

**UNIVERZITET
U ZENICI**



**CENTAR ZA
INOVATIVNOST I
PREDUZETNIŠTVO**



**TEMPUS PROJECTS:
ENTREPRENEURSHIP
AND INNOVATION
CENTRE AT THE UNZE
AND COMPETENCE**



Tempus

**U SARADNJI SA:
WUS AUSTRIA –URED GRAZ
BUSINESS START-UP CENTAR ZENICA
MINISTARSTVO PRIVREDE ZENIČKO-DOBOJSKOG KANTONA
REGIONALNA EKONOMSKA ZAJEDNICA CENTRALNE BIH – REZ
ZENICA
IPI-INSTITUT ZA PRIVREDNI INŽENJERING ZENICA
GRAD ZENICA**

Zbornik radova

"TECHNO-EDUCA 2009."

**(Tema: Pokaži kompetencije za budući posao
Topic: Show the Competences for your Future Jobs)**

Proceedings

Studentska naučno-stručna konferencija

Students' Scientific and Expert Conference

Urednik/Editor: prof. dr sci. Darko Petković

Zenica, maj-May, 2009.

Izdavač:

Centar za inovativnost i preduzetništvo
UNIVERZITETA U ZENICI

tel. + 387 32 444 430, 444 420

fax. + 387 32 444 431

e-mail: rektorat@unze.ba

www. unze.ba

Fakultetska 1, 72 000 ZENICA

Bosna i Hercegovina

Za izdavača:

Rektor prof. dr sci. Sabahudin Ekinović, dipl.inž.maš.

Urednik :

V. prof. dr sci. Darko Petković, dipl.inž.maš.

Korice:

Derviš Dervišević

DTP:

mr. Ibrahim Plančić, dipl.inž.maš.

Izdato u:

300 primjeraka (štampane + CD verzije)

Štampa:

Feta-Grand

Zacarina 1

Za štampariju: Ing. Samir Fetić

PREDGOVOR

Poštovana/i,

U ovom Zborniku su predstavljeni radovi studenata različitih nivoa studija (dodiplomski, postdiplomski i doktorski) i njihovih mentora nastalih kao rezultat seminarskih, projektnih, diplomskih i drugih vrsta istraživanja. Nažalost, ove godine studentsku konferenciju ne prati Sajam ZEPS Intermetal koji je omogućavao da veći broj poslodavaca upozna studente a u isto vrijeme da se kroz "job-fair" studenti upoznaju sa poslodavcima. Zbog globalnih svjetskih problema Sajam ZEPS Intermetal je otkazan i pomjeren za termin održavanja generalnog sajma ZEPS u oktobru 2009.godine.

Inače, ovo je treća manifestacija TECHNO-Educa 2009 pod naslovom: Pokaži kompetencije za buduće poslove. Ono što nas posebno raduje je činjenica da konferencija sve više dobija multidisciplinarni pristup koji nije više samo tehnički i tehnološki nego i ekonomski, pravni i dr. Raduje nas i činjenica da i pored otkazivanja Sajma konferencija ostaje da živi i da povezuje studenata iz BiH i univerziteta iz regiona Zapadnog Balkana (Novi Sad, Ljubljana, i dr.).

Sva ekspertska rješenja izlaska iz krize predlažu nam povećanje proizvodnje. U vremenu kada BiH i zemlje regiona imaju premanentni nedostatak tehnički obrazovane radne snage koja će biti garant budućeg privrednog razvoja BiH ova konferencija ima svoje posebno mjesto i značaj. Želimo da vjerujemo i da se nadamo da će u godinama koje dolaze ovaj problem biti sve manje izražen te da će studenti koji na ovoj konferenciji izlažu svoje radove biti nosioci nekog novog razvoja BiH i regiona.

Organizator konferencije Centar za inovativnost i preduzetništvo Univerziteta u Zenici je svjestan da organizaciju TECHNO-EDUCE 2009 prate određeni problemi i propusti. U godinama koje su pred nama činit ćemo dodatne napore da svaka nova TECHNO-EDUCA postane respektabilna manifestacija okupljanja studenata i profesora. U tom smislu želimo Vam uspješan rad tokom manifestacije te izražavamo nadu da će publikovani radovi pobuditi Vašu naučnu znatiželju.

Zenica, maj, 2009.

Urednik Zbornika
Prof.Dr sci. Darko Petković

**ORGANIZACIJSKI ODBOR SE ZAHVALJUJE SVIMA KOJI SU NA BILO KOJI
NAČIN POMOGLI DA SE MANIFESTACIJA "TECHNO-EDUCA 2008" ODRŽI
A POSEBNO HVALA DUGUJEMO:**

GRAD ZENICA

REZ - REGIONALNA EKONOMSKA ZAJEDNICA REGIJE CBIH – ZENICA

MINISTARSTVO PRIVREDE VLADE ZE-DO KANTONA

MINISTARSTVO OBRTA, RAZVOJA I PREDUZETNIŠTVA VLADE FBIH

WUS AUSTRIA –URED GRAZ

BUSINESS START-UP CENTAR ZENICA

ALFA-THERM D.O.O. MOSTAR

EKONOMSKI FAKULTET UNIVERZITETA U ZENICI

REVIDENT D.O.O. GRUDE

ITC D.O.O. ZENICA

Organizacijski odbor

- Prof.Dr Darko Petković, predsjednik, UNZE
- V.asistent Mr Sci. Ibrahim Plančić, sekretar, CIP UNZE
- V.asistent Mr Sci. Sabahudin Jašarević, CIP UNZE
- V.asistent Mr Sci. Samir Lemeš, CIP UNZE
- V.asistent Dr Sci. Ismar Alagić, CIP UNZE
- Adi Kovačević, WUS Austria, Grac
- Nina Taso, WUS Austria, Grac
- Mr sci. Nino Serdarević, BSC Zenica
- Amir Abazović, Ministarstvo privrede ZDK

Naučni odbor konferencije:

- Prof.Dr Sabahudin Ekinović, rektor, Univerzitet u Zenici, predsjednik
- Prof.Dr Stanko Stanić, rektor, Univerzitet u Banjoj Luci
- Prof.Dr Neda Bokan, prorektor, Univerzitet u Beogradu
- Prof.Dr Darko Petković, prorektor, Univerzitet u Zenici
- Prof.Dr Hazim Bašić, prorektor, Univerzitet u Sarajevu
- Prof.Dr Sead Pašić, prorektor, Univerzitet Džemal Bijedić u Mostaru
- Prof.Dr Zoran Ljuboja, prorektor, Univerzitet u Istočnom Sarajevu
- Prof.Dr Miroslav Plančak, prorektor, Univerzitet u Novom Sadu
- Prof.Dr Dražena Tomić, prorektor, Sveučilište u Mostaru
- Prof.Dr Peter Schulte, Direktor Instituta za evropske poslove, Gelsenkirchen, Njemačka
- Prof.Dr Dušan Vukojević, dekan Mašinskog fakulteta Univerziteta Zenica
- Doc.Dr Izet Alić, dekan Mašinskog fakulteta Univerziteta Tuzla
- Prof.Dr Jože Duhovnik, dekan Mašinskog fakulteta Ljubljana
- Prof.Dr Izvor Grubišić, dekan Fakulteta strojarstva i brodogradnje Zagreb
- Prof.Dr Miloš Nedeljković, dekan Mašinskog fakulteta Beograd
- Prof.Dr Miroslav Babić, dekan Mašinskog fakulteta Kragujevac
- Prof.Dr Ilija Ćosić, dekan Fakulteta tehničkih nauka Novi Sad
- Prof.Dr Tonči Mikac, dekan Tehničkog fakulteta Rijeka
- Prof.Dr Desimir Marković, dekan Tehničkog fakulteta Bor
- Prof.Dr Jeroslav Živanić, dekan Tehničkog fakulteta Čačak
- Prof.Dr Sulejman Muhamedigić, dekan FMM Zenica
- Prof.Dr Ivanka Popović, dekan Tehnološko-metalurškog fakulteta Beograd
- Prof.Dr Dževad Zečić, dekan Ekonomskog fakulteta Zenica
- Prof.Dr Ivan Pavlović, dekan Ekonomskog fakulteta Mostar
- Prof.Dr Darko Tipurić, dekan Ekonomskog fakulteta Zagreb
- Prof.Dr Brane Markić, prodekan Ekonomskog fakulteta Mostar
- Doc.Dr Nedim Hodžić, prodekan Mašinskog fakulteta Zenica
- Doc.Dr Šefket Goletić, prodekan Mašinskog fakulteta Zenica
- Prof.Dr Slavko Dolinšek, Direktor Inovacijskog instituta Univerziteta u Ljubljani

SADRŽAJ

1. Teja Iskra, Edita Jelen, Blaž Karpe, Borut Kosec, Odpadki v podjetju IMPOL d.d.,.....	7
2. Denis Vejzović, doc.dr. Aida Mahmutović, doc.dr. Mediha Šestić, Ugalj-značaj, primjena, osobine, ekološki aspekt	20
3. Blažević Emir, Dedukić Sanid, Katz Leo, Lemajić Zoran, Mijanović Boris, Turkušić Edin, Doprinos dizajniranju vozila s ciljem smanjenja otpora vazduha.....	28
4. Glavaš Dragana, Pelko Aida, Dr. Nađija Haračić, Proizvodnja čelika u savremenim konvertorima	36
5. Fetahagić Selma, Kadrić, dr.Nađija Haračić, Superlegure Nikla	44
6. Karić Sanita, Hećo Adnan, dr.sc. Nađija Haračić, Superlegure Na Bazi Kobalta (Cobalt – Base Superalloys)	52
7. Amir Džidić, dr. Nađija Haračić, Izbor materijala pomoću savremenih izvora naučne i tehničke informacije.....	60
8. Nadira Bušatlić, Doc.dr.sc. Ilhan Bušatlić, Tehnološki proces proizvodnje gipsnog veziva u fluidizirajućem sloju	68
9. Spahic Irhad, Dr. Nađija Haračić, Alotropske modifikacije ugljika i njihova praktična primjena	76
10. Ognjen Rudić, Dmitar Zorić, Snežana Petrović, Janja Ranogajec, Fotokatalitička aktivnost površine glinenog crepa sa TiO_2 prevlakom.....	83
11. Armin Bušatlić, Ilhan Bušatlić, Mogućnost upotrebe alternativnih goriva u industriji cementa	91
12. Nihad Vejzović, Obnovljivi izvori energije - solarni kolektor kao osnova solarnog sistema ..	98
13. Nihad Vejzović, Vehid Birdahić, Mediha Šestić, Emisija polutanata SO_x , NO_x i CO_2 u industrijskim postrojenjima metalurgije i građevinskih materijala	104
14. Adela Avdić, Faruk Unkić, Informacione tehnologije – šansa za uspješan biznis	112
15. Huseinspahić Ajla, Ahmić Amina, dr. Nađija Haračić, Polimerne strukture i reakcije polimerizacije	120
16. Mejrima Memić-Drino, dr Darko Petković, Uticaj stila upravljanja na motivaciju zaposlenih.....	131
17. Anel Baručija, Šefko Bilić, Dr. Nađija Haračić, Greške u materijalima prenosnih mehanizama i njihove posljedice za sigurnost vozila i učesnika u saobraćaju.....	146
18. Čeliković Nedim , Brljak Asmir, Dr.Nađija Haračić, Plazma	153
19. Dautović Selim, Dr.Nađija Haračić, Ultrazvučno ispitivanje materijala	161
20. Varda Kenan I Tihijć Dino, dr.Nađija Haračić, Metode prerade plastike i preporuke za projektovanje	171
21. Prijjić Mahir, “FroMah” poslovni plan za 2008. godinu	181
22. Harun Kahvedžić, Skopljak Emir, Poduzetnička ideja u industriji brze hrane.....	192

ODPADKI V PODJETJU IMPOL d.d.

Teja Iskra^{1,2}, Edita Jelen^{1,2}, Blaž Karpe¹, Borut Kosec¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva cesta 12, Ljubljana, SLO

² IMPOL d.d., Partizanska c. 37, Slovenska Bistrica, SLO

Povzetek

Odpadki v podjetjih so vedno večji problem, saj se v velikih proizvodnih sistemih dnevno nakopiči zelo veliko odpadkov, ki jih morajo podjetja na različne načine odstraniti. Odpadki v podjetju Impol d.d. so problem predstavljene raziskovalne naloge, ki smo ga reševali v okviru seminarskega dela v okviru predmeta Ekologija na študijskem programu Metalurške tehnologije na Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

UVOD

Odpadki so v Sloveniji še vedno neobvladano breme za okolje, čeprav se ta problem rešuje že več kot četrto stoletje. Prvi zakon o odpadkih je dobila Slovenija leta 1978 (dopolnjen 1986). Ravnanje z odpadki je natančno opredelil in nakazal pot reševanja zakon o varstvu okolja leta 1993, leta 1996 je Vlada Republike Slovenije sprejela Strateške usmeritve ravnanja z odpadki, leta 1999 pa Državni zbor Republike Slovenije s sprejetjem Nacionalnega programa varstva okolja določil ureditev ravnanja z odpadki kot prednostno razvojno nalogo.

V Nacionalnem programu varstva okolja RS so poudarjene zahteve za ukrepe in postopke, ki prispevajo k zmanjšanju nastajanja odpadkov in njihovega nevarnostnega potenciala. Predvideno je povečanje snovne in energetske izrabe odpadkov ter zmanjšanje emisij toplogrednih plinov.

Zahteva se vzpostavitev učinkovitega sistema ravnanja z odpadki ter postopna odprava starih okoljskih bremen. Kljub temu je reševanje problemov z odpadki nekaj let po sprejemu strategije in nacionalnega programa še vedno nepregledno in neurejeno. Vendar pa pri ravnanju z odpadki ni vse črno. Obstajajo dobre rešitve, primeri dobre prakse, ki so vredni posnemanja. Primerno bi bili, da jih širše predstavljamo, tako npr. zmanjševanje odpadkov v proizvodnji in čiščenje odpadnih voda.

Med ovirami za hitrejše izvajanje teh nalog je tudi dejstvo, da ni zadostnih spodbud in pomoči za reševanje postopkov izrabe čim večjega dela odpadkov. Objavljeni podatki o ravnanju z odpadki v osnutku poročila o stanju okolja, ki ga je Ministrstvo za okolje, prostor in energijo objavilo na internetu, kažejo, da je za zaostajanje na tem področju več razlogov, ki pa niso nepremostljivi.

Namen in cilji naloge

Namen naloge je predstaviti slovensko podjetje Impol d.d. ter njihovo reševanje problematike povezane z odpadki.

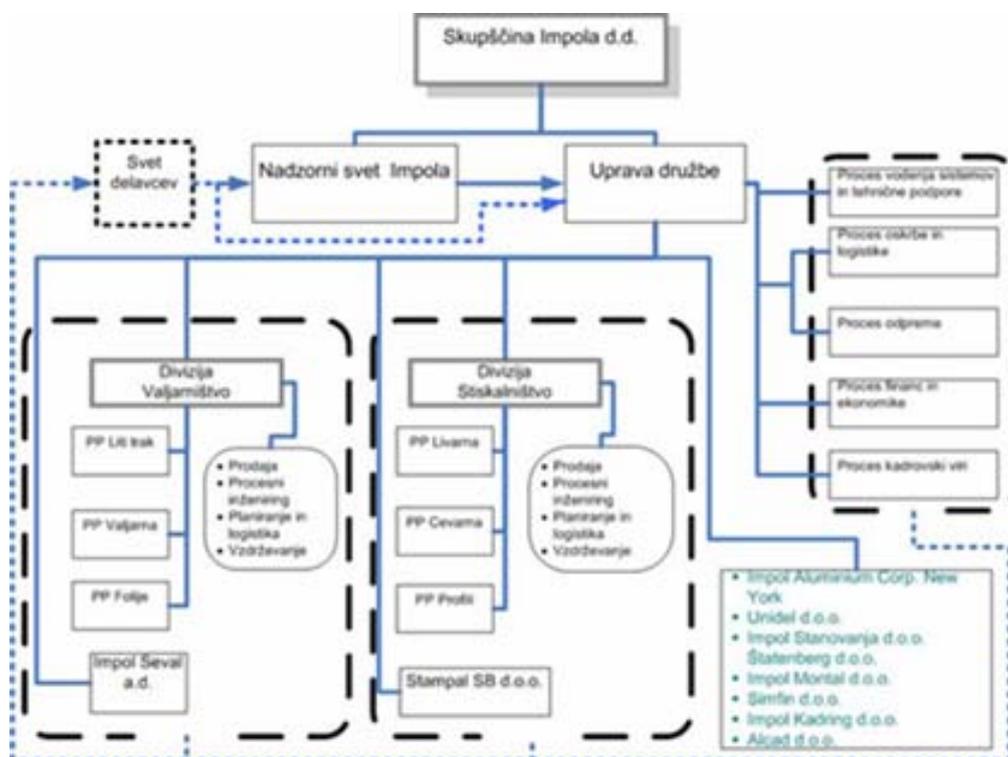
Cilji naloge pa so rešitve odstranjevanja odpadkov, ki nastajajo v neposredni proizvodnji in v okviru drugih procesov in dejavnosti v podjetju, s posebnim poudarkom na rešitvi snovne oziroma energetske izrabe nastalih odpadkov.

Impol v številkah

Predstavitev Impola je zelo obširna najlažje in najbolj pregledno ga lahko predstavimo v številkah. Podjetje ima na letnem nivoju promet preko 200 milijonov evrov, izdelajo in prodajo pa preko 100.000 ton visokokvalitetnih izdelkov iz aluminija in aluminijevih zlitin za najrazličnejše, od zahtevnih do manj zahtevnih, kupce po vsem svetu. Skoraj 300 tovornjakov se odpelje iz podjetja v 25 držav in k preko 400 kupcem. Najpomembnejših pa je seveda 980 sodelavcev podjetja, ki s svojo strokovnostjo in predanostjo pomagajo podjetju k njegovim uspehom.

Impol in okolje

V podjetju Impol se zavedajo, da je poleg dobrih in kvalitetnih izdelkov ter varnosti pri delu pomembna tudi skrb za okolje. Njihovi izdelki so si pridobili sloves Izdelki prihodnosti, zaradi okolju prijazne predelave, uporabe in reciklaže. Nenehno si prizadevajo zmanjšati vplive na okolje, ki so posledica preteklega in sedanjega ravnanja. Pri načrtovanju novih aktivnosti, bodo izbrali tehnične rešitve katere bodo okolju prijaznejše.



Slika 1. Organizacijska struktura podjetja

Okoljska politika, zdravje in varstvo pri delu

Impol d.d. omogočal visoko raven zagotavljanja zdravja in varstva pri delu ter okoljske politike, kar potrjuje z ohranjanjem in nadgrajevanjem Certifikat OHSAS 18001 in Certifikat ISO 14001 tudi v drugih delih podjetja in ne le v matični družbi. V varovanje okolja se vključujejo tudi vsi drugi poslovni subjekti, ki delujejo v okviru industrijske cone IMPOL.



Slika 2. Certifikat ISO 14001

Temeljna načela

Ta načela podjetja Impol d.d. so:

- trajna zavezanost vodstva za varovanje okolja. To se odraža v podelitvi pristojnosti in odgovornosti vodjem procesov in strokovnim delavcem. Vodstvo zagotavlja učinkovito izvajanje okoljskih programov in usklajuje okoljske politiko z razvojem družbe Impol d.d. in okolja, v katerem le-ta deluje.
- ekološki cilji so usmerjeni k postopnemu uvajanju ekološko učinkovitih postopkov v skladu s tehnološkimi in finančnimi zmožnostmi družbe .
- spoštovanje zakonskih predpisov, smernic in referenčnih dokumentov (BREF) o najboljših tehnikah, drugih legitimnih zahtev, ki so jih sprejeli, je njihova dolžnost na vseh ravneh. Skladnost dokazujejo z rednimi meritvami emisij, ki jih izvajajo pooblaščenice institucije.
- izvajanje programa ekoloških dejavnosti so vključili v kratkoročne in dolgoročne načrte ter strategijo in v ta namen zagotavljajo sredstva. Z vsakoletno določitvijo novih nalog na področju varovanja okolja zagotavljajo nenehno izboljševanje ekološkega stanja.
- vsi zaposleni so glede na svoje naloge pri varovanju okolja deležni ustreznega izobraževanja. Na ta način zagotavljajo višjo stopnjo okoljske ozaveščenosti in usposobljenosti za posebne naloge. Poznavanje in uresničevanje načel varovanja okolja sta za zaposlene zavezujoči.
- zahteve glede poznavanja in spoštovanja načel njihove okoljske politike, delovanja v skladu z zakonodajnimi zahtevami in izvajanja okoljskega izobraževanja za zaposlene, katerih delokrog je povezan s pomembnimi okoljskimi vidiki, prenašamo na naše dobavitelje in vse, ki delajo v imenu družbe Impol d. d.
- pri raziskavah in reševanju vprašanj s področja varovanja okolja so v družbi Impol d.d., odprti za pobude vseh zainteresiranih. Javnosti in zaposlenim so na voljo informacije o njihovih prizadevanjih in dosežkih na tem področju.
- s sprejetjem okoljske politike se zavezujejo k preprečevanju onesnaževanja okolja.

S tem, ko je podjetje sprejelo okoljsko politiko se je zavezalo k preprečevanju onesnaženja okolja. Ta preprečevanja se odražajo v:

- tem, da so zmanjšali onesnaževanje potoka Bistrica, ki teče neposredno ob podjetju, z različnimi odpadnimi hladilnimi in sanitarnimi vodami
- prizadevajo si, da bi zmanjšali količino spuščenih emisij v ozračje
- z uporabo notranjega povratnega materiala in zunanjih sekundarnih virov aluminija so dosegli ugoden vpliv na globalno porabo energije.

Že z temi načeli ter s sprejeto politiko vidimo, da podjetju Impol ni vseeno za okolje. Kot vidimo si zelo prizadevajo izboljšati in preprečiti onesnaženje okolja. Njihovo prizadevanje je videno tudi v tem, da spoštujejo zakonodajo.

Vplivi na okolje

V podjetju Impol ne povzroča emisij snovi in toplote v vodotoke, saj tehnološke in hladilne vode, katere uporabljajo krožijo v zaprtih sistemih in tako ne onesnažujejo potoka. Od proizvajalca zahtevajo ob vsakem nakupu novih naprav, da te obratujejo energetske varčno in z nizko porabo naravnih virov.

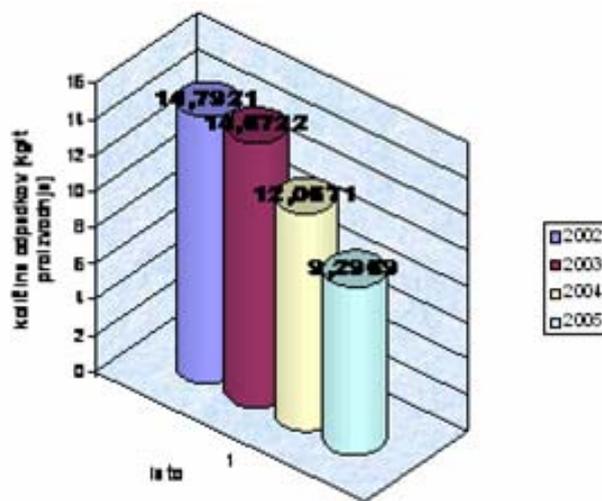
ZAKONODAJA

Vsako podjetje mora upoštevati zakonodajo, ki spodbuja in uravnava k bolj čistemu okolju. Trenutno veljavna zakonodaja na področju odpadkov v RS:

- [Pravilnik o ravnanju z odpadki](#) (Uradni list RS, št: 84/1998)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ravnanju z odpadki](#) (Uradni list RS, št: 45/2000)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ravnanju z odpadki](#) (Uradni list RS, št: 20/2001)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ravnanju z odpadki](#) (Uradni list RS, št: 13/2003)
- [Zakon o varstvu okolja](#) (Uradni list RS, št: 41/2004)
- [Pravilnik o ravnanju z odpadnimi olji](#) (Uradni list RS, št: 85/1998)
- [Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov](#) (Uradni list RS, št: 20/2001)
- [Pravilnik o ravnanju z baterijami in akumulatorji, ki vsebujejo nevarne snovi](#) (Uradni list RS, št: 104/2000)
- [Uredba o čezmejnem pošiljanju odpadkov](#) (Uradni list RS, št: 101/2004)
- [Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o čezmejnem pošiljanju odpadkov](#) (Uradni list RS, št: 46/2005)
- [Pravilnik o odlaganju odpadkov](#) (Uradni list RS, št: 5/2000)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o odlaganju odpadkov](#) (Uradni list RS, št: 43/2004)
- [Pravilnik o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov](#) (Uradni list RS, št: 15/2000)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov](#) (Uradni list RS, št: 54/2002)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov](#) (Uradni list RS, št: 18/2003)
- [Pravilnik o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo](#) (Uradni list RS, št: 104/2000)
- [Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo](#) (Uradni list RS, št: 12/2002)
- [Pravilnik o ravnanju z izrabljenimi motornimi vozili](#) (Uradni list RS, št: 118/2004)
- [Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih](#) (Uradni list RS, št: 3/2003)
- [Pravilnik o dopolnitvah pravilnika o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih](#) (Uradni list RS, št: 50/2004)
- [Pravilnik o ravnanju z odpadno električno in elektronsko opremo](#) (Uradni list RS, št: 118/2004)

IMPOL IN ODPADKI

V podjetju Impol d.d. imajo zbiranje in skladiščenje odpadkov. Vse nevarne odpadke oddajajo pooblaščenim odstranjevalcem in zbiralcem. Do danes jim je uspelo znižati količine nevarnih odpadkov. Ločeno se zbirajo odpadne kovine, les, papir in omogočena je njihova ponovna uporaba ozoroma reciklaža.



Slika 3. Količina otpadkov, ki jih predaja podjetje odstranjevalcem in zbiralcem v kg/t proizvodnje (podatek za l. 2005)



Slika 4. Zbiralnica odpadkov s stiskalnico

Proizvodnja in odpadki

Odpadki so imanentni industrijski proizvodnji oziroma bi lahko industrijsko proizvodnjo definirali kot spreminjanje narave v odpadke.

Po uporabnosti razlikujemo štiri vrste odpadkov:

- odpadke, ki nastajajo kot nekateri stranski proizvod pri proizvodnji uporabnih predmetov
- odpadke, pri proizvodnji, ki jih je mogoče na trgu prodati in jih ponovno uporabiti
- odpadke, ki jih ni mogoče tržiti
- odpadke, ki jih tvorijo sami industrijski proizvodi, potem, ko jim poteče rok uporabnosti

Uporabni proizvodi so torej potencialni odpadki in zgolj časovna dimenzija je tista, ki določa, kdaj se bo ena oblika spremenila v drugo. Razvoj tehnologij in naraščajoči življenjski standard so vzrok, da je rok uporabnosti vedno krajši in s tem tudi sprememba oblik.

Nekatere odpadke je seveda mogoče ponovno uporabiti kot »sekundarno surovino«, ki jo uvedemo v nov proizvodni cikel. Tako podjetje Impol odpadni aluminij ponovno pretopi in ga ponovno uporabi, kar je velika prednost, saj ni veliko odpadkov, seveda pa podjetje s tem tudi racionalno ravna z aluminijastimi odpadki, kot so na primer razne neprimerne oblike, razni kosi aluminija kateri so nastali pri rezanju različnih dimenzij profilov oziroma izdelkov.

Vendar pa je napačna domneva, da bi bilo mogoče na neki razvojni stopnji celotno proizvodnjo organizirati v ponavljajočih ciklih proizvod – odpadki – proizvod, saj odpadkov ni mogoče neskončno reciklirati in jih ni mogoče (v večini primerov) uporabiti za enako kakovosten izdelek, kot je bil tisti, iz katerega so nastali. Reciklaža zgolj upočasnjuje spreminjanje narave v odpadke, cilj gospodarjenja z odpadki in posledično novih tehnologij pa mora biti, da je ta čas čim daljši.

Vse strategije ravnanja z odpadki postavljajo na pravo mesto preprečevanje nastajanja odpadkov, vendar ne utopičnega količinskega zmanjševanja. Znane so splošne veljavne povezave med sociološkimi in ekonomskimi kazalci (nataliteta, gospodarsko rast, rast življenjskega standarda).

Študije OECD, ki povezujejo gospodarsko rast in količin nastalih odpadkov, napovedujejo v teh državah do leta 2020 za 43% rast odpadkov glede na referenčno leto 2000 – povprečno leto 1,7%. Podobne so tudi ocene za Slovenijo.

Načrt gospodarjenja z odpadki

Povzročitelj odpadkov, pri katerem v enem koledarskem letu nastane najmanj 150 ton odpadkov ali najmanj 200 kilogramov nevarnih odpadkov, mora imeti načrt gospodarjenja z odpadki. Načrt gospodarjenja z odpadki iz prejšnjega odstavka mora glede na vrsto, količino in vire nastajanja odpadkov vsebovati najmanj podatke o:

- nastajanju odpadkov in predvidenih trendih njihovega nastajanja,
- obstoječih in predvidenih tehničnih, organizacijskih ali drugih ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje nastajanja odpadkov in njihove škodljivosti,
- obstoječih in predvidenih načinov ravnanja s proizvedenimi odpadki,
- predelavi ali odstranjevanju proizvedenih odpadkov, ki ga izvaja ali namerava izvajati sam,
- svojih obstoječih in načrtovanih objektih in napravah za odstranjevanje odpadkov.

Načrt gospodarjenja z odpadki iz prvega odstavka tega člena se izdelava za obdobje štirih let. Načrt mora v zvezi z odstranjevanjem odpadkov upoštevati usmeritve iz operativnih programov varstva okolja na področju ravnanja z odpadki.

Vsako podjetje, ki opravlja neko dejavnost, ima odpadke, kateri so različni po nastanku in po sami lastnosti, lahko so nevarni ali nenevarni odpadki. Poznamo tudi odpadke katere je mogoče ponovno uporabiti oziroma jih lahko predelamo.

V načrtu gospodarjenja z odpadki si definirani odpadki v gospodarskih družbah. Definirani so glede na vrsto in količino odpadkov. Seveda pa je opredeljen tudi način rokovanja, zbiranja, skladiščenja in na koncu če odprava posameznih vrst odpadkov. V tem načrtu je predpisan tudi način rokovanja z odpadnim aluminijem, kateri nastaja kot tehnološki odpadki pri predelavi aluminija tudi v podjetju Impol, delno pa ga kot sekundarno surovino kupujejo tudi na domačem in tujem trgu. V skladu z veljavno zakonodajo so pridobili okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov.

Zmanjševanje količin posameznih odpadkov v obdobju 2004 – 2008.

Na osnovi predvidenih sprememb v tehnološki opremi in tehnologiji je podjetje Impol predvidevalo zmanjšanje količin posameznih odpadkov v obdobju 2004 do 2008:

- zaradi zaustavitve tople valjarne se bo zmanjšala količina mulja iz naprav za ločevanje olja in vode za 10% v letu 2007
- zaradi zaustavitve tople valjarne se bodo zmanjšanje količine izrabljenih strojnih emulzij za 20% v letu 2007 in še dodatno v letu 2008 za 50%
- povečanje količine odpadnih kondenzatorjev s PCB v skladu z Načrtom odstranjevanja PCB
- zaradi ustavitve starih folijskih valjarn in bistveno višje produktivnosti na novih valjarnah se bodo zmanjšale količine filtrirne odpadne zemlje (mulji in filtrski kolači, ki niso zajeti v 110110) za 10%,

- z uvedbo učinkovitejšega ločenega zbiranja se bodo zmanjšanje količine mešanih komunalni odpadkov za 30 % v letu 2006
- posledica odstranitve stare delovne opreme so manjše količine odpadnih kovin
- zaradi ponovne uporabe dela odpadne embalaže za potrebe v Impol-u se bodo zmanjšale količine odpadnega lesa in lesene embalaže za 30 %
- zaradi doslednejšega načina ločevanja in zbiranja se bo povečala količina plastične embalaže za 10%
- zaradi doslednejšega načina zbiranja in ločevanja se bo povečala količina papirne in kartonske embalaže za 20 %
- Zmanjšanje količine kovinske embalaže z 50 %
- Povečanje količine odpadne električne in elektronske opreme zaradi uvedbe zbiranja te opreme

Načine ločevanja, zbiranja, skladiščena in pravila naročanja in predaje odpadkov pooblaščenim zbiralcem, predelovalcem ali odstranjevalcem natančneje definira OP 003 010 Ravnanje z odpadki.

ZBIRANJE IN SKLADIŠČENJE POSAMEZNIH VRST ODPADKOV

Zbiranje odpadkov se vrši na mestu nastanka, torej v procesih, kjer se odpadki ločeno zbirajo v zbiralnikih oziroma začasno skladiščijo v priročnih skladiščih.

Skladišča odpadkov

V družbi Impol imajo urejena centralna skladišča za začasno skladiščenje odpadkov.



Slika 5. Skladišče odpadnih snovi

Olja

Skladišče odpadnih olj je namenjeno začasnemu skladiščenju olj in oljnih gošč. Skladiščni rezervoarji so nameščeni v lovilnih bazenih.

Dobava odpadnih olj v skladišče se vrši po cevovodih, ki vodijo iz ultrafiltracije, v manjši meri pa se odpadno olje v skladišču prečrpava iz transportnih cistern, v skladiščne rezervoarje. Prečrpavanje vršijo delavci mazalne službe Tehnika Set d.d., ki so odgovorni za varno pretakanje, ukrepanje in obveščanje v primeru razlitij v skladu z navodili za ravnanje z okoljem.

Skladiščni rezervoarji so označeni z oznako odpadka in ključno številko. V skladišču se nahaja EKO zabojnik s sredstvi za posredovanje v primeru razlitij. Dodatno je opremljen s pokrivali za odtočne jaške. Za urejanje in opremljenost skladišča je odgovoren vodja energetike, ki skrbi tudi za izvajanje preventivnih pregledov.



Slika 6. Skladišče olj in maziv

Odpadno olje iz valjarne, odpadne gošče in težka olja zbirajo pooblašteni zbiralci. Odpadno olje prečrpajo v transportno cisterno. Prečrpavanje izvajajo delavci Tehnike Set d.d, pod nadzorom zaposlenih v Energetiki.

Emulzije

Skladišče odpadne emulzije je v upravljanju družbe Tehnika Set d.d. Delavci Tehnike Set d.d prevzamejo odpadno emulzijo v procesih in jo s transportnimi cisternami dobavijo v skladišče. Izjema je odpadna emulzija iz PP Valjarna, ki jo s črpalkami črpajo direktno v skladiščne rezervoarje. Odpadna emulzija se obdela po postopku ultrafiltracije. Nastalo goščo prečrpajo v skladišče odpadnega olja.

Akumulatorji, baterije

Odpadne akumulatorje skladiščijo na namenski lovilni paleti, ki je nameščena v skladišču pomožnega materiala. Ob dvigu novega akumulatorja v skladišču pomožnega materiala, se v skladišče dostavi odpadni akumulator.

Odpadne baterije skladiščijo v namenski plastični posodi. Ob dvigu novih baterij oddajo v skladišče izrabljene baterije.

Odpadne fluorescentne cevi skladiščijo v skladišču oskrbe. Ob menjavi fluorescentnih žarnic je potrebno stare žarnice dostaviti v skladišče. Skladiščnik potrdi prevzem odpadnih žarnic s podpisom na obrazec 1.35. V istem skladišču zbirajo tudi stare avtomobilске gume.

Odpadno odpisano električno in elektronsko opremo zbirajo v skladišču oskrbe. Ko je količina odpadkov v skladišču zadostna za poln 5m³ keson, se pri pooblaščenem zbiralcu naroči odvoz odpadkov. Pred odvozom se odpadki obvezno tehtajo na interni tehtnici.

Namaščeni odpadki

Skladišče namaščenih odpadkov in prazne embalaže barv in lakov je namenjeno zbiranju in začasnemu skladiščenju namaščenih odpadkov, oljnih filtrov in prazne embalaže barv in lakov.

Skladiščenje namaščenih odpadkov vrši v zaprtem vodotesnem zabojniku. Odpadni oljni filtri in prazna embalaža barv in lakov se skladišči v namenski posodi v zaprtem skladišču.

Nevarni odpadki

Skladišče nevarnih odpadkov je namenjeno začasnemu skladiščenju nevarnih odpadkov. V njem se skladiščijo:

- oljne gošče z dna rezervoarjev po čiščenju sistemov in menjavi mazalnih medijev,
- odpadne masti,
- strjena natrijeva lužina obogatena z Al,

- novi nevarni odpadki, ki niso uvrščeni v nobeno drugo skladišče in skladiščenje skupaj z že navedenimi odpadki ne pomeni povečane nevarnosti.

Skladišče nevarnih odpadkov je ograjeno in zaklenjeno ter opremljeno z lovilnim jaškom.

Odpadni sodi od olj se zbirajo v prostoru pri skladišču olj. Za urejenost skladišča so odgovorni delavci Tehnike Set, ki sode tudi dostavljajo v skladišče. Odvoz sodov organizira komercialist oskrbe. Ostali kovinski odpadki se zbirajo v zabojnikih in predaja zbiralcu. Za zbiranje in odvoz je odgovoren vodja PP.

Papir, plastika in les

V Impol-u imajo urejeno zbiralnico za odpadni papir, plastiko in les. Z zbiralnico upravlja družba Unidel, ki zbira odpadke po procesih v Imol-u in jih v zbiralnici dodatno sortira, stisne in pripravi na odvoz. Odvoz odpadkov naroča referent infrastrukture. Še uporabne lesene palete se ponovno uporabijo.

V proizvodnih halah so zbirniki za zbiranje papirja in plastike postavljeni na pakirnih linijah in na mestih, ki jih določi vodja PP. Zabojniki so namenski in omogočajo manipulacijo z viličarjem. Odvaža in prazni jih Unidel, ki v zbiralnici poskrbi, da se odpadki dodatno sortirajo in stisnejo.

Papir in plastika (folije in liki)

Odpadni papir se zbira po pisarnah in v PP. Odpadni papir iz pisarn odnašajo čistilke v zbirnike oz zabojnike, prevzem odpadka vršijo delavci Unidela. Zabojnika za odpadni papir sta postavljena pri upravni stavbi in pri skladiščih oskrbe, kamor čistilke odnašajo papir iz Upravne stavbe, skladišč in Kakovosti. Papir iz ostalih pisarn odnašajo v zbirnike v proizvodnih halah.

Odpadni les

Za zbiranje odpadnega lesa služijo kontejnerji velikosti 5 in 3 m³, z dvizžno stransko steno, ki jih je možno prevažati z viličarji. Odpadne palete (euro in ostale) se zbirajo ločeno, tako da se zlagajo ena na drugo in zvežejo z liki. Unidel odvaža ves odpadni les in vse palete v zbiralnico.



