosjeka u Istri, Hrvatskom primorju i Gorskom kotaru.

Korupcija u svijetu ima tendenciju da bude uglavnom urbani fenomen dok je u Hrvatskoj, kao i u mnogim drugim zemljama Zapadnog Balkana, gotovo jednaka prisutnost korupcije u ruralnim i urbanim područjima (11% odnosno 11,3%). I premda u Hrvatskoj, sukladno očekivanjima, veći broj muškaraca nego žena daje mito, unatoč ustaljenim rodnim ulogama prema kojima su žene više zadužene za kućanske poslove, ta razlika među spolovima nije jako izražena (13,1% naspram 10%).

Žene su sklonije su tome da mito ne isplaćuju u novcu – već u obliku hrane ili pića, primjerice – dok muškarci češće daju mito u novcu. Mito se isplaćuje u novcu gotovo u polovici (44 posto) svih slučajeva podmićivanja u Hrvatskoj, a iako se radi o sitnoj korupciji, isplaćeni iznosi daleko su od beznačajnih: prosječni iznos mita je 2.050 kuna što, otprilike, odgovara iznosu od 280 eura.

Korupcija ne utječe samo na usluge koje javni sektor pruža građanima. Javna uprava najveći je poslodavac u zemlji, a sigurnost radnog mjesta u javnoj upravi i drugi povoljni radni uvjeti vrlo su poželjni. Otprilike 18% ispitanika, ili članovi njihovih kućanstava, natjecalo se za posao u javnom sektoru u posljednje tri godine, a među onima koji su taj posao i dobili svaki šesti (16%) ispitanik priznaje da je dao novac, poklon ili protuuslugu kako bi osigurao dobivanje radnog mjesta. Među onima koji nisu dobili posao postoji široko prihvaćeno mišljenje da su odlučujući faktori prilikom zapošljavanja bili poznanstva, nepotizam ili podmićivanje, dok svega 16% ispitanika vjeruje da se izbor kandidata temeljio na zaslugama.

5.1.1. Ključna saznanja vezana uz korupciju u Hrvatskoj²⁶

²⁵ Podaci iz ovoga poglavlja dostupni su na internetskoj stranici Ekonomskog instituta Zagreb: <http://www.eizg.hr/anketno-ispitivanje-kucanstava-o-korupciji-i-drugim-oblicima-kriminala-u-hrvatskoj-hr-HR/679.aspxn>.

²⁶ Podaci se navode u dokumentu Corruption report HRV, str. 5.-6., koji je dostupan na: <http://www.eizg.hr/>.

Prema mišljenju hrvatskih građana korupcija je treći po važnosti problem u Hrvatskoj odmah iza nezaposlenosti i rada Vlade.

- Devet od deset hrvatskih građana dolazi u kontakt s javnom službom u toku godine.
- U posljednjih 12 mjeseci, 18% hrvatskih građana bilo je posredno ili neposredno izloženo korupcijskom iskustvu s javnim službenikom.
- Prisutnost korupcije zabilježena je kod 11% građana koji su u tom razdoblju ostvarili kontakt s javnim službenikom.
- Nema značajnih razlika u prisutnosti korupcije između urbanih i ruralnih područja Hrvatske.
- Najveća stopa korupcije zabilježena je u Dalmaciji i zagrebačkoj regiji, dok je ona ispod nacionalnog prosjeka u Istri, Hrvatskom primorju i Gorskom kotaru.
- Svaka deseta žena u Hrvatskoj sudjeluje u podmićivanju, dok to isto čini 13% muške populacije.
- Ispitanici koji navode da su dali mito barem jednom u tom razdoblju, u prosjeku su zapravo dali mito četiri puta, odnosno jednom u tri mjeseca.
- Gotovo polovica (44%) mita isplaćena je u novcu, a više od trećine (37%) u hrani ili piću.
- Prosječni iznos mita isplaćenog u novcu u Hrvatskoj iznosi 2.050 kuna, što je otprilike 280 eura.
- U više od polovice (58%) slučajeva podmićivanja građani su sami ponudili mito, dok je u svakom dvanaestom slučaju (8%) javni službenik izričito tražio mito od građana.
- Mito se u Hrvatskoj najviše daje u svrhu ubrzanja postupka (35%) ili osiguranja boljeg tretmana (18%).
- Hrvatski građani su skloni podmićivanju policijskih službenika i djelatnika zaduženih za registraciju vozila kako bi izbjegli plaćanje kazne ili smanjili njezin iznos.
- Više od polovice slučajeva podmićivanja u Hrvatskoj odnosi se na mito dano liječnicima (56%), a više od trećine na mito dano medicinskim sestrama (36%).
- Među onim građanima koji odbijaju platiti mito, svaki četvrti (25 %) odbija dati mito policijskom službeniku, a gotovo svaki peti (19 %) odbija podmititi liječnika.
- Samo 2% građana koji su doživjeli korupcijsko iskustvo prijavljuje taj slučaj. Građani ne prijavljuju korupcijska iskustva jer od njih dobivaju neke koristi (26%) ili zato što su mito dali dobrovoljno, kao znak zahvalnosti (24%).
- Hrvatski građani ne vide smisao prijavljivanja korupcije. Više od polovice građana smatra kako će oni koji prijave korupciju vjerojatno to požaliti te da se ništa korisno neće oko toga poduzeti.
- Percepcije o vrlo raširenoj korupciji u javnom sektoru potvrđuju iskustva 16% ispitanika koji su se u posljednje tri godine poslužili mitom kako bi osigurali radno mjesto u javnoj upravi.
- Na posljednjim lokalnim i državnim izborima glasačima se nudio novac, roba i protuusluge da bi se pridobili njihovi glasovi: 4% građana dobilo je takvu ponudu na lokalnim izborima, a 3% na posljednjim parlamentarnim ili predsjedničkim izborima.
- U usporedbi s drugim oblicima kriminala, slučajeva korupcije ima više po ispitaniku od, primjerice, krađe, provale, pljačke i fizičkog napada, što je u skladu s prilično niskom stopom kriminala u Hrvatskoj, gdje se građani osjećaju sigurnima u svojim domovima nakon

što padne mrak te ne koriste napredne sustave za zaštitu doma.



Regije:

1. Zagreb
2. Sjeverna Hrvatska
3. Slavonija
4. Lika, Kordun, Banovina
5. Istra, Primorje, Gorski kotar
6. Dalmacija

Napomena: I do XX označavaju županije u Hrvatskoj.

Slika 1. Hrvatske regije pokrivena anketom

5.1.2. Raširenost i učestalost podmićivanja

Javni sektor igra veliku ulogu u suvremenom društvu. Bilo da se radi o posjetu liječniku, upisu u školu ili na fakultet, ili izdavanju osobnih dokumenata, da navedemo samo nekoliko primjera, građani i kućanstva ovise o uslugama javnog sektora zbog raznih razloga. Činjenica da devet od deset odraslih Hrvata navodi da je u posljednjih 12 mjeseci barem jednom ostvarilo kontakt s nekim javnim službenikom pokazuje koliko je važna uloga javnog sektora.

Potražnja za uslugama tog sustava je jasna, ali kada se radi o poštenju u pružanju i korištenju usluga javnog sektora, slika postaje zamagljena. Jedna od važnijih spoznaja proizašlih iz provedene ankete jest da je značajan broj hrvatskih građana (510.000, ili 18,2% odrasle populacije u dobi od 18 do 64 godine) imalo posredno ili neposredno iskustvo s podmićivanjem u kontaktu s nekim javnim službenikom u promatranom razdoblju. Podaci pokazuju da na svaka četiri građana koji tijekom godine daju mito nekom javnom službeniku dolazi jedan koji odbija udovoljiti takvom zahtjevu.

Kada je riječ o stvarno isplaćenom mitu prisutnost korupcije izračunava se kao broj građana koji su barem jednom u posljednjih 12 mjeseci nekom zaposlenom u

javnoj službi dali novac, poklon ili protuuslugu, među onim građanima koji su barem jednom u tom razdoblju ostvarili kontakt s nekim javnim službenikom. U tom smislu, prosječna prisutnost korupcije u Hrvatskoj iznosi 11,2% na nacionalnoj razini, premda postoje velike razlike u stopi korupcije između hrvatskih regija. Primjerice, stopa korupcije donekle je viša od nacionalnog prosjeka u zagrebačkoj regiji (14%) i Dalmaciji (13%) dok je znatno ispod prosjeka u Istri, Primorju i Gorskom kotaru (6%). Ne zamjećuju se značajnije razlike u stopi korupcije između gradskih (11,3%) i ruralnih (11%) područja na nacionalnoj razini. Nadalje, u Lici, Kordunu i Banovini dvostruko više muškaraca (16%) nego žena (8%) sudjeluje u korupcijskim djelima, a značajan disparitet između spolova zabilježen je i u zagrebačkoj regiji (17% muškaraca naspram 10% žena). Na nacionalnoj razini, međutim, 13% odraslih muškaraca, te 10% žena sudjeluje u korupcijskim radnjama.