Slika 7. Zbiralnik za plastično embalažo



Slika 8. Zbiranje lesa (levo). Zbiralnik za leseno embalažo (desno)

Dobavljen otpadni sekundarni aluminij

V skladišću surovin skladišćimo tudi otpadni aluminij, ki ga kot sekundarni surovino kupi podjetje Impol na domačem in tujem trgu. Sekundarni aluminij nastane kot tehnološki odpadki pri procesu predelave aluminija in aluminijevih polizdelkov pri njihovih kupcih in drugih dobaviteljih. Razvrščen je v skupine po kemijski sestavi ter v kvalitetne razrede odvisno od oblike in debeline surovine.

Za sekundarni aluminij veljajo za kemijsko sestavo interni predpisi ter standardi DIN 1712/1, DIN EN 573-3 in AA 1000 do 8000 kot za Al in Al zlitine.

Urejanje, opremljenost

V skladišču so na razpolago absorpcijska sredstva, za ukrepanje v primeru razlitij akumulatorske kisline. Za urejanje in opremljenost skladišča je odgovoren skladiščnik oskrbe.

Praviloma vsaki dobavi novih akumulatorjev sledi odvoz starih. Odvoz starih avtomobilskih gum, odpadnih fluorescentnih cevi in odpadnih baterij se izvaja po potrebi. Odpadke prevzamejo dobavitelji baterij, fluorescentnih cevi, gum in akumulatorjev. Odpadno odpisano električno in elektronsko opremo predajamo dobaviteljem oz. pooblaščenim zbiralcem, kot to predpisuje predpis.

V skladišču so na razpolago absorpcijska sredstva, za ukrepanje v primeru razlitij olja. Zabojniki so označeni z nazivom odpadka in ključno številko. Za urejanje, označevanje in opremljenost skladišča je odgovoren skladiščnik oskrbe.

Sodi in cisterne, v katerih se začasno skladiščijo odpadki morajo biti neprodušno zaprti. Vsak embalažna enota mora biti označena s ključno številko odpadka in nazivom odpadka. V skladišču se nahaja EKO zabojnik s sredstvi za posredovanje v primeru razlitij.

Za označevanje embalažnih enot, opremljenost in urejanje skladišča je odgovoren tehnolog Tehnike Set d.d. Sredstva, ki so za to potrebna zagotavlja <d.d.. Tehnolog družbe Tehnika Set d.d izvaja preventivne preglede skladišča vsaj 2 x mesečno. Pregledi zajemajo pregled označevanja, urejenost, opremljenost in pregled lovilnega jaška. Ob ugotovljenih nepravilnostih mora tehnolog Tehnike Set d.d obvestiti vodjo sistema ravnanja z okoljem.

Urejanje, ločevanje in označevanje

Za ločevanje odpadkov, označevanje in urejanje okolice zbirnih mest znotraj procesov so odgovorni vodje procesov, ki so povzročitelji komunalnih odpadkov. Delavci Unidela redno dnevno prevzemajo komunalne odpadke v procesih in jih odvažajo do hidravličnih zabojsnikov, kjer se odpadke stiska.

Navodila za zbiranje odpadnega papirja in plastike

Vodja PP je odgovoren za pripravo internih navodil za zbiranje papirja in plastike.

- Med odpadni papir sodi papir in karton, ki ni onesnažen z olji in kemikalijami, prav tako med odpadni papir NE sodijo plastične mase
- Odpadni papir ločimo na mestu nastanka,
- Odpadno kartonsko embalažo in papir zložimo, tako da zaseda čim manjši volumen,
- Odvoz iz obratov in odlaganje v zabojsnike mora biti izvedeno tako, da ne pride do onesnaževanja okolja.

Odlaganje odpadkov

Odlaganje odpadkov na odlagališčih je dovoljeno le, če je izdelana ocena njihovih za odlaganje pomembnih lastnosti – »Ocena odpadka«, ki jo izdelata zunanja pooblaščenca institucija. Rezultat ocene odpadka je določitev klasifikacijske številke odpadka, določitev njegovih lastnosti, določitev vrednosti parametrov onesnaženosti odpadka in izlužka odpadka in ugotavljanje skladnosti z zahtevami za odlaganje na odlagališčih.

Izdelavo ocene naroča vodja sistema ravnanja z okoljem, vodja PP pa priskrbi vse podatke o viru nastajanja in količinah.

Oddaja odpadkov zbiralcem oziroma odstranjevalcem

Naročanje oddaje odpadkov

- Predajo odpadkov, ki se zbirajo in začasno skladiščijo znotraj procesov, naročajo vodje procesov.
- Odvoz in predajo odpadkov iz centralnih skladišč naroča vodja sistema ravnanja z okoljem.



Slika 9. Situacijski načrt z vrisanimi lokacijami skladišč za odpadke v Impol d.d.

Priloga poročil o količini nastalih in zbranih odpadkov

1. Priprava mesečnih poročil:

Mesečna poročila o količini odpadkov oddanih odstranjevalcem pripravlja vodja sistema ravnanja z okoljem do petnajstega v mesecu za predpretekli mesec. Podatke zajema iz

potrjenih evidenčnih listov o ravnanju z odpadki (Obr. 8,180). Poročilo po elektronski pošti dostavi vodjem procesov.

2. Priprava letnih poročil:

Vodja sistema ravnanja z okoljem pripravi na podlagi zbranih podatkov letno poročilo o nastajanju, odpadkov v proizvodnih in storitvenih dejavnostih za preteklo leto. Izdelajo poročilo posreduje na ministrstvo za okolje in prostor od 31. marca.

Vodja sistema ravnanja z okoljem pripravi na podlagi zbranih podatkov letno poročilo o nastajanju, odpadkov v proizvodnih in storitvenih dejavnostih za preteklo leto. Izdelano poročilo posreduje na ministrstvo za okolje, prostor in energijo.

3. Poročanje o doseganje planiranih količin odpadkov po letih:

Doseganje planiranih količin posameznih vrst odpadkov je kazalnik procesa ravnanja z okoljem. Kazalnik spremlja vodja sistema ravnanja z okoljem in o doseganju poroča vodstvo v poročilu za pregled vodstva. Vodstvo po pregledu doseženih količin po potrebi sprejme ukrepe za izboljšave.

Označevanje embalažne enote

Vsaka dobava sekundarnega odpadnega aluminija iz domačega in tujega trga dobi ob prevzemu zaporedno številko dobave. Pod to zaporedno številko vpiše komercialist v računalniški sistem vse podatke o dobavljenem odpadnem aluminiju: dobavitelj, poreklo, količina, naziv, zlitina in kakovostni razred.

Prevzem odpadka in evidentiranje skladiščene količine

Vsaka pošiljka se stehta na centralni tehtnici. Skladiščnik surovin opremi vsako embalažno enoto s Spremnim kartonom, Obr. 99.1. Spremni karton odgovorna oseba opremi s samolepilno etiketo, na kateri je izpisana črna koda in zaporedna številka dobave (ki nosi vse podatke o dobavi, ki jih je evidentiral komercialist) in ga vrne nazaj na embalažno enoto.

Izdaja odpadnega aluminija iz skladišča surovin in evidentiranje uporabe poteka na enak način za povratni material kot tudi za dobavljen aluminij.

Delovodja na pripravi vsade predpiše predviden vložek na obrazec Obr. 1.13, Predpisana vsada za linijo, za vse delovne izmene v PE Livarna.

Na osnovi navodila na dokumentu pripravi pripravljavec vsade vložek za tališne peči in vpiše na obrazec zlitino, kvaliteto in količino materiala za posamezno šaržo, ki ga je vzel iz skladišča surovin. Prav tako vse podatke o sestavi vložka z legirnimi elementi vpiše v program LIS - Priprava vsade. Podatki se hranijo 5 let.

SKLEPI

Doslej je bila glavna pozornost posvečena predvsem usklajevanju zakonodaje z evropsko in snovanju osrednjih razvojnih projektov ravnanja z odpadki ter izvedbenih predpisov, medtem pa je zaostalo neposredno reševanje perečih problemov. Zlasti niso razčiščene dileme o najprimernejših in najboljših tehnologijah ravnanja z odpadki, zlasti o energijskem izkoriščanju odpadkov in reciklaži. Prizadevanja so odvisna od lokalnih dejavnikov, ki niso vsi ustrezno usposobljeni za reševanje zahtevnih nalog. Vrsta podjetij, ki z odpadki bremenijo okolje, nima ustreznih projektov in/ali potrebnih sredstev za naložbe. Nekatere projekte je treba usklajevati v širših regionalnih okoljih, kar povsod ne napreduje. Zaostaja raziskovanje in snovanje projektov, ki bi lahko kandidirali pri mednarodnih skladih.

Poleg navedenih težav in ovir otežuje prizadevanja pomanjkanje ustreznih informacij in konkretne pomoči za reševanje okoljskih problemov, ki nastajajo z odpadki.

Podjetje Impol d.d. se je uvrstilo med sedem največjih izvoznikov oziroma je podjetje dobilo naziv največjega izvoznika na Podravski regiji, ter četrti največji izvoznik EU. Predelava in prodaja aluminija se je zvečala na 139.769 ton. Ti podatki govorijo tudi, da se v podjetju

nabere kar velika količina naj različnejših odpadkov ampak kot vidimo iz predstavljene analize je podjetje zelo dobro osveščeno o odpadkih in tudi njihovi ukrepi so temu primerni.

VIRI

1. <http://www.impol.si/>
2. <http://www.uradni-list.si/1/ulonline.jsp?urlid=199884&dhid=23140>
3. <http://212.18.47.244/web/portal.nsf/dokumentiweb/0231A84E30808E6EC1256FB800254F2F?OpenDocument>
4. <http://www.uradni-list.si/1/ulonline.jsp?urlid=199884&dhid=23140>
5. [http://www.zagozen.si/view.asp?l=8&m=\[8\]\[25\]\[71\]&n=71&p=content](http://www.zagozen.si/view.asp?l=8&m=[8][25][71]&n=71&p=content)

UGALJ - ZNAČAJ, PRIMJENA, OSOBINE, EKOLOŠKI ASPEKT -

Denis Vejzović, doc.dr. Aida Mahmutović, doc.dr. Mediha Šestić
Fakultet za metalurgiju i materijale, Univerzitet Zenica, Zenica, BiH

Rezime

Ugalj predstavlja osnovnu energetska sirovinu u svijetu. Danas je sve šira lista oblasti u kojima dominira upotreba uglja kao osnovnog goriva, kao što su: proizvodnja električne i toplotne energije, hemijska industrija, proizvodnja vještačkih goriva... U radu je predstavljen značaj, kvalifikacija, kao i mogućnosti prerade i upotrebe uglja s osvrtom na smanjenje štetnog uticaja na okolinu.

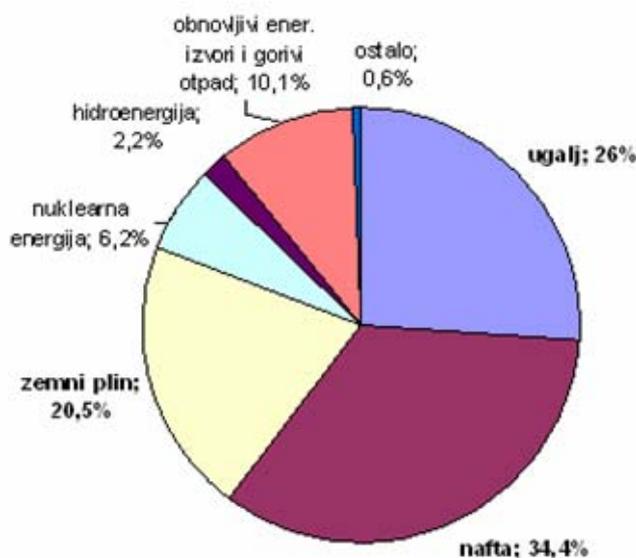
Abstract

Coal represents the basic energetic material in the world. Today the usage of coal as the basic fossil fuel is more and more dominant in: electric and heating energy production, chemical's industry, synthetic fuel production... This work illustrates importance, qualification, processing and usage of coal considering reduction of harmful influence on environment.

1. KVALIFIKACIJA I ZNAČAJ FOSILNIH GORIVA

Pored sve većeg korištenja drugih izvora energije, još uvijek se daleko najveći dio od ukupne proizvodnje energije u svijetu dobija sagorijevanjem goriva.

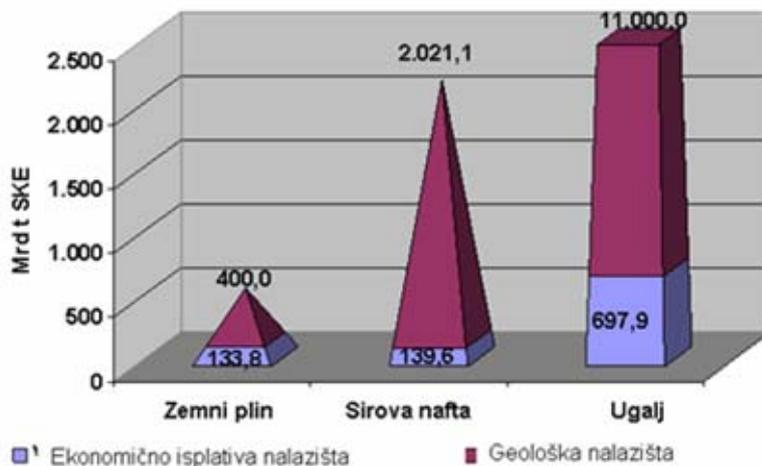
Prema korištenim energentima u svijetu u 2008. godini dominiraju fosilna goriva, ugljevi, nafta i zemni gas u iznosu većem od 80%, slika 1 [1].



Slika 1: Proizvodnja primarne energije – korišteni energenti u svijetu u 2008. godini [1]

Rezerve uglja su široko rasprostranjene u više od 80 zemalja svijeta. U uglju se nalaze glavne rezerve primarne energije u neobnovljivim izvorima, koji iznose oko 10.125 milijardi tona. Najveći dio ovih rezervi skoncentrisan je u nekoliko velikih zemalja: SAD-u, državama bivšeg SSSR-a, Kini... [2]

Nalazišta fosilnih goriva u svijetu izraženih preko njihove energetske vrijednosti data su na slijedećem dijagramu, slika 2.



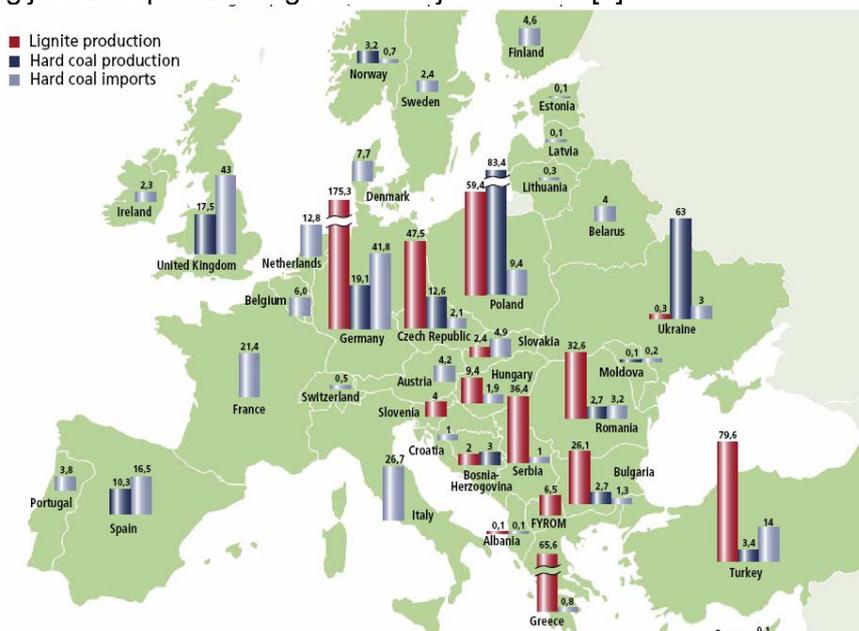
Slika 2: Nalazišta fosilnih goriva u svijetu [3]

1 SKE = 29.300 kJ/kg
 SKE - mjerna jedinica za energetske vrijednosti fosilnih goriva

Najpoznatija i ekonomično isplativa nalazišta fosilnih goriva u svijetu sastoje se iz:

- 72% uglj (70% kameni uglj i 30% mrki uglj),
- 28% nafta i zemni plin.

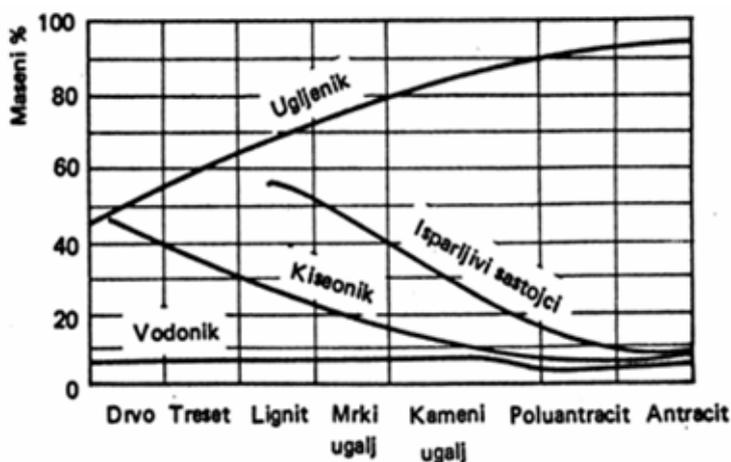
Proizvodnja uglja u Europi u 2008. godini data je na slici 3 [4].



Slika 3: Proizvodnja uglja u Europi u 2008. godini (u Mt) [4]

Prirodna čvrsta goriva-ugljevi su nastali od organskih biljnih naslaga, kod kojih je pod djelovanjem visokih pritisaka i povišenih temperatura, bez prisustva zraka, protekao proces

ugljenizacije organskih spojeva. Struktura ugljeva vezana je za genezu i metamorfozu organske materije biljaka koje zavise od stepena i obima napredovanja procesa ugljenizacije. Najčešće se podjela ugljeva vrši prema geološkoj starosti, odnosno prema stepenu ugljenizacije, prema kojem se ugljevi dijele na: lignit, mrki ugalj, kameni ugalj i antracit, slika 4 [5].

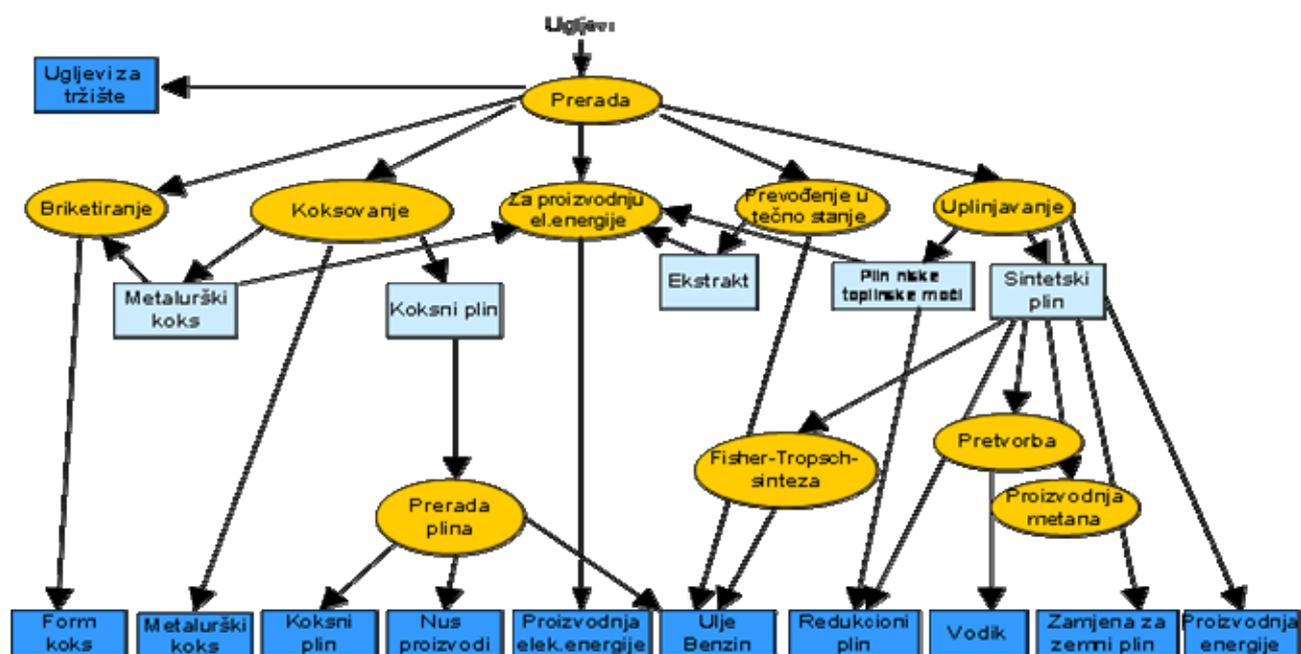


Slika 4: Hemijski sastav čvrstih goriva u zavisnosti od stepena ugljenizacije [5]

2. PRERADA I PRIMJENA UGLJA

Upotreba uglja, pored eksploatacije drveta, datira još iz najranijih razdoblja života na Zemlji. Sa razvojem čovječanstva širila se i upotreba uglja u različite svrhe i namjene. Oblasti u kojima dominira upotreba uglja, kao osnovnog goriva, su: proizvodnja električne i toplotne energije, hemijska industrija, proizvodnja vještačkih goriva (koks, koksni plin) itd. Procesom uplinjavanja uglja dobije se sintetski plin koji je pogodan energent za potrebe u toplanama, termoelektranama i drugim procesima.

Mogućnosti prerade i oplemenjivanja ugljeva predstavljeni su na slijedećoj šemi, slika 5 [3].



Slika 5: Mogućnosti prerade i oplemenjivanja ugljeva

S obzirom da je ugalj fosilnog porijekla, i da spada u neobnovljiv izvor energenata, potrebno je obratiti pažnju na dinamiku eksploatacije rudnih ležišta.

U zavisnosti od masenog učešća ugljika, zavisi i toplotna moć uglja, što dovodi do razlike u kvalitetu uglja (npr. lignit ima toplotnu moć oko 10 MJ/kg, dok antracit ima toplotnu moć oko 30 MJ/kg). Pored elementarnog sastava, vrlo važne osobine uglja su: sadržaj vlage, te isparljivih sastojaka, koksa, sumpora i pepela, tabela 1.

Tabela 1: Hemijski sastav ugljeva (u %)

Vrsta uglja	Hemijski sastav (izražen u masenim procentima gorive mase)						
	Vlaga	C	H	O	N	S	Isparljivi sastojci
Lignit i mrki ugalj	20-60	60-75	5	16-28	0,6-1,6	0,3-6	45-60
Kameni ugalj	5-15	75-90	4,5-6,5	2-13	1-2,7	0,5-6	9-50
Poluantracit	2-3	90-94	3-5	2-5	1	0,5-3	6-9
Antracit	< 5	92-94	2	1-2	1	2-3	3-4

3. OSOBINE UGLJA

3.1 Petrografska analiza uglja

Da bi se neki ugalj mogao označiti kao tehnološka sirovina, potrebno je, pored stepena ugljenizacije, odnosno elementarnog sastava, poznavati i petrografske komponente uglja.

Petrografija ugljeva je nauka čiji su rezultati i podaci, u vezi sa genezom ugljeva, našli široku primjenu u geologiji, tehnologiji i rudarstvu. Petrografija se koristi pri prognozi kvaliteta uglja i određivanju načina korištenja uglja. Na osnovu petrografskog sastava i osobina komponenti uglja, mogu se dobiti pokazatelji osobina uglja. Suština ove metode sastoji se u izradi mikroskopskih preparata ugljeva i identifikaciji njihovih mikrokomponenti pod mikroskopom sa odbijenim i propuštenim svjetlom. Određivanje sadržaja mikrokomponenti vrši se u zavisnosti od cilja ispitivanja po osnovnim grupama, ili odvojeno po mikrokomponentama. Identifikacija mikrokomponenti vrši se po standardima.

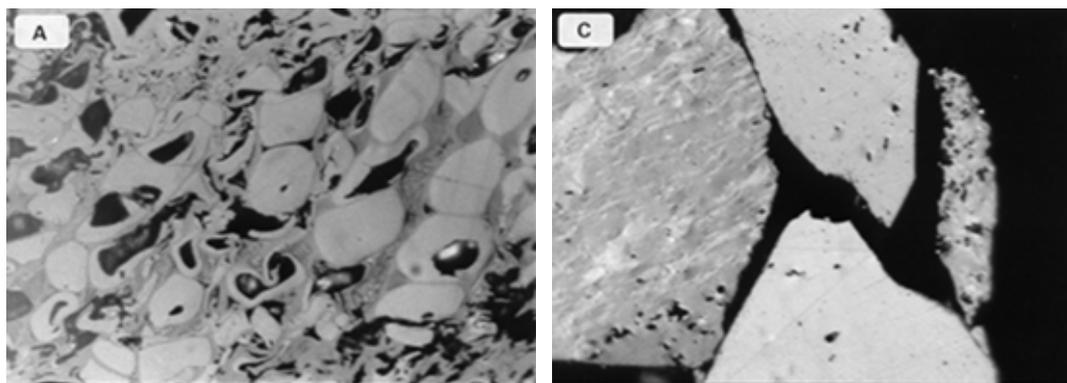
Ugljevi nisu jednostavne homogene materije, nego imaju kompleksan sastav - sastavljeni su iz više komponenti koje se razlikuju po fizičkim i hemijskim osobinama; npr. ugljevi istog stepena ugljenizacije predstavljaju smjesu različitih količina svijetlih (sjajnih) i tamnih (mrkih i vlaknastih) slojeva.

Osnovne petrografske komponente uglja su:

- litotipovi
- mikrolitotipovi
- macerali (mikrokomponente).

Litotip označava različite mikroskopski vidljive nejednake trake (zone) humusnih ugljeva. Mikrolitotip u mikroskopiji uglja označava asocijaciju macerala sa minimalnom širinom proslojaka od 50 μm . Mikrolitotipovi su karakteristični po sufiksu -it: vitrit, klarit, durit, fuzit.

Macerali ili mikrokomponente uglja predstavljaju osnovne sastojke uglja, anlogno mineralima u stijenama. Većina macerala je dobila svoje ime po porijeklu, odnosno po vrstama ili dijelovima biljne materije iz koje su postali. Mikroskopski se razlikuju po refleksiji, boji i obliku. Kod ugljeva nižeg stadija metamorfizma, veći broj macerala predstavlja dobro očuvane biljne dijelove ili tkiva, dok je kod većine kamenih ugljeva višeg stadija metamorfizma većina mikrokomponenti zahvaćena skoro u potpunosti procesima metamorfoze. Na slici 6 prikazana je mikrostruktura za lignit (uzorak A) na kojem su vidljivi segmenti strukture drveta, i antracit (uzorak C) na kojem se ne mogu uočiti tragovi botaničkog porijekla.

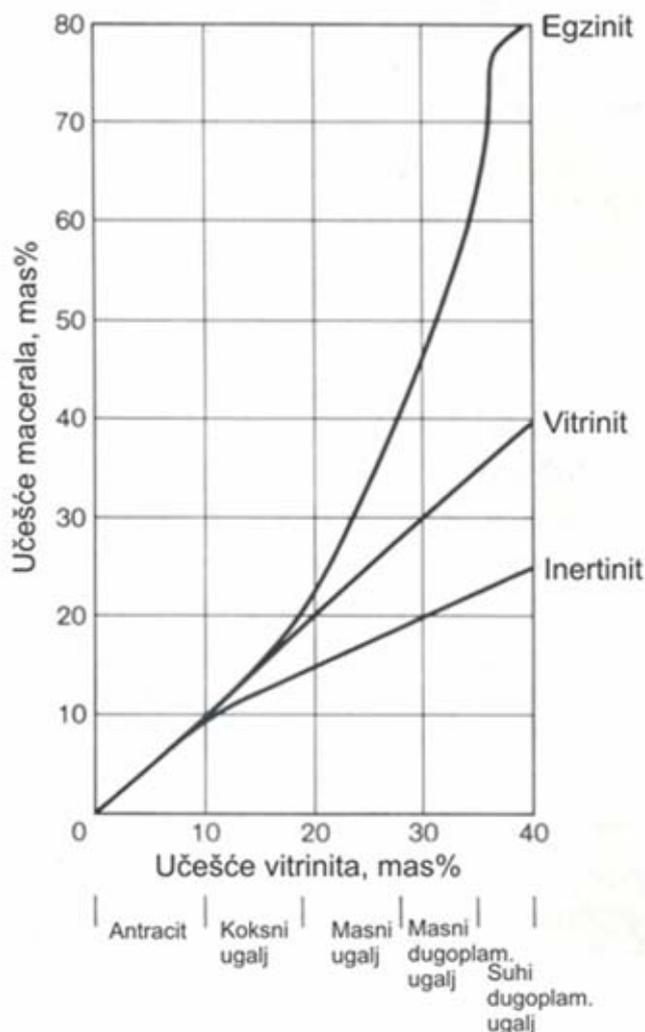


lignit

Antracit

Slika 6: Mikrostruktura ugljeva različitih stadija metamorfizma

S obzirom da ugljevi predstavljaju prirodne mješavine mikrokomponenti - macerala, kvalitet uglja je određen sveukupnim osobinama mikrokomponenti. Pri tome je od važnosti poznavanje osobina pojedinih mikrokomponenti, koje utiču na promjene koje nastaju kod termičke destrukcije uglja, i odnosa glavnih mikrokomponenti za različite vrste uglja. Sadržaj glavnih grupa macerala u različitim vrstama uglja predstavljen je na dijagramu, slika 7 [6].

**Slika 7:** Sadržaj glavnih grupa macerala u različitim vrstama uglja [6]

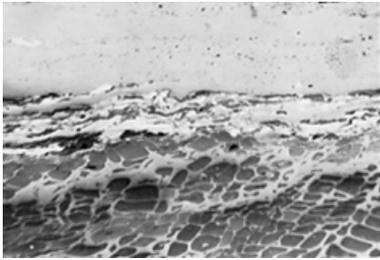
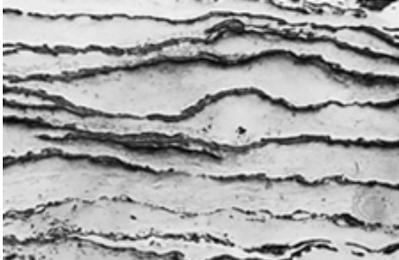
3.2 Macerali kamenog uglja

Grupe macerala koji su karakteristični za kameni uglj dati su u tabeli 2.

Tabela 2: Macerali kamenog uglja

Macerali kamenog uglja	
Grupe macerala	Macerali
Vitrinit	Kolinit Telinit
Inertinit	Mikrinit Sklerotinit Semifuzinit Fuzinit
Liptinit ili egzinit	Sporinit Kutinit Alganit Rezinit

Mikroskopski izgled ovih macerala - vitrinit, inertit i liptinit, dati su na slijedećim slikama, slika 8 a, b, c [7].

	<p>a) Maceral uglja tipa vitrinit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kolinit (gornji dio slike) - koloidna struktura - telinit (donji dio slike) - drvenasta struktura
	<p>b) Maceral uglja tipa inertit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - semifuzinit (gornji dio slike) - ćelijska struktura nije izražena - sklerotinit (donji dio slike) - fosilni ostaci gljiva-reljefne strukture - fuzinit (donji desni ugao slike) - tekstura u manjim proslojcima sa biljnom strukturom; ugljenisani zidovi ćelija sa praznim ćelijskim otvorima; on je mat, crn i vrlo krt
	<p>c) Maceral uglja tipa liptinit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kutinit (gornji dio slike) - alginit (srednji dio slike) - porijeklo od algi - sporinit (donji dio slike) - u obliku pora

Slika 8: Glavne grupe macerala kamenog uglja, uvećanje 144x, [7]

- Vitrinit je glavni sastojak sjajnog uglja. Na poliranom ugljenom preparatu, ukoliko se jasno zapaža drvenasta struktura, on se naziva telinit. Međutim, ukoliko je takva struktura odsutna, to se naziva kolinitom, koji predstavlja koloidnu strukturu. Dakle, vitrinit čini grupu macerala koje u svom sastavu imaju mikrokomponente tipa kolinit i telinit. Većina ugljeva sadrži visok procenat vitrinita: od 50% do 90%.

- Inertiti su grupa macerala bogatih na ugljiku, koji uključuju macerale: mikrinit, sklerotinit, semifuzinit i fuzinit. Većina ugljeva sadrži visok procenat inertita: od 5% do 40%.
- Liptinit macerali imaju visok procenat vodika i sastoje se od egzinitne grupe macerala (sporinit, kutinit, alginit, rezinit). Većina ugljeva sadrži procenat liptinita: od 5% do 15 %.

4. EKOLOŠKI ASPEKT

Najveći udio u potrošnji primarne energije u BiH imaju: ugalj (oko 64%), nafta (oko 16%), hidroenergija (oko 14%) i plin (oko 6%). Najveći dio uglja se koristi za proizvodnju električne energije. Pretpostavka je da će se razvoj energetike u Bosni i Hercegovini i nadalje bazirati na domaćim nalazištima uglja, pri čemu bi cijena toga uglja morala biti konkurentna u svjetskim razmjerama. Poznato je, međutim, da su domaći ugljevi u većini slučajeva niskovrijedni (sa visokim sadržajem vlage i pepela), zbog čega je njihova konverzija u električnu energiju u termoelektranama praćena nizom poteškoća.

Ugalj u procesima proizvodnje električne i toplotne energije ima znatan utjecaj na zagađenje okoline. Nastaju toksični plinovi SO_x i NO_x i problem je naročito izražen u naseljima ako su toplane u njihovoj blizini. S obzirom na kvalitet i hemijski sastav energetskih ugljeva kao i transformacije prisutnih spojeva na povišenim temperaturama očekivati je ispoljavanje različitih utjecaja na proces formiranja SO_x i NO_x. Emisija SO₂ zavisi u prvom redu od sadržaja sumpora u uglju i u povoljnim uvjetima sagorijevanja u ložištu sav sumpor izgori do SO₂, a nastaju i male količine SO₃. Ako je u uglju prisutan mineral kalcit CaCO₃, slijedi disocijacija na temperaturama 700 do 8000C i nastajanje baznog oksida CaO, zatim apsorpcije plina SO₂ prema reakciji: $CaO + SO_2 + 0,5 O_2 = CaSO_4$. U praksi se primjenjuje kao posebna mjera za reduciranje emisije SO_x dodatak krečnog praha za proces vrućeg odsumporavanja.

Oksidi dušika nastaju u toku i nakon procesa sagorijevanja, u principu kroz oksidaciju molekularnog dušika iz zraka i u međufazama kroz oksidaciju jedinjenja fosilnih goriva (ugalj, nafta) uglavnom organskih za koje je vezan dušik. U produktima sagorijevanja javljaju se različiti oksidi dušika koji se zajednički obilježavaju sa NO_x. Sa porastom temperature u ložištu mijenja se termička stabilnost oksida dušika. Na temperaturama iznad 1500 K najstabilniji je dušikov monoksid, NO, koji prilikom strujanja dimnih plinova oksidira do NO₂, pri čemu se proces oksidacije završava u atmosferi.

Ugljični dioksid (CO₂) je gas koji nastaje pri spaljivanju uglja, kao produkt potpunog sagorijevanja, i svrstava se među osnovne stakleničke gasove. Njegova pojava je neminovna, ukoliko se želi transformacija energije iz fosilnih goriva. Sa upotrebom fosilnih goriva i dalje ostaje otvoreno pitanje ugljičnog dioksida, s obzirom da izgaranjem uglja nastaje oko 92 kg/GJ CO₂, izgaranjem tečnog goriva 74 kg/GJ CO₂, a izgaranjem prirodnog gasa svega 53 kg/GJ CO₂ [8].

Očekivati je u budućnosti da se posveti veća pažnja problemu emisije polutanata u zrak i da se primijene adekvatne mjere za smanjenje emisije. Velike koncentracije polutanata u zraku štetno djeluju na zdravlje ljudi. Potrebno bi bilo kontinuirano analizirati prisustvo polutanata u zraku i njihove prizemne koncentracije. Važno je istaći da bi se trebale poštivati zakonske odredbe po pitanju zagađenja okoline štetnim polutantima.

Povećanje sadržaja stakleničkih gasova, kao i prisustvo sitnih BC-čestica čađi (black carbon) u lebdećem smogu, dovodi do povećanja globalne temperature na Zemlji i nastanka ozbiljnih posljedica - klimatskih promjena. Način da se smanji emisija ugljičnog dioksida je: povećanje energetske efikasnosti u transformaciji fosilnih goriva u sekundarne oblike energije.

Istovremeno, razvoj tehnologije, u sve većoj mjeri, omogućava pogodnu aplikaciju ovog goriva i sa aspekta uticaja na okolinu a uz primjenu mjera za reduciranje emisije plinova prema BAT preporukama.

5. ZAKLJUČAK

Upotreba uglja kao primarnog goriva će, kako u svijetu, tako i u BiH, i nadalje biti dominantna. Rezerve ovog goriva su na svijetском nivou dostatne za narednih 300 godina.

Bogat spektar moguće upotrebe uglja u industriji je dokaz da će ugalj i dalje služiti kao najviše zastupljen izvor primarne energije.

Korištenje uglja u industriji ima za posljedicu:

- problem globalnog zagrijavanja nastaje zbog emisije stakleničkih plinova, posebno plina CO₂,
- emisiju velikih količina toksičnih plinova SO_x i NO_x (lokalno i globalno).

Iz navedenih razloga kod upotrebe uglja moraju se primjenjivati mjere za reduciranje emisije plinova prema BAT preporukama.

6. LITERATURA

[1] <http://www.worldcoal.org/>,

[2] Lj. Ćuk: „Ima li ugalj perspektivu“, „Stanje i perspektive rudnika uglja u Bosni i Hercegovini“, Međunarodni stručni skup, Kakanj, sept. 2002.,

[3] C. Stephany, D. Senk: Metallurgischer Koks - Basisfach - Vorlesungen 2004, IEHK, RWTH Aachen,

[4] <http://www.eurocoal.org>,

[5] S. Joksimović Tjapkin: „Procesi sagorevanja“, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd 1981.,

[6] Ruhrkohlen-Handbuch, Verlag Glueckauf GmbH - Essen, 1984.,

[7] <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/354359/maceral>,

[8] S. Živković, J. Nuić, I. M. Tvrtković: „Ugljen se ne predaje“, Međunarodni stručni skup, Kakanj, sept. 2002.