U prosjeku svaki davatelj mita u Hrvatskoj mito daje dvojici javnih službenika, u dvije različite prilike, što znači da u prosjeku svaki ispitanik koji navodi da je barem jednom sudjelovao u podmićivanju, mito je dao četiri puta tj. jednom u tri mjeseca. Učestalost podmićivanja najveća je u zagrebačkoj regiji, a najmanja u Dalmaciji.²⁷

6. ZAKLJUČAK

Korupcija narušava temeljne vrijednosti u suvremenom demokratskom društvu ugrožavajući vladavinu prava, povjerenje u javne institucije i pravnu državu, pravednost, ravnopravnost, jednakost i sigurnost građana. Ona osobito umanjuje ekonomičnost i efikasnost javne uprave.

Hrvatska je u protekle dvije godine, u razdoblju od 2008. do 2010. godine poduzela određene aktivnosti na suzbijanju korupcije, a treba poduzimati još odlučnije korake ukoliko želi suzbijati korupciju na razinu koja neće ugrožavati poštenu tržišnu utakmicu i daljnji razvoj u svim segmentima društva i pravednu raspodjelu društvenog bogatstva. Za to postoji više uvjeta počevši od rada na zakonodavnom okviru pa do primjene preglednih procedura u radu tijela javne vlasti. Prema dosadašnjim iskustvima rast ocjene IPK od jednog boda rezultira rastom priljeva stranog kapitala od 0,5 posto bruto domaćeg proizvoda zemlje i rastom prosječnog prihoda za čak četiri posto. U tome leži odgovor zašto je korupcija štetna i koliko štetu nanosi cijelom društvu u cjelini i pojedincima.

Nije dovoljno izdavati zakone da bi ljudi postali pošteni. Hrvatska je izgradila zadovoljavajući zakonski okvir, te društvenu svijest o potrebi suzbijanja korupcije, ali u borbi protiv korupcije nedostaje učinkovitija implementacija mjera antikorupcijske politike. U tu borbu treba ući energičnije i tako dati do znanja da nulta tolerancija na korupciju nije tek fraza, nego odlučan stav cijelog društva.

Pozitivno je da je borba protiv korupcije postala nezaobilazna tema u političkim zbivanjima posljedica čega je činjenica da građani korupciju smatraju najvećim problemom u državi nakon nezaposlenosti, a čak 99,2% građana Hrvatske smatra da korupcija šteti razvoju društva.²⁸

Korupcija je izazov svima. Nema zemlje u kojoj ne postoji - ne smije, međutim, biti zemlje koja se ne bori protiv nje. Ne smije biti vlade koja joj popušta! To vrijedi i za Hrvatsku koja se nalazi u prijelomnom trenutku da pokaže i dokaže koliko želi i može biti učinkovita u borbi protiv korupcije.