DOPRINOS DIZAJNIRANJU VOZILA S CILJEM SMANJENJA OTPORA VAZDUHA

Blažević Emir, Dedukić Sanid, Katz Leo
Lemajić Zoran, Mijanović Boris, Turkušić Edin
Mašinski fakultet u Sarajevu

ABSTRAKT

Pored cijelog niza zahtijeva koji se postavljaju u fazi projektovanja novog vozila, potrošnja goriva danas predstavlja jedan od najbitnijih zahtijeva. Poznato je da potrošnja goriva direktno zavisi od opterećenja motora, tj. od otpora koji se suprotstavljaju kretanju vozila. Postoje minimalno tri jasna razloga za postizanje niže potrošnje goriva i to:

- snižavanje troškova eksploatacije vozila,
- snižavanje štetnih emisija, prvenstveno emisije CO₂ koja ima značajan uticaj na definisanje klimatskih promjena na Zemlji (tzv. efekt „staklene bašte“),
- racionalnija potrošnja neobnovljivih fosilnih goriva.

Na osnovu dugogodišnjih ispitivanja utvrdilo se da pri brzinama većim od 60 km/h otpor vazduha predstavlja dominantan otpor u ukupnim otporima kretanja motornog vozila. Zbog toga se kod projektovanja novih vozila posebna pažnja posvećuje dizajnu i određivanju optimalnog aerodinamičkog oblika vozila. Dobivanje optimalnog aerodinamičkog oblika predstavlja jedan složen proces koji se zasniva na mnogobrojnim simulacijskim i eksperimentalnim metodama. Dok savremene simulacijske metode još uvijek imaju problema s predviđanjem turbulentnog strujanja vazduha oko vozila, posebno iza tzv. „C-konzole“, jedino egzaktno rješenje o vrijednostima aerodinamičkih parametara vozila mogu dati ispitivanja u koja se provode na stvarnim vozilima i/ili modelima vozila. Pri tome je navažnije izabrati kvalitetnu mjernu metodu koja će omogućiti postizanje dobrih rezultata.

Ispitivanja koja su provedena u okviru ovog rada, odnosila su se na određivanje osnovnih aerodinamičkih karakteristika za usvojeni model vozila. Time su dobijene karakteristike poput koeficijenta otpora vozila i rasporeda pritisaka duž podužne ose modela vozila. Svi dobijeni rezultati su potpuno primjenjivi u praksi. Važno je istaći da su ispitivanja pokazala da je sama eksperimentalna mjerna linija dobro postavljena što omogućava stvaranje uslova za uspješno dizajniranje novih vozila.

ABSTRACT

In addition to a range of demands that are placed in a new phase of vehicles design, fuel consumption represents today one of the most important objective. It is well known that the fuel consumption directly depends on the engine load, in other words, of the resistance due to the movement of vehicles. There are a minimum of three reasons for achieving lower fuel consumption as follows:

- reduction of vehicle exploitation costs,
- reduction of harmful emissions, especially emissions of CO₂, which has a significant impact on the definition of climate change on Earth (the so-called effect of "greenhouse"),
- more rational consumption of non-fossil fuels.

On the basis of years of testing it is known that at speeds exceeding 60 km/h, air drag is the dominant in the total resistance of the motor vehicles. Therefore, the design of new vehicles, take special care which is dedicated to design and determine the optimal aerodynamic shape

of vehicle. Obtaining optimal aerodynamic forms represents a complex process that is based on a number of simulation and experimental methods.

While modern simulation methods still have problems predicting turbulent flows of air around the vehicle, especially after the so-called "C-pillar", the only exact solution of the values of aerodynamic parameters of vehicles can provide tests which are conducted on the realistic vehicles and/or models of vehicles. It is primary to choose the quality of measurement method that will enable the achievement of valid results.

Tests that are conducted within the framework of this study are referred to the determination of basic aerodynamic characteristics for adopted model vehicles. Time characteristics were obtained as the air drag coefficient and distribution of the pressures along model of vehicle. All obtained results are fully applicable in practice. It is important to note that the tests showed the experimental measurement line is properly set, which allows the creation of conditions for the successful design of new vehicles.

1. UVOD

U svijetu u kojem je energetska kriza iz dana u dan sve evidentnija, neophodno je pribjegavati mjerama štednje na svaki mogući način, a posebno u pogledu potrošnje goriva. Rješavanje problema smanjenja potrošnje goriva omogućava istovremeno i rješavanje problema globalnog zagrijavanja, tj. smanjenja emisije CO₂.

Automobilska industrija je i te kako osjetljiva na problem s nedostatkom energenata, dok su automobili i jedni od vodećih zagađivača. Pored istraživanja na polju alternativnih izvora energije, vrlo važno mjesto zauzima optimizacija aerodinamičkih parametara vozila koji su usko vezani za proces njegovog dizajniranja. Poboljšavanjem aerodinamičkih parametara vozila, pored smanjenja potrošnje goriva, omogućava se postizanje većih maksimalnih brzina, kao i povećanje same stabilnosti vozila.

Sva dosadašnja istraživanja provedena na Mašinskom fakultetu u Sarajevu su se odnosila na ispravno određivanje koeficijenta otpora oblika modela vozila C_x i uspostavljanje veze s stvarnim podacima realnog vozila. Prvi korak u određivanju koeficijenta otpora oblika napravljen je 2006. godine kad je uspostavljena mjerna linija za mjerenje ukupne sile otpora vazduha. Na osnovu istraživanja prikazanih u [1], određivanje sile otpora vazduha modela vozila zasnovano je na uspostavljanju ravnoteže otpora vazduha i utega poznate mase, tj. težine. Tom prilikom je uočeno da koeficijent otpora vazduha ima vrijednosti veoma bliske stvarnom vozilu, ali da s povećanjem brzine strujanja vazduha oko vozila dolazi i do povećanja vrijednosti koeficijenta otpora oblika. Nastavak istraživanja koji je uslijedio 2007. godine, bio je zasnovan na istraživanju dva modela vozila od kojih je jedan model imao ugrađene aerodinamičke površine za stabilizaciju, dok ih drugi model nije imao. Određivanje otpora vazduha modela vozila je vršeno na isti način kao prethodno opisana metodologija, što se vidi u [2]. S ciljem eliminisanja remećenja struje vazduha prilikom opstrujavanja vazduha oko vozila, odlučeno je da se za mjerenje otpora vazduha iskoristi mjerenje sile u poluzi na zadnjoj strani vozila, što je prikazano u [3]. Također, s dobivanjem tačnijih rezultata iskorištene su poznate mjerne trake koje su registrovale silu otpora vazduha koja je djelovala na tanki lim. Ovom prilikom su dobijeni nešto bolji rezultati mjerenja ali se i dalje javio problem povećanja vrijednosti koeficijenta otpora vazduha s povećanjem brzine strujanja u neporemećenom toku.

U svim navedenim istraživanjima struja vazduha je napuštala mlaznicu otvorenog aerodinamičkog tunela tipa „blower“ i širila se duž podužne ose tunela, odnosno vozila koje je postavljeno na posebni ispitni sto. Tokom 2008. i 2009. godine se došlo na ideju da se ispitni sto postavi u radnu sekciju koja se nastavlja na mlaznicu aerodinamičkog tunela, čime se vanjski uticaji i širenje vazduha koji izlazi iz mlaznice tunela značajno eliminišu. Pored ovog unaprjeđenja, nabavljena je kvalitetnija mjerna oprema, a ostvareni rezultati istraživanja su prikazani u nastavku ovog rada.

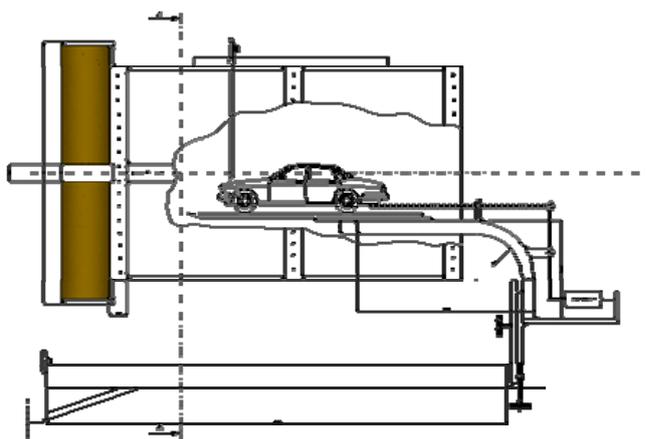
2. OPIS MJERNE LINIJE

2.1. Aerodinamički tunel sa radnom sekcijom

Kako je navedeno u prethodnom poglavlju, dosadašnja ispitivanja na Mašinskom fakultetu u Sarajevu su se izvodila bez radne sekcije, čime je postojao određeni uticaj okoline na sama mjerenja. Prethodnica ovog istraživanja bila je izrada radne sekcije nastavljene na mlaznicu tunela s ciljem smanjenja uticaja okoline. Naime, na mlaznicu otvorenog aerodinamičkog tunela tipa „blower“ postavlja se posebna konstrukcija mjerne linije, koja se sastoji od radne sekcije (tunela) za usmjeravanje struje vazduha i ispitne platforme na koju se postavljaju model vozila i odgovarajući mjerni instrumenti, što je prikazano na slici 1.

Zadatak tunela za usmjeravanje struje vazduha je da održi što ravnomjerniji i što uniformniji tok struje vazduha. To je neophodno da bi se greška pri mjerenju svela na minimum. Na gornjoj strani tunela je predviđen otvor u obliku žlijeba kroz koji se postavlja cjevčica za mjerenje pritiska. Tunel se nastavlja na aerotunel pomoću odgovarajućih kandži koje se pritežu pomoću obruča. Tunel se oblaže s unutrašnje strane kako bi se održao što uniformniji tok struje vazduha.

Zadatak ispitne platforme je da nosi model koji se želi ispitati, te da omogući vertikalno pomjeranje modela kako bi se on nalazio u centru struje vazduha u cilju dobijanja što tačnijih rezultata. U sklopu ispitne konstrukcije predviđeno je mjesto za postavljanje dinamometra tako da on nema uticaja na samu struju vazduha.



SLIKA 1. Konstrukcija mjerne linije za mjerenje otpora oblika

2.2. Mjerni uređaji

Zamišljeno je da se tokom ispitivanja opstrujavanja vazduha oko vozila i definisanja koeficijenta otpora vazduha omogući mjerenje ukupne sile otpora vazduha pomoću dinamometra i statičkog pritiska u neposrednoj blizini karoserije modela vozila pomoću manometra. Kratak prikaz osnovnih tehničkih karakteristika navedena dva korištena uređaja dat je u nastavku.

2.2.1. Mikromanometar FLUKE FL 922

Za mjerenje statičkog pritiska izabran je mikromanometar FLUKE FL 922 koji omogućava i mjerenje diferencijalnog pritiska, protoka i brzine vazdušne struje. Izgled navedenog mjernog uređaja s prikazom svih relevantnih karakteristika dat je na slici 2, odnosno u tabeli 1.



SLIKA 2. Mikromanometar FLUKE FL 922

TABELA 1. Tehničke specifikacije mikromanometra FLUKE FL 922

FLUKE FL 922		TEHNIČKE SPECIFIKACIJE
ALAT	OPSEG/REZOLUCIJA/PRECIZNOST	
MANOMETAR	$\pm 4000 \text{ Pa} / 1 \text{ Pa} / \pm 1 \% + 1 \text{ Pa}$ $\pm 400 \text{ mm H}_2\text{O} / 0,1 \text{ mm H}_2\text{O} / \pm 1 \% \pm 0,1 \text{ mm H}_2\text{O}$	
TEMPERATURA	od $0 \text{ }^\circ\text{C}$ do $50 \text{ }^\circ\text{C} / 0,1 \text{ }^\circ\text{C} / \pm 1 \%$	
BRZINA TOKA	od 1 do $80 \text{ m/s} / 0,001 \text{ m/s} / \pm 2,5 \%$ na svakih 10 m/s	
NAPAJANJE	4 AA baterije	
TRAJANJE BATERIJA	280 h bez pozadinskog osvjetljenja, 60 h sa pozadinskim osvjetljenjem	
OPERATIVNA TEMPERATURA	od $0 \text{ }^\circ\text{C}$ do $50 \text{ }^\circ\text{C}$	
KAPACITET MEMORIJE	99 očitavanja	
STANDARD	EN61326 – 1	

2.2.2. Digitalni dinamometar LUTRON FG 5005

Ovaj uređaj je predviđen za mjerenje kako sile pritiska, tako i sile istezanja. Uređaj je predviđen za montažu na ispitno postolje. Izgled navedenog mjernog uređaja s prikaznom svih relevantnih karakteristika dat je na slici 3, odnosno u tabeli 2.



SLIKA 3. Digitalni dinamometar LUTRON FG 5005

TABELA 2. Tehničke specifikacije dinamometra LUTRON FG 5005

LUTRON FG 5005		TEHNIČKE SPECIFIKACIJE
ALAT	OPSEG/REZOLUCIJA/PRECIZNOST	
DINAMOMETAR	$\pm 5000 \text{ g} / 1 \text{ g} / \pm 0,4 \%$ $\pm 49 \text{ N} / 0,01 \text{ N} / \pm 0,4 \%$	
MINIMALNO OČITANJE	$\pm 0,02 \text{ N}$	
NAPAJANJE	6 AA baterija ili mrežno napajanje preko DC 9V adaptera	
OPERATIVNA TEMPERATURA	od $0 \text{ }^\circ\text{C}$ do $50 \text{ }^\circ\text{C}$	
SMJEŠTAJ PODATAKA	Na PC/laptop preko DATA kabla , update svake $0,2 \text{ s}$	
SOFTWARE	Posebno razvijeni software za spremanje i obradu podataka, LUTRON SW – U801 - WIN	
ZAŠTITA	Ugrađena zaštita od preopterećenja	

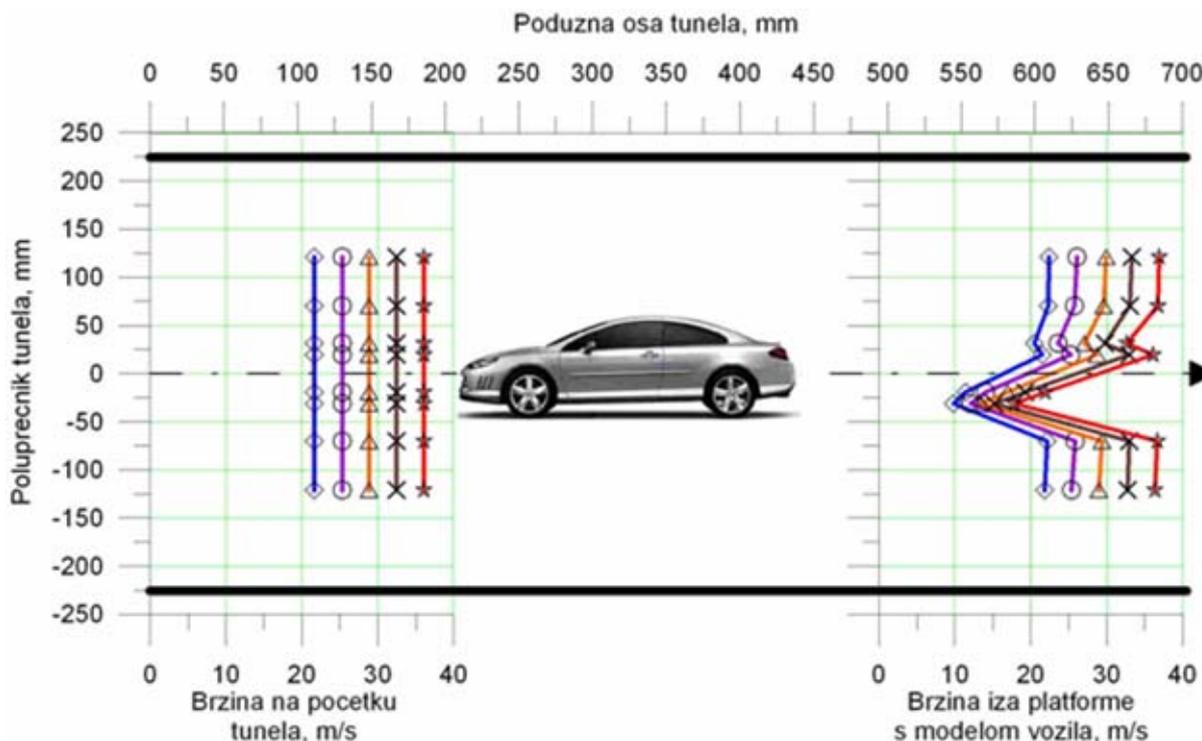
3. REZULTATI MJERENJA

3.1. Određivanje brzine vazdušne struje kroz radnu sekciju

Za provedena mjerenja od posebnog značaja je pravilno definisana brzina strujanja vazduha u neporemećenoj struji neposredno prije modela vozila. Korištenjem mikromanometra FLUKE FL 922, koji omogućava povezivanje Pitot sonde, omogućeno je mjerenje brzine vazdušne struje na različitim poluprečnicima tunela radne sekcije. Mjerenja su obavljena na različitim poluprečnicima, što je prikazano na slici 4.

U slučaju kada radna platforma nije smještena unutar radne sekcije (tunela), na udaljenosti od 100 mm od mlaznice aerodinamičkog tunela, profil brzina je ravnomjeran, odnosno, tok je uniforman i brzina duž cijelog presjeka je uniformna.

Također, na slici 4. prikazan je položaj modela vozila na ispitnoj platformi unutar radne sekcije. Kao što se vidi, ispitna platforma je postavljena tako da se model vozila nalazi u osi radne sekcije. Interesantno je bilo uočiti profil brzine vazdušne struje u radnoj sekciji poslije modela vozila, na 480 mm podužne ose tunela od početka tunela. Zbog položaja ispitne platforme i modela vozila, uočeno je da se profil brzina deformiše upravo u području poluprečnika u kojima se nalazi ispitna platforma i model vozila, što se može opravdati remećenjem struje vazduha i pojavom turbulencije. Navedeni eksperimentalni rezultati mogu poslužiti kao odlična osnova za verifikaciju rezultata opstrujavanja vazdušne struje dobijenih nekim od numeričkih programa.



SLIKA 4. Dijagram brzine vazdušne struje po poprečnom presjeku radne sekcije

3.2. Određivanja koeficijenta otpora oblika C_x

U konkretnom slučaju sila otpora kotrljanja je zanemarena. Platforma na kojoj se nalazi model vozila je pleksiglas, (makrolon), što ukazuje da se podloga može smatrati idealnom. Pošto se u ovom slučaju model vozila nalazi u stabilnoj ravnoteži, platforma je nepomična, pomjeranja vozila su minimalna, te je to još jedan od razloga zašto je zanemaren otpor kotrljanja.

Postavljanjem mjerne linije na opisani način, moguće je direktno odrediti vrijednost sile otpora vazduha modela vozila. Poznavajući vrijednost sile otpora oblika modela vozila, uz poznavanje ostalih karakterističnih fizikalnih veličina strujanja vazduha i čeone površine

modela vozila, omogućava se direktno određivanje koeficijenta otpora oblika modela vozila c_x na osnovu poznate zakonitosti:

$$F_{otp} = \frac{1}{2} C_x \rho A v^2 \quad (1)$$

gdje su:

F_{otp} - sila otpora vazduha;

ρ - gustina vazduha;

A - čeona površina modela vozila;

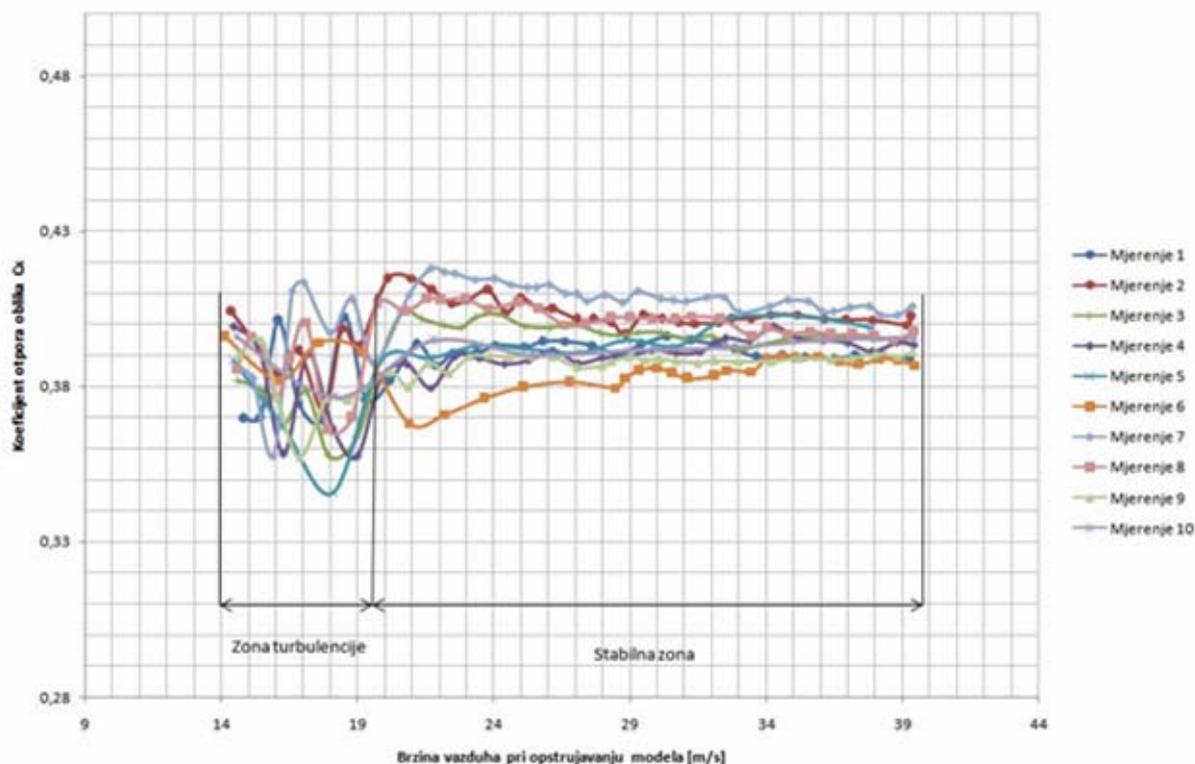
v - brzina vazduha u neporemećenoj struji neposredno prije vozila;

C_x - koeficijent otpora oblika modela vozila.

Na osnovu izraza (1), dobiva se izraz za određivanje koeficijenta otpora oblika:

$$C_x = \frac{2F_{otp}}{\rho A v^2} \quad (2)$$

Korištenjem izraza (2), uz poznavanje vrijednosti brzine strujanja vazduha v , gustine vazduha od 1,2145 kg/m³ pri temperaturi vazduha od 17,5 °C i sile F_{otp} , koja se očitava s dinamometra, može se odrediti koeficijent otpora oblika C_x , čije su vrijednosti pri različitim brzinama vazdušne struje prikazane na slici 5.



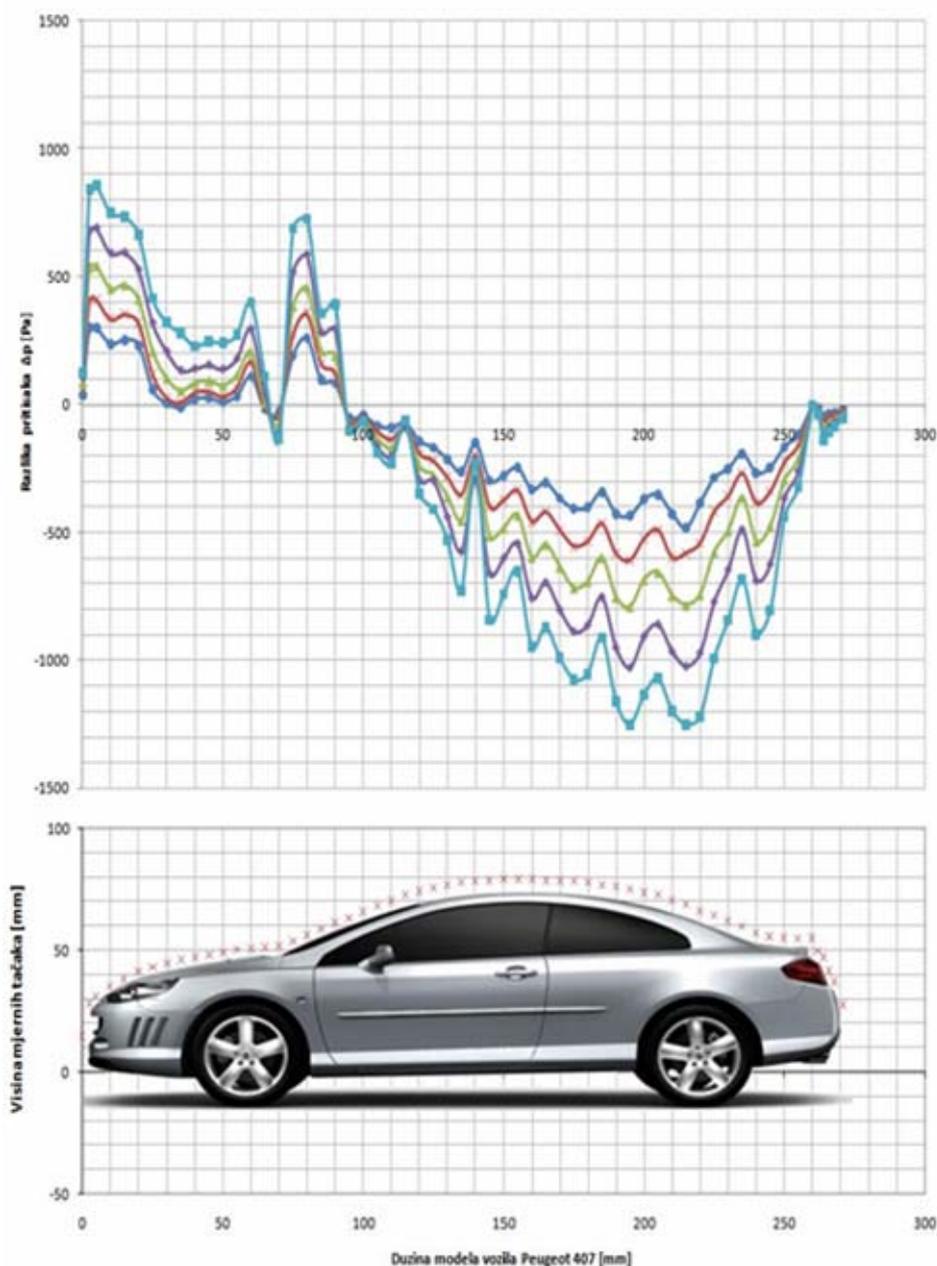
SLIKA 5. Vrijednosti koeficijenta otpora oblika C_x pri različitim brzinama vazdušne struje

Kao što je vidljivo sa slike, u početnom trenutku se pojavljuje oscilovanje platforme na kojoj se nalazi model vozila uslijed turbulencije, što uzrokuje oscilovanje rezultata. Poslije toga nestaje oscilovanje platforme što dovodi do dobijanja približno konstantnih vrijednosti koeficijenta otpora oblika C_x i potvrđuje poznatu činjenicu da ovaj koeficijent ne zavisi od brzine!

3.3 Određivanje razlike pritisaka duž karoserije modela vozila

Mjerenje pritisaka po dužini karoserije ispitivanog modela, obavljeno je korištenjem diferencijalnog manometra. Mjerna cjevčica se spušta pod pravim uglom prema karoseriji ispitivanog modela vozila. Na taj način dobija se vrijednost diferencijalnog pritiska na karakterističnoj tački karoserije. Početna tačka u kojoj se vrši mjerenje postavlja se na najistaknutiji dio modela vozila, u ovom slučaju na prednji odbojnik. Pomjerenjem mjerne

cjevčice po dužini karoserije za pet milimetara, svaki put se dobija nova tačka u kojoj se vrši mjerenje diferencijalnog pritiska. Na zadnjem dijelu modela vozila, zbog specifične izvedbe, (od 260 mm do 271 mm), umjesto pomjeranja od pet milimetara, usvojena je podjela od dva milimetra. Tako dobijeni diferencijalni pritisci grafički su prikazani na slici 6.



SLIKA 6. Razlika pritisaka duž podužne ose modela vozila

4. ANALIZA REZULTATA

Prilikom mjerenja sile otpora vozila, ukupno je urađeno 10 mjerenja. Sva mjerenja su obavljena u intervalima brzina od 14,46 m/s do 36,09 m/s. Analizom slike 5, jasno se uočava da je sa ponavljanjem mjerenja pokazano da se srednje vrijednosti koeficijenta otpora oblika kreću oko $c_{x} = 0,39$. Dobijeni koeficijent otpora oblika je veći od stvarnog koji iznosi 0,29 što se može opravdati činjenicom da su prozori na modelu vozila bili otvoreni. Prema dostupnoj stručnoj literaturi [4], pri takvim uslovima ispitivanja, koeficijent otpora oblika i treba da ima višu vrijednost od 10-20 % u odnosu na slučaj kada su prozori na modelu zatvoreni. Posebno je važno napomenuti da se ulaskom u strujanje bez velikih turbulencija zbog

postavljanja ispitne platforme smanjuju oscilacije čime se dobija približno konstantna vrijednost.

Postavljanjem mjerne cjevčice što bliže površini karoserije modela vozila, te njenim pomjeranjem po dužini vozila, za različite brzine dobivene su različite vrijednosti diferencijalnog pritiska što je omogućilo definisanje rasporeda razlike pritiska po dužini ispitivanog modela. Analizom slike 6. vidljivo je maksimalno povećanje pritiska na čeonj površini vozila u predjelu do poklopca motora, ali i nešto blaže vrijednosti duž samog poklopca motora. Povećanjem napadnog ugla vjetrobranskog stakla, ponovo dolazi do povećanja pritiska. S zaobljenjem vjetrobranskog stakla i početkom krova, dolazi do razvoja turbulentnog strujanja i pada pritiska. Nadalje, prema kraju modela, zbog specifične izvedbe zadnjeg poklopca pritisak ponovo raste. Nakon toga, kako se približava štop svjetlima, taj pritisak ponovo pada, da bi nakon toga, u zoni zadnjeg odbojnika ponovo rastao.

Poznavanjem rasporeda pritiska može se pristupiti definisanju koeficijenta pritiska C_p i formiranju univerzalne slike opstrujavanja oko modela vozila te to kasnije prenijeti i na stvarno vozilo.

5. ZAKLJUČAK

Osnovni ciljevi istraživanja i projektiranja aerodinamičkih svojstava vozila su da se obezbijede:

- niske vrijednosti otpora zraka kretanju vozila i na taj način što niža potrošnja goriva i što manja emisija CO₂ (uzdužna aerodinamika),
- što manja osjetljivost na stabilnost vozila i u slučajevima djelovanja snažnog bočnog vjetra (bočna aerodinamika),
- što bolji kontakt vozila sa tlom u slučajevima kretanja velikim brzinama (vertikalna aerodinamika),
- što manje prljanje prednjih, zadnjih i bočnih stakala pri vožnji po mokrom ili blatnjavom putu (aerodinamika aktivne sigurnost),
- atraktivnu liniju vozila i za kupce interesantan oblik vozila (estetska aerodinamika).
- U praksi se posebna pažnja aerodinamici posvećuje kod sportskih i osobnih vozila a aerodinamička svojstva vozila se pojednostavljeno opisuju koeficijentom aerodinamičnosti C_x koji je faktor oblika vozila pri određivanju veličine otpora zraka kretanju vozila.
- Nakon provedenih ispitivanja, dobijeni rezultati su jasno pokazali ispravnost postavljene mjerne linije i samih mjerenja. Na taj način otvaraju se potpuno nove mogućnosti u daljnjoj optimizaciji dizajna vozila.

Potrebno je da potrošnja goriva bude što niža iz tri osnovna razloga:

- snižavanja troškova eksploatacije vozila,
- snižavanje štetnih emisija prvenstveno emisije CO₂ koji je uticajan faktor klimatskih promjena na zemlji (efekat staklenika),
- racionalnijeg utroška neobnovljivih fosilnih goriva.

6. LITERATURA

- [1] A. Hasanović: „Eksperimentalno određivanje koeficijenta otpora oblika modela vozila“, diplomski rad, Mašinski fakultet Sarajevo, 2006.
- [2] E. Merić, E. Džafić, L. Katz, Z. Lemajić, B. Mijanović, E. Turkušić: „Eksperimentalno određivanje koeficijenta otpora oblika“, Sarajevo, 2007.
- [3] M. Hodžić: „Određivanje koeficijenta otpora oblika modela vozila pomoću mjernih traka“, diplomski rad, Mašinski fakultet Sarajevo, 2007.
- [4] Wolf Heinrich Hucho, Aerodynamics of road vehicles, 4th edition, SAE, 1998.

PROIZVODNJA ČELIKA U SAVREMENIM KONVERTORIMA

Glavaš Dragana,
Pelko Aida,
Dr. Nađija Haračić,
Univerzitet u Zenici
Mašinski fakultet

REZIME:

U radu se govori o proizvodnji čelika u savremenim konvertorima, kada se prvi put proizveo, te njegova proizvodnja u današnje vrijeme. Pokušali smo što detaljnije opisati sam proces proizvodnje i način rada kiseoničkih konvertora. Također smo istaknuli koje standarde treba ispunjavati kvalitetni čelik proizveden na ovaj način.

Ključne riječi: čelik, konvertori, elektro peći, visoke peći, standardi

1. UVOD

Prije svega spomenut ćemo samu historiju proizvodnje čelika, upotrebu kiseoničkih konvertora (Bessemerov i Thomasov konvertor), elektropeći, te SM (siemens-martinove) peći. Također ćemo istaknuti na koji način se mogu prečišćavati i koristiti konvertorski plinovi, te koje kvalitete čelik mora ispoštovati da bi bio prema normama kvaliteta. Cilj ovoga rada je da se što bolje i što detaljnije prikaže cijeli proces, ilustrovan odgovarajućim slikama.

2. HISTORIJSKI PREGLED PROIZVODNJE ČELIKA

Počeci upotrebe kovanog željeza su oko 1500 godina prije nove ere. Sigurno je da su se u to vrijeme istovremeno proizvodili u raznim krajevima bakar, bronca i željezo. Prvo metalurško željezo su proizveli Hetiti (u Maloj Aziji) iz oksidne rude hematit oko 1400 godina prije n.e., a njegovo oblikovanje kovanjem vršili su Asirci i Sirijci.

U Indiji je željezo bilo dobro poznato oko 1000 godina pr.n.e. - poznati stub od čistog željeza u Delhiju visine 7m, mase 6 tona i čistoće 99,22%, a u Kini je željezo po značaju dostiglo bronzu oko 200 godina pr.n.e.

2.1 Historija tehničke proizvodnje čelika

Prvo tehničko željezo se dobivalo redukcijom oksida sa drvenim ugljem u plitkom ognjištu - grnu (obloženom glinom), a koje je bilo iskopano na strmim padinama brda. Što je bio jači prirodni propuh proizvodilo se više kovanog željeza sa niskim sadržajem ugljika i sa oko 3 % raznih primjesa troske u polučvrstom stanju. To spužvasto željezo se nazivalo "nado" (njem. - Luppe, engl. - bloom) i imalo je masu oko 10 do 20 kg. Temperatura u grnu iznosila je najviše do 1200°C, a iskorišćenje je bilo vrlo malo jer se za proizvodnju 1 kg takvog željeza trošilo oko 5 kg drvenog uglja. Nakon vađenja grude - "nada" iz grna, ono je razbijano u više komada za prekivanje u kovno željezo, odnosno čelik u današnjem smislu. Razvojem ovih peći, u 16. vijeku (nakon radova Paraceizusa koji je prvi uveo pojam i naziv hernija umjesto "alhemija" i Agrikole koji je proširio upotrebu hemije na novu oblast - metalurgiju) proizvodila su se "nada" mase i do 500 kg, odnosno i do 1000 kg u 17. vijeku.

Proizvodnja tečnog čelika omogućena je Besemerovim (H. Bessemer) pronalaskom konvertora 1855. god. Besemerov konvertor je imao kiselu oblogu i otvore za puhanje zraka pod pritiskom u donjem dijelu. Kasniji pronalasci u tehnologiji proizvodnje tečnog čelika su još više unaprijedili procese i pojeftinili čelik, kao: Simens-Martenova peć (SM-peć) -1864. god, prva elektrolučna peć - 1900. godine.

2.2 Proizvodnja čelika u naše vrijeme

Današnji život i proizvodnja su nezamislivi bez materijala na bazi željeza, posebno čelika jer je njegova proizvodnja i upotreba peterostruka prema ostalim tehničkim materijalima. Iako se od sredine 70-tih godina 20. vijeka proizvodnja čelika ne povećava, očekuje se da će barem prve trećine 21. vijeka čelici biti vodeći materijal u proizvodnji i primjeni. U ovom poglavlju je na osnovu pregleda literature i vlastitog iskustva dat prikaz najznačajnijih karakteristika proizvodnje Čelika, sa osvrtom na njegove osobine u vezi sa hemijskim sastavom, ravnotežnim procesima prema dijagramu Fe-FesC i mikrostrukтури, kao i primjena u svakidašnjoj praksi.

3. PREGLED NAČINA PROIZVODNJE ČELIKA NA OSNOVU PRETRAŽIVANJA RELEVANTNE, DOSTUPNE LITERATURE

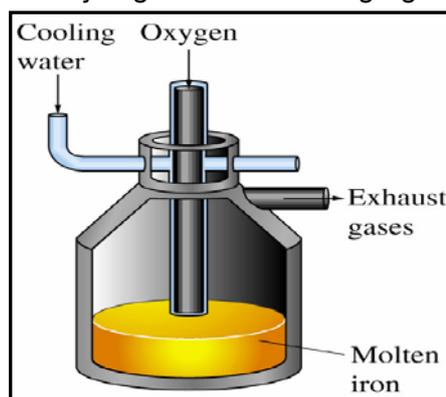
U suštini se proizvodnja čelika svodi na prečišćavanje (rafinaciju) belog sirovog gvoždja i dodavanje legirajućih sastojaka u vidu fero-legura ili čistih elemenata. Za razliku od livenog gvoždja, koje se izradjuje od davnina i proizvodnje manjih količina kovnog gvoždja, proizvodnja čelika u većim količinama novijeg je datuma. Smatra se da je industrijska proizvodnja čelika od sirovog gvoždja počela pronalaskom Besemerovog konvertora (1855.) i Simens-Martenove (plamene) peći (1865.), dok je prva električna peć konstruisana 1906. godine. Danas se uglavnom koriste tri postupka izrade čelika: bazni kiseonični (LD), u električnoj peći i plamenoj peći (SM). Prema najnovijim podacima (2001. godina) svetska proizvodnja čelika iznosi oko 800 miliona tona godišnje, odnosno 160 kg po glavi stanovnika, dok je ta proizvodnja 1928. godine bila 98.6 miliona tona.

3.1 KISEONIČKI KONVERTORSKI PROCES

3.1.1 Suština i razvoj konvertorskih procesa

Suština svih klasičnih konvertorskih procesa proizvodnje čelika je uglavnom ista: u agregatu (konvertoru) se vrši oksidaciona rafinacija metala, koristeći kao glavni reagent plinovite oksidante, i zagrijavanje metala bez dovoda toplote iz vana, na račun fizičke toplote tečnog sirovog gvoždja i toplote egzotermnih hemijskih reakcija. Dezoksidacija i legiranje čelika vrši se u kazanu.

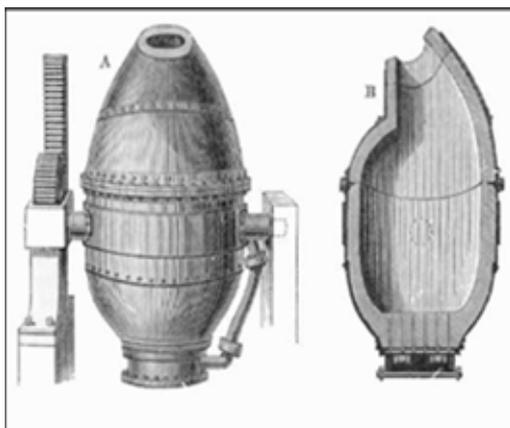
Zahvaljujući provođenju oksidacione rafinacije korištenjem plinovitih oksidanta i bez dovoda toplote sa vana, omogućena je jednostavnost konstrukcije konvertora i vrlo velike brzine rafinacije, iz čega proizilazi velika produktivnost konvertora. Osnovne varijante konvertorskih procesa razlikuju se uglavnom prema karakteru vatrostalne obloge i vrste oksidanta, kao i po načinu dovoda oksidanta u metalnu kupku.



3.1.2. Bessemerov postupak

Prvi konvertorski proces, koji je imao važnu ulogu u razvoju proizvodnje čelika, bio je Bessemerov, uveden 1856. godine. Taj proces se izvodio u konvertoru sa kiselim ozidom i duhanjem zraka kroz otvore u dnu konvertora (sl.2.). Kisela obloga je isključivala mogućnost odfosforavanja i odsumporavanja metala, zbog čega je Bessemerov proces omogućavao

samo preradu gvožđa sa niskim sadržajem sumpora i fosfora (ne više nego što je propisano u gotovom čeliku).



Sl. 2. Bessemerov konvertor - presjek

Puhanje zraka, je nepovoljno uticalo na toplotni bilans taline i praktično isključilo mogućnost upotrebe starog željeza, jer se za zagrijavanja azota, koji je duhan kao balast, trošilo mnogo toplote (oko 20 % od ukupnih potreba procesa), a na drugoj strani smanjivalo kvalitet čelika zbog neizbježnog rastvaranja azota čiji sadržaj u tečnom metalu je dostizao 0,010-0,015%. Da bi se zaokružio toplotni bilans, sirovo gvožđe je trebalo sadržavati 0,9-1,4% Si.

Neophodnost korištenja sirovina (sirovog gvožđa) isključivo visokog kvaliteta i dobivanje čelika sa visokim sadržajem sumpora, fosfora i azota osnovni su nedostaci Bessemerovog procesa. Ipak, ovaj proces je u drugoj polovini 19 stoljeća bio dominantan, dok se danas praktično više ne primjenjuje.



Sl.3. Bessemerov konvertor

3.1.3. Thomasov proces

Thomasov proces je uveden 1878. godine, sa osnovnim ciljem da se omogući prerada gvožđa sa višim sadržajem fosfora. Konvertor je bio ozidan bazičnim opekama izrađenim od dolomita, a duhanje je bilo zrakom kroz dno konvertora (sl.4.). Bazična obloga konvertora je omogućavala da se za vrijeme oksidacionog perioda formira bazična troska, koja je obezbjeđivala visok stepen odfosforavanja i značajno odsumporavanje metala. Za obezbjeđenje potrebnog toplotnog bilansa procesa, sadržaj fosfora u gvožđu se treba okretati u granicama 1,6-2,0%.



Slika 4. Thomasov konvertor

Proizvodnja ovakvog gvožđa je bila moguća samo iz ruda iz određenih područja, zbog čega je i lokacija Thomasovih čeličana bila locirana na tim regionima. Kvalitet Thomavosog čelika je bio niži nego Bessemerovog, jer se osim visokog sadržaja fosfora i azota, ovdje neizbježno pojavljivao visok sadržaj kisika na kraju duhanja, kao rezultat neophodnosti da se duhanje moralo voditi do vrlo niskih sadržaja ugljika (ispod 0,05% C). Ekonomičnost Thomasovog procesa je znatno poboljšala korištenje Thomasove troske koja se zbog visokog sadržaja, koristila kao vještačko đubrivo. Danas Thomasov proces nema praktičnog značaja. Zbog nedostatka Bessemerovog i Tomasovog porocesa koji su bili izraženi posebnim zahtjevima za

kvalitet gvožđa, nemogućnošću korištenja starog željeza u značajnim količinama i niskim kvalitetom čelika traženi su načini da se ovi nedostaci otklone, a sačuvaju njihove glavne prednosti, koje su se ogledale u visokoj produktivnosti.

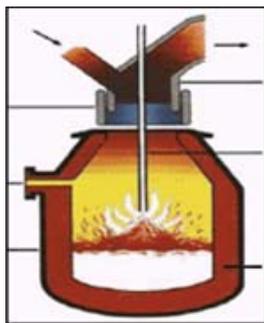
Neki problemi ispoljeni kod konvertora sa duhanjem zraka (kvalitet čelika, mogućnost korištenja starnog željeza i raznih vrsta raznog gvožđa) razriješeni su kasnije uvedenim SM postupkom (1865. god) i elektrolučnim pećima (1900. god), mada su ovi postupci zahtjevali složeniju opremu, veća investiciona ulaganja i imali su manju produktivnost.

Nakon drugog svjetskog rata intenzivirana su istraživanja u području unapređenja procesa proizvodnje čelika, sa ciljem da se poveća obim proizvodnje, osigura visok kvalitet, omogućiti korištenje starog željeza i snize troškovi proizvodnje.

Najviše uspjeha na tom planu imali su australski metalurzi koji su 1949. g. proizveli prvu talinu u 15-tonskom konvertoru duhanjem kisika, ne kroz dno, nego odozgo na talinu. Na osnovu prvih pozitivnih rezultata u pogledu tehnologije i kvaliteta čelika, istraživanja su intenzivirana, a stručna javnost je u decembru 1951. god. prvi put upoznata o novom postupku proizvodnje čelika.

3.2 BAZNI KISEONIČKI (LD)

U novije vreme umesto vazduha za produvanje se koristi čisti kiseonik; to je LD - postupak, nazvan po austrijskim železarama (L'inz-Donawitz). U konvertor se sa gornje strane, kroz tzv. kiseoničko koplje uduvava čist kiseonik. Na ovaj način postiže se velika produktivnost, cijena postrojenja je niska, a kvalitet se približava Simens-Martinovom čeliku. Mnoge nove čeličane sve više uvode ovaj postupak koji je izbio na prvo mjesto u proizvodnji čelika. Poznat je pod nazivom *bazni kiseonički proces* (Basic Oxygen Furnace - *BOF*) ili *LD - postupak*.



Slika 5. LD konvertor

3.3 ELEKTROPEĆI

Elektro peći (EP) služe za dobijanje visokokvalitetnih čelika čiji se sastav održava u uskim granicama. U savremenim čeličarnama najviše se koriste elektrolučne peći, a rjeđe indukcione. Radi oksidacije sastojaka šarže, uvodi se O₂ u peć, ili se dodaju rude bogate kiseonikom. U toku procesa obavlja se brza analiza hemijskog sastava i po potrebi dodaju određeni elementi da se postigne željeni sastav odnosno da se čelik legira. Pored ujednačenog sastava čelika iz električnih peći, kod njih je smanjen i sadržaj nečistoća (S, P, H₂, N₂, O₂). Visoko kvalitetni čelici i plemeniti čelici imaju najniži mogući sadržaj nečistoća - fosfora i sumpora.

Elektrolučna peć sastoji se od plitkog čeličnog cilindra ozidanog vatrostalnim ciglama (sl.6.). Kroz rupe (otvore) na poklopcu umetnuti su grafitni štapovi (dva ili češće tri) koji u stvari predstavljaju elektrode za paljenje i održavanje električnog luka. Luk se prvo uspostavlja između svake elektrode i šarže, a potom između elektroda. Toplota oslobođena u luku brzo topi šaržu i izaziva hemijske reakcije koje dovode do stvaranja čelika. Kad se šarža istopi, dodaje se kroz bočni otvor topitelj i materijal za legiranje. Docnije se kroz isti otvor izbacuje troska poslije naginjanja peći, a naginjanjem peći na suprotnu stranu izliva se tečni čelik u vatrostalne lonce.

Elektrolučne peći su se pokazale kao najpogodnije za proizvodnju nekih legiranih i alatnih čelika, koji zahtijevaju uvođenje legirajućih elemenata velikog afiniteta prema kiseoniku. Ovakvi elementi, kao npr. hrom i vanadijum, brzo bi se oksidisali u SM peći ili LD - konvertoru i tako prešli u šljaku. U elektrolučnoj peći, troska sadrži malo kiseonika pa se legirajući elementi ne oksidišu, već rastvaraju i zadržavaju u čeliku.

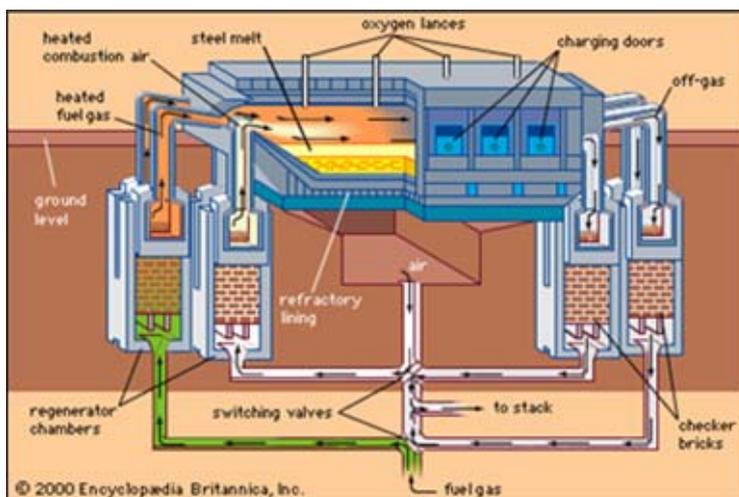


Slika 6. Izgled elektropeći

3.4 SIMENS –MARTINOVE (SM), PLAMENE PEĆI

Simens-Martinov čelik dobija se tako što se za oksidaciju ugljenika i drugih primjesa u sirovom gvožđu pored vazduha koriste i oksidi gvožđa. Sirovo gvožđe se topi pomiješano sa hematitom (Fe₂O₃), starim gvožđem i otpacima oksidisanog gvožđa stvorenim pri kovanju i valjanju (okalina, kovarina, cunder). Proces u SM pećima dugo traje. Zato je moguća

precizna kontrola hemijskog sastava. Toplota za obavljanje procesa dobija se dijelom od gorivog gasa, a dijelom sagorijevanjem sastojaka iz sirovog gvožđa (C, Mn, Si, P, S). Gorivo je najčešće prirodni gas, koksni gas ili tečno gorivo. Zato se Siemens-Martinove peći često nazivaju plamenim pećima, pećima sa otvorenim ložištem, ili kratko - martinke odnosno SM-peći. Osnovna prednost u odnosu na konvertor, jeste što se u toku prerade sirovog gvoždja u plamenoj peći može uzeti proba čiji hemijski sastav (C, S) pokazuje šta dalje treba preduzeti (ubrzati sagorijevanje ugljenika, eliminisati višak S). Pošto se proces završi i tečan čelik izlije u lonac, dodaje se Al i elementi za legiranje (Mn, Si i dr.). Dijelovi SM peći su kako slijedi :(SL.7).



SI.7. Siemens-Martinova (SM) peć

- 1- plamena peć sa otvorenim ložištem,
- 2- regeneratori toplote,
- 3- otvor za ulaz gasa,
- 4- otvor za ulaz vazduha u peć
- 5- mesto paljenja smeše gasa i vazduha,
- 6- plamen liže iznad metala u peći,
- 7 i 8- otvori za odvod sagorelih gasova i plamena u regeneratore toplote i
- 9- dimnjak

4. PREČIŠĆAVANJE I KORIŠTENJE KONVERTORSKOG PLINA

Kod proizvodnje čelika u kiseoničkom konvertoru nastaje velika količina konvertorskog plina, čije su glavne komponente CO kao produkt odugljičavanja metalnog rastopa i neiskorišteni uduvani kisik. Pored toga prisutna je određena količina CO₂ i relativno velika količina prašine (5 – 50 g/Nm³). Zbog visokog sadržaja CO, visoke temperature i sadržaja praha, ovakav plin se ne može neposredno ispuštati u atmosferu, bez predhodnog dogorjevanja, hlađenja i otprašivanja. Zato su svi kiseonički konvertori opremljeni postrojenjima za prečišćavanje i korištenje toplote otpadnih plinova. Otežavajuća okolnost u tome predstavlja i činjenica da plin ne nastaje kontinuirano, nego samo u periodu duvanja kisika, pa i u tom periodu količina jako varira zavisno od inteziteta odugljičavanja. Prašina u plinu, najvećim dijelom potiče od isparavanja željeza u reakcijskoj zoni, koje kasnije oksidira sa prisutnim kisikom, a zatim se pri padu temperature kondenzira.

U početnom periodu su konvertorski plinovi odsisavani i dodatno spaljivani u kotlovima ulizatorima, hlađeni u vodenim otprašivačima, a zatim provođeni kroz suhe filtere i ispuštani u atmosferu. Slaba strana ovakvog rada je velika ukupna količina plina, zbog velike količine uvučenog zraka (zračni faktor = 1,2), što je povećavalo investicione troškove u postrojenja za prečišćavanje i brzo zaprljanje konvektivnih površina za prenos toplote. Proizvodnja pare

dostizala je oko 350 kg/t čelika. Zbog diskontinuiranosti u proizvodnji pare bili su potrebni odgovarajući rezervoari za izjednačavanje pritiska.

Kod kasnijih sistema izbjegnuto je spaljivanje plina, a zračni faktor se mogao smanjiti sa 1,2 na 0,3, što se postizalo boljim zaptivanjem između grla konvertora i kamina za odsisavanje plinova. Rezultat toga je smanjenje ukupne količine plina na jednu polovinu i isto toliko smanjenje investicionih troškova u postrojenja za otprašivanje. Dalja poboljšanja postrojenja mokrih filtera omogućila su sniziti količinu preostale prašine na 40 mg/Nm³, kod zračnog faktora 0,1 pri čemu je gorljiva vrijednost plina porasla na oko 9MJ/Nm³. Razvijene su i nove konstrukcije elektrofiltera koje su omogućile dalje sniženje prašine u plinu na oko 18 mg/Nm³.

Dobiveni plin se skuplja u gazometru i kao gorljivi plin koristi u energetske svrhe.

Od ukupnog sadržaja toplote otpadnih plinova, koja iznosi oko 1 GJ/t čelika, kod sagorjevanja u kotlovima iskoristi se 300 MJ/t čelika, dok se pri korištenju konvertorskog plina kao goriva iskoristi oko 700 MJ/t čelika.

Izdvojena konvertorska prašina ima približno sljedeći sastav:

Fe ₂ O ₃	65,0 – 85,0 %
CaO	1,5 – 11,5 %
SiO ₂	4,5 – 5,5 %
MnO	1,5 – 3,5 %
Gubici žarenjem	1,0 – 9,0 %

i kao materijal sa visokim sadržajem Fe ponovo vraća u proces, putem aglo-mješavine ili se briketira i dodaje u konvertor.

4.1 KVALITET KONVERTORSKOG ČELIKA

Već od prvih proba proizvodnje čelika u 15–tonskom konvertoru provođen je obiman program ispitivanja kvaliteta i upotrebnih osobina novog čelika. Prvi dobri rezultati omogućili su njegovo brzo širenje na brojna područja upotrebe. Ovome je doprinijelo i sveobuhvatno informiranje prerađivača i korisnika o novoj vrsti čelika, kao i vladinih institucija nadležnih za dobivanje odgovarajućih dozvola. I pored svega, LD postupak je generalno izjednačen sa SM i elektro – postupkom tek 1966. godine, kada se već oko ¼ ukupne svjetske proizvodnje čelika odvijalo u LD konvertorima. U pogledu proizvodnog asortimana, dokazano je da se u LD konvertorima mogu proizvoditi skoro sve vrste ugljeničnih čelika, kao i legirani čelici sa ukupnim sadržajem legirajućih elemenata do 6%. To znači da se proizvodni program LD čelika protezao od obične žice za pakovanje, do čelika za kuglične ležajeve, od mekih limova za duboko izvlačenje do kotlovskih limova i bešavnih cijevi, od profilnog čelika do konstruktivnih čelika sa visokom granicom razvlačenja, udarnom žilavošću i otpornošću na starenje. Prateće primjese iz uložka (C, Si, Mn, P, S) se mogu odstraniti do vrlo niskih sadržaja.

Količina plinova (N, H) određena je njihovim sadržajem u uložnim sirovinama i dodacima, te izdvajanjem, odnosno upijanjem u toku procesa izrade taline, livenja sve do očvršćavanja. Glavni nosilac azota je kisik koji se uduvava u konvertor. Zbog toga se postavljaju strogi zahtjevi u pogledu čistoće kisika (min 99%). Sadržaj azota u gotovom čeliku se obično kreće ispod 0,0040 % i znatno je niži nego kod SM i elektro čelika. Glavni izvor vodika je zahrđalo staro željezo i hidratizirani kreč. Izuzetno visok vodik se dobije u slučajevima ako voda kojom se hladi kisikovo koplje duže vremena curi u konvertor. Uobičajeni sadržaj vodika se kreće 0,0002 – 0,0004%, što je znatno niže nego kod SM i elektro čelika. Step en oksidiranosti metala, a sa tim povezan sadržaj oksidnih nemetalnih uključaka u velikoj mjeri zavisi od sadržaja ugljika pri kraju duvanja i primjenjene tehnike duvanja. Danas primjenjivane

tehnologije omogućavaju postizanje vrlo niskih sadržaja ugljika (ispod 0,03%), bez značajnije preoksidiranosti taline. Sve ovo, uz izbjegavanje sirovina koje nose nepoželjne prateće elemente (Cu, Sn, Sb, As) čini konvertorski čelik ravnopravnim, a u mnogim aspektima u prednosti u odnosu na SM i elektro čelik. Kada se ovome dodaju mogućnosti koje nudi sekundarna metalurgija može se zaključiti da konvertorska čeličana može zadovoljiti po asortimanu i kvalitetu sve zahtjeve valjaonica i kovačnica.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je na osnovu pregleda dostupne, relevantne literature, prikazan proces proizvodnje čelika u savremenim konvertorima i drugim agregatima, te objašnjeno koji su to uslovi potrebni za proizvodnju što kvalitetnijeg čelika koji zadovoljava postavljene standarde. Također je opisana mogućnost upotrebe konvertorskih plinova u energetske svrhe.

6. LITERATURA

- [1] Pašalić Z.: Metalurgija čelika, Metalurški fakultet Zenica
- [2] Haračić N.: Inženjerski metalni i nemetalni materijali, Univerzitet Zenica, 2005.
- [3] * * * **BAS ISO 1052:2008** (1. izd.)(pr)(en)(5 str.), Čelici za opće inženjerske namjene (Steels for general engineering purposes)ISO 1052: 1982, IDT (**ICS 77.140.10**)
- [4] * * * **BAS ISO 404:2008** (1. izd.)(pr)(en)(13 str.) Čelik i čelični proizvodi; opći tehnički zahtjevi isporuke (Steel and steel products; general technical delivery requirements) ISO 404:1992, IDT (**ICS 77.080.20**)
- [5] * * * Relevantna on-line literatura

SUPERLEGURE NIKLA

Fetahagić Selma,
Kadrić,
dr.Nađija Haračić

REZIME:

Superlegura ili legura visokih radnih karakteristika, odnosno visokih performansi, je legura izvanredne mehaničke čvrstoće i otpornosti prema deformaciji na visokim temperaturama, kao i otpornosti prema koroziji i oksidaciji. Superlegure mogu biti na bazi nikla, kobalta ili željeza, a koriste se tamo gdje je potrebna izdržljivost na visokim temperaturama i otpornost prema koroziji i oksidaciji. Najčešća primjena je za avionske i gasne turbine, raketne motore,vojne elektricne motore,itd.

Primarna upotreba superlegura na bazi nikla je za lopatice turbina. Monokristalne lopatice nemaju granica zrna koje snižavaju otpornost materijala prema deformaciji. Usmjereno, očvrsnuta stubasto - zrnasta struktura ima mnogo usmjerenih zrna, međutim, takve lopatice nisu tako dobre kao monokristalne, ali su ipak bolje od lopatica sa ekviaksijalnom kristalnom strukturom. Velika prednost monokristalnih legura nad polikristalnim legurama je da su mnogi „ojačavači“ granica zrna uklonjeni. Ovo se odražava na porast početne temperature topljenja.

1. Uvod

Superlegura,ili legura visokog performansa,je legura izvanredne mehanicke snage i otpora prema deformaciji na visokim temperaturama,kao i otpora prema koroziji i oksidaciji.Superlegure obicno imaju austenitnu kubnu kristalnu strukturu. Superlegure mogu biti bazirane na niklu,kobaltu ili zeljezu.



NIKL SUPERLEGURA

Britanci su razvili prvu seriju superlegura na bazi nikla (Ni) .Ove legure,nazvane Nimonic,bile su polaziste otkrica da dodavanje odredjene kolicine Titana (Ti) vec poznatoj elektro otpornoj leguri,koja sadrzi 80 % Ni i 20% Cr,rezultira stvaranjem jedne smjese cija disperzija i povezani sastav legura,mogu biti kontrolisane procesima precipitacije.

Kasniji metalurški razvoj u Britaniji, SAD i Rusiji, rezultirao je daljim poboljšanjima u sastavu, koja se postizu dodavanjem kontrolisane količine drugih elemenata kao što su: kobalt (Co), aluminijum (Al), molibden (Mb), kao i neki manji konstituenti poput Zr i Bora.

Glavni elementi (u čvrstom agregatnom stanju) u legurama na bazi nikla su hrom (Cr), ali i molibden i tangsten, koji kada su prisutni, također doprinose povećanju čvrstoće.

Element	Proportion in the Present Superalloy	Proportion in Nickel Alloy 718
Ni	Balance	Balance
Fe	24 to 34	17 to 19
Cr	17 to 19	16 to 18
Mo	3.0 to 5.0	2.5 to 3.5
Co	3.0 to 5.0	0.1 to 1.0
V	0.1 to 1.0	—
W	3.0 to 6.0	—
Ti	2.0 to 3.5	0.5 to 1.5
Nb	0.5 to 2.0	4.5 to 6.0
Al	0.1 to 0.5	0.2 to 0.8

SASTAV SUPERLEGURE

Jacanje precipitacijom je također od velike pomoći za jacanje sastava ovih legura. Makar djelimična koherencija između matriksa i faze precipitacije ili, jednako, lokalne koncentracije rastvorljivih atoma, zvane Guinier-Preston (GP) zona stadijuma precipitacije, rezultira lokalnim istezanjem rešetke koja jako ometa kretanje dislokacija. U superlegurama na bazi nikla (Ni), glavna faza je Ni₃(Ti, Al). Iako su oboje, matriks i ova faza zvana gama', fcc, razlikuju se dovoljno u parametru rešetke da stvore koherenciju među osobinama precipitata i jacanja precipitacijom.

Malo dodavanje bora ili Zr-a, sudjeluje u povećanju temperature. Receno je da je ovaj efekat rezultat toga što ovi atomi popunjavaju praznine i nedostatke rešetke, u ili u blizini granice zrna. Ovo bi bilo blagotvorno, postoje su granice između zrnima odlični izvori praznina, neophodnih za dislokacioni uspon koji dozvoljava da se dislokacije pomjeraju oko barijere (granice), što je neophodno za plastičnu deformaciju na visokoj temperaturi.

Drugi metalurški strukturni faktor, koji djeluje na sastav ovih legura jeste prisustvo i distribucija karbidnih faza: M₂₃C₆ ili M₆C, gdje M može biti: Cr, Mo ili W. Relativne količine Ni₃(Ti, Al) i M₂₃C₆ i M₆C su kao funkcije temperature i vremena za superlegure na bazi nikla. U ovim smjesama, M može biti Ti, Ta, Nb ili V. Granice zrna karbida, moraju biti pod kontrolom, jer mogu povećati jačinu prekida ili duktilnost, zavisno od njihove morfologije. One također utiču na stabilnost matriksa... Fe-Cr faza može biti prisutna, ali je štetna i trebala bi biti odstranjena kontrolom sastava.

Uobičajeni toplotni procesi koji se koriste da izdejstvuju najbolje stanje sastava u ovim legurama uključuju 4-casovni tretman rastvorljivosti na 1065-1150 stepeni C, praćeno vazдушnim hladjenjem i procesom taloženja od 16 casova na temperaturi od 675-845 stepeni C. Niže temperature procesa rastvornosti i taloženja, nastoje da daju rafiniranije zrno i veličinu taloženja. Više temperature procesa rastvornosti i taloženja daju hrapavije zrno i veličinu precipitata koje vode do loših osobina na visokim temperaturama.

-Superlegure na bazi nikla (Ni) imaju dobru otpornost prema oksidaciji. Kako temperatura doseže 1800 stepeni F, integranularna oksidacija postaje ozbiljan problem. Ako su odeljci tanki, integranularna oksidacija do 0,0014 nm dubine je značajna - i ovo se može desiti u jednom casu na 1800 stepeni F. I Al i Ti modifikuju površinski oksid da bi redukovali oksidaciju zrna i intergranularnu oksidaciju. Kako god, složenost ponasanja u ovom slucaju je takva da je tu teorija bespomoćna i samo oprezna, kontrolisana eksperimentisanja mogu

voditi ka konacnim poboljšanjima.

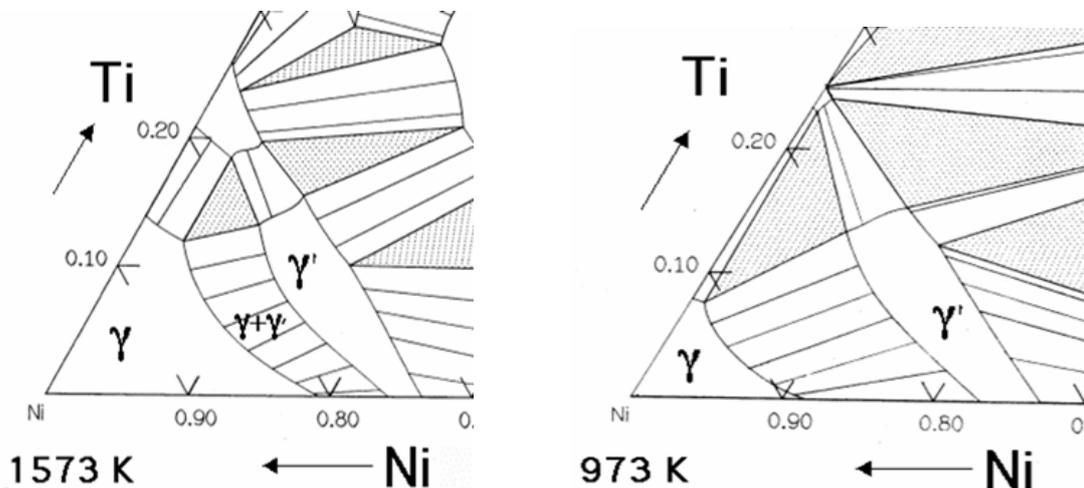
2. Superlegure bogate niklom

Povezana grupa superlegura, koje su bogate niklom, ali su na bazi celika, se također često koristi. Ove legure su pojačane istim osnovnim mehanizmima kao što su i superlegure na bazi nikla, ali ih pristupačnija cijena čini privlačnijim materijalima u mnogim slučajevima. Sadržaj nikla u ovoj grupi varira od 25-60%. One imaju fcc austenitni matriks i pojačane su međumetalnim ili karbidnim taloženjem. Sastav austenitnog matriksa odražava balans sastava i cijene: legure sa manje nikla su jeftinije, ali imaju nizi korisni temperaturni rang. Doprinosioci čvrstoci ovih legura su: Cr, Mo, Ti, Al i Nb. Od ovih elemenata, Mo, koji razvija austenitnu rešetku, je najefektivniji. U međudjelovanju sa kobaltom, stepen nepoklapanja između austenitne rešetke i gama' taloženja može biti kontrolisan Mo-Co balansom. Treba napomenuti da je gama' u ovim legurama bogatija Ti, nego li Al, kao što je bio slučaj kod superlegura na bazi nikla. Superlegura, ili legura visokog performansa, je legura izvanredne mehanicke snage i otpora prema deformaciji na visokim temperaturama, kao i otpora prema koroziji i oksidaciji. Superlegure obično imaju austenitnu kubičnu kristalnu strukturu. Baza superlegure je obično kobalt, nikl ili nikl-celik.

3. Trofazni Ni-Al-Ti dijagram i kristalna struktura superlegura

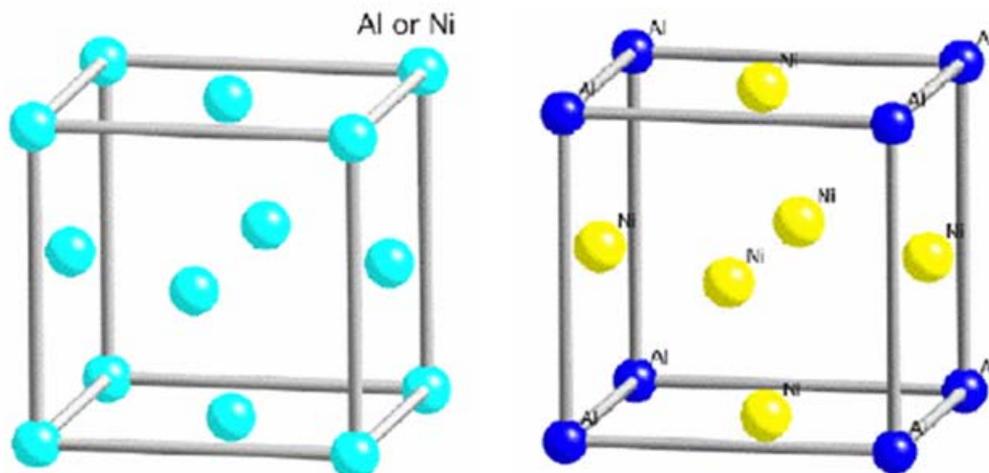
Otpornost prema deformaciji zavisi od usporavanja dislokacija unutar kristalne strukture. gama' faza $Ni_3(Ti, Al)$ prisutna u superlegurama na bazi nikla ili ni-celika predstavlja barijeru za dislokacije. Hemijski dodaci poput titana i aluminijuma poboljšavaju stvaranje gama' faze.

Izvorni rastvorni elementi u superleguri su aluminijum, titan, sa ukupnom koncentracijom koja je obično manja od 10 atomskih %. Ovo izaziva dvofaznu uravnoteženu mikrostrukturu, koja se sastoji od gama i gama' faza. gama' je faza koja je većim dijelom odgovorna za povišenu temperaturnu izdržljivost i fantastičnu otpornost prema deformaciji. Kolicina gama' zavisi od temperature i hemijskog sastava.



TROFAZNI Ni-Al-Ti DIJAGRAM

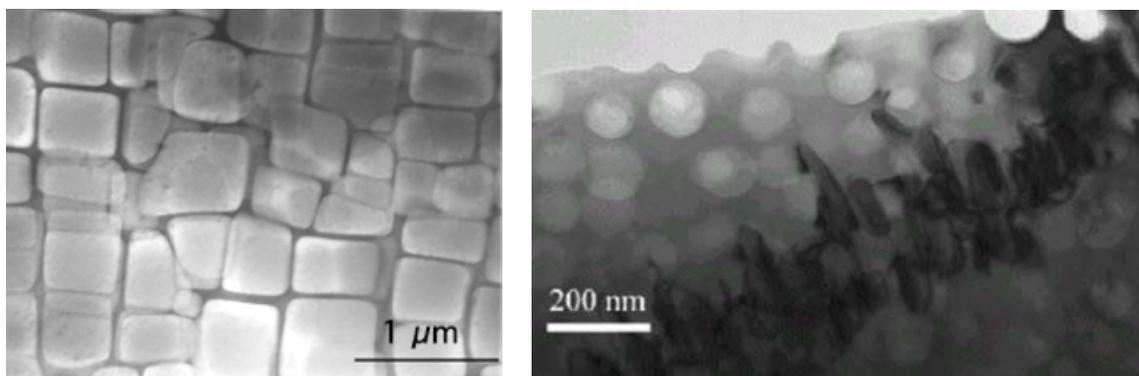
Trofazni Ni-Al-Ti dijagram pokazuje gama i gama' polje. Za datu hemijsku kompoziciju frakcija gama' opada, kako temperatura raste. Ovaj fenomen se koristi da rastvori gama' na dovoljno visokoj temperaturi, što je praćeno starenjem na nižoj temperaturi da bi se izazvala ujednačenost i fina disperzija ojacavajućih precipitata. Gama faza ima kubnu F rešetku i neravnomjernu podjelu različitih vrsta atoma. Gama' ima kubnu P rešetku, gdje se atomi nikla nalaze na stranicama rešetke dok su Al ili Ti u uglovima rešetke. Ovakvo uredjenje atoma ima formulu $Ni_3(Al, Ti)$.



Kako obje faze imaju kubnu kristalnu rešetku sa sličnim parametrima rešetke, gama' precipitat je u cube-cube orijentacionoj vezi sa gama. Ovo znači da su ivice njenih ćelija tačno paralelne sa odgovarajućim ivicama gama faze. Dalje, postoje im parametri rešetke slični, gama' je koherentna sa gama fazom kad je veličina taloga mala. Dislokacije u gama' ipak teško uspijevaju da probiju gama', pogotovo zato što je gama' atomski uređena faza.

Malo neslaganje između gama i gama' kristalne rešetke je važno iz dva razloga: prvo, kada je kombinovana sa kub-kub orijentacionom vezom, to osigurava nisku gama-gama' interfacijalnu energiju. Uobičajeni mehanizam ogrubljenja precipitata je u cijelosti vođen minimalizacijom ukupne interfacijalne energije.

Velicina i znak nepodobnosti, neslaganja također utiče na razvoj mikrostrukture, pod uticajem visokih temperatura. Smatra se da je ovo neslaganje pozitivno onda kad je parametar gama' veći od parametra rešetke gama. Nepodobnost, neslaganje može biti kontrolisano alternacijom hemijskog sastava, posebno odnosa aluminijuma i titana.

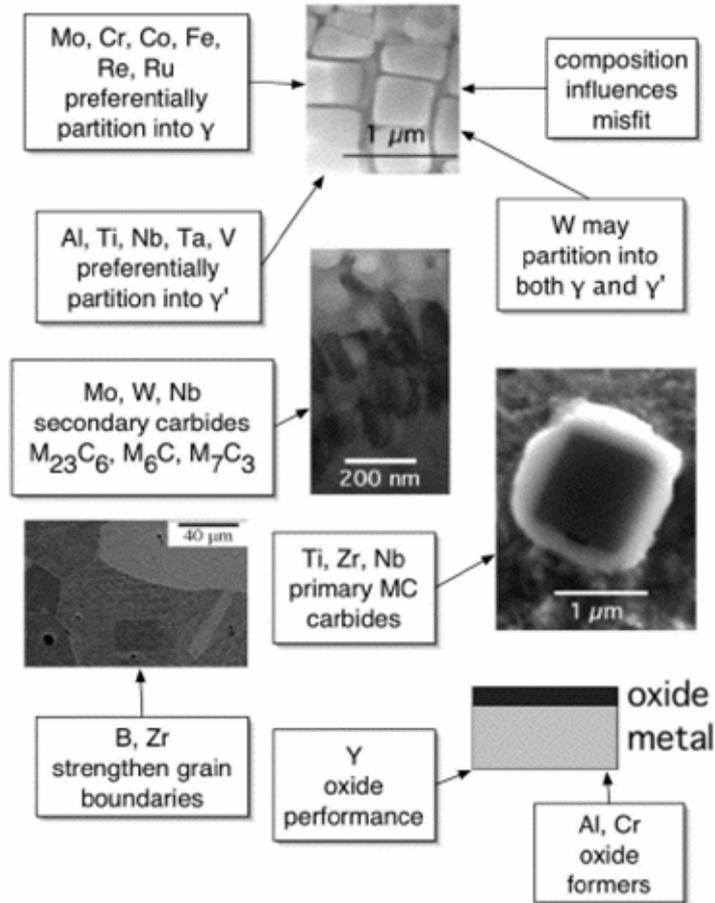


Fotografije iznad prikazuju veliku frakciju gama', kod lopatice turbine dizajnirane za vazdušne masine.

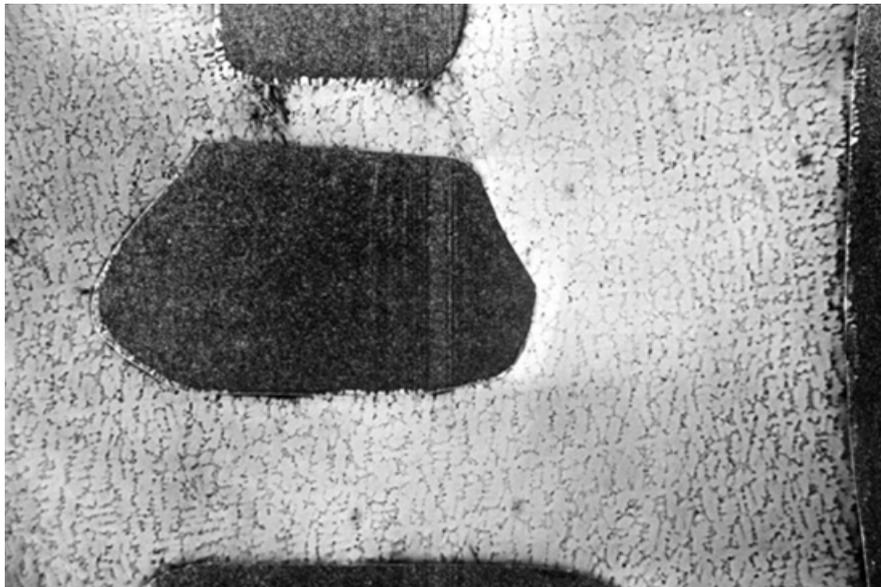
Reklamne superlegure sadrže više od Ni, Ti i Al. Cr i Al su izvorni za otpornost prema oksidaciji, mala količina itrijuma pomaže oksidnoj skali da se poveže sa supstratom. Polikristalne legure sadrže elemente ojačanja, kao što su bor i zirconijum.