7. LITERATURA

- [1] Anketno ispitivanje kućanstava o korupciji i drugim oblicima kriminala u Hrvatskoj, <http://www.eizg.hr/> [online] 14.VI.2011.
- [2] BEBEK, Borna, KOLUMBIĆ, Antun: POSLOVNA ETIKA II., izdanje; Sinergija nakladništvo d.o.o., Zagreb, 2005.
- [3] BUDAK, Jelena, Privredna kretanja i ekonomska politika, Ekonomski institut, Zagreb, 2006.
- [4] ČOH, Ćiril "Moć i nemoć etičkog poslovanja" (Predavanje) [online]. Dostupno na www.vels.hr/~ccoh/poslovna_etika/Tekstovi/Coh_%20Moc%20i%20nemoc%20eticnog%20poslovanja_predavanje.doc.
- [5] Državni zavod za statistiku, <http://www.dzs.hr/> [online] 10.XII.2010.
- [6] Financijska agencija, <http://www.fina.hr/> [online] 10.XII.2010.
- [7] GONG, <http://www.gong.hr/> [online] 9.XII.2010.;
- [8] Udruga općina u Republici Hrvatskoj: Istraživački Izvještaj: Smanjenje percepcije korumpiranosti u lokalnoj samoupravi "Spekulas", veljača – lipanj 2010., str. 2.
- [9] KADIĆ, Ružica, "Biti poslovno etičan je biti cool" [online]. Dostupno na <http://www.liderpress.hr/Default.aspx?sid=40566> [online] 25.III.2008.
- [10] KLAUŠKI, Tomislav, "Zviždači su najveće žrtve" [online]. Dostupno na <http://www.poslovni.hr/vijesti/zvizdaci-su-najvece-zrtve-72121.aspx>, 29.II.2008.
- [11] KOVAČIĆ, Leonardo: "Od etičke odgovornosti do političke neodgovornosti" (str. 155. – 161.)
- [12] KOS, Mladen, TRIPALO, Dražen: Komentar Zakona o Uredu za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta, Narodne novine, Zagreb, 2001.
- [13] KRASIĆ, Žager i dr.: Državna revizija, Masmedia, Zagreb, 2009.
- [14] KREGAR, Josip: "Pojava korupcije", HLJKPP 1/1997, str. 26.-27.

²⁷ Podaci se navode u dokumentu Corruption report_HRV, str. 11.-13., koji je dostupan na: <http://www.eizg.hr/>.

²⁸ Preuzeto s internetske stranice Transparency International Hrvatska: www.transparency.hr/.

- [15] LUCIJETIĆ, Rosana: "Predavanja iz kolegija Osobni razvoj i društvena odgovornost" POLITEHNIKA PULA-Visoka tehničko-poslovna škola, Pula, 2009/2010. <http://ithaka.politehnika-pula.hr/moodle/user/view.php?id=59&course=47> [on line].
- [16] MALENICA, Zoran, JENKIĆ, Ranka „Percepcija korupcije i borba protiv korupcije u RH“, Zbornik radova Pravnog fakulteta u Zagrebu-Izgradnja Institucija: Etika i korupcija, Sveučilišna tiskara, Zagreb, 2010., str. 37-38.
- [17] MALOVIĆ, Domagoj: "Kršćanski pogled na korupciju", u: KOPREK, Ivan, ROGOŠIĆ, Neda, (ur.): Korupcija – Religijska - etička – praktična promišljanja, Filozofsko-teološki institut Družbe Isusove, Zagreb, 2009.
- [18] Ministarstvo pravosuđa, <http://www.antikorupcija.hr> [online] 9.XII.2010.;
- [19] MRČELA, Marin, NOVOSEL, Dragan, ROGIĆ-HADŽALIĆ, Dubravka, Koruptivna kaznena djela 2002.-2007., Državni zavod za statistiku, Zagreb, 2009.
- [20] Partnerstvo za društveni razvoj <http://www.psd.hr/hr> [online] 18.XII.2010.
- [21] Povjerenstvo za odlučivanje o sukobu interesa <http://www.sukobinteresa.hr> [on line] 10.I.2011.;
- [22] Rumunjsko akademsko društvo, "Vodič kroz sukob interesa", internetska stranica Partnerstvo za društveni razvoj, <http://www.psd.hr/hr/index.php?content=page&kat=39>, [online] 29.XII.2008.
- [23] ŠKRABALO, Marina: „Društveno odgovorno poslovanje u Hrvatskoj: trendovi i inicijative“ [online] http://www.aed.hr/images/obavijesti/conf_hr/Marina_Skrabalo.ppt, 19.X.2006.
- [24] Transparency International Hrvatska <http://www.transparency.hr/> [online] 10.XII.2010.;
- [25] Vlada Republike Hrvatske, <http://www.vlada.hr/> [online] 10.XII.2010.

ZAVRŠNI RADOVI – ELEKTROTEHNIKA
od 01.10.2010. do 31.05.2011.

	IME I PREZIME	TEMA ZAVRŠNOG RADA	MENTOR
1	Ban Mario	Upravljanje u stvarnom vremenu pomoću Matlab Simulinka	dr.sc. Zlatan Ribić, dipl.ing.
2	Živoder Matija	Pojačalo za registraciju bioelektričnih potencijala	dr.sc. Zlatan Ribić, dipl.ing.
3	Glavina Miroslav	ADSL tehnologija širokopojasnog pristupa Internetu	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
4	Brkiš Saša	Automatizacija pogona za brušenje radijatorskih članaka	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
5	Popijač Bojan	Električni vučni motori	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
6	Bregović Bojan	Opis arhitekture mikrokontrolera Microchip PIC16F84A	Josip Huđek, dipl.ing.
7	Črep Zoran	Temeljni koncept razvoja programske podrške za mikrokontroler Microchip PIC16F84A	Darko Marković, dipl.ing.
8	Golubić Matija	Akvizicija bioloških signala i njihov prikaz	mr.sc. Miljenko Brezovec, dipl.ing.
9	Horvat Miroslav	Interface digitalnog audiometra	Darko Marković, dipl.ing.
10	Gluhak Nenad	Mjerenje vibracije u industrijskim postrojenjima	mr.sc. Mario Punčec, dipl.ing.
11	Rački Igor	Značaj mehaničke impedancije kod monitoringa stanja mehaničkih struktura	Darko Marković, dipl.ing.
12	Lazar Vjekoslav	Primjena vizualizacije u laboratorijskim mjerenjima iz kolegija Mjerenja u elektrotehnici	Darko Marković, dipl.ing.
13	Štauber Saša	Jednofazni kolektorski strojevi	dr.sc. Branko Tomičić, dipl.ing.
14	Kralj Dejan	Automatski sustav doziranja i održavanje boje SDB-VM 5/800	mr.sc. Mario Punčec, dipl.ing.
15	Makar Marko	Postupak stjecanja statusa povlaštenog proizvođača električne energije na primjeru male solarne elektrane	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
16	Sever Manuel	Vizualizacija sustava mikroprocesorskog nadzora pri skladištenju poljoprivrednih sirovina	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
17	Šafarić Predrag	Izgradnja bežične mreže sa tri pristupne točke spajanja	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
18	Triplat Božidar	Upravljanje i regulacija uvjetima u zaštićenim prostorima namjenjenim poljoprivrednoj proizvodnji	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
19	Pavlek Tomislav	Transformator u štednom spoju	dr.sc. Branko Tomičić, dipl.ing.
20	Keglević Kristijan	Zaštita motora u elektromotornim pogonima	Josip Huđek, dipl.ing.
21	Augustović Ivo	Razvoj programske podrške za mikrokontroler Microchip PIC16F887	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
22	Gazdek Stjepan	Elektromotorni pogoni s nezavisnim istosmjernim motorom	dr.sc. Zlatan Ribić, dipl.ing.
23	Zorić Petar	Softver digitalnog audiometra	mr.sc. Mario Punčec, dipl.ing.
24	Furdi Nikola	Bežična regulacija rasvjete pomoću ZigBee protokola	Darko Marković, dipl.ing.
25	Igrec David	Realizacija makete CNC stroja npomoću mikrokontrolera	mr.sc. Ladislav Havaš, dipl.ing.
26	Mikac Neven	Mjerenje vlage i temperature	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
27	Mikulek Sanja	Simulator elektrokardiografskog signala	mr.sc. Mario Punčec, dipl.ing.

28	Mikulek Sanja	Električni stimulator živaca i mišića upravljani PIC mikrokontrolerom	dr.sc. Branko Tomičić, dipl.ing.
29	Biškup Željko	Automatizirana javna garaža	Darko Marković, dipl.ing.
30	Cmrečak Matija	Sklopovi s operacijskim pojačalom i VF pretvarač	dr.sc. Branko Tomičić, dipl.ing.
31	Hulama Zlatko	Sustav za pohranu i obradu podataka dobivenih od RFID čitača	Darko Marković, dipl.ing.
32	Puclin Vedran	Čitač beskontaktnih RFID kartica	dr.sc. Zlatan Ribić, dipl.ing.
33	Rodeš Ivan	Zeleni val	mr.sc. Ivan Šumiga, dipl.ing.
34	Dušak Nikola	Bežično upravljanje mikrokontrolerom PIC16F877A pomoću RF veze	mr.sc. Mihael Kukec, dipl.ing.
35	Županec Matija	Upravljanje i vizualizacija pješачkog prijelaza kod škole	mr.sc. Mario Punčec, dipl.ing.
36	Hobor Nikola	Upravljanje i vizualizacija za horizontalnu prešu balirku HPB-40t-Tehnix, Donji Kraljevec	mr.sc. Mario Punčec, dipl.ing.
37	Pintarić Danijel	Elektromotorni pogon žičanih teretnih dizala	Josip Huđek, dipl.ing.