Tu su također i elementi koji formiraju karbid: C, Cr, W, Nb, Ti, Ta i Hf. Oni nastoje da se talože na granicama zrna i stoga redukuju tendenciju za proklizavanjem granica zrna.

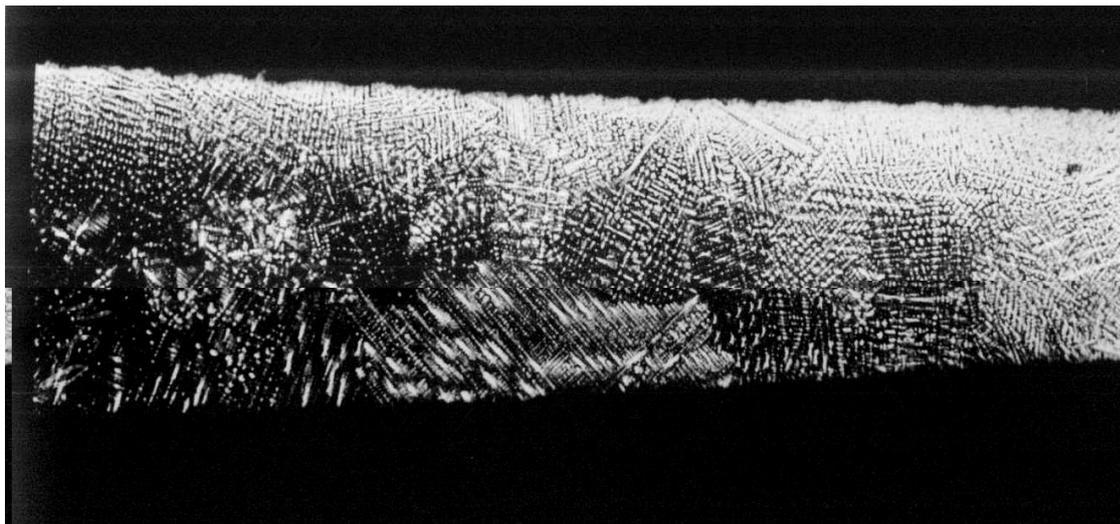
Postoje naravno, granice za koncentracije koje mogu biti dodate bez izazivanja precipitata. Posebno je važno da se izbjegnu neke faze kao što su Laves i Sigma. Ne postoje jednostavna pravila koja upravljaju kritičnim koncentracijama; najbolje je izračunati ili izmjeriti odgovarajući dio faznog dijagrama.



Monokristalne superlegure se cesto klasifikuju u prvu, drugu i trecu generaciju superlegura. Druga i treca generacija sadrže 3wt% i 6wt% rhenijuma. Rhenijum je vrlo skup dodatak legurama. Eksperimenti su pokazali da se on pojavljuje kao boker u gama'. Takođe je pokazano da Re redukuje sveobuhvatnu difuzionu stopu u superlegurama na bazi nikla.



NIKL SUPERLEGURA MONOKRISTAL



NIKEL SUPERLEGURA POLIKRISTAL

4. Primjena superlegura na bazi nikla

Superlegure se koriste tamo gdje je potrebna izdržljivost na visokim temperaturama i otpornost prema koroziji i oksidaciji. Najčešća primjena je za avionske i gasne turbine, raketne motore, vojne električne motore, itd.

1. Turbinske lopatice (turbine blades)

Primarna upotreba superlegura na bazi nikla je za lopatice turbina. Monokristalne lopatice su oslobođene granica zrna. Granice redukuju otpornost materijala prema deformaciji. Direktno soldifikovana stubasta zrnasta struktura ima mnogo zrna, međutim, rad takvih lopatica nije dobar kao rad monokristalnih, ali je ipak bolji od lopatica sa ekvialsijalnom (ravnoosnom) granicom zrna. Velika prednost monokristalnih legura nad polikristalnim legurama je da su mnogi rastvaraci ojacavanja granica zrna uklonjeni. Ovo se odražava na porastu početne temperature topljenja. Monokristalne legure mogu biti zagrijavane do temperature 1240-1330 stepeni C, dopustajući rastvaranje hrapavog.

Superlegirane lopatice se koriste u motorima i gasnim turbinama, gdje je temperatura oko 4000 stepeni C, sa titanijumskim lopaticama u hladnijim zonama. To je zbog toga što postoji opasnost od zapaljenja titanijuma u posebnim okolnostima, ako temperatura predje 4000 stepeni C.



1. MONOKRISTALNA



2. STUBASTA

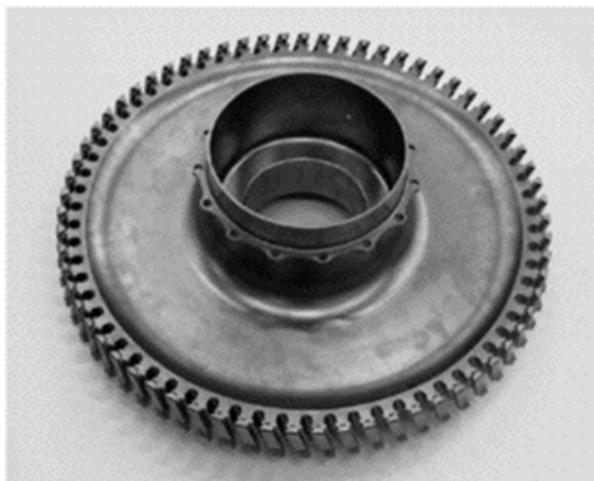


3. EKVIKSIJALNA



2. Turbinski disk (pršljen)

Lopatice turbina su povezane sa turbinskim diskovima, koji su dalje povezani sa osovinom turbine. Glavni sastojci predviđeni za diskove vazдушnih masina se razlikuju od onih predviđenih za lopatice. Diskovi moraju biti otporni na zamor. Polikristalne su strukture. Jedina poteškoća je što legure imaju stubastu zrnastu strukturu i sadrže značajnu hemijsku segregaciju. Ovo može dovesti do razdvajanja u mehaničkom sastavu. Jedan način da se prevaziđe ovaj problem jeste da se počne finim, čistim prahom. Ovaj prah se dobije atomizacijom u inernom gasu: opseg hemijske segregacije ne može precizno veličinu praha. Proces je težak zbog potrebe da se izbjegniju neželjene čestice. Takve čestice izazivaju zamor, a greška kod diskova turbine motora može imati katastrofalne posljedice.



Turbine Disc

3. Turbinski punjači (turbine chargers)

Turbopunjac se sastoji iz dva dijela: turbine koja radi pomoću izduvnih gasova iz motora. Ovo odmah uključuje vazдушnu pumpu koja utjeruje više vazduha u motor. Uobičajni broj obrtaja je 100 do 150 hiljada u minuti. Postoji turbo punjac radi pomoću izduvnih gasova, brzo se zagrijava i mora biti jak i otporan prema oksidaciji.



UPOTREBA SUPERLEGURA NA BAZI NIKLA KOD MLAZNIH LETJELICA



The Trent 900 will power the Airbus A380 airliner.

Picture D03114105



SUPERLEGURE NA BAZI KOBALTA (COBALT – BASE SUPERALLOYS)

Karić Sanita,
Hećo Adnan,
dr.sc. Nađija Haračić

HISTORIJA KOBALTA

Svoje ime Kobalt zahvaljuje vjerovanjima srednjevjekovnih ljudi koji su smatrali da čuvar metala iz Zemlje, tzv Kobalt , iz Zemljine kore krade srebro a umjesto njega ubacuje, do tada, bezvrijedni Kobalt. Obzirom da se niz godina nije pronasla adekvatna primjena, svrha Kobalta ovo vjerovanje se zadržalo sve do 18 st.

U 18 st. Naziv Kobalt se proširio, međutim, u tom periodu se već počelo sa bojenjem porculanski i staklenih predmeta u plavo što i jeste bila njihova osnovna i jedina primjena.

U prirodi se Kobalt često pojavljuje kao legura sa željezom u obliku meteorita.

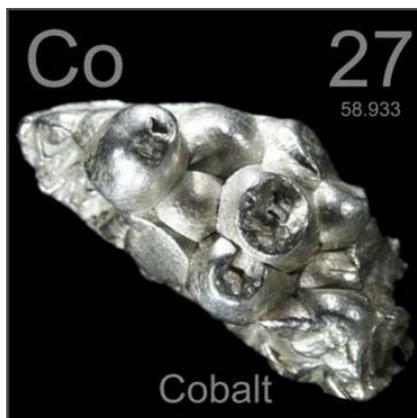
Čist Kobalt proizveo je Georg Brand 1735 godine koji se ujedno smatra i pronalazačem istog.

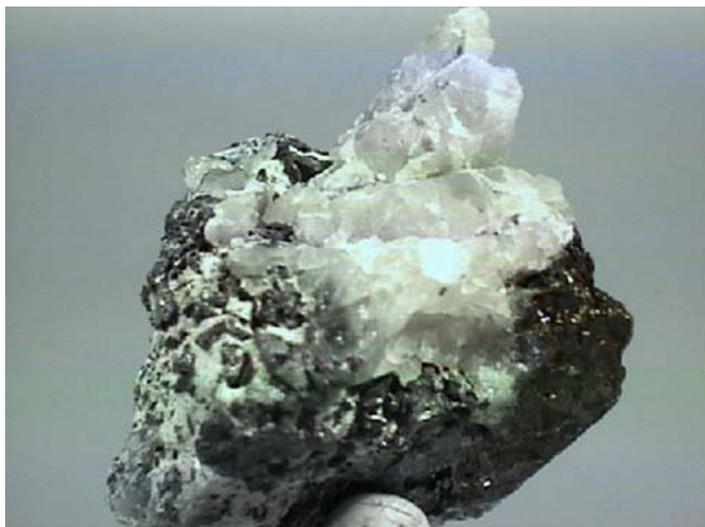


Umjetnost bojenja porculana i stakla pomoću kobalta se i danas koristi.

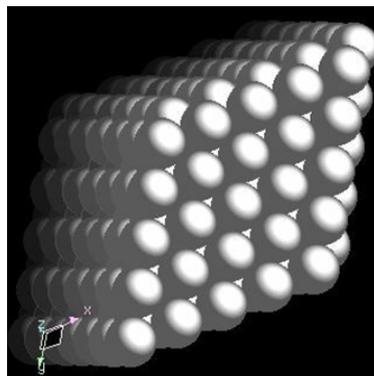
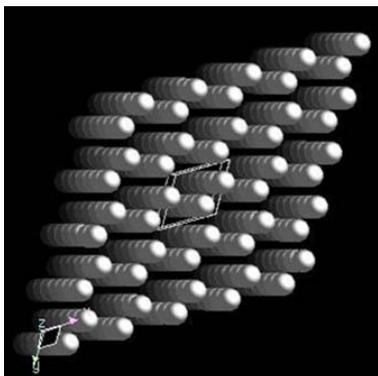
KOBALT

Oznaka Co
Atomski (redni) broj 27
Relativna atomska masa 58,9320
Naziv na bosanskom Kobalt
Internacionalni naziv Cobaltum
Oksidacijska stanja -1, 0, 1, [2], 3, 4, 5
Talište / Vrelište (K) 1768 / 3143
Elektronegativnost 1,88 / 4,3 eV
Konfiguracija zadnje ljuske 3d74s2
Element je Prijelazni element
Spada u grupu 9 / VIIIb
Spada u skupinu Trijada željeza
Najznačajnije rude kobalta su :
SMALTIT CoAs 2-3
COBALTIT CoAsS
LINNEIT Co3S4



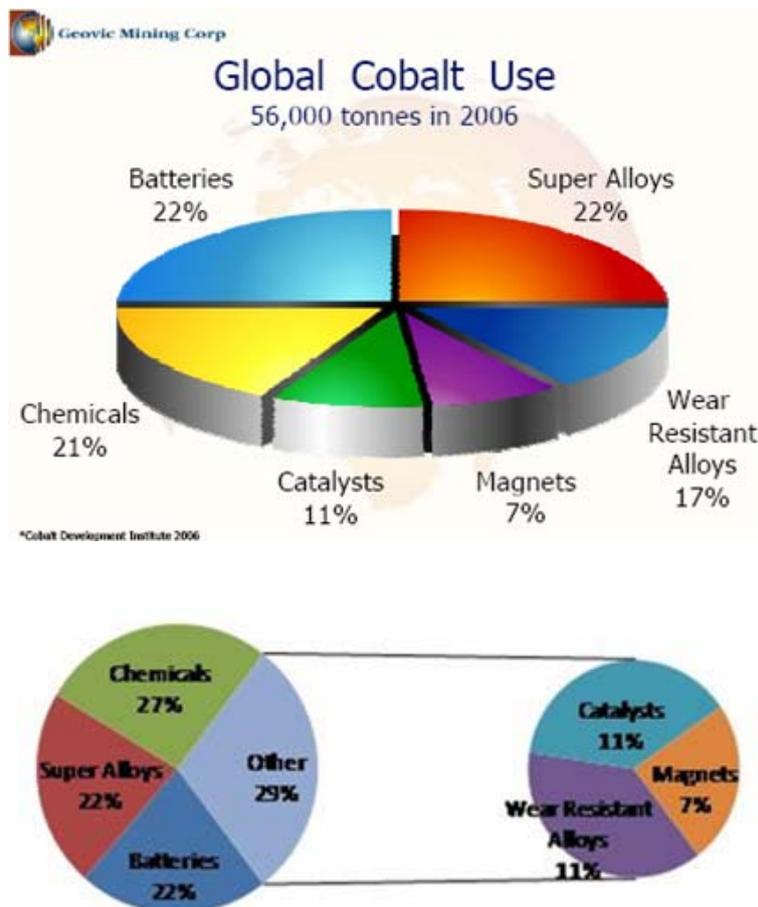


Kobalt je sjajan, plavkastobijel, vrlo tvrd, na temperaturi do 1121 C feromagnetičan metal koji ima dvije alotropske modifikacije. Do 417°C postojana je beta-modifikacija guste heksagonske kristalne rešetke, a iznad te temperature stabilna je alfa-modifikacija kubične, plošno centrirane kristalne rešetke. Kompaktana forma kobalta na zraku stabilna je sve do 300°C nakon čega počinje oksidirati. Ne reagira s vodom, a fini prah kobalta je piroforan i pri temperaturi 220-230°C reagira s ugljikom. Otapa se u razrijeđenoj sumpornoj, dušičnoj i klorovodičnoj kiselini. S aluminijem, kromom, titanijem, molibdenom, cirkonijem i drugim prijelaznim metalima tvori intermetalne spojeve. Pri temperaturi 225-230°C reagira s ugljikovim(II)-oksidom stvarajući karbid CO_2C .



Kobalt je toksičan za čovjeka. Dugotrajno udisanje kobaltove prašine nadražuje dišne putove i može izazvati kronični bronhitis, a kobaltove soli mogu uzrokovati benignu dermatozu. Kako se rude kobalta pojavljuju zajedno s rudama drugih metala, naročito bakra i nikla, obično se dobiva kao nusproizvod tijekom dobivanja tih metala. Dobivanje kobalta prilično je složen proces i zahtijeva brojne i različite tehnološke operacije, a vrsta i broj ovise o izvoru.

U prvoj fazi prerade rude kobalta vrši se koncentriranje minerala flotacijom ili gravitacijski, a zatim se kobalt odvaja piro-, hidro- ili elektrometalurškim postupkom. Kobalt se relativno malo koristi u elementarnom stanju; najviše se upotrebljava za proizvodnju legura, a manje količine kobalta troše se za dobivanje spojeva kobalta, bojenje stakla i porculanskih glazura te za antikoroziivne obloge i neke druge specifične namjene. Jedna od tih je korištenje radioaktivnog izotopa ^{60}Co , s vremenom poluraspada 5,27 g., u medicinskoj radioterapiji (kobaltna "bomba") te u industrijskoj radiografiji kao izvor prodornog gama-zračenja. Nove mogućnosti dobivanja kobalta u obliku finog praha povećavaju područja primjene samog kobalta u kojima dolaze do izražaja osobitosti tog metala.



Ranije pomenute legure kobalta možemo podijeliti u četiri skupine :

1. Visokotemperaturne legure i kompoziti:

To su legure na bazi kobalta s dodacima nikla ili na bazi željeza s dodacima kobalta i kroma. Dodaci različitih količina drugih vatrostalnih metala, kao što su volfram, molibden, tantal i niobij, bitno poboljšavaju otpornost na oksidativne i sulfatizirajuće sredine pri vrlo visokim temperaturama (700 - 1200°C). U matičnoj kobaltno-kromovoj leguri ovi dodaci pospješuju stvaranje stabilnih karbida u mikrostrukтури koji daju čvrstoću, vatrostalnost i kemijsku otpornost pri visokim temperaturama. Upotrebljavaju se za izradu dijelova turbina koje su izložene visokim temperaturama. Stelitne legure su otporne na abraziju, a zadržavaju visoku čvrstoću i tvrdoću sve do 800°C. Upotrebljavaju se za oblaganje čeličnog alata i za izradu brzoreznog alata. Triballoy legure još su otpornije na abraziju pri visokim temperaturama, a dadu se obrađivati i deformacijom.

2. Magnetske legure:

Uz željezo kobalt je najvažniji feromagnetski materijal iz kojeg se, u kombinaciji sa željezom, izrađuju poglavito permanentni magneti. Kobalt povećava kritičnu temperaturu

demagnetizacije feromagneta i magnetizaciju zasićenja. Razvoj magnetskih materijala na bazi kobalta rezultirao je u ALNICO magnetima (kombinacija Al-Ni-Co) koji se danas dominantno upotrebljavaju. U novije su vrijeme razvijeni još jači magnetski materijali na bazi kombinacija kobalt-rijetke zemlje (prvenstveno sa samarijem i praseodimijem) te s itrijem.

3. Kobaltom legirani čelici:

Kobalt se dodaje čelicima da bi im povećao tvrdoću pri povišenim temperaturama. Klasična legura čelika s 5 - 12% Co koristi se za izradu brzoreznih alatnih čelika. Super-Invar i Stainless-Invar legure (54% Co, 36,5% Fe, 9,5% Cr) imaju koeficijent termičkog rastezanja kao i staklo pa se upotrebljavaju za spajanje stakla i metala utaljivanjem.

Kobalt se legira i s drugim metalima. Vitallium legure (64% Co, 30% Cr, 5% Mo) otporne su na djelovanje tjelesnih tekućina unutar ljudskog tijela i ne razaraju tkivo pa se upotrebljavaju za proteze i umjetne supstitute kostima. Elinvar legure kobalta i vanadija koriste se za izradu finih kapilarnih opruga mjernih instrumenata. Elgiloy i Cobenium legure imaju visoku elastičnost, veliku otpornost prema zamoru materijala i koroziji pa se upotrebljavaju za izradu satnih mehanizama i preciznih instrumenata. Zadnjih se godina posebno ispituju legure tipa Ni-Co-Mo u kojima se željezo zamjenjuje niklom. Ove legure imaju istovremeno neobično visoku čvrstoću, žilavost i tvrdoću.

4. Super legure na bazi kobalta

Superleguramo općenito nazivamo legure koje su proizvedene zbog tačno određenih razloga i tačno određenih potreba i koje se odlikuju osobinama znatno boljim od pethodno korištenih legura, najčešće, kada je u pitanju visoka tačka topljenja, čvrstoća (tvrdoća) te pružanje otpora u agresivnom okruženju. Najčešće se radi o legurama kobalta (Co) i nikla (Ni) za čije pronalaska se vežu napretci u avioindustriji, medicini, industriji mašina itd.

Slično visokotemperaturnim i ovo su obično četverokomponentne legure kobalta, kroma, nikla, volframa (ili molibdena) te nešto većeg sadržaja ugljika.

Vrstu i namjenu legure određuje sadržaj pojedinih elemenata i njihovih osobina tako efekat ojačavanja zavisi od veličine atoma, što je veća razlika manja je topivost a veći je razmak unutar rešetke i ojačavajući efekat.

Tabela 1.1

Metal	Kristalna struktura	Prečnik atoma	Gusoča g/cm ³	Tačka topljenja	Modul naprezanja GPa
Ni	fcc	2.491	8.9	1453	210
Co	fcc*	2.497	8.85	1495	210
V	bcc	2.632	6.1	1900	135
Cr	bcc	2.498	7.19	1875	295
Nb	bcc	2.859	8.57	2468	105
Mo	bcc	2.725	10.22	2610	330
Ta	bcc	2.859	16.6	2996	190
W	bcc	2.734	19.3	3410	350
grafit	hex	1.42	2.25	3727	40

Na osnovu podataka iz tabele 1.1 saznajemo da bi tantal (Ta) i niobij (Nb) davali najefekasnije ojačanje što i jeste slučaj.

Ovakav efekat je osnova legure SM 3.02 što će biti prikazano u tabeli 1.2

Tabela 1.2

legura	Forma se dobija	Ni	Cr	Mo	W	Fe	C	ostalo
HS-25	kovanjem	10	20	...	15	3	0.1	
HS-21	livenjem	2.5	27	5.5	...	2*	0.25	0.007 B
HS-31	livenjem	10.5	25.5	...	7.5	2*	0.5	
HS-151	livenjem	1*	20	...	12.8	2*	0.05	0.15 Ti
SM 302	livenjem	...	22	...	10	...	0.859	Ta, 0.2 Zr 0.005 B

Sljedeće po redu smanjenje efikasnosti (gledajući atomski prečnik) su volfram (W) i molibden (Mo). Krom (Cr) i nikal (Ni) daju relativno nizak ojačavajući efekat , ustvari kromov glavni efekat unutar ovih legura je njegova otpornost na koroziju.

U tabeli 1.3 prikazane su osnovne osobine superlegura na bazi kobalt

Zatezna čvrstoća

Otpor na lomljenje

Tabela 1.3

Legura	650 C	815 C	990 C	650 C	815 C	990 C
HS-25*	720	350	240	...	155	50
HS-21**	495	440	225	365	135	65
HS-31**	530	440	200	390	190	80
HS-151	595	450	...	490	265	90
SM-302	280	100

* - Kovani lim

** - investment – cast

Karbon je legirajući element unutar ovih legura od ogromne važnosti jer je količina, oblik i koncentracija karbida u strukturi glavni faktor koji određuje njihovu postojanost na visokim temperaturama. Karbidi su postojani i na vrlo višim temperaturama nego što su radili, pa je s toga njihovo učešće u legiranju krajnje potrebno. Specifičan primjer učešća karbida vidimo u leguri HS – 31 koja se sastoji od 25% Cr , 10% Ni i 8% W, 2% Fe i 0.5% C. U livenom stanju ove legure mikrostruktura se sastoji od normalno centriranih dendrita okruženih unutrašnjim dendritnim karbidima eutektičkog porijekla.

Ispitivanje i analiza ovih karbida pokazuje da su glavni spojevi tipa : Cr₇C₃ sa malom količinom (CoCrW)₆C.

Na temperaturama od 1200 C ukupna količina karbida se smanjuje i ostaje uglavnom još uvijek nerastopljen (CoCrW)₆C i još manje količine Cr₇C₃ i Cr₂₃C₆.

Za fixnu količinu karbida one se lahko mogu sračunati promjenom nestabilnog Cr₇Co₃ u stabilnim Cr₂₃C₆ rezultira 50%-nim povećanjem volumena karbida.

Važan član porodice superlegura je SM 302 čija odlična visokotemperaturna postojanost na 985 C je zbog teško topivih elemenata, tantal, volfram i njihovih karbida.

Cirkonijum i Bor su također dodatci koji osiguravaju visoku temperaturu topljenja i smanjuju koncentraciju šupljina i praznina i drugih nepravilnosti na granularnim granicama.

Ova legura se koristi u rasponu 815 – 1100 C bez potrebe da se štiti od oksidacije .

Metodama metalurgije praha proizvode se i kompoziti s kobaltovim karbidom. Ove legure i kompoziti obično se koriste kao površinski nanosi na žilavom nehrđajućem čeliku. Nanose se direktno iz tekuće faze, ali češće specijalnim postupcima varenja i nanošenjem njihovog praha termo-spray postupcima. U tim se postupcima mlaz praha provodi kroz acetilenski plamen ili područje električnog luka koji stvara plazmu (plazma-spray postupak). Tu se prah trenutno tali i u mlazu se nanosi na pripremljenu površinu predmeta koji se zaštićuje. Ove se zaštitne prevlake nanose prvenstveno na dijelove izložene visokim temperaturama, naprezanjima i koroziji, kao što su površine lopatica turbina turbomlaznih i raketnih motora i u drugim sličnim sličajevima.

Otpornost superlegura na zamor materijala proističe iz prisustva određene količine nikla i ugljika koji zajedno djelujući smanjuju temperaturu transformacije što je dovoljno da osigura postojanost FCC strukture na radnim temperaturama (od 760 do 915) kao i na sobnim temperaturama. Ova osobina od posebnog je značaja za avio industriju jer se legure na bazi kobalta koriste pri proizvodnji avionskih motora koji su skloni stalnom gašenju i paljenju (restartuju se) .



Superlegure na bazi kobalta se također koriste i za proizvodnju drugih dijelova aviona kao što su dijelovi turbina, lopatica itd .

Tabela 1.4 Prikaz najznačajnijih legura

COBALT BASE ALLOYS														
Alloy	Specification	Carbon Min-Max	Manganese Min-Max	Silicon Min-Max	Chromium Min-Max	Nickel Min-Max	Niobium Min-Max	Tungsten Min-Max	Cobalt Min-Max	Iron	Other	Liquidus	Solidus	
Co Alloy 3		2.0-2.7	1.00	1.00	29.0-33.0	3.00		11.0-14.0	Bal.	3.00	P: .03 Max.; S: .03 Max.			
Co Alloy 4		1.0	1.00	1.50	28.0-32.0	3.00	1.5	12.5-15.5	Bal.	3.00				
Co Alloy 6	AMS S367	.90-1.40	1.00	1.50	27.0-31.0	3.00	1.50	3.5-5.5	Bal.	3.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.	2340	2360	
	AMS S373	.90-1.4	1.00	1.50	27.0-31.0	3.00	1.5	3.5-5.5	Bal.	3.00	P: .04 Max.; S: .03 Max.	2340	2360	
Co Alloy 12		1.10-1.70	1.00	1.00	28.0-32.0	3.00		7.0-9.5	Bal.	3.00	P: .03 Max.; S: .03 Max.			
Co Alloy 19		1.5-2.0	1.00	1.00	29.0-33.0	3.00		9.0-12.0	Bal.	3.00	P: .03 Max.; S: .03 Max.			
Co Alloy 21	AMS S385	.20-30	1.00	1.00	25.00-29.00	1.75-3.75	5.00-6.00		Bal.	3.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; B: .007 Max.	2510	2560	
	ASTM A 732 GR 21	.20-30	1.00	1.00	25.0-29.0	1.7-3.7	5.0-6.0		Bal.	3.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; B: .007 Max.	2510	2560	
Co Alloy 23	AMS S375	.35-45	1.00	1.00	23.00-27.00	50-3.00	1.00	4.0-6.0	Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .03 Max.			
Co Alloy 25	H.S. 25 (L695)	.05-15	1.0-2.0	1.0	19.0-21.0	9.0-11.0		14.0-16.0	Bal.	3.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.	2530	2580	
Co Alloy 27	AMS S378	.35-45	1.00	1.00	23.00-26.00	30.0-35.0	4.50-6.50		Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .03 Max.			
Co Alloy 30	AMS S380	.40-50	1.00	1.00	24.00-28.00	14.0-16.0	5.50-6.50		Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .03 Max.			
Co Alloy 31	AMS S382	.45-55	1.00	1.00	24.50-26.50	9.50-11.5	0.5	7.0-8.0	Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; Zr: 0.25 Max.	2470	2560	
	ASTM A 732 GR 31	.45-55	1.00	1.00	24.5-26.5	9.5-11.5		7.0-8.0	Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; B: .005-.015	2470	2560	
X 40	ASTM A 567 GR 2 (Disc-1987)	.45-55	1.00	1.00	24.5-26.5	9.50-11.5		7.00-8.00	Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; B: .005-.015	2500	2570	
X 45	ASTM A 567 GR 13 (Disc-1987)	.20-30	.40-1.00	.75-1.00	24.5-26.5	9.50-11.50		7.00-8.00	Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; B: .005-.015	2550	2590	
FSX 414	ASTM A567 GR 12 (Disc-1987)	.20-30	.40-1.00	.50-1.00	28.5-30.5	9.50-11.50		6.50-7.50	Bal.	2.00	P: .04 Max.; S: .04 Max.; B: .005-.015	2500	2570	
Co Alloy 36		.35-45	1.0-1.5	0.35	17.5-19.5	9.0-11.0		14.0-15.0	Bal.	2.0	P: .03 Max.; S: .03 Max.; B: .01-.05			
Co Alloy 93		2.75-3.25	1.5	1.5	15.0-19.0		14.0-18.0		4.0-7.0	Bal.	P: .03 Max.; S: .03 Max.; V: 1.50-2.50			
Co Alloy T400		.04-.08		2.2-2.6	7.5-8.5		27.0-29.0		60.0-63.0		P: .03 Max.; S: .03 Max.; Ni-Fe: 3.0 Max.; Ni: .05 Max.; O2: .05 Max.			
Co Alloy T800		.04-.08		3.0-3.5	16.5-17.5		27.0-29.0		50.0-53.0		P: .03 Max.; S: .03 Max.; Ni-Fe: 3.0 Max.; Ni: .05 Max.; O2: .05 Max.			
CoNiMo	ASTM F75	0.35	1.00	1.00	27.00-30.00	0.50	5.00-7.00	0.20	Bal.	0.75	P: 0.020 Max.; S: 0.010 Max.; B: 0.010; Ti: 0.10 Max.; Al: 0.10 Max.; Ni: 0.25 Max.	2510	2560	
	ISO 5832-4	0.35	1.00	1.00	26.5-30.0	1.00	4.50-7.00		Bal.	1.00				
Co Alloy Misc.	STAR J	2.20-2.70	1.00	1.00	31.0-34.0	2.50		16.0-19.0	Bal.	3.00	P: .03 Max.; S: .03 Max.; B: .25 Max.; Al Other: 2.0 Max.			
	90M2	1.70-2.20	1.00	1.00	28.0-32.0	2.00-5.00	0.8	17.0-20.0	Bal.	2.50	B: .70-1.50; V: 3.70-4.70			
	W1-52	.40-50	0.50	0.50	20.0-22.0	1.00		10.0-12.0	Bal.	1.00-2.50	P: .04 Max.; S: .04 Max.; Co/Ta: 1.5-2.5			
	TANTUNG G	1.8-2.2			26.0-29.0			15.0-17.0	Bal.	2.0	B: .15-.25; Ta: 4.5-5.5			
HWYNES ULTIMET ALLOY UNS-R01203		0.02-0.10	0.1-1.5	0.05-1.00	23.5-27.5	7.0-11.0	4.0-6.0	1.0-3.0	Bal.	1.0-5.0	P: 0.030 Max.; S: 0.020 Max.; N: 0.03 - 0.12; B: 0.015 Max.	2540	2580	
Ni-155	AMS S376	0.20	1.00-2.00	1.00	20.00-22.50	19.00-21.00	2.50-3.50	2.00-3.00	18.5-21.00	Bal.	P: .04 Max; S: .03 Max; Co/Ta: .75-1.25; Ni: .10-.20'	2480	2630	

Svoju primjenu superlegure na bazi kobalta pronašle su i u medicini gdje se koriste u vidu implantata, proteza itd.



Rendgenski snimak nakon ugradjivanja kobaltnog implatata



Kobalt-Krom-Nikl legurara

Legura proizvedena isključivo za potrebe savremene stomatolgije za hladno oblikovanje proteza.

Kobalt-Krom-Nikl-Molbiden legura

Također se koristi u stomatologiji, do željenog oblika se dolazi livenjem. Da je značaj superlegura na bazi kobalta, kao i njihova primjena, u usponu, potvrdit će nam rast cijena kobalta u zadnjih šest godina prikazan u tabeli 1.5 .



Proizvodi od superlegura na bazi kobalta



Zavarljive superlegure na bazi kobalta

U kritičnim slučajevima kada nije dovoljna čvrstoća austenitnih čelika primjenjuju se ponajprije superlegure na bazi kobalta i nikla koje se pri niskim temperaturama ponašaju bez prigovora.

Legura INCONEL se koristi u letjelici Apollo zbog povoljnog omjera čvrstoća/gustoća kao i za spremnike tekućeg kisika, vodika i helija.



Kada se radi o primjeni kobalta za izradu alata i mašina, najčešće se koristi za proizvodnju mašina za rezanje, siječenje te alata za bušenje.

IZBOR MATERIJALA POMOĆU SAVREMENIH IZVORA NAUČNE I TEHNIČKE INFORMACIJE

Amir Džidić,
dr. Nađija Haračić
Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet

ABSTRACT

Zahvaljujući modernim medijima naučna saznanja danas cirkulišu svijetom veoma brzo i što je najbitnije dostupna su putem mas medija, tako da podatke koji nam trebaju o materijalima danas lako možemo pronaći koristeći se bazom podataka najveće svjetske „informatičke pijace“ – Interneta. Ipak, pravilan izbor materijala zavisi i od tradicionalnih tehničkih izvora informacija, do kojih dolazimo raznim ispitivanjima čiji su rezultati potvrđeni svjetskim i nacionalnim standardima i koji ustvari predstavljaju osnovne informacije koje se mogu naći u knjigama, raznim istraživanjima i na Internetu.

Ključne riječi: izbor materijala, elektronske baze podataka, literaturni izvori, CAMS

1. UVOD

«Bez materijala ništa ne postoji, bez energije se ništa ne zbiva, bez informacija ništa nema smisla».

Izreka A.G. Ottingera, [3.], zapravo nam sažeto objašnjava život i proizvodnju, ali nesumljivo i povezanost ova dva ciklusa. Sirovine i materijali predstavljaju preduslov za funkcionisanje kako općenito ljudi kao kreatora svih segmenata života, tako i za razvoj privrede koja je definitivno jedna od najznačajnijih pretpostavki za održivost života čovjeka. Privreda je opet neodrživa ako sirovine i materijali u proizvodnom sistemu nisu praćeni energijom i informacijama, odnosno sve to je uslov za dobijanje proizvoda ili materijaliziranje ideje.

Devedesetih godina prošlog vijeka stručnjaci francuskog proizvođača vozila "Renault" predložili su definiciju koja može da bude iskorištena kako bi se termin novi materijali približio naučno-stručnoj i javnosti općenito: **«Novi materijal je onaj materijal čiji parametri izrađivanja i primjene daju osobine koje se do sada nisu koristile u industriji dovodeći do poboljšanja performansi, odnosno radnih karakteristika materijala»** [1.]. Zahvaljujući modernim medijima naučna saznanja danas cirkulišu svijetom veoma brzo i što je najbitnije dostupna su putem mas-medija, tako da podatke koji nam trebaju o materijalima danas lako možemo pronaći koristeći se bazom podataka najveće svjetske "informatičke pijace" – Interneta. Ipak, pravilan izbor materijala zavisi i od tradicionalnih tehničkih informacija do kojih dolazimo raznim ispitivanjima, čiji su rezultati zapravo potvrđeni svjetskim i nacionalnim standardima i koji ustvari predstavljaju osnovne informacije koje se mogu naći u knjigama, raznim istraživanjima i na Internetu.

U proizvodnji se danas koristi veliki broj materijala. Prema hemijskom sastavu materijale dijelimo na organske i anorganske. Organski materijali obuhvataju takozvane veze ugljika i često imaju kompliciran hemijski sastav. Anorganski materijali su supstance koje se mogu sastojati samo od osnovne sirovine (kao na primjer aluminij). Dijele se na metalne i nemetalne materijale.



SI.1. Proizvodi od kompozitnih materijala

2. IZBOR MATERIJALA

Ako materijale koji danas imaju najveću primjenu u proizvodnji posmatramo odvojeno (gvožđe i čelici, neželjezni materijali i legure, plastike, keramike, kompozitni materijali, ali i novi materijali) vrhunac primjene su imali ili će daljnjim industrijskim, kao i razvojem potreba čovjeka tek imati [1.].

Izrada jednog proizvoda danas nameće pitanje kako izabrati pravi materijal. Moderni konstruktori mogu birati između, kako smo već rekli, na hiljade različitih materijala. Zbog toga i ne čudi što se prilikom selekcije materijala mora donijeti veliki broj važnih odluka i dati odgovor na niz pitanja:

1. Da li materijal može biti formiran u odgovarajući oblik;
2. Da li materijal može postići željene tolerancije;
3. Da li materijal može održavati oblik i formu u toku upotrebe;
4. Da li materijal ima tražena svojstva, koja ostaju konstantna u toku primjene;
5. Da li je materijal u skladu sa ostalim dijelovima sklopa;
6. Da li se materijal može lako reciklirati;
7. Da li materijal ili njegova obrada uzrokuju zagađenje okoline;
8. Da li se iz materijala ekonomično može proizvesti željeni dio i dr.

2.1. Osobine materijala

Prilikom odabira materijala koji će biti korišten u procesu proizvodnje prvo se moraju razmotriti njegove osobine, a ako se ponovno uzme u obzir brojnost materijala i proporcionalno tome raznolikost svojstava, nemoguće je napraviti sveobuhvatnu klasifikaciju osobina materijala.



SI.1. Podjela osobina materijala [4]

Mehaničke karakteristike materijala koje podrazumijevaju upoznavanje sa parametrima koji se odnose na čvrstoću, žilavost, duktilnost, tvrdoću, elastičnost, zamor, puzanje, prvi su korak na putu upoznavanja osobina materijala. Ono što je bitno svaki materijal koji će biti korišten u proizvodnji mora posjedovati mehaničke osobine koje će imati i finalni proizvodi i to u uslovima u kojima će funkcionisati. To samo po sebi nameće bitnost fizičkih osobina materijala, odnosno gustoće, specifične toplote, termičkog širenja i provodljivosti, tačke

topljenja, te električne i magnetne osobine. Hemijska svojstva su takođe veoma važna, a naročito kada je riječ o dejstvu koje materijali mogu imati na normalnu okolinu. Faktori koje u tom smislu treba tretirati su oksidacija, korozija, opća degradacija osobina materijala, otrovnost i zapaljivost.

2.2. Mogućnost nabavke i cijena

Ove dvije stavke smatraju se veoma značajnim za izbor materijala za proizvodnju posebno ako tražene sirovine, polufabrikati, i gotovi proizvodi nisu u željenim količinama, oblicima i dimenzijama dostupni na tržištu. To znači da će biti neophodne zamjene ili dodatna obrada materijala, što neminovno donosi poskupljenje proizvoda.