**ZAVRŠNI RADOVI – MULTIMEDIJA, OBLIKOVANJE I PRIMJENA
od 01.10.2010. do 02.06.2011.**

	IME I PREZIME	TEMA ZAVRŠNOG RADA	MENTOR
1	Kosec Ivana	Korelacija ugode i boje interijera "Caffe bara"	doc.dr.sc. Igor Zjakić
2	Vidović Martina	Uloga psihologije boja u doživljaju kvalitete šampona	doc.dr.sc. Igor Zjakić
3	Čelan Vladimira	Apstraktna fotografija	Mario Periša, dipl.ing.
4	Gradečak Martina	Razlika u pripremi informativnog sadržaja za tisak, radio i televiziju	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
5	Horvat Nikola	Prototipna aplikacija za izradu i uređivanje vektorske grafike temeljena na JavaFX platformi	mr.sc. Mihael Kukec, dipl.ing.
6	Vidović Tomislav	Izrada elektroničke knjige	mr.sc. Mario Tomiša
7	Šinko Ivan	Tehnička realizacija televizijskih reklamnih poruka	mr.sc. Dragan Matković, dipl.ing.
8	Divković Mladen	velv.alumni: koncepcija formiranja društvene mreže bivših studenata Veleučilišta u Varaždinu	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
9	Lajtman Marko	Glazbena produkcija rockabilly skladbe uz dodatak zvuka velikog jazz-orkestra	mr.sc. Robert Logožar, dipl.ing.
10	Tenšić Marko	Izvedba B2C elektroničkog poslovanja	mr.sc. Vladimir Stanislavljević, dipl.ing.
11	Agnezović Ivan	Nelinearna video montaža	mr.sc. Dragan Matković, dipl.ing.
12	Grabovac Tomo	Nacionalni brand kao element u promociji i oglašavanju proizvoda	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
13	Katavić Tin	Liderstvo služenjem - prednosti, mane, primjeri i alternative	mr.sc. Mario Tomiša, dipl.ing.
14	Pravdić Igor	Integrirana marketinška komunikacija na Internetu	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
15	Čurić Filip	Projektiranje i razvoj baze podataka za web sustav aukcija	mr.sc. Ladislav Havaš, dipl.ing.
16	Matić Gordon	Utjecaj aplikacije Adobe Photoshop na percepciju stvarnosti	Damir Vusić, dipl.ing.
17	Zorko Anja	Čitljivost otiska na ambalaži	Damir Vusić, dipl.ing.