Ekonomski zahtjevi koji se shodno tome nameću prilikom izbora materijala dijele se na sljedeći način:

- cijena poluproizvoda,
- troškovi izrade proizvoda,
- troškovi održavanja proizvoda u eksploataciji,
- troškovi ponovnog korištenja materijala.

U obzir takođe treba uzeti i probleme koji po pravilu prate nabavku materijala. Prije svega činjenicu da većina zemalja do željenih sirovina dolazi uvozom, zbog čega je utjecaj spoljne politike očigledan. Uz to i sama proizvodnja različito košta, odnosno neke metode prerade materijala naprosto traže skup rad, dok opet neke podrazumijevaju skupo osoblje.

2.3. Izbor procesa izrade

Izbor procesa izrade proizvoda ili prerade materijala takođe predstavlja značajnu stavku za postupak odabira materijala. Način njegove obrade vezuje se za osobine, odnosno obradljivost materijala direktno je uslovljena njegovim mehaničkim, hemijskim, fizičkim i drugim svojstvima koje ustvari određuju da li će proizvod nastati mašinskom obradom, livenjem, zavarivanjem i termičkom obradom. Opšte kategorije postupaka prerade materijala su livenje, deformacija i uobličavanje, odnosno valjanje, kovanje, ekstruzija, vučenje, profiliranje limova, praškasta metalurgija i kalupovanje. Postupci mašinske obrade su tokarenje, borovanje, bušenje, blanjanje, oblikovanje, glodanje, hemijska dorada, te dorada i obrada materijala visokoenergetskim snopovima. Završne operacije, odnosno posljednji korak na putu od sirovine do finalnog proizvoda, podrazumijevaju postupke obrade poput honovanja, lepovanja, poliranja, bruniranja, skidanja brkova, nanošenja slojeva i prevlaka.

2.4. Izgled, vijek trajanja i prodaja

Izgled materijala nakon njegove prerade, odnosno sam izgled proizvoda, prvo je što svaki kupac zapravo zapaža. Ako se to uzme u obzir možemo zaključiti da krajnjeg korisnika proizvoda u većini slučajeva ustvari i ne interesuje kako je on ustvari nastao. Za njega su važni podaci koji se tiču recimo habanja, zamora, pucanja, dimenzionalne stabilnost proizvoda. Značajne karakteristike proizvoda sa apsketa krajnjeg korisnika, ali i proizvođača, trebaju biti njegova mogućnost recikliranja na kraju radnog vijeka, a u smislu očuvanja životne sredine bitnim se smatraju skladištenje i deponovanje materijala i otrovnog otpada.

2.5. Greške koje mogu nastati na proizvodu zbog nepravilnog izbora materijala

Nepravilan izbor materijala, ali i isto tako neodgovarajući način njihove prerade, te pogrešna kontrola varijabli procesa za rezultat imaju greške na finalnom proizvodu. Prema definiciji proizvod s greškom je onaj proizvod koji prestane raditi, ne radi pravilno ili kada funkcioniše unutar specifičnih granica, kao i kada postane neopuzdan i beskoristan za daljnju upotrebu. Kako bi se ove greške preduprijedile, i kako se zna da njihov nastanak nije uzrokovao dobavljač materijala, poželjno bi bilo izvršiti ispitivanja materijala.

2.6. Ispitivanje materijala

Kako smo već i rekli, korištenje materijala u proizvodnji jednostavno zahtjeva iznimno poznavanje prije svega njihovih osobina. Ispitivanja materijala ustvari su numerički prikaz tih osobina, koji kasnije služi pored ostalog i za standardizaciju. Načini kojim se obavljaju ispitivanja materijala su brojni, a biraju se zavisno od osobina koje se žele provjeriti i analizirati. Ako se u obzir uzmu promjene na uzorku materijala ispitivanja ćemo podijeliti na nekoliko vrsta metoda:

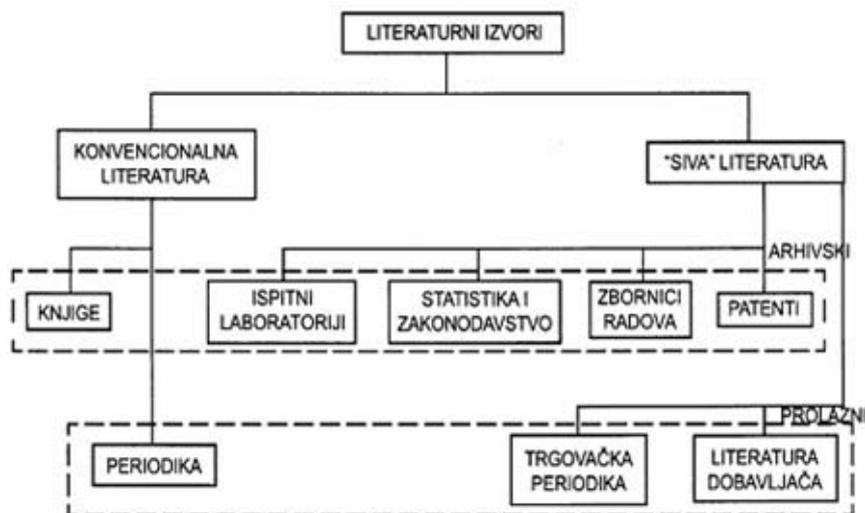
1. Ispitivanja metodama razaranja, nakon kojih, kako i sam naziv kaže, ispitivani uzorak materijala bude razoren i neupotrebljiv. Ovim postupcima najčešće određujemo mehaničke i tehnološke osobine materijala. Ispitivanja mehaničkih osobina podrazumijevaju analizu mogućnosti materijala prilikom istezanja, njegove tvrdoće, žilavosti, statičke i dinamičke izdržljivost, dok se ispitivanja tehnoloških osobina odnose na recimo utvrđivanje sposobnosti materijala za varenje, livenje, mašinsku obradu.
2. Ispitivanja metodama bez razaranja, kojima ispitivani uzorak zadržava svoj prvobitni oblik. Zbog toga se ovi postupci mogu koristiti i za analiziranje dijelova koji će se i dalje upotrebljavati. Najčešće korištene metode analize materijala bez razaranja su radiografska, ultrazvučna, megnetna i ispitivanja penetranskim tekućinama.

2.7. Izbor materijala uz korištenje savremenih izvora naučne informacije

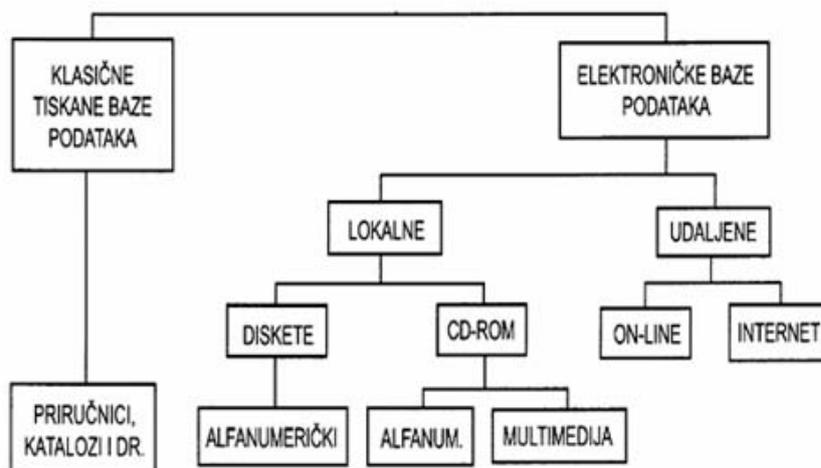
Savremeni izvori naučne informacije uglavnom se vezuju za računalna pomagala, a s obzirom na to da je bez njih (kao i bez materijala) proizvodni proces danas prosto nemoguće organizirati ove tehnologije veoma su značajne i za izbor materijala. To posebno ako se zna da broj vrsta materijala i podataka o njihovim osobinama iz dana u dan postaje sve veći, ali i zbog činjenice da je evidentan raskorak između ukupnog i potrebnog fonda informacija za rješavanje konkretnog problema odabira i primjene materijala. Naravno, u obzir treba uzeti i postojanje nepotpunih znanja pojedinaca, koji se jednostavno ne snalaze u velikom broju postojećih podataka i novih znanja, objektivizaciju i kvantifikaciju pri odlučivanju, ali i brže formiranje i odlučivanje prilikom razvoja proizvoda i izbora materijala.

U narednim tabelarnim prikazima uz pojašnjenje donosimo pregled najviše korištenih izvora podataka i sistema za odabir materijala pomoću savremenih tehnologija [3.]:

Izvori podataka o materijalima



Oblici zapisa podataka o materijalima



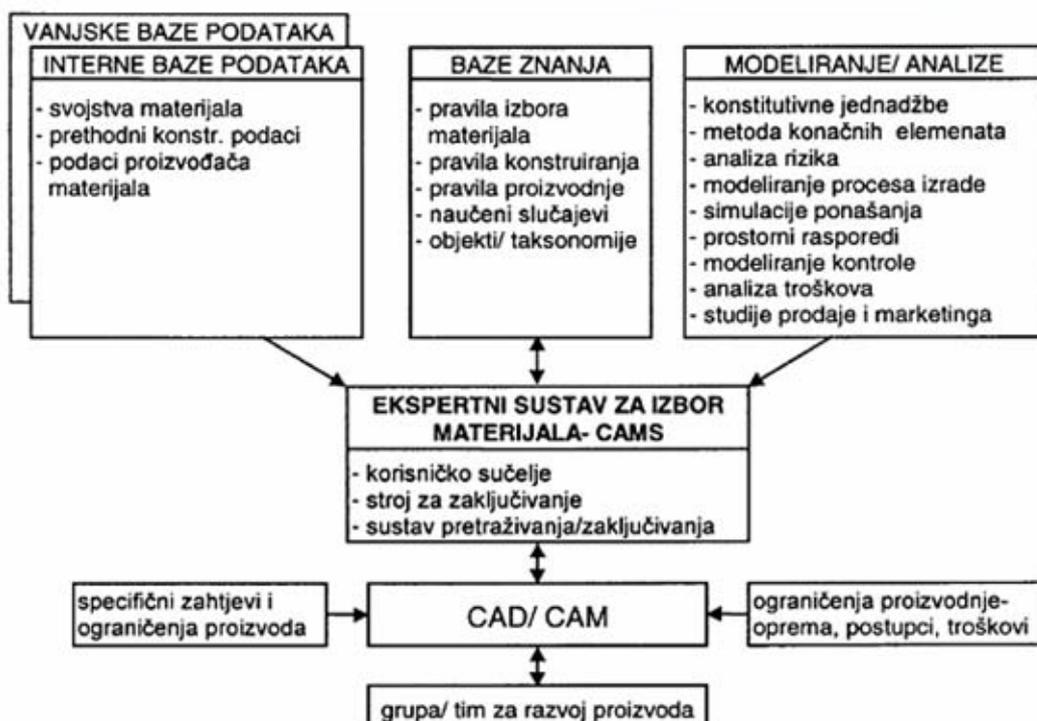
NEKI NUMERIČKI SUSTAVI U EUROPI

- **HTM-DB** – mehanička svojstva materijala za visoke temperature programima za vrednovanje i modeliranje podataka,
- **CETIM Materiaux** – za potrebe konstruiranja i izbora materijala
- **SOLMAT** – zahtjevana svojstva legura za posude pod tlakom,
- **PERITUS** – sustav za odabir metala, polimera, kompozita i keramike,
- **INFOS** – podaci o obradljivosti materijala odvajanjem čestica,
- **THERMODATA** – termodinamička svojstva i dijagrami stanja,
- **CES** – svojstva materijala, proizvodni procesi i konstrukcijski parametri
- **POLYMAT** – svojstva i proizvođači polimernih materijala,
- **CAMPUS** (Computer Aided Material Preselection by Uniform Standard) – standardizirani sustav za odabir polimernih materijala,
- **COMETA** – svojstva za konstruiranje s metalnim i keramičkim mater.
- **ALUSELECT** – odabir aluminijevih legura

NUMERIČKE baze podataka unutar MDP/STN (SAD)

- MARTUF – Rezultati ispitivanja žilavosti čelika za brodske konstrukcije,
- AAASD – Podaci iz normi i literature za aluminijeve legure,
- ALFRAC – Rezultati ispitivanja lomne žilavosti i zarezne vlačne čvrstoće Al legura
- MDF – Sastav, mehanička i fizikalna svojstva, primjena legura,
- MAT.DB – Svojstva materijala prema normama ili od pojedinih proizvođača,
- MH5 – Standardni podaci prema (MIL-HDBK-5) priručniku za vojne primjene metala u zrakoplovstvu,
- STEELTUF – Rezultati ispitivanja čelika za energetska opremu i naftnu industriju,
- PLASPEC – Svojstva polimernih materijala - specifikacije proizvođača, komercijalni nazivi i tehnološki parametri,
- IPS – Svojstva polimera - podaci proizvođača i dobavljača,
- COPPERDATA – Sastav, oznake, svojstva, primjena, proizvodnja i dobavljači bakrovih legura.

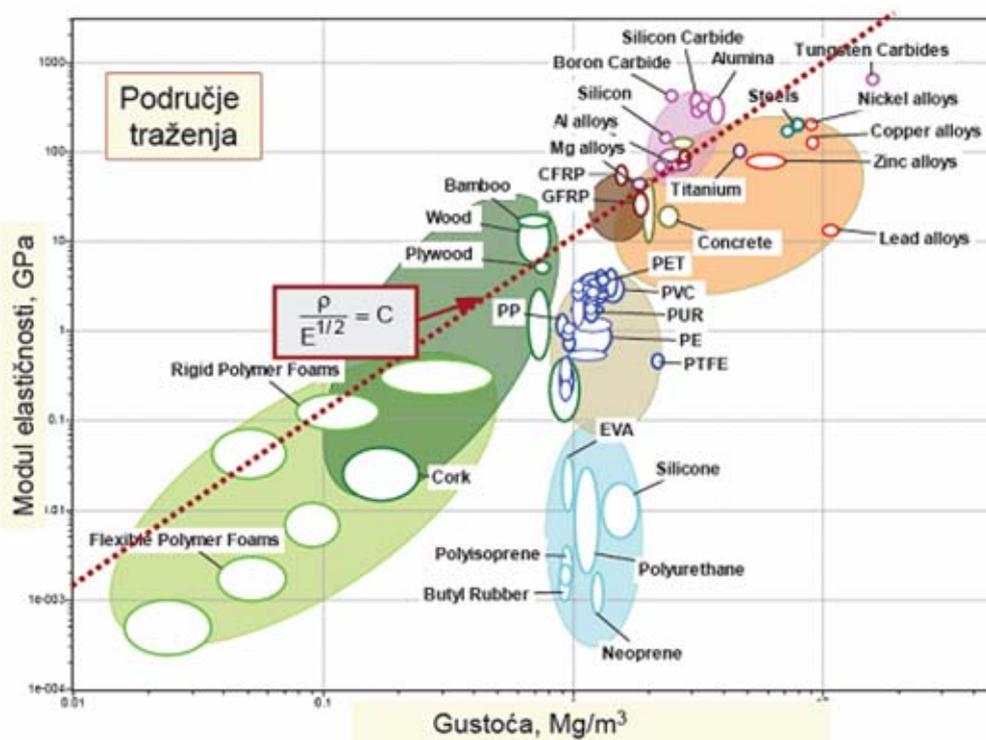
Sustav za odabir materijala – CAMS



Osnovne programske funkcije CAMS-a:

1. **Identifikacija** materijala zadavanjem sastava, oznake, nekog svojstva ili deskriptora;
2. **Informiranje** o svojstvima poznatog materijala;
3. **Sortiranje** materijala na temelju zadanih vrijednosti za svojstva ili na temelju ključne riječi;
4. **Eliminacija** materijala koji ne ispunjavaju osnovne zahtjeve, po kriterijima:
DA/NE, \leq , \geq , =, max, min i slično;
5. **Traženje optimalnog** materijala s pomoću funkcija i kriterija vrednovanja;
6. **Vođeni izbor** i savjetovanje s pomoću ugrađene logike izbora;
7. **Simulacija i modeliranje** ponašanja materijala na temelju pohranjenih podataka i znanja.

Izbor materijala koristeći CES softver



Unit 2, Frame 2.15

Prikazani primjeri samo su neke od mora solucija koje nam mogu koristiti prilikom izbora materijala za proizvodnju. Bitno je navesti da raspoložive elektronske baze podataka nude različitu mogućnost pristupa i korištenja.

2.8. Kvalitet

Kvalitet proizvoda je oduvijek bio jedan od najvažnijih aspekata proizvodnje, što zapravo i ne treba da čudi jer on direktno utiče na zadovoljstvo kupaca, a samim tim i na prodaju. Potvrda kvaliteta se postiže pregledom komada nakon proizvodnje, koji, da bi dobili tržišnu vrijednost, moraju odgovarati detaljima koji su propisani specifikacijama i standardima. To se odnosi na dimenzije, završnu površinu, te mehaničke i fizičke osobine.

3. ZAKLJUČCI

Pravilan izbor materijala prevashodni je cilj svakog proizvođača. Zbog toga je neophodno poznavanje kako samih osobina, tako i svih drugih pojedinosti vezanih za proces izbora i prerade materijala i izrade proizvoda. Kvalitetan i postojan materijal, uz isto tako kvalitetan izbor procesa njegove prerade, jednostavno jamči kvalitetnu materijaliziranu ideju.

Upotreba savremenih, tehničkih i naučnih informacija u tom smislu ima najznačajniju ulogu, jer je prosto nemoguće odabrati materijal bez poznavanja svih njegovih osobina, bez uvida u mogućnosti procesa prerade i zahtjeva tržišta. Riječ je dakle o brojnim vezanim procesima koje jednostavno rečeno, nije nemoguće ni početi, a kamoli završiti, ukoliko se ne koriste savremeni izvori informacija.

4. LITERATURA

- [1.] Haračić N.: *Inženjerski metalni i nemetalni materijali*, UNZE Mašinski fakultet 2005.
- [2.] Hajro I : *Elektronske baze podataka i ekspertni sistemi za izbor materijala*, Mašinstvo 2004.
- [3.] Filetin T.: *Sustavi za odabir materijala računalom* FSB Zagreb 2008.
- [4.] Baza podataka Univerziteta u Zenici
- [5.] Baza podataka Mašinskog fakulteta Univerziteta u Zenici
- [6.] www.matweb.com

TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE GIPSNOG VEZIVA U FLUIDIZIRAJUĆEM SLOJU

Nadira Bušatlić, dipl.ing
Student postdiplomskog studija na Fakultetu za metalurgiju i materijale

Doc.dr.sc. Ilhan Bušatlić
Fakultet za metalurgiju i materijale

Sažetak

Gips se koristi u građevinarstvu, medicini, poljoprivredi, kemiji, keramici itd. Danas u BiH radi samo jedna tvornica koja se bavi proizvodnjom gipsnih veziva i to „Komar“ D. Vakuf. U Tvornici gipsa Komar D. Vakuf proizvodnja gipsa se vrši fluidizirajućim postupkom. U ovom radu biće objašnjen ovaj postupak, koji je vrlo jednostavan i pokazuje dobre osobine gotovog proizvoda. U radu su analizirane prednosti i mane ovog postupka proizvodnje gipsnog veziva.

1. UVOD

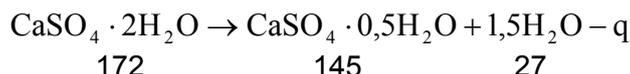
Upotreba gipsa u građevinarstvu započinje sa prvim tragovima ljudske civilizacije. Analize maltera uzetih sa egipatskih piramida pokazale su da je ovaj malter bio izrađen od gipsa. Ovo potvrđuje da su građevinari antičkog Egipta znali za tajnu djelimične ili potpune dehidracije gipsnog kamena, odnosno za tajnu njegovog ponovnog očvršćavanja dodatkom vode.

Gips se koristi u građevinarstvu, medicini, poljoprivredi, kemiji, keramici itd. Danas u BiH radi samo jedna tvornica koja se bavi proizvodnjom gipsnih veziva i to „Komar“ D. Vakuf. U BiH postoji nekoliko ležišta sirovog gipsa ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), koji bi se mogli u budućnosti koristiti za proizvodnju gipsnih veziva, što bi za posledicu imalo povećanje broja zaposlenih, kao i razvoj industrijske proizvodnje u našoj zemlji. Stoga je cilj ovoga rada uputiti na jedan od tehnoloških procesa proizvodnje gipsnog veziva, koji je pokazao dobre rezultate u Tvornici Komar, D. Vakuf.

2. PROIZVODNJA β - POLUHIDRATA

Materijal koji nosi naziv građevinski gips dobija se pečenjem gipsnog kamena (sadre) koji se uglavnom sastoji od minerala gipsa ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - dihidrat), ali često sadrži i druge primjese kao što su pijesak, krečnjak, glina, oksidi željeza itd. Pored kalcijum sulfata dihidrata, u prirodi se često susreće i bezvodni kalcijum sulfat (CaSO_4), anhidrit. On je takoreći redovni pratilac dihidrata i mada je po spoljašnjem izgledu njemu vrlo sličan, od njega se razlikuje po znatno većoj tvrdoći. Od anhidrita se ne može dobiti građevinski gips, pa on stoga u nalazištima gdje se javlja zajedno sa dihidratom predstavlja nepoželjnog pratioca, odnosno jalovinu koja se odbacuje.

Temperatura pečenja gipsa koja se primjenjuje u sklopu tehnološkog procesa dobijanja gipsa nije naročito visoka i kreće se od 110 – 180 oC. Pri ovim temperaturama odigrava se kemijska reakcija:



S obzirom na stehiometrijske veličine ispisane ispod kemijske reakcije dobijanja gipsa

proizilazi da je izdašnost gipsa $i = \frac{145}{172} \cdot 100 = 84 \%$.

Kao što se vidi dobijena je vrlo velika vrijednost. Međutim, to je samo teorijska veličina, pošto stvarna izdašnost zavisi kako od sastava (čistoće) sirovine, tako i od temperature pečenja. Ova temperatura je od velikog značaja, pošto se pečenjem iste sirovine na različitim temperaturama dobivaju proizvodi sa vrlo različitim osobinama.

Ako se gips peče na višim temperaturama od onih koje se smatraju optimalnim za proizvodnju kvalitetnog gipsa, dobija se sljedeće:

T = 180 – 300 °C	proizvod se sastoji od mješavine poluhidrata i anhidrita;
T = 300 – 800 °C	dobija se anhidrit koji je neupotrebljiv, pošto nema vezivna svojstva;
T = 800 – 1400 °C	dobija se materijal koji opet ima osobinu vezivanja i očvršćavanja, pri čemu su ovi procesi vrlo usporeni. Međutim, ovaj materijal vremenom dobija vrlo velike čvrstoće. Poznat je pod nazivom estrih – gips;
T > 1400 °C	dolazi do disocijacije anhidrita – odigrava se kemijska reakcija



Kao sirovina za proizvodnju građevinskog gipsa odnosno gipsnih veziva koja se dobijaju djelimičnom ili potpunom dehidratacijom kalcijum sulfata dihidrata koriste se:

- prirodni gipsni kamen,
- kemijski gips dobijen kao industrijski otpadak pri nekim kemijskim procesima,
- upotrijebljni gipsni kalupi.

Za razliku od ostalih vrsta građevinskih veziva na bazi mineralnih sirovina koja se isključivo dobijaju pečenjem u pećima raznih tipova, gipsna veziva se, u zavisnosti od vrste finalnog proizvoda, mogu dobiti kako pečenjem u pećima tako i termičkim tretiranjem u specijalnim uređajima (kotlovi, autoklavi).

Izbor procesa proizvodnje gipsa odnosno tipa uređaja u kome će se vršiti termičko tretiranje dihidrata gipsa u željeni oblik gipsnog veziva određen je sljedećim faktorima:

- vrstom gipsa koji se proizvodi (štuk–gips, gips za maltere, estrih–gips, gips velikih čvrstoća),
- vrstom postupka termičkog tretiranja (dehidratacije) gipsa,
- načinom prenošenja toplote sa goriva na sirovi gips.

Prema navedenim faktorima vrši se sistematizacija postupaka proizvodnje gipsa.

Sistematizacija prema vrsti gipsnog veziva

S obzirom da je proces proizvodnje jednog gipsnog veziva određen vrstom finalnog proizvoda koji se želi dobiti, razlikuju se četiri osnovna procesa:

- postupak proizvodnje štuk-gipsa,
- postupak proizvodnje gipsa za maltere,
- postupak proizvodnje estrih-gipsa,
- postupak proizvodnje gipsa visokih čvrstoća u autoklavima.

Sistematizacija prema postupku termičkog tretiranja gipsa

Proces termičkog tretiranja gipsa izvodi se na dva osnovna načina:

- *Suhi postupak* po kome se dehidracija dihidrata gipsa vrši u atmosferi nezasićenoj vodenom parom, odnosno u pećima različitih konstrukcija,
- *Mokri postupak* po kome se dehidracija gipsa vrši u atmosferi zasićenoj vodenom parom za šta se koriste kotlovi za kuhanje gipsa i autoklavi.

Pored kvaliteta atmosfere u kojoj se vrši dehidracija gipsa proces termičke obrade gipsa je definisan i temperaturom na kojoj se vrši dehidracija gipsa (tabela 1.).

Tabela 1. Pregled postupaka za termičko tretiranje gipsa

Karakter postupka proizvodnje	Suhi postupak		Mokri postupak
Sredina proizvodnje	Atmosfera nezasićena vodenom parom		Atmosfera zasićena vodenom parom
Vrsta gipsa	Visokotemperaturni gips	Niskotemperaturni gips	
		β - poluhidrat	α - poluhidrat
Zona temperature dehidracije u °C	700 - 1000	100 – 200	100 – 200
Tip postrojenja	šahтна peć, komorna peć, rotaciona peć, etažna peć, roštilj u obliku beskrajne trake	vertikalni mlin-sušara, rotaciona peć, rotaciona peć sa indirektnim loženjem, kotao za kuhanje	autoklavi, kotlovi za samozaparivanje
Finalni proizvod	gips za maltere, estrih-gips	štuk-gips	gips visokih čvrstoća, aridizirani gips ($\alpha + \beta$)-oblik

U zavisnosti od temperature na kojoj se vrši termičko tretiranje sirovog gipsa proizvode se dvije osnovne vrste gipsnih veziva:

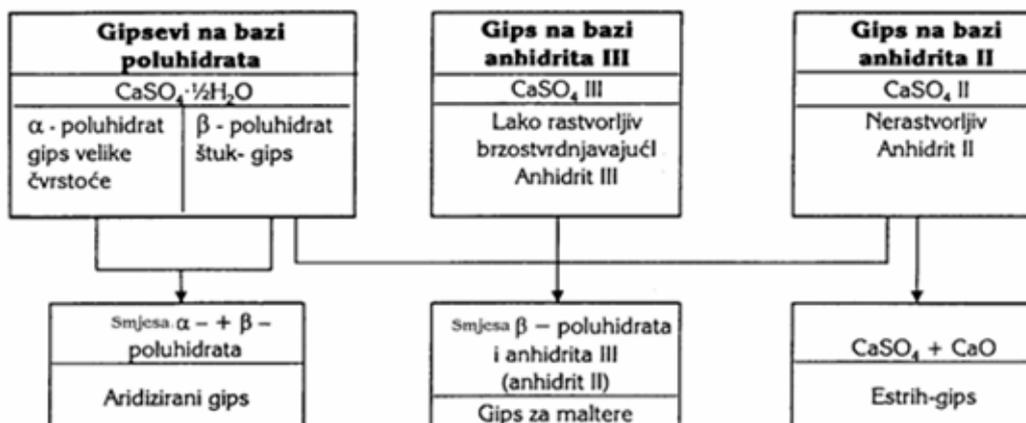
Niskotemperaturni gipsevi

- štuk-gips (β -CaSO₄ · 0,5H₂O),
- gips visokih čvrstoća (α -CaSO₄ · 0,5H₂O).

Visokotemperaturni gipsevi

- gips za maltere (smjesa poluhidrata i anhidrita II i III),
- estrih-gips.

Kada je riječ o proizvodnji gipsnih veziva mora se napomenuti da se na bazi sva tri oblika pečenog gipsa (poluhidrata, anhidrita III i anhidrita II) mogu dobiti razne vrste gipsnog veziva bez obzira da li su proizvedene pri istom procesu pečenja ili su proizvedene naknadnim mješanjem (slika 1.)



Slika 1. Shema proizvodnje gipsnih veziva na bazi pečenog gipsa

Sistematizacija prema načinu prenošenja toplote

U zavisnosti od načina prenošenja toplote sa goriva na sirovi gips razlikuju se:

- procesi sa direktnim prenošenjem toplote sa goriva na sirovi gips,
- procesi sa indirektnim prenošenjem toplote preko kontaktnih površina.

2.1. Osnovne operacije proizvodnje gipsa

Slično proizvodnji ostalih nehidrauličnih i hidrauličnih veziva, proizvodnja gipsa sastoji se iz sljedećih operacija:

- eksploatacije (vađenja) sirovog gipsa na kamenolomu,
- drobljenja, usitnjavanja i prosijavanja,
- termičkog tretiranja sirovog gipsa,
- mljevenje i uskladištenje gipsa,
- pakovanje gipsa u vreće i otprema.

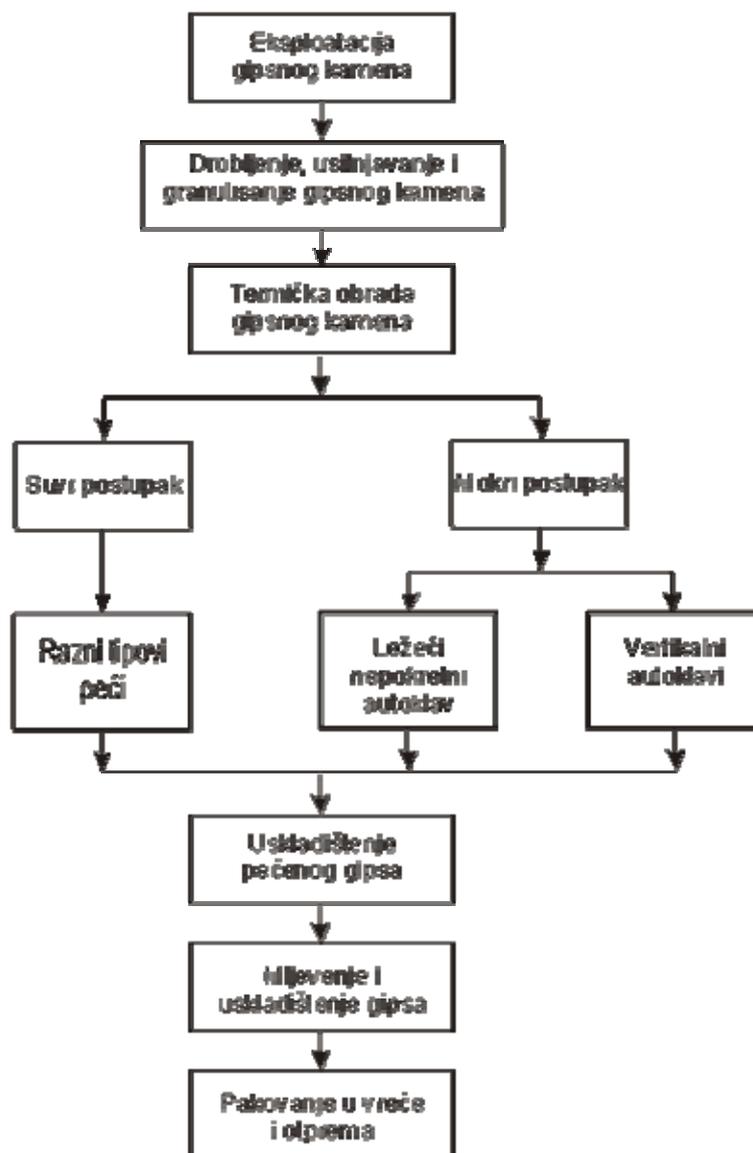
U zavisnosti od postupka termičke obrade gipsa odnosno od vrste peći odnosno uređaja u kojima se vrši dehidratacija gipsa, proces proizvodnje gipsa se može predstaviti slikom 2.

U tvornici gipsa Komar, D. Vakuf postupak proizvodnje gipsa se vrši dehidratacijom u fluidizirajućem sloju. Postupak se sastoji u termičkom tretiranju sirovog gipsa u kugličnom mlinu u kojim se istovremeno odvija proces sušenja, mljevenja i dehidratiziranja dihidrata u poluhidrat. Tehnološka shema procesa proizvodnje gipsa u navedenoj tvornici prikazana je na slici 4.

2.1.1. Eksploatacija sirovog gipsa

Sirovi gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) eksploatiše se uglavnom na površinskim kopovima. Eksploataciju u znatnoj mjeri olakšava mala tvrdoća gipsa (1,5 – 2,0 po Mosu). Odvajanje gipsa od stjenske mase obavlja se miniranjem.

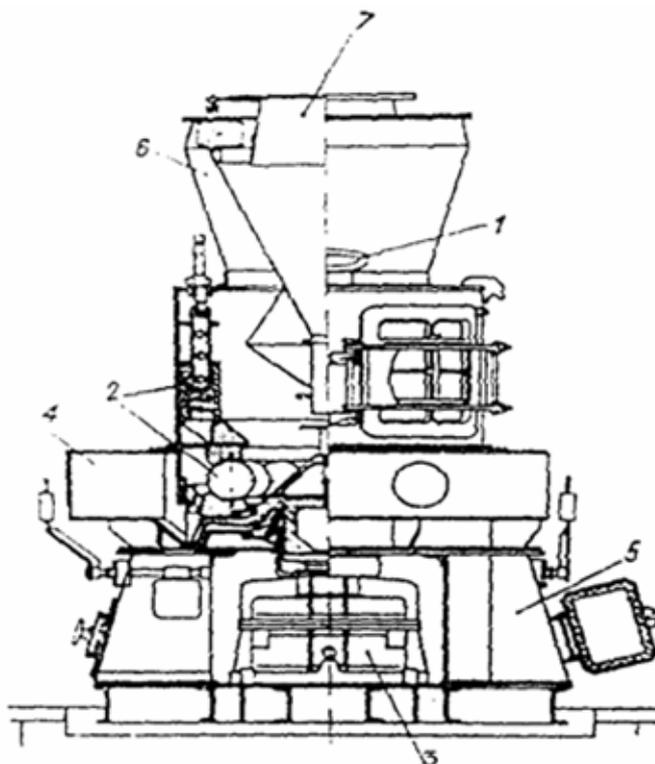
Eksploatacija sirovog gipsa obavlja se na ležištu Bistrica kod Gornjeg Vakufa i ležištu Elezovac kod Donjeg Vakufa. Eksploatacija gipsa na oba ležišta se vrši miniranjem stjenske mase. Ruda gipsa se od ležišta do tvornice transportuje kamionima.



Slika 2. Opšta shema procesa proizvodnje gipsnih veziva

2.1.2. Drobljenje, usitnjavanje i klasiranje

Sirovi gipsni kamen se dovodi bagerom kašikarom u usipni koš (1) odakle pločastim transporterom (2) kapaciteta 40 t/h odlazi u drobilicu čekićaru (3), a zatim prelazi na drobilicu sa valjcima (slika 4.). Veličina ulaznog zrna je maksimalno 400 mm, a veličina izlaznog zrna je od 0 do 40 mm.



Slika 3. Fullerov mlin, tip E

Na slici 3. pozicijama su obilježeni sljedeći dijelovi mlina:
1.usisno grlo, 2.kugla koja melje, 3.pogon peći, 4.dotok zraka, 5.otvor za odstranjivanje,
6.zračni separator, 7.izlaz za samljeveni proizvod.

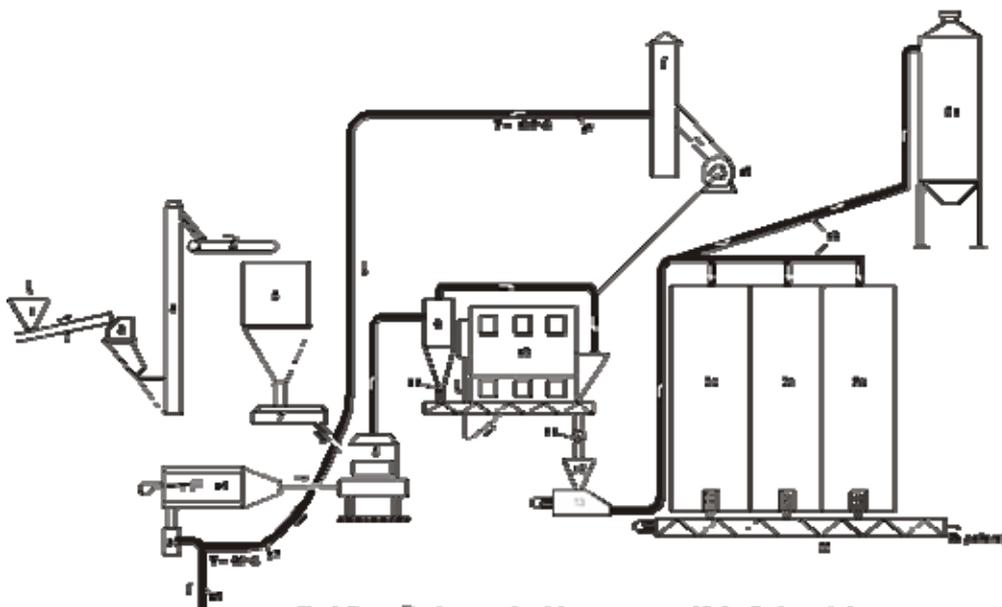
2.1.3. Termičko tretiranje sirovog gipsa (dihidrata)

Razdrobljeni kamen se pomoću kofičastog elevatora (4) sipa u metalni silos (6) odakle pomoću koritastog lančanog dozatora (7) odlazi u mlin sa kuglama (8) tzv. Fullerov mlin, tip E (slika 3.).

U mlinu se nalazi 5 kugli promjera 500 mm, gdje je svaka kugla mase 360 kg. Kapacitet mlina je 10 t/h. Podtlak na ulazu u mlin je 15 mbara. Mlin je povezan sa generatorom (14) gdje se vrši sagorjevanje mazuta. Podtlak u ložištu iznosi 1,5 – 3 mbara. Ložište je povezano sa dva cjevovoda za primarni (16) i sekundarni zrak (17). Sekundarni zrak se uzima iz dimnjaka pri čemu se postiže ušteda energije od 10%.

Temperatura dimnih plinova koji se dovode u mlin iznosi 600 – 650 oC, a temperatura na izlazu iz mlina 159 – 164 oC.