18	Bujan Sanja	Primjena brainstorming metode pri izboru najkreativnijeg rješenja	mr.sc. Mario Tomiša, dipl.ing.
19	Denac Ivana	Istraživanje motivacije za kupnju kod djece	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
20	Plasajec Krešo	Komunikacijski kodovi u interpersonalnoj komunikaciji	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
21	Domjan Mladen	Utjecaj računalne tehnologije na razvoj društva	prof.dr.sc. Nikola Mrvac
22	Hoblaj Jurica	Radiodifuzija zemaljskog digitalnog televizijskog signala	mr.sc. Dragan Matković, dipl.ing.
23	Vršić Marinko	Proizvodnja dokumentarnog filma	mr.sc. Dragan Matković, dipl.ing.
24	Prstec Josip	Primjena CTP sustava u suvremenoj umjetnosti	dr.sc. Marin Milković
25	Ujlaki Krešimir	CTP sustavi za fleksotisak	dr.sc. Marin Milković
26	Kuzmić Ana	Utjecaj tipografije na doživljaje ljudi	mr.sc. Mario Tomiša, dipl.ing.
27	Šomođi Vanja	Osvježanje identitetskog sustava tvrtke Metalmoda	mr.sc. Mario Tomiša, dipl.ing.
28	Petković Bojan	Birt sustav za izradu izvještaja	mr.sc. Vladimir Stanisavljević, dipl.ing.
29	Sever Boris	HTML5 i zaštita elektroničkih sadržaja	mr.sc. Vladimir Stanisavljević, dipl.ing.
30	Šipek Zoran	Prilagodba sustava elektroničke prodaje mobilnom pristupu	mr.sc. Vladimir Stanisavljević, dipl.ing.
31	Dragica Ivana	Novinska fotografija	Mario Periša, dipl.ing.
32	Bartolić Marko	Usporedba velikoformatnih pisaača	Damir Vusić, dipl.ing.
33	Kelava Mirjana	Internet preglednik Opera 10.60 - prednosti i mane	Damir Vusić, dipl.ing.
34	Kelnarić Danijela	Autodesk Maya – Tehnike modeliranja i teksturiranja	Damir Vusić, dipl.ing.
35	Ivec Damir	Mogućnosti i nadogradnja nekih open source CMS-ova	mr.sc. Mario Tomiša
36	Jug Tamara	Projekt izrade korisničkog sučelja web stranice studenata studija "Multimedija, oblikovanje i primjena"	Damir Vusić, dipl.ing.
37	Horvat Alen	Javna edukacijska kampanja kao element osvješćivanja društva	Darijo Čerepinko, dipl.ing.
38	Jakobović Elvis	Internetski videoprilog kao nova medijska forma	mr. sc. Dragan Matković, dipl.ing.
39	Topolnjak Zdravko	Programska podrška Web sustava za prikaz prostornih podataka	mr.sc. Mihael Kukec, dipl.ing.
40	Lach Ana Marija	Prijedlog vizualnog identiteta studija Multimedija, oblikovanje i primjena	mr. sc. Mario Tomiša, dipl.ing.

**ZAVRŠNI RADOVI – PROIZVODNO STROJARSTVO
od 01.10.2010. do 31.05.2011.**

	IME I PREZIME	TEMA ZAVRŠNOG RADA	MENTOR
1	Levačić Dimitrije	Mjerenje snage i sastava dimnih plinova za pirolitički kotao "Biotec"	Damir Mađerić, dipl.ing.
2	Vurušić Saša	Razvoj injekcijski prešane plastomerne spajalice	Božo Bujanić, dipl.ing.
3	Kapusta Danijel	Razrada matematičkog modela za izradu planova uzorkovanja	dr.sc. Živko Kondić, dipl.ing.
4	Trojnar Ivan	Ciklonski odvajač drvnih čestica u sustavu pneumatskog transporta	dr.sc. Ante Čikić
5	Rajf Robert	Tehnologija zavarivanja kućišta generatora	prof.dr.sc.Ivan Samardžić, dipl.ing.
6	Horvat Ivan	Statistička analiza podataka u procesu kontrole kvalitete žice	dr.sc. Živko Kondić, dipl.ing.
7	Varović Nino	Laboratorijska učilica za pneumatiku, koncept i izrada	Franjo Maroević, dipl.ing.
8	Cerovečki Dejan	Upravljanje procesom razvoja i proizvodnje armature LZ 1600 2E	mr.sc. Zlatko Botak, dipl.ing.
9	Levačić Fillip	Analiza pogrešaka pri injekcijskom prešanju	Božo Bujanić, dipl.ing.
10	Ehrenreich Teo	Proizvodni postupak izrade klizne šalice alata	mr.sc. Zlatko Botak, dipl.ing.
11	Ciglar Igor	Upravljanje i primjena robota za zavarivanje "REIS TOBOTICS RV6L"	mr.sc. Zlatko Botak, dipl.ing.
12	Kalšan Miroslav	Osiguranje kvalitete pri izradi poklopca tlačne posude	dr.sc. Živko Kondić, dipl.ing.
13	Radmanić Boris	Projektiranje i razrada hladnjače manjeg kapaciteta, za čuvanje jabuka	Damir Mađerić, dipl.ing.

**ZAVRŠNI RADOVI – GRADITELJSTVO
od 01.10.2010. do 31.05.2011.**

	IME I PREZIME	TEMA ZAVRŠNOG RADA	MENTOR
1	Habunek Nikola	Niskotemperaturne asfaltne mješavine	doc.dr.sc. Božo Soldo, dipl.ing.
2	Sedlar Igor	Organizacija građenja dogradnje gospodarskog dijela stambeno-poslovne zgrade u Vinici	Mirna Amadori, dipl.ing.