Regulacija procesa je riješena sa dvije linije automatike. Prva linija reguliše tj. održava izlaznu zadanu temperaturu. Ukoliko dođe do pada izlazne temperature preko frekventnog pretvarača smanjuje se frekvencija, a time i broj okretaja dozatora tj. količine sirovine i obrnuto u slučaju rasta izlazne temperature.



Slika 6. Skema linije bezvodne gipsa - pogled CHD u Opatju Vrh

Druga linija automatike reguliše tj. održava zadanu ulaznu temperaturu u mlinu. Ako ulazna temperatura pređe zadanu vrijednost plamenik smanjuje količinu goriva i obratno.

Uređaj za dehidrataciju gipsa za vrijeme procesa mljevenja odlikuje se velikom hermetičnošću i može se regulirati u širokim granicama. U mlinu se materijal usljed smanjenja brzine plinova taloži i samelje u prah, a potom prelazi kroz cijev u ciklon (9). Čestice dihidrata, koje nisu uspjele da se dehidratiziraju u mlinu, podliježu konačnoj dehidrataciji u poluhidrat na putu iz mlina u ciklon.

2.1.4. Mljevenje i uskladištenje gipsa

Na izlazu iz mlina se nalazi zračni separator koji služi za odvajanje krupnih čestica koje se pomoću pužnog transportera vraćaju ponovo u mlin. Sitnije čestice iz separatora odlaze, nošene plinovima, u ciklon. Podtlak na ulazu u ciklon iznosi 35 mbara, a temperatura 130 oC. U ciklonu se sitne frakcije gipsa odvajaju od plinova i odlaze pomoću pneumatskog transportera u silose za gotovi proizvod. Postoje 3 betonska silosa kapaciteta po 250 tona i jedan metalni silos kapaciteta 1000 tona za utovar cisterni.

Plinovi iz ciklona odlaze u vrećaste filtere sa mehaničkim otresanjem vreća (10), gdje se vrši odvajanje najfinijih čestica gipsa od plinova. Temperatura u filteru iznosi 125 – 130 oC. Odvojeni gips se iz sabirnog koša (12) transportuje u silos (20 i 21).

2.1.5. Pakovanje i otprema gipsa

Iz betonskih silosa pomoću koritaste pužnice vrši se transport gipsa prema pakeraju. Za pakovanje gipsnih veziva koriste se papirne i najlonske vreće u zavisnosti od vrste gipsnog veziva. Pakovanje može biti ručno ili automatsko. Za veće potrošače gips se otprema u cisternama.

Kod normalno izvedenih uređaja koji istodobno melju i dehidratiziraju dobivaju se proizvodi koji se sastoje isključivo od β – poluhidrata.

3. ZAKLJUČAK

Peć za pečenje gipsa u fluidizirajućem sloju ima svoje prednosti i nedostatke. Prednosti ovog toplotnog agregata u odnosu na druge su slijedeće:

- intenzivan prenos toplote,
- kratko vrijeme zadržavanja materijala u peći
- istovremeno mljevenje i dehidracija gipsa.

Nedostaci ovog uređaja za dehidraciju sirovog gipsa su:

- uske granice dimenzija frakcija sirovog gipsa,
- povećani toplotni gubici,
- povećan sadržaj prašine u otpadnim gasovima.

Međutim, u tvornici gipsa Komar se intenzivno radi na uklanjanju ovih nedostataka. Potrošnja energije u tvornici gipsa Komar iznosi 820,6 kJ/kg gipsnog veziva.

LITERATURA

1. P.Petrovski, I.Bušatlić, Cementi i druga neorganska mineralna veziva, Hijatus, Zenica,2006.
2. Mihailo Muravljov, Građevinski materijali, Građevinska knjiga, Beograd, 2000.
3. Predrag Brzaković, Priručnik za proizvodnju i primenu građevinskih materijala nemetaličnog porekla, Orion Art, Beograd, 2000.
4. R.C. Smith, C.K. Andres, Materials of construction, Glencoe Macmillan, 1998.
5. Nadira Vrebac, Fizikalno kemijske osobine kalcijum sulfata dihidrata i proizvedenog β -poluhidrata, Diplomski rad, Zenica septembar, 2003.
6. Tehničko – tehnološka dokumentacija Tvornice gipsa – Komar.

ALOTROPSKE MODIFIKACIJE UGLJIKA I NJIHOVA PRAKTIČNA PRIMJENA

Spahic Irhad,
Dr. Nađija Haračić
Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet

SAŽETAK

U ovom radu dat je pregled najvažnijih osobina modifikacija ugljika na osnovu literaturnih podataka. Elementarni ugljik nalazi se u prirodi u obliku dvije kristalne alotropske modifikacije, kao dijamant i grafit. 1985. godine pronađen je ugljik "treće vrste" koji nosi naziv fulereni. Fulereni su jedan od egzotičnih materijala, koji su mnogo lakši i izdržljiviji od metala, a koriste se za izradu dijelova mašina koji su izloženi veoma velikim opterećenjima kao npr.: vanjski dijelovi automobila (šasija), za izradu sportske opreme, u aero i svemirskoj tehnologiji.

KJUČNE RIJEČI: ugljik, dijamant, grafit, fulereni

ABSTRACT

Rewiev of the most important properties of the carbon modification is given in this paper. Carbon elementary form is to be found in the nature in two allotropique crystal forms, such as diamant and the graphite. In the year 1985 were founded the carbon "third sorte" named as fulerens. Fulerens are one of the exotic materials, which are much more light end more suported than metals. They are good for the production of the high charged engins parts such as automobile outer parts, for the production sportive equipage, in the aero and space technologies.

KEY WORDS: carbon, diamant, graphite, fuleren

1. UVOD

1.1 Ugljik

Ugljik (carboneum), u poređenju s jako rasprostranjenim elementima, ne nalazi se u prirodi u velikoj količini, ali on spada u najvažnije elemente, jer ulazi u sastav cjelokupnog organskog svijeta. Naziv *carboneum* izveden je od latinske riječi carbo-ugalj (ćumur), sl.1.



Slika 1. Najkvalitetniji ugalj - antracit

Elementarni ugljik nalazi se u prirodi u obliku dvije kristalne alotropske modifikacije, kao dijamant i grafit. On ima 12 izotopa (sa masenim brojevima od 9 do 22). Izotopi C-12 i C-13

su stabilni ; ostali su radioaktivni. C-12 je danas jedinica za određivanje relativnih atomskih masa.

Izgleda nevjerovatno kada se kaže da su: bezbojni staklasti dijamant, koji služi kao ukrasno drago kamenje, grafit u olovkama i neprijatna crna čađ, izgrađeni od istog elementa, ugljika. Mada su sve tri supstance istog sastava, razlikuju se po strukturi. Između njih međutim ipak nije tako velika razlika. Dijamant se može pretvoriti u grafit, mada znatno teže, a grafit se može pretvoriti u dijamant.

Rasprostranjenost ugljika mnogo je veća u neorganskim i organskim jedinjenjima. On gradi više jedinjenja nego svi ostali elementi zajedno, izuzev vodika.

Od neorganskih jedinjenja ugljika najviše ima u karbonatima i to naročito kalcijum-karbonatu, CaCO_3 koji gradi čitave planinske sisteme; magnezitu MgCO_3 , siderite FeCO_3 itd.

Neobično je važno njegovo jedinjenje ugljen-dioksid - CO_2 , koje se u vazduhu nalazi u maloj količini 0.03% (zapreminskog procenta), ali služi kao glavni izvor ugljika za cijelu živu prirodu. Ugljen-dioksida ima u morskoj vodi oko 0.005%, a isto tako i u drugim, vodama u prirodi. Ugljik tvori vrlo stabilne ugljik-ugljik veze, kao i veze s mnogim drugim elementima što uzrokuje enormni broj ugljikovih spojeva. Kemiju ugljikovih spojeva, osim: karbida, karbonata, cijanida, ugljikovih oksida i sulfida proučava organska hemija.

2. ALOTROPSKE MODIFIKACIJE UGLJIKA

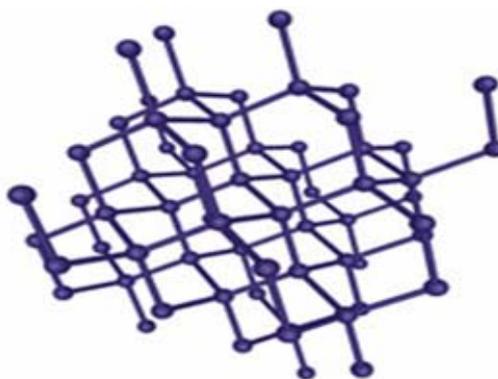
2.1. Dijamant

Dijamant je najtvrdi, poznati mineral. Dijamant je proziran i vrlo skup mineral. Ne provodi električnu struju. Struktura veza ugljika je: 4 elektrona sp^3 -orbitalama. Ugljikovi atomi u dijamantu povezani su sa četiri susjedna ugljikova atoma u dijamantnu rešetku. Dijamant je najčistiji ugljik, nalazi se u prirodi vrlo rijetko. Bio je poznat jos u najstarije vrijeme (1200 godine prije nove ere). Najpoznatija nalazišta dijamanta su u Južnoj Africi, (u blizini Johannesburga), Zairu, Bocvani, Namibiji, zatim u istočnoj Indiji, Borneu, Brazilu, Australiji i Rusiji. Porijeklo dijamanta je neponato, ali se, prema prisustvu oksida i željeza u njemu i u njegovom pepelu, vjeruje da je postao kristalizacijom ili iz rastopa gvožđa. Ako je u čistom stanju, kristali su bezbojni, bistri kao voda, providni, vrlo kruti, jako prelamaju svjetlost. Ljepši primjerci dijamanta upotrebljavaju se za izradu skupocjenog nakita, a oni manje lijepi za izradu alata za rezanje, bušenje, brušenje i poliranje.

Pored ovih postoje djelimično crni dijamanti koji nose naziv "karbonado", a upotrebljavaju se pri glačanju čistih dijamanta, za električne mašine kojima se buše tvrde stijene, za siječenje stakla itd.



Slika 2. Kristali dijamanta



Slika 3. Kristalna rešetka dijamanta

2.2 Grafit

Grafit je druga kristalna modifikacija ugljika, nalazi se u prirodi u većoj količini od dijamanta. Grafit je mekana, sivocrna, lomljiva tvar, masna opipa. Vezivna struktura: 3 elektrona u sp^2 -orbitalama i 1 elektron u p-orbitali. Grafit provodi električnu struju. Kristali grafita sastoje se

od slojeva, a u svakom sloju atomi su poredani kao šesteročlani prstenovi. Grafit se upotrebljava za proizvodnju olovaka, u strojarstvu kao mazivo za ležajeve i ključanice, u nuklearnoj industriji za izgradnju nuklearnih reaktora itd.

Danas je pronađen način za dobijanje grafita vještačkim putem, u vrlo čistom stanju, koji ima široku primjenu. Velike količine grafita dobijaju se po Ečesenovom postupku, žarenjem kvarcnog pijeska (SiO_2) s koksom ili antracitom u električnim pećima na visokoj temperaturi. Grafit je tamnosiva supstanca, metalnog sjaja, kristalizuje se po heksagonalnom sistemu, a tačka topljenja mu je na 3652°C : vrlo se lahko cijepa na listiće (kalav je). Velika razlika u fizičkim osobinama između grafita i dijamanta potiče od različitog rasporeda atoma ugljika u njihovim kristalima.

3. OKSIDI UGLJIKA

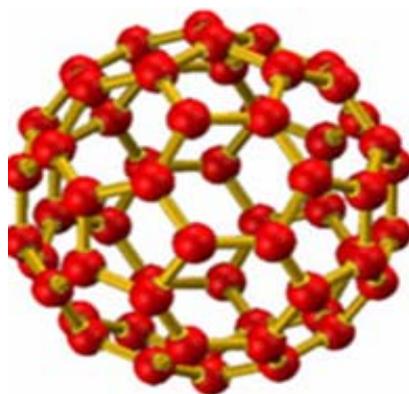
Ugljikov monoksid – CO , nastaje pri izgaranju ugljikovih spojeva uz ograničeni dotok kisika. Industrijski se proizvodi kao generatorski plin, izgaranjem koksa u generatoru ili kao vodeni plin, u smjesi sa vodikom, reakcijom generatorskog plina s vodenom parom. Ugljikov monoksid je vrlo toksičan jer se veže s hemoglobinom na sličan način kao i kisik.

Ugljikov dioksid - CO_2 je bezbojni plin, bez mirisa i ukusa. . Dobiva se izgaranjem ugljika ili ugljikovih spojeva ili reakcijom kiselina s karbonatima. Ugljikov dioksid je inertni plin i često se koristi kao inertna atmosfera u slučajevima gdje prisutnost kisika može biti štetna.

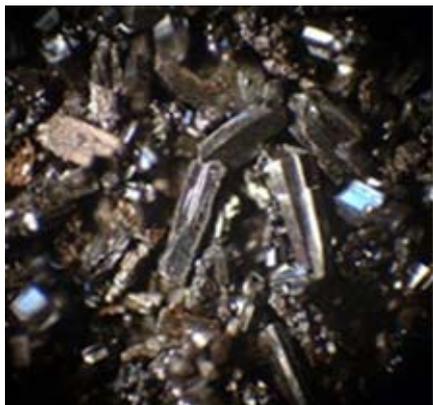
Ugljikov suboksid - C_3O_2 je plin neugodnog mirisa, koji se formira dehidriranjem malonske kiseline fosforovim 5 oksidom u vakuumu pri 140 do 150°C . Ugljikov suboksid ima linearnu molekulu: $\text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{O}$. Stabilan je na temperaturi vrelišta dušika: -78°C , a na 25°C polimerizira.

4. FULERENI

Fulereni su molekule građene u potpunosti od ugljika, u obliku šupljih kugli, elipsoida ili cijevčica. Kuglasti fulereni se ponekad nazivaju buckyballs (Bucky - lopte), sl.4. C_{60} varijanta se često uspoređuje s tipičnom crno-bijelom nogometnom loptom. Cilindrični fulereni se nazivaju buckytubes (bucky cijevčice). Fulereni su strukturom slični grafitu koji se sastoji od slojeva povezanih šesterokutnih prstena, samo što sadrže i peterokutne (a ponekad sedmerokutne) prstene koji sprečavaju slojeve da budu ravni. Buckminsterfuleren (C_{60}) je nazvan prema Richardu Buckminster Fulleru, poznatom arhitekti koji je popularizirao geodezijsku kupolu. Stoga je cijelokupna obitelj sličnih spojeva nazvana fulereni.



Slika 4. Buckminsterfuleren (C_{60})



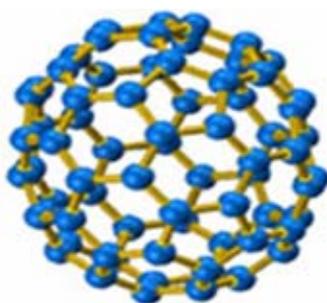
Slika 5. Kristali fulerena

U eksperimentima s molekularnim laserima, primjećene su molekule s masama 60, 70 ili više ugljikovih atoma. 1985. godine, Harald Kroto, James R. Heath, Sean O'Brien, Robert Curl i Richard Smalley sa sveučilišta Rice u SAD-u, otkrili su C60, a ubrzo nakon toga su otkrili fulerene. Kroto, Curl i Smalley su 1996. godine osvojili Nobelovu nagradu za hemiju zbog svoje uloge u otkrivanju te klase spojeva. Kasnije je primjećeno da se C60 i drugi fulereni pojavljuju i izvan laboratorijskih uvjeta (npr. u običnom izgaranju svijeće). Pročišćavanje fulerena je i danas izazov za kemičare i uveliko određuje cijenu fulerena. Takozvani endohedralni fulereni imaju ione ili male molekule unutar svojih atomskih rešetki. Postojanje molekule C60 je previdio već 1970. Eiji Osawa s tehnološkog sveučilišta Toyohashi. Njegova zamisao je dospjela u japanske časopise, ali nije doprijela do Europe i Amerike zbog jezične barijere.

Hemijska i fizikalna svojstva fulerena su vruća tema u području istraživanja i razvoja, i tako će vjerojatno ostati još duže vrijeme. Jedna moguća upotreba fulerena je u izradi oklopa. Fullereni bi bili idealni za to, pošto su jednako tvrdi ili tvrdi od dijamanta. Fullereni su bili predmetom istraživanja zbog potencijalne medicinske primjene: vezanje specifičnih antibiotika na njihovu strukturu koji bi ciljano napadali otporne bakterije ili čak određene tumorske stanice poput melanoma.

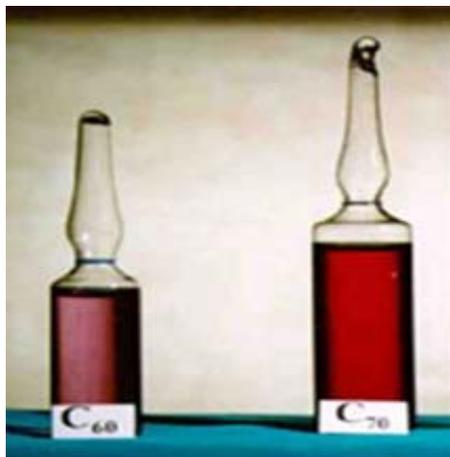
Na području nanotehnologije, otpornost na toplinu i supervodljivost su među svojstvima koja su navise predmet istraživanja.

Buckminster fullerene je najmanji fullerene u kojem nijedna dva peterokuta ne dijele stranicu (što može biti destabilizirajuće). Najrašireniji je u prirodi, pošto ga se često može naći u čađi. Struktura C60 slična nogometnoj lopti načinjenoj od šesterokuta i peterokuta, s atomom ugljika u svakom kutu šesterokuta i kemijskom vezom duž svake stranice. Molekula C60 ima dvije dužine kemijskih veza. Veze u 6:6 prstenima (između dva šesterokuta) može se smatrati "dvostrukom vezom" i kraća je od 6:5 veza (između šesterokuta i peterokuta).



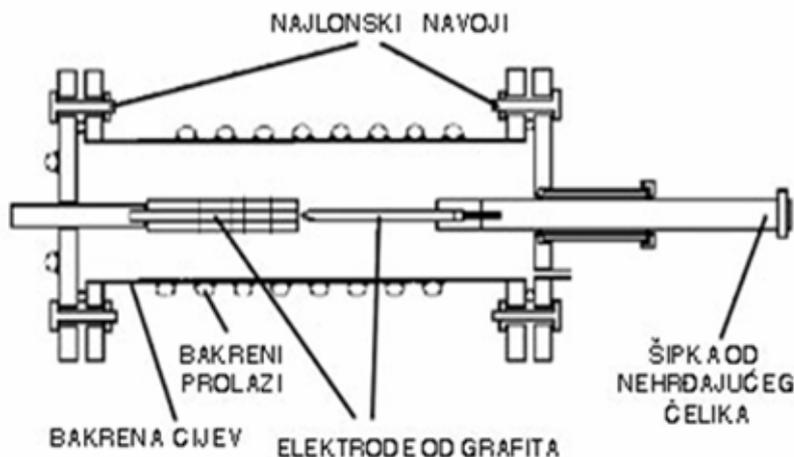
Slika 6. Fuleren C70

Fulereni su djelomično topivi u mnogim otapalima. Uobičajena otapala za fulerene uključuju toluen i ugljikov disulfid. Otopine čistog C60 imaju tamno ljubičastu boju. Otopine C70 (sl.6.) su crveno-smeđe boje (sl.7). Viši fulereni od C76 do C84 imaju različite boje. C76 ima dva optička oblika, dok drugi viši fulereni imaju nekoliko strukturnih izomera (isti sastav, različita struktura molekule). Fullereni su jedini poznati oblik ugljika koji se može otopiti u konvencionalnim otapalima pri sobnoj temperaturi.



Slika 7. Otopine fulerena

Uobičajena metoda za proizvodnju fulerena je provođenje jake struje između dvije, blizu postavljene elektrode od grafita u inertoj atmosferi. Stvara se luk od ugljične plazme (ioniziranog plina) između elektroda koja se hlađenjem pretvara u čađavi talog iz kojeg se mogu izolirati mnogi fulereni (sl.8.).



Slika 8. Uobičajena metoda proizvodnje fulerena

5. NANO CIJEVČICE

Ugljične nanocijevčice su u obliku valjkaste molekule i imaju zanimljiva svojstva zbog kojih bi mogle biti korisne u cijelom spektru primjena na području nanotehnologije, elektronike, optike i drugih područja istraživanja materijala. Posjeduju iznimnu čvrstoću i jedinstvena električna svojstva, i učinkoviti su vodiči topline.



Nanocijevčice (sl.10.), su članovi su članovi "porodice" fulerena. Ali, dok je C60 kuglastog oblika, nanocijevčice su valjkaste sa obično barem, jednim krajem zatvorenim hemisferom strukture C60. Naziv im je izveden iz njihove veličine, pošto promjer nanocijevčice ne iznosi više od nekoliko nanometara (otprilike 50 000 manje od širine ljudske vlasi), dok u dužinu mogu iznositi i do nekoliko milimetara. Dva su glavna tipa nanocijevčica: nanocijevčice s jednom stijenkom i nanocijevčice s više stijenki

Slika 10. Nanocijevčice

Većina nanocijevčica s jednom stijenkom imaju promjer otprilike 1 nanometar, s dužinom koja može biti tisuće puta veća. Nanocijevčice s jednom stijenkom su najizgledniji kandidat za minijaturizaciju elektronike dalje od mikroelektromehaničke razine koja je osnova moderne elektronike. Nanocijevčice s više stijenki se sastoje od više slojeva uvijenih u valjkasti oblik. Udaljenost između slojeva je otprilike jednaka udaljenosti slojeva u grafitu. Treba posebno istaknuti nanocijevčice s dvostrukom stijenkom jer imaju sličnu morfologiju i svojstva kao i nanocijevčice s jednom stijenkom, ali s mnogo boljom kemijskom otpornošću.

Ugljične nanocijevčice su jedan od najjačih i najtvrdih poznatih materijala. Nanocijevčica s više stijenki je u testovima pokazala čvrstoću od 63 GPa. Za poređenje, čelik s visokim sadržajem ugljika ima čvrstoću otprilike 1,2 GPa. S obzirom na to da nanocijevčice imaju malu gustoću, 1,3 do 1,4 g/m³, njihova specifična čvrstoća je najbolja od svih poznatih materijala. Ugljične nanocijevčice su također dobri električni vodiči. U teoriji, nanocijevčice mogu imati gustoću električnog protoka više nego 1000 puta veću od metala kao što su

srebro ili bakar. Za nanocijevčice se procjenjuje da su dobri vodiči topline duž cijevi, a dobri izolatori okomito na os cijevi. Predviđa se da će ugljične nanocijevčice moći provoditi i do 6000 W/m/K pri sobnoj temperaturi. Za poređenje, bakar dobro poznat po toplinskoj vodljivosti, provodi samo 385 W/m/K. Temperaturna stabilnost nanocijevčica se procjenjuje na 28000 C u vakuumu i na 7500 C na zraku.

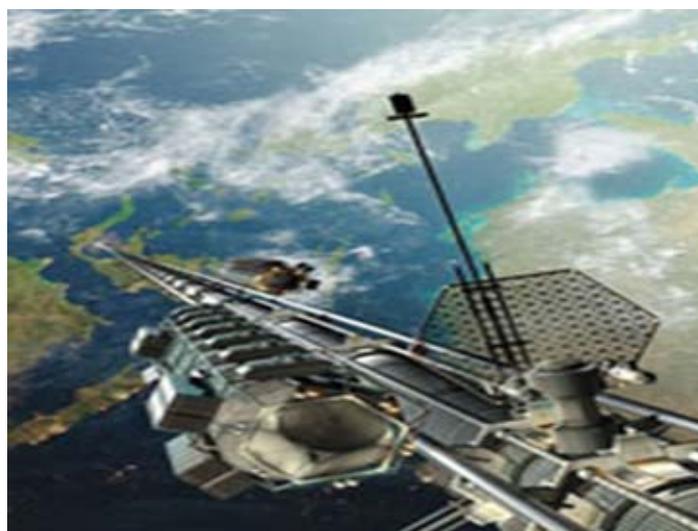
6. PRIMJENA FULERENA

Fulereni, a osobito ugljične nanocijevčice, se već koriste u mnogim proizvodima. U širokoj su upotrebi u proizvodnji sportske opreme poput teniskih reketa, bicikla, kaciga i slično, (sl.11). Koriste se kako bi povećali čvrstoću proizvoda, a istodobno smanjili njegovu masu. U budućnosti će se fulereni moći naći u mnogo više proizvoda kako njihova proizvodnja postaje sve jednostavnija i jeftinija.

Najzbudljivija moguća primjena fulerena vjerovatno bi mogla biti u izgradnji svemirskog dizala. Svemirsko dizalo izrađeno od vrpce od ugljičnih nanocijevčica, usidreno na morskoj platformi bi se pružalo otprilike 100 000 kilometara u svemir. Mehanička dizala spojena na vrpcu bi po njoj penjala, noseći teret i ljude u svemir, po cijeni od 220 do 880 dolara po kilogramu. A fulereni su najbolji kandidati za svemirsko dizalo (sl.12.), pošto bi se takva konstrukcija od bilo kojeg drugog materijala urušila pod vlastitom težinom.



Slika 11. Primjena fulerena za sportske rekvizite



Slika 12. Svemirsko dizalo

7. ZAKLJUČAK

Ugljik je jedan od najvažnijih elemenata u cijeloj prirodi pa samim tim, opstanak čitavog čovječanstva ovisi o tom elementu. Ugljik je najrasprostranjeniji element, izuzev dušika (azota), a takođe je element koji ima najviše spojeva. Fulereni su možda i najbitnije otkriće vezano za ugljik. Od pronalaska fulerena 1996. godine čitav svijet ima pristup materijalu koji je mnogo lakši i čak izdržljiviji od metala. Fulereni su jedan od egzotičnih materijala koji su našli svoju primjenu u svakodnevnom životu čovjeka. Fulereni su materijal koji se najviše koristi za izradu predmeta ili dijelova mašina koji su izloženi veoma velikim opterećenjima kao npr. Vanjski dijelovi automobila (šasija), kacige, takođe se koriste za izradu sportske opreme za koje su potrebne visoke performanse: što veća izdržljivost, a sto manja težina. Takođe se koriste u aero tehnologiji za izgradnju dijelova aviona i u svemirskoj tehnologiji što znači da su fulereni veoma bitni za razvoj i unaprjeđenje čovječanstva, u njegovoj težnji za sto većim naučnim poduhvatima na našoj planeti pa čak i dalje.

8. LITERATURA

- [1.] R.Arsenijević S. R.: Hemija opšta I neorganska, 2001. god.
- [2.] Hadžipašić A.: Materijali u Mašinstvu, Dom štampe Zenica
- [3.] Krebs, Robert E.: The History and Use of Our Earth's Chemical Elements: A Reference Guide, . (2006).
- [4] Barksdale, Jelks: The Encyclopedia of the Chemical Elements, 1968.

Internet podrška:

www.onswers.com/fullerens
www.nature.com
<http://periodic.lanl.gov-elements>
www.wikipedia.com
Yale University of Washington

FOTOKATALITIČKA AKTIVNOST POVRŠINE GLINENOG CREPA SA TiO₂ PREVLAKOM

Ognjen Rudić¹,
Dmitar Zorić¹,
Snežana Petrović¹,
Janja Ranogajec¹

¹ Ognjen Rudić, student, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Katedra za inženjerstvo materijala, bul. Cara Lazara 1, 21 000 Novi Sad, e-mail: ognjenrudic@yahoo.com

² Dmitar Zorić, dipl.ing., Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Katedra za inženjerstvo materijala, bul. Cara Lazara 1, 21 000 Novi Sad, e-mail: zoricd@uns.ns.ac.yu

³ Snežana Petrović, dipl.ing., Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Katedra za inženjerstvo materijala, bul. Cara Lazara 1, 21 000 Novi Sad, e-mail: snezanap@uns.ns.ac.yu

⁴ Janja Ranogajec, red. Prof., Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Katedra za inženjerstvo materijala, bul. Cara Lazara 1, 21 000 Novi Sad, e-mail: janjar@uns.ns.ac.yu

Abstrakt

Glineni crepovi su keramički materijali koji imaju poroznu strukturu, a tokom njihove dugogodišnje eksploatacije dolazi do fizičke, hemijske i mikrobiološke korozije što ima za posledicu degradaciju i trajno oštećenje ovih proizvoda. Cilj ovog rada je ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti komercijalne titanija prevlake i mešavine komercijalnih prevlaka (novo-dizajnirana prevlaka) na površini glinenog crepa kao i sagledavanje uticaja datih prevlaka na stanje površine glinenog crepa (efekat samo – čišćenja). Zahtevi koji su postavljeni tokom istraživanja su: temperatura termičkog tretmana nanete prevlake (120°C i 150°C), definisani hemijski sastav, mali broj nanosa i trajnost prevlake.

Novo-dizajnirana prevlaka se pokazala boljom u odnosu na komercijalnu prevlaku kako u pogledu fotokatalitičke aktivnosti, tako i u pogledu efekta samo – čišćenja površine. Može se konstatovati da je učinjen značajan korak sa stanovišta poboljšanja karakteristika površine crepa sa novo-dizajniranom fotokatalitičkom prevlakom koju karakteriše velika trajnost na ispiranje vodom.

Ključne reči: Glineni crep, fotokatalitička aktivnost, TiO₂ prevlaka, merenje ugla kvašenja

1. Uvod i cilj rada

Jedna od najvažnijih mogućnosti potrebnih za ekonomski napredak zemlje je osposobljavanje mladog stručnog kadra u naučno - obrazovnim institucijama kao što su više škole i fakulteti. Svakako da je veoma poželjna i što bolja saradnja fakulteta i viših škola sa privrednim preduzećima kako bi studenti pored teorijskog znanja stečenog kroz predavanja i laboratorijske vežbe na fakultetima stekli i određena praktična znanja koja bi im omogućila veću šansu za zaposlenje i što bolje upoznavanje sa mogućnostima i načinom funkcionisanja firmi u industriji. Ovakav način studiranja primenjuje se na Katedri za inženjerstvo neorganskih materijala na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Pored redovnih aktivnosti na fakultetu (predavanja i laboratorijske vežbe) redovno se posećuju razne fabrike koje se bave proizvodnjom materijala proučavanih na studijskom smeru kako bi se studenti bolje upoznali sa svim aspektima pogonskih postrojenja i uređajima potrebnim za dobijanje finalnog proizvoda. Uključivanjem u razne projekte koji se rade sa partnerima iz industrije,

omogućava se stručnije usavršavanje studenata tokom školovanja. Ovaj rad je posledica jedne takve saradnje.

Cilj ovog rada je ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti titanija prevlaka kao i sagledavanje uticaja prevlaka na stanje površine glinenog crepa na koji je nanešena. Glineni crepovi su keramički sistemi sa velikim stepenom poroznosti zbog čega tokom njihovog dugotrajnog eksploatacisanja dolazi do fizičke, hemijske i mikrobiološke korozije, a samim tim i do trajnog oštećenja. Nanošenjem fotokatalitičke prevlake na keramičke crepove može doći do uklanjanja ili suzbijanja ovih problema. Predmet ispitivanja su glineni crepovi sa predhodno nanešenom TiO_2 prevlakom. Crepovi su oblikovani, sušeni i pečeni u industrijskim pogonima fabrike za proizvodnju opekarskih elemenata „Polet“ iz Novog Bečeja, člana „Nexe“ grupe, dok su ispitivanja i nanošenje prevlaka urađeni u laboratorijskim uslovima na Katedri za inženjerstvo materijala na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu.

Osnova prevlaka su komercijalne TiO_2 suspenzije A i B. Zahtevi koji su postavljeni su bili: temperatura termičkog tretmana nanete prevlake, definisani hemijski sastav i broj nanosa, kao i trajnost iste što bi se ogledalo u maloj razlici fotokatalitičke aktivnosti pre i nakon ispiranja vodom. Za temperature termičkog tretmana na kojima su tretirane mešavine prevlaka koje predstavljaju smešu komercijalnih suspenzija A i B u odgovarajućem odnosu (prevlaka M), su odabrane vrednosti od $120^{\circ}C$ i $150^{\circ}C$. Pri izboru ovih temperatura vodilo se računa, kako o poboljšanju osobina koje svaka prevlaka „donosi“ sa sobom, tako i o ekonomskim aspektima eventualne primene u industrijskim pogonima. Težilo se da se izbegne ponovna upotreba peći u industrijskom pogonu, odnosno da se za fiksiranje nanetih prevlaka koristi otpadna toplota iz procesa pečenja glinenih crepova.

2. Eksperimentalni deo

U ovom radu su ispitivane karakteristike pečenih glinenih crepova sa fotokatalitičkom titanija prevlakom. Eksperimentalni deo ovog rada urađen je na:

- Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu, na Katedri za Inženjerstvo materijala.
- U fabrici za proizvodnju građevinske keramike A.D. „Polet“, Novi Bečej, Srbija, član „Nexe“ grupe.

2.1. Materijal

Materijal u radu čine glineni crepovi iz pogona industrije opekarskih proizvoda A.D. „Polet“ iz Novog Bečeja, član „Nexe“ grupe. Ispitivani crepovi su oblikovani, sušeni i pečeni u industrijskim uslovima, a ispitivani u laboratorijskim uslovima za potrebe realizacije projekta „Eureka E! 3969“.

- 1) Uzorci glinenog crepa bez prevlake, natur crep – u daljem tekstu **N**
- 2) Uzorci glinenog crepa na koji je naneta komercijalna suspenzija A sa različitim brojem nanosa (1, 3, 5 nanosa) termički tretiranoj na $30^{\circ}C$ – u daljem tekstu **A1, A3, A5**.
- 3) Uzorci glinenog crepa na koji je naneta mešavina komercijalne suspenzije A i suspenzije B u zapreminskom odnosu 1 : 3 sa različitim brojem nanosa (1, 3, 5 nanosa) termički tretirani na $120^{\circ}C$ i $150^{\circ}C$ – u daljem tekstu **M₁₂₀1, M₁₂₀3, M₁₂₀5; odnosno M₁₅₀1, M₁₅₀3, M₁₅₀5**.
- 4) Uzorci glinenog crepa na koji je naneta komercijalna suspenzija A u industrijskim uslovima. U pitanju su bili uzorci sa manjom (0.109 g/cm^2), odnosno većom količinom (0.265 g/cm^2) komercijalne suspenzije A – u daljem tekstu **Am, Av**.

2.1.1. Priprema suspenzija i uzoraka:

Na uzorke crepa dimenzija 6 cm x 6 cm x 1 cm nanete su suspenzije A i M pomoću sprej kompresora (P=6 bara). Broj nanosa je bio 1, 3 i 5. Suspenzija M (dobijena mešanjem

komercijalnih suspenzija A i B u zapreminskom odnosu 1:3) je mešana pomoću mešalice, a parametri mešanja su bili 300 o/min u periodu od 30 min. Potom su uzorci termički tretirani na temperaturama od 30°C, 120°C i 150°C sa nanetom suspenzijom A i M, respektivno tokom 30 min u sušnici. Izvršena je predapsorpcija prema predhodno utvrđenom protokolu. Ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti je vršeno pre i nakon ispiranja vodom protoka 0.136 l/s tokom 30 min pod uglom od 45°. Treba imati u vidu da je ispitivanje aktivnosti ispiranih uzoraka rađeno 7 dana posle ispitivanja uzoraka sa sveže nanetim prevlakama A i M.

2.2. Metode ispitivanja

- Određivanje aktivnosti UV/VIS spektrofotometrijom, Spectrophotometer *EVOLUTION 600 OC W Vision Pro/ Thermo Fisher Scientific, USA*.
- Merenje ugla kvašenja i površinske energije, *Advex instruments, Surface Energy Evaluation System, version 6.1. Czech Republic*.

2.2.1. Merenje fotokatalitičke aktivnosti

Za kvantitativna merenja fotokatalitičke aktivnosti spektrofotometrijskom metodom pomoću degradacije indikatorskog rastvora rodamina B (RB) koji je izlagan zračenju određene talasne dužine, posmatrana je promena koncentracije, odnosno apsorbance RB tokom određenog vremenskog perioda, što je posledica razlaganja molekula indikatorskog rastvora.

Pre pristupanja merenju fotokatalitičke aktivnosti, urađena je predapsorpcija rastvora RB, tako što je ceo uzorak potopljen u rastvor RB koncentracije 20 $\mu\text{mola/dm}^3$, kako bi se smanjilo upijanje RB tokom izvođenja eksperimenta. Rastvor RB je sipan u cilindar koji je zatopljen na površini ispitivanih uzoraka i oni se stavljaju u eksikator kome se nalazi rastvor RB iste koncentracije. Nakon 32 časa uzorci su izvađeni iz eksikatora i u cilindre je sipan svež rastvor čija koncentracija je merena u određenim vremenskim periodima – 30 min., 1h, 1.5h, 2h. Između dva merenja uzorci stoje u mraku i ne izlažu se zračenju. Ukoliko koncentracija pada za više od 5 % između dva uzastopna merenja (nakon 2.5 h), uzorci su ponovo potopljani još 12 h i postupak se ponavlja sve dok razlika u koncentraciji između dva uzastopna merenja nije bila manja od 5 %. Kada nije bilo promene koncentracije veće od 5%, smatralo se da je predapsorpcija završena i da se može pristupiti samom merenju.

Adekvatnost vremena predapsorpcije proverena je pomoću referentnog uzorka, crepa bez prevlake, a ispitivanja su pokazala da ne dolazi do promene koncentracije rastvora RB iznad referentnog uzorka, što je ukazalo na činjenicu da je usvojeno vreme predapsorpcije odgovarajuće. Merenje apsorbance spektrofotometrijskom metodom urađeno je na talasnoj dužini od 554 nm na kojoj se nalazi apsorpcioni maksimum i na kojoj je rasipanje dobijenih rezultata najmanje. Pre pristupanja merenju aktivnosti, izvršena je kalibracija pomoću standardnih rastvora RB, odnosno rastvora poznate koncentracije sa odgovarajućim stepenom korelacije dobijene kalibracione krive.