**ZAVRŠNI RADOVI – TEHNIČKA I GOSPODARSKA LOGISTIKA
do 13.07.2010. do 10.03.2011.**

	IME I PREZIME	TEMA ZAVRŠNOG RADA	MENTOR
1	Kolačko Ivica	Poboljšanje tehnologije održavanja uređaja za hlađenje i točenje piva	dr.sc. Živko Kondić
2	Kondić Veljko	CE oznaka i slobodni protok proizvoda na tržištu EU	dr.sc. Dragutin Funda
3	Kranjčec Željka	Implementacija HACCP-a u sustav Prehrane d.o.o. Varaždin	dr.sc. Dragutin Funda
4	Mucko Mirjana	Poslovne funkcije i organizacijska struktura poduzeća	dr.sc. Dragutin Funda
5	Premužaj Siniša	Poboljšanje poslovnih procesa u Hrvatskim željeznicama primjenom operativnog programa restrukturiranja prometa roba i usluga	dr.sc. Dragutin Funda
6	Štruk Dražen	Prilog poboljšanju održavanja dizel-električne	dr.sc. Živko Kondić

		lokomotive serije 2062	
7	Vrčec Darko	Uloga vuče vlakova u radu logističko – distribucijskih centara	prof.dr.sc. Čedomir Ivaković
8	Šimunko Nenad	Razrada tehnologije preventivnog održavanja CNC tokarilice DAEWOO LYNX 220	dr.sc. Kondić Živko
9	Mošmondor Saša	Distribucija pive u Hrvatskoj	prof.dr.sc. Čedomir Ivaković
10	Srnc Anja	Analiza i unapređenje logistike u poduzeću OBO Bettermann d.o.o	doc.dr.sc. Goran Đukić
11	Šopar Neven	Uloga cestovnog transporta u distribuciji i dostavi paketnih pošiljki	dr.sc. Čedomir Ivaković
12	Vočanec Marina	Primjena transportnih klauzula u logističkoj djelatnosti	prof.dr.sc. Čedomir Ivaković
13	Završki Mihael	Analiza logistike skladištenja gotove robe u poduzeću Vetropack Straža	doc.dr.sc. Goran Đukić
14	Kačarević Damir	Procedura procesa nabave u proizvodnom poduzeću	mr.sc. Sanjana Buć
15	Novak Deni	Ključni čimbenici planiranja nabave	mr.sc. Sanjana Buć
16	Šarc Danijel	Upravljanje zalihama u logističkom opskrbnom lancu	mr.sc. Sanjana Buć
17	Ratković Aleksandar	Analiza procesa nabave sirovina za industrijske pogone	dr.sc. Kristijan Rogić
18	Kučej Nedeljko	Porez na dodanu vrijednost u Republici Hrvatskoj (analiza i prilagodba EU)	Tomislava Majić, mag.oec.
19	Melnjak Nenad	Sustav upravljanja sigurnošću informacija	Tomislava Majić, mag.oec
20	Mesek Danijel	Implementacija HACCP-A u preradi mesa	Tomislava Majić, mag.oec
21	Vincek Mario	Porez na dobit	Tomislava Majić, mag.oec
22	Kuzma Tamara	Veleprodaja	mr.sc. Goran Kozina
23	Lodeta Zrinka	Unapređenje prodaje i primjer tvrtke Henkel	mr.sc.Goran Kozina
24	Strmečki Kristina	Oglašavanje i odnos s javnošću	mr.sc. Goran Kozina
25	Jambrović Slaven	Razvoj podatkovnog terminala	Božo Bujanić, dipl. ing.
26	Košić Kristina	Poslovna funkcija nabave u poduzeću Vagros d.o.o.	mr.sc. Goran Kozina
27	Melnjak Marinela	Nabava i proces naručivanja u poduzeću Podravka d.d.	mr.sc. Goran Kozina
28	Perčić Manuela	Poslovna funkcija nabave u poduzeću	mr.sc. Goran Kozina
29	Purić Gordana	Sustav upravljanja kvalitetom u poduzeću Međimurske vode d.o.o.	mr.sc. Goran Kozina