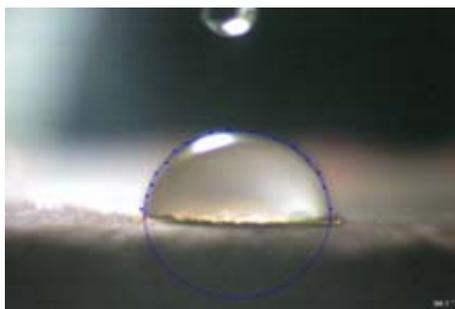
Prevlake su aktivirane Sunčevim zračenjem i Osram lampama određenog intenziteta zračenja ($I=80\text{W/m}^2$) koje „simuliraju“ Sunčevo zračenje. Uzorci su izloženi zračenju i izmerena je promena koncentracije posle izlaganja uzoraka zračenju nakon 1.5, 2.5 i 3.5 h. Prilikom ispitivanja je merena i promena koncentracije referentnog uzorka. Kao veoma bitan faktor pokazao se intenzitet zračenja kojim je aktivirana prevlaka, pa je prilikom razmatranja rezultata uzet u obzir ovaj parametar. Proračun fotokatalitičke aktivnosti prevlaka je urađen pomoću sledećeg izraza:

$$\text{Aktivnost}(\%) = \frac{10.225 - c}{10.225} \times \frac{c_0}{10.225} \times 100 \quad \text{R.1}$$

Kao početna koncentracija – C_0 , uzima se vrednost izmerene koncentracije pre izlaganja zračenju i ta koncentracija je različita za svaki uzorak, a C je koncentracija rastvora nakon određenog vremena izlaganja uzorka zračenju. U toku izlaganja zračenju uzorci su stajali u kadicama u kojima se takođe nalazio rastvor RB kako bi se sprečilo upijanje rastvora tokom ispitivanja.

2.2.2. Merenje ugla kvašenja i površinske energije

Ugao kvašenja je izmeren u prvoj sekundi kada je kap tečnosti došla u dodir sa površinom glinenog crepa. Pri nanošenju kapi upotrebljen je odgovarajući špric sa iglom i na taj način je dobijena kap definisanog prečnika i zapremine. Kap je naneta uvek sa iste visine da bi rezultati mogli da se porede. Merenje je vršeno pomoću kamere visoke rezolucije kako bi se snimio trenutak kada čista tečna kap dođe u kontakt sa površinom glinenog crepa. Nakon toga je povlačena bazna linija kojom je obeležena površina dodira čvrste i tečne faze, a zatim su postavljene tačke na dobijenoj slici kojima je opisana sfera koju kap napravi pri dodiru sa površinom (slika 1). S obzirom da su merenja relativna, svaka kap se meri pet puta na predhodno opisani način.



Slika 1. Prikaz merenja ugla kvašenja

Keramički materijali predstavljaju heterogene sisteme tako da vrednost ugla kvašenja nije ista za celu površinu pa su merenja vršena na pet različitih pozicija na uzorku što je doprinelo većoj tačnosti merenja.

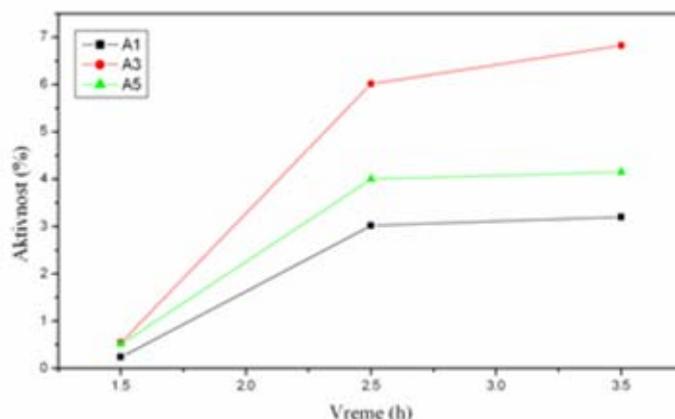
3. Rezultati i diskusija

3.1. Ispitivanje fotokatalitičke aktivnosti

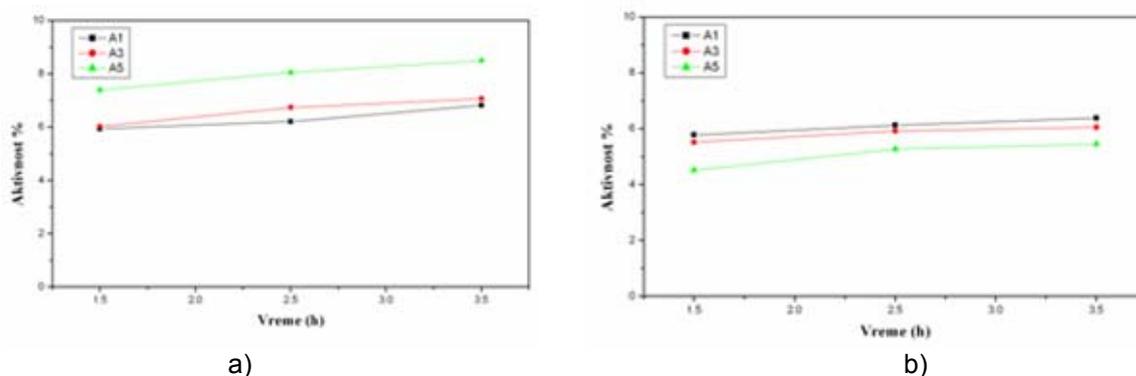
3.1.1. Prevlaka A

Fotokatalitička aktivnost za prevlaku A je ispitivana nakon Sunčevog zračenja i zračenja Osram lampama tokom 3.5 h pri čemu je intenzitet zračenja u oba slučaja bio $I = 80 \text{ W/m}^2$. Za prevlake ispitivane nakon Sunčevog zračenja primećeno je da u prvih 1.5 h uzorci nisu pokazali fotokatalitičku aktivnost, što je verovatno posledica toga što vreme izlaganja Suncu od 1.5 h nije bilo dovoljno za njihovu aktivaciju. Nakon 3.5 h izlaganja zračenju prevlaka A pokazuje porast fotokatalitičke aktivnosti za sve uzorke, a najveća aktivnost je bila kod uzorka A3 (slika 2). Sipanjem rastvora oko ispitivanih uzoraka primećeno je da praktično ne dolazi do smanjenja zapremine rastvora iz cilindara usled upijanja.

Analizom vrednosti fotokatalitičke aktivnosti za uzorke nakon zračenja Osram lampama može se zaključiti da nema značajne razlike u pogledu aktivnosti između ispitivanih uzoraka pre i nakon ispiranja (slika 3). Sa povećanjem broja nanosa primećuje se povećanje fotokatalitičke aktivnosti.



Slika 2. Fotokatalitička aktivnost uzoraka A1, A3 i A5 u zavisnosti od vremena izlaganja Sunčevom zračenju



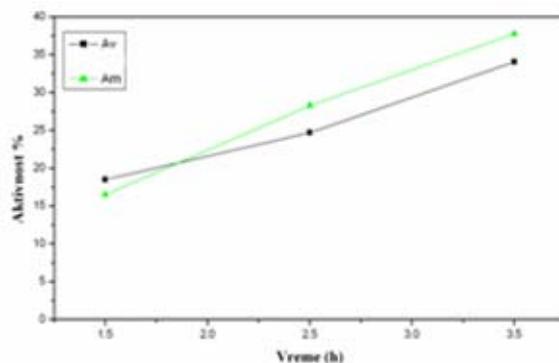
Slika 3. Fotokatalitička aktivnost uzoraka A1, A3 i A5 u zavisnosti od vremena izlaganja zračenju Osram lampama a) pre i b) posle ispiranja vodom

3.1.2. Industrijska proba u A.D. „Polet“

U okviru industrijske probe na ispitivane crepove je naneta komercijalna suspenzija A. Uzorci su ispitani na isti način kao i oni pripremljeni u laboratorijskim uslovima. Ispitivani su uzorci od 2 serije uzoraka: sa najmanjom i najvećom masom nanete suspenzije TiO_2 . Predapsorpcija je izvršena prema predhodno utvrđenom protokolu. U tabeli 1. oznaka V predstavlja brzinu trake na kojoj su bili crepovi, P je pritisak mlaznice pomoću koje je nanošena suspenzija, a T predstavlja temperaturu termičkog tretmana. Referentni uzorci (crepovi bez prevlake, N) nisu pokazivali fotokatalitičku aktivnost nakon primenjenog postupka ispitivanja pa rezultati dobijeni na uzorku N nisu prikazani na slici 4.

Tabela 1. Parametri industrijske probe

Prevlaka	1 nanos masa (g/cm^2)	Parametri
Am	0.109	V = 36 cm/s; P = 8 bar; T = 120°C
Av	0.265	V = 6.1cm/s; P = 8 bar; T = 120°C

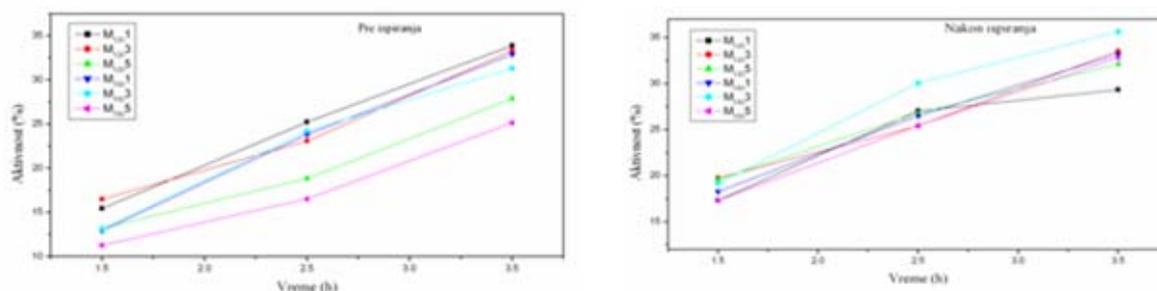


Slika 4. Fotokatalitička aktivnost industrijskih uzoraka Am i Av

Na osnovu slike 4. može se zaključiti da crepovi sa većom masom prevlake pokazuju manju fotokatalitičku aktivnost od crepova sa manjom masom TiO_2 prevlake. Sličan slučaj se pojavio kod laboratorijskih ispitivanja gde je uzorak sa 5 nanosa prevlake A pokazao manju aktivnost od uzorka sa 3 nanosa, što je verovatno posledica blokiranja aktivnih centara odgovornih za odvijanje procesa fotokatalize usled veće mase nanete prevlake. Veća fotokatalitička aktivnost prevlaka Av i Am je posledica veće temperature termičkog tretmana (120°C) u odnosu na laboratorijske uzorke (30°C).

3.1.3. Fotokatalitička aktivnost prevlake M

Fotokatalitička aktivnost uzoraka sa prevlakom M je veća od aktivnosti uzoraka sa A prevlakom. Uvidom u sliku 5. može se primetiti da uzorci sa većim brojem nanosa suspenzije M ne pokazuju veću aktivnost u odnosu na uzorke sa manjim brojem nanosa, što je bilo karakteristično i za uzorke sa prevlakom A, slika 2. Na osnovu slike 5. može se zaključiti da nema razlike u fotokatalitičkoj aktivnosti ispranih i neispranih uzoraka, odnosno da je trajnost prevlake M na ispiranje vodom značajno. Najveću aktivnost nakon ispiranja su pokazali uzorci sa 3 nanosa prevlake M na obe temperature termičkog tretmana, što navodi na zaključak da je njihova otpornost na ispiranje veća u odnosu na uzorke sa 1 i 5 nanosa prevlake M.



Slika 5. Fotokatalitička aktivnost uzoraka sa prevlakom M pre a) i nakon b) ispiranja vodom

3.2. Stanje površine i efekat samo-čišćenja površine crepa sa prevlakom A

Stanje površine, odnosno hidrofилnost/hidrofobnost su bitne karakteristike crepa sa prevlakom. Ukoliko je ispitivana površina sa fotokatalitičkom prevlakom hidrofилna tj. ako upija vodu, onda je omogućen neposredniji dodir molekula vode sa čitavom površinom prevlake što omogućava stvaranje hidroksilnih i oksidnih radikala koji su bitni za odvijanje fotokatalitičkog procesa. Stanje površine u zavisnosti od ugla kvašenja θ_c :

- θ_c ($0^\circ - 30^\circ$) – veoma hidrofилna površina
- θ_c ($30^\circ - 90^\circ$) – hidrofилna površina
- θ_c ($90^\circ - 120^\circ$) – hidrofobna površina
- θ_c ($120^\circ - 180^\circ$) – veoma hidrofobna površina

Ugao kvašenja je meren pre i nakon zračenja da bi se videlo da li ponovno ozračivanje uzoraka sa prevlakom utiče na smanjenje vrednosti ugla kvašenja, odnosno da li površina postaje hidrofilnija. Nakon što su uzorci zračeni Osram lampama (tabela 2), ostavljeni su 7 dana u mraku da bi dobijeni rezultati mogli da se porede sa prevlakama M serije (tabela 3), jer su uzorci sa prevlakom M ispitivani 7 dana nakon zračenja, odnosno posle ispitivanja fotokatalitičke aktivnosti.

Tabela 2. Vrednosti ugla kvašenja pre / nakon zračenja.

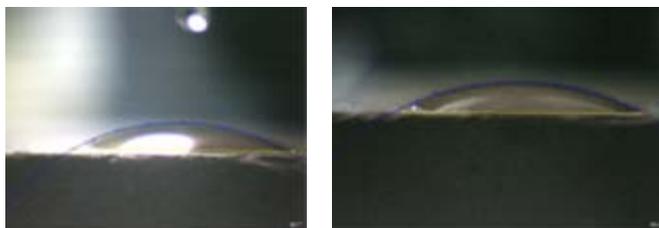
Uzorak	Ugao kvašenja θ_c	Površinska Energija (mJ/m^2)	Stanje površine
N	63.12	45.34	hidrofilna
A1	87.77 / 73.86	30.14 / 38.98	hidrofilna
A3	85.24 / 71.98	31.67 / 39.85	hidrofilna
A5	95.64 / 72.69	25.44 / 39.38	hidrofobna / hidrofilna



Slika 6. Ugao kvašenja za prevlaku A pre (leva slika) i nakon zračenja (desna slika)

Tabela 3. Vrednosti ugla kvašenja za prevlaku M.

Uzorak	Ugao kvašenja (θ_c)	Površinska Energija (mJ/m^2)	Stanje površine
N	63.12	45.34	hidrofilna
M ₁₂₀ 1	28.13	65.20	veoma hidrofilna
M ₁₂₀ 3	23.66	67.23	veoma hidrofilna
M ₁₂₀ 5	25.22	66.55	veoma hidrofilna
M ₁₅₀ 1	30.15	64.28	hidrofilna
M ₁₅₀ 3	27.89	65.32	veoma hidrofilna
M ₁₅₀ 5	30.85	63.94	hidrofilna



Slika 7. Ugao kvašenja za prevlaku M tretiranu na 120oC (leva slika) i 150oC (desna slika)

Posle zračenja Osram lampama primećeno je smanjenje ugla kvašenja. To je posledica nastanka Ti^{3+} jona na površini nakon apsorbovanog zračenja koji su odgovorni kako za fotokatalitičku aktivnost tako i za superhidrofilnost površine. Prevlaka A ima blago hidrofilnu površinu čija se hidrofilnost povećava nakon izlaganja zračenju što se ogleda u manjoj vrednosti ugla kvašenja (tabela 2). Veća hidrofilnost kod prevlake A pre i nakon zračenja je utvrđena kod uzorka A3 u odnosu na A1 i A5 (tabela 2). Vrednost kontaktnog ugla za prevlaku M je daleko manja nego kod uzoraka sa prevlakom A (tabela 3) što se ogleda u

većoj hidrofilnosti i boljem efektu samo-čišćenja površine. Bolje osobine i veću hidrofilnost su očekivane kod uzoraka sa većim brojem nanosa, ali su one detektovane za uzorke sa 3 nanosa za obe temperature.

4. Zaključak

- Novo-dizajnirana prevlaka M se pokazala boljom u odnosu na komercijalnu prevlaku kako u pogledu fotokatalitičke aktivnosti, tako i u pogledu efekta samo – čišćenja što se manifestovalo znatno manjom vrednošću ugla kvašenja.
- Može se konstatovati da je učinjen značajan korak sa stanovišta poboljšanja karakteristika površine crepa sa fotokatalitičkom prevlakom M. Prevlaku M karakteriše i velika trajnost na ispiranje vodom koja se ogledala u neznatnom smanjenju fotokatalitičke aktivnosti nakon ispiranja.
- Postoji realna mogućnost proizvodnje fotokatalitičkih crepova upotrebom već postojećih industrijskih postrojenja. Na osnovu karakteristika crepova sa prevlakom M može se konstatovati da je postignut zacrtani cilj, kako u pogledu broja nanosa tako i u pogledu termičkog tretmana. Termički tretman prevlake M – na evidentno niskim temperaturama (120°C i 150°C) u odnosu na komercijalne prevlake, ukazuje na činjenicu da bi se u industrijskim razmerama mogla koristiti otpadna toplota iz peći.

5. Literatura

- 1) J. Ranogajec, B. Živanović, K. Kasaš, R. Vasić: Opekarski proizvodi; IMS, Beograd 1998.
- 2) S. Mladenović: Korozija materijala ; TMF Beograd 1990.
- 3) D.Zorić: Biokorozija biskvita keramičkih pločica, Diplomski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2007.
- 4) D.M.Tobaldi, A Tucci, G. Camera-Roda, G. Boldi, L. Esposito: Photocatalytic activity for exposed building materials, Journal of the European Ceramic Society 28, (2008) 2645-2652
- 5) G.Li, K.A.Gray: Chem. Phys. (2007), doi: 10.1016/j.chemphys. 2007.05.023
- 6) O. Carp, C.L. Huisman, A. Reller; Photoinduced reactivity of titanium dioxide, Progress in Solid State Chemistry 32 (2004) 33–177
- 7) J. Tschirch, D. Bahnemann, M. Wark, J. Rathouský; A comparative study into the photocatalytic properties of thin mesoporous layers of TiO₂ with controlled mesoporosity, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 194 (2007) 181-188.

MOGUĆNOST UPOTREBE ALTERNATIVNIH GORIVA U INDUSTRIJI CEMENTA

Armin Bušatlić
Doc.dr.sc. Ilhan Bušatlić
Fakultet za metalurgiju i materijale Zenica

SAŽETAK

Za proizvodnju cementa potreban je utrošak velike količine energije (oko 3,5 GJ/t) što iziskuje velike količine goriva. Stoga se došlo na ideju da se koriste razni otpadni materijali kao alternativna goriva. U ovom radu je napravljen pregled otpadnih materijala koji se mogu koristiti kao alternativna goriva u proizvodnji cementa. Također su detaljno analizirane prednosti i nedostaci spaljivanja alternativnih goriva u rotacionim pećima u odnosu na klasične spalionice otpada. Navedeni su brojni primjeri upotrebe alternativnih goriva u svijetu, kao i zakonske regulative koje to propisuju. Analizirani su parametri koji se moraju kontinuirano i povremeno kontrolisati u cementarama gdje se koriste alternativna goriva. Na kraju rada je napravljen osvrt na zakonsku regulativu koja se bavi problemom spaljivanja otpadnih materijala.

Ključne riječi: cement, alternativna goriva, spalionice otpada, zaštita okoliša

1. UVOD

Osnovni sastojak cementa, portland cementni klinker, dobiva se pečenjem sirovine, koja se uglavnom sastoji od krečnjaka, lapora ili gline uz dodatke koji mogu biti kvarcni pijesak, željezna ruda, boksit i drugo. Oksidi se iz sirovine tokom termičkog tretmana pretvaraju u minerale klinkera (kalcijeve silikate, kalcijev aluminat i ferit), koji su nosioci hidrauličnih svojstava cementa. Portland cement proizvodi se mljevenjem cementnog klinkera uz dodatak 3-5 % gipsa koji služi za regulaciju brzine vezivanja. U cement se vrlo često dodaje između 10 i 30 % dodataka (krečnjak, pepeo iz termoelektrana, troska iz proizvodnje željeza).

Otpad se u cementnoj industriji tretira kao sekundarna sirovina ili kao alternativno gorivo i, zavisno od svojstava, može se dodavati s primarnom sirovinom ili s gorivom. U cementnoj se peći prerađuju velike količine sirovine. U Bosni i Hercegovini postoje dvije cementare i to u Kaknju i Lukavcu sa približno istim kapacitetom proizvodnje od po 600 000 tona cementa godišnje, s tim da je u Lukavcu u fazi izgradnja novih postrojenja čime će se kapacitet proizvodnje udvostručiti. Sirovine se griju do 1450 °C, a temperatura dimnih plinova doseže i 2000 °C. Plinovi se održavaju na toj temperaturi od 5 do 6 sekundi, što je dovoljno da se razlože svi organski dijelovi otpada. Anorganski ostatak spaljivanja, odnosno pepeo postaje dio klinkera. Uz glavne sastojke pepela, okside silicija, aluminijske, željezne i kalcijev, u klinker se vežu i teški metali, koji su inače jedna od opasnosti u pepelu spalionica za otpad.

2. ALTERNATIVNA GORIVA I SIROVINE

Najčešće korištena goriva u cementnoj industriji su lož ulje, plin ili ugalj. Najjeftiniji energetski izvor je ugalj, koji može biti i vrlo loše kvalitete. Može sadržavati mnogo sumpora i stvarati veće količine pepela. Takav ugalj, iskorišten u cementnoj industriji, najmanje šteti okolišu, jer se sumpor u procesu proizvodnje cementa najprije pretvara u sumpor(IV)-oksid, a zatim se spaja s kalcij oksidom u kalcij sulfat (gips), koji se i tako mora dodati u klinker, a i pepeo se ugrađuje u klinker.

Alternativna goriva i sirovine koji su nusprodukti drugih industrijskih procesa mogu se u cementnoj industriji koristiti da zamjene i tako sačuvaju prirodne resurse kao što su krečnjak, glina, gips i fosilna goriva.

Prije nego što se alternativno gorivo uvede u upotrebu njegov sastav se pažljivo analizira kako bi se osiguralo da zadovoljava tehničke i ekološke uslove.

Tvornice cementa u Evropi već odavno koriste alternativna goriva kao zamjenu postojećim gorivima. Najveći korisnik je Holandija sa 75%, Češka Republika sa 68%, Njemačka, Belgija 30%, zatim Austrija, Švedska 29%, Francuska 27%, dok su Velika Britanija, Danska i Finska sa nešto manjim procentom između 3% i 6%.

Alternativna goriva se koriste u sva tri agregatna stanja: čvrstom, tečnom i gasovitom.

Tabela 1. Primjeri alternativnih goriva

ČVRSTA	TEČNA	GASOVITA
Papirni otpad	Katran	<Depo> gas
Tekstilni otpad	Kiseli škart	Pirolizni gas
Sagovi	Otpadna ulja	
Plastični otpad	Petrohemijski otpad	
Guma	Ostaci laka	
Otpadne gume	Hemijski otpad	
Otpadno drvo	Otpad od razređivača	
Sortirani dijelovi kom. otpada	Destilacioni ostaci	
Kanalizaciono blato/mulj	Voštane suspenzije	
Životinjsko (koštano) brašno	Asfaltni talog	
	Uljni talog	

Od nabrojanih goriva kao alternativni energenti u cementnoj se industriji koriste najviše:

- Otpadna ulja i zauljene otpadne materije
- Korištene automobilske gume
- Gorivi dio komunalnog i ambalažnog otpada
- Drveni otpad
- Mulj otpadnih voda.

2.1. Alternativna goriva u procesu proizvodnje cementa

U našim cementarama do sada se nije koristilo alternativno gorivo. Bilo je nekih pokušaja, koji su zbog nerazumijavanja javnosti i odsutnosti podrške javnosti neslavno završili. Prilikom upotrebe alternativnih goriva u industriji cementa mora se voditi računa o slijedećem:

- sastav sirovina goriva,
- sastav klinkera,
- proizvodni troškovi,
- emisije,
- stabilan Cl, S
- zdravlje i sigurnost,
- kvalitet i osobine cementa.

Jedan od najvećih problema kod upotrebe alternativnih goriva u industriji cementa predstavljaju teški metali iz pepela koji se ugrađuju u minerale klinkera. Međutim, u mnogobrojnim ispitivanjima, provedenim u različitim zemljama, dokazano je da se teški metali vrlo malo izlužuju iz cementnih kompozita (betona ili maltera). Količina izluženih štetnih sastojaka najčešće je ispod granice određivanja. U susjednoj nam Hrvatskoj, na

Građevinskom institutu (IGH-u), provedena su slična ispitivanja i dobili su jednake rezultate. Istraživana je, također, primjena pepela i troski obogaćenih teškim metalima, kao mineralnih dodataka cementu, te je utvrđeno da se nisu promijenila upotrebna svojstva cementa.

Alternativna goriva u procesu proizvodnje cementa moraju zadovoljiti kriterije date u tabeli 2.

Tabela 2. Karakteristike alternativnih goriva

	Tražene vrijednosti	Granične vrijednosti
Kalorična vrijednost	23-32 MJ/kg	20 MJ/kg
Voda	0-10 %	max 20 %
Pepeo	0-10 %	max 20 %
Hlor	0-0.5 %	max 0,7 %
Sumpor	0-3 %	max 5 %
Talijum	max 10 mg/kg	max 10 mg/kg
Živa	max 2mg/kg	max 2 mg/kg
Cink	max 0,2 %	max 0,2 %
Olovo	max 1 %	max 1 %
PCB	max 30 mg/kg	max 30 mg/kg
Alkali:ekvivalent	<1	max 1,2

3. ISKUSTVA S UPOTREBOM OTPADA U CEMENTNOJ INDUSTRIJI

3.1 Prednosti i nedostaci

Korist od upotrebe alternativnih goriva u industriji cementa je u prvom redu u snižavanju cijene energije, tako da oko 200 tvornica cementa u svijetu koristi alternativna goriva. Cilj je, primjerice, Švicarske cementne industrije da 75 % goriva zamjeni alternativnim gorivom. Na taj bi se način energetske recikliralo 500.000 tona različitog otpada i dobilo 96 TJ energije. Potrebno je naglasiti da je u cijeni cementa 40 % utrošak energije.

Najpogodnija su alternativna goriva, primjerice otpadna ulja i neka otapala, jer se ona jednostavno miješaju s lož uljem. Ali, nema dovoljno otpadnih ulja. Ako se koriste automobilske gume potrebno je peć prilagoditi ugradnjom komore s dvostrukim vratima kako bi se spriječio ulazak zraka u peć pri ubacivanju guma, što bi izazvalo poremećaj režima u peći. Zatim je potrebno odrediti količinu, što upućuje na vaganje, određivanje kalorijskih vrijednosti i slično. Sva se ta ulaganja brzo vraćaju. Kad se sjetimo koliko su korištene gume glomazan otpad, onda je očito da je njihovo spaljivanje vrlo korisno za okoliš: iskorištava se njihova energetska vrijednost, pa je dobrobit za okoliš višestruka. Količina korištenih automobilskih guma je velika, a njihova je ogrjevna moć čak i bolja od uglja dobre kvalitete, jer je u sastavu automobilskih guma udio ugljika 70%. Automobilske se gume dodaju u tehnološko postrojenje na prijelazu iz predgrijača u rotirajući dio peći. Gume se najčešće ubacuju cijele ili raskomadane. Švicarska vlada podupire korištenje guma kao zamjenskog izvora energije s 80 franaka po toni.

Jedna od najvažnijih značajki procesa proizvodnje cementa je da, za razliku od ostalih uređaja u kojim se spaljuju otpadne tvari i koje proizvode pepeo s povećanim sadržajem teških metala, sistem cementne peći s opravišivačem vraća u proces zapravo svu prašinu i adsorbirane teške metale. Visoke temperature u rotacionoj peći (1000 do 2000 °C) i vrijeme zadržavanja od nekoliko sekundi osiguravaju da i najtvrdokornije organske tvari, kao što su hlorirani ugljikovodici PCB-i, sagore bez ostatka. S druge strane, niska temperatura plinova od 100 °C, na izlazu iz sistema peć-mlin ne ostavlja mogućnost da se u dimnim plinovima pojave pare teških metala. Moglo bi biti vrlo opasno ako bi u proces ušla živa koja lako isparava, a pare su joj otrovne. Zbog toga je prije upotrebe potrebno laboratorijski ispitati

sastav otpada. Ako otpad sadrži više od 2 ppm-a žive ne smije se koristiti u cementnim pećima.

Po jednom Njemačkom proračunu, gdje se po stanovniku proizvodi 400 kg komunalnog otpada na godinu, njegova ukupna kalorična vrijednost iznosi 3,4 GJ. Godišnja proizvodnja cementa po stanovniku je 450 kg, a potrebna energija za tu proizvodnju je 1,7 GJ. Prema tome, moglo bi se pretpostaviti da je energija, koja se može dobiti iz komunalnog otpada, dvostruko veća od energije za proizvodnju cementa. To su samo idealne pretpostavke, jer je komunalni otpad nehomogen, veliki su troškovi prevoza i potrebno ga je prije spaljivanja sortirati. A ipak, u jednoj Njemačkoj tvornici komunalnim se otpadom zamjenjuje polovica uobičajnog otpada.

3.2. Cementare i spalionice

Savremene spalionice otpada isključivo iskorištavaju energiju otpada. Brojne spalionice starije konstrukcije, koje još uvijek rade, nisu iskorištavale proizvedenu energiju, pa u Europi nastoje prekinuti njihov rad. Ali, ako usporedimo najmoderniju spalionicu s cementarom, cementara ima brojne prednosti. Kao prvo, na kraju procesa u spalionici uvijek ostaje pepeo, koji se mora negdje odložiti, dok je proces u cementarama bez ostataka, jer se sav pepeo ugrađuje u klinker. Za izgradnju nove spalionice mora se utrošiti od 500 do 600 miliona Američkih dolara, dok prepravak za prihvatanje otpada u peći cementare stoji samo 1 do 5 miliona Američkih dolara.

U prošlosti se u Njemačkoj povećala količina otpada pa su izgrađene brojne spalionice. Naravno spalionice smatraju da cementna industrija spaljuje previše otpada, ali novi Njemački zakoni potiču spaljivanjem u cementarama, pa u "Heilderber Zementu" zamjenjuju 60 % goriva alternativnim gorivom. Osnovni je problem osigurati stalni dotok otpada i to, po mogućnosti, standardne kvalitete. U Švicarskoj i Švedskoj vlade zabranjuju izgradnju spalionica komunalnog otpada, jer se smatra da je mnogo bolje spaljivati otpad u cementarama. U cementarama nema ostataka, a iskorištenje energije je za 5 % veće, jer se toplina izravno koristi u procesu, dok se u spalionicama zagrijava voda za grijanje ili para za proizvodnju električne struje, pa je gubitak veći.

4. TEHNIČKE PRETPOSTAVKE UPOTREBE OTPADA U CEMENTNOJ INDUSTRIJI

Mogućnost korištenja alternativnog goriva otpadnih ulja, solidifikata, korištenih automobilskih guma i slično, u pećima za cementni klinker kao poseban vid zbrinjavanja otpada povezan je sa znatnim energetske uštedama. Proizvodnja cementa spada u red industrijskih grana s najvećom potrošnjom električne i toplotne energije po jedinici proizvoda. Kod tzv. suhog postupka proizvodnje portland - cementnog klinkera kakav je danas u BiH tvornicama, troši se, zavisno od tehničko-tehnološke opremljenosti proizvodne linije, oko 100 kWh/t cementa i oko 3,3 - 3,6 GJ/t klinkera.

Glavni sastojak portland - cementa je cementni klinker koji se dobiva pečenjem sirovine na visokoj temperaturi koja se uglavnom sastoji od krečnjaka, lapora i/ili gline, te po potrebi komponenata za korekciju sastava klinkera (kvarcni pijesak, željezna ruda, boksit i dr.). Svrha procesa pečenja je da se oksidi prisutni u sirovini spoje u minerale (kalcijevi silikati, aluminati i feriti) koji su nosioci svojstava cementa.

Prilikom pečenja sirovina se zagrije na temperaturu od 1450 °C, a temperatura dimnih plinova doseže do 2000 °C. Poslije zadržavanja kroz 5-7 sekundi uz višak kiseonika 2-3 % sagorijeli plinovi još uvijek imaju temperaturu 1000-1200 °C. Navedeni uslovi omogućavaju potpunu razgradnju i razaranje svih organskih spojeva u najnepovoljnijem slučaju do tragova CO.

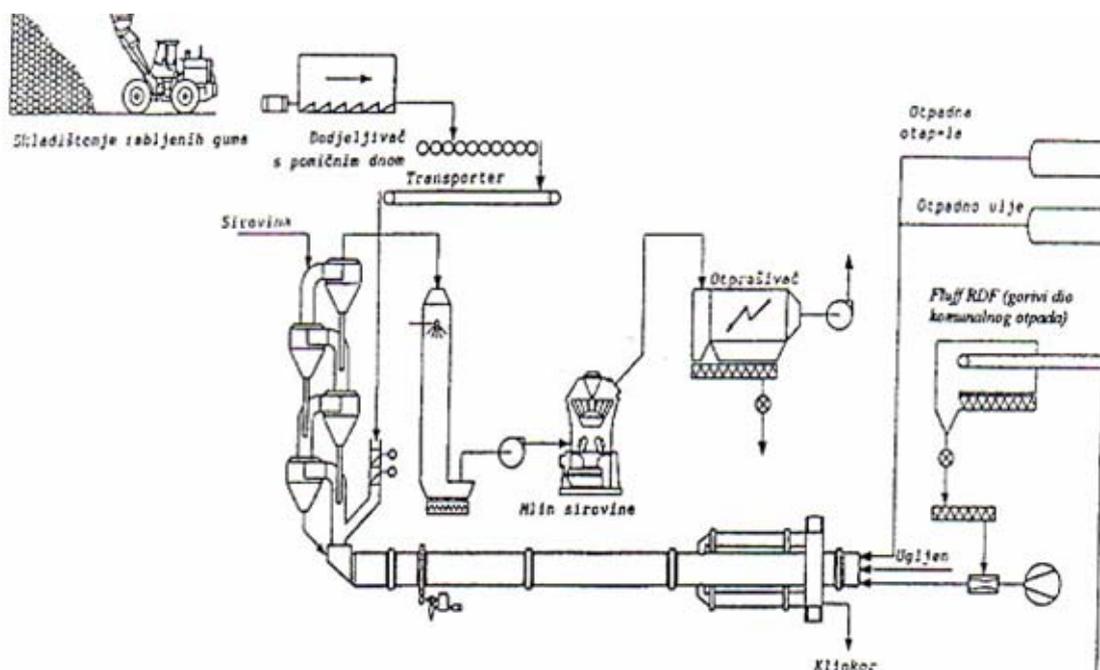
Da bi se rekuperirala toplota dimni plinovi iz peći i ciklonskog predgrijača se vode dalje kroz sistem mlina i eventualno sušare sirovine.

Shema procesa pečenja cementnog klinkera s mjestima mogućeg dodavanja alternativnih goriva data je na slici 1. i 2., a uslovi u cementnim pećima suhog postupka sa ciklonskim predgrijačima u tabeli 3.

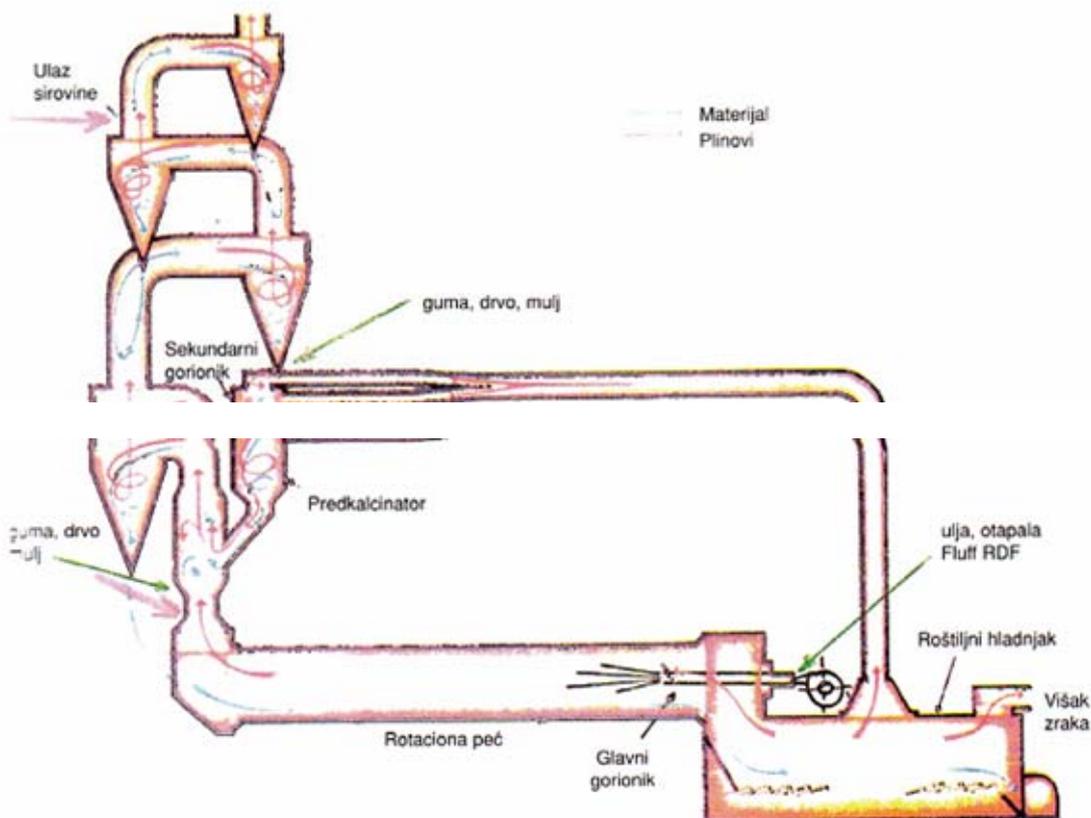
Tabela 3. Uslovi koji vladaju u pećima za cementni klinker

Parametar	Peć
Najviša temperatura plamena	>2200 °C
Najviša temperatura materijala	1500 °C
Zadržavanje plinova >1100 °C	6-10 s
Zadržavanje materijala >1100 °C	20-30 s
Oksidaciona atmosfera	Da
Turbulencija (Reynolds-ov broj)	>100.000

U peći za cementni klinker organski dijelovi otpada izgore, a anorganski dio (pepeo) se miješa sa sirovinom i uključuje u proizvod klinker-peći, te u konačni proizvod cement. To znači da pri spaljivanju otpada u cementnoj industriji ne postoji problem deponovanja odnosno zbrinjavanja ostataka sagorijevanjem.



Slika 1. Shema proizvodnog procesa pečenja klinkera



Slika 2. Rotaciona peć sa predkalcinatorom i ciklonskim predgrijačem sa naznačenim mjestima dodavanja određenih vrsta alternativnih goriva

Udio pepela kod otpada koji imaju svojstva boljih alternativnih goriva je malen, dok kod gorivog dijela komunalnog otpada on iznosi oko jedne desetine mase. Osnovne komponente pepela su SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O , prema tome oksidi koji čine i portland-cement.

Emisije koje se u izvjesnoj mjeri uvijek javljaju iz cementnih peći kao npr. SO_2 , NH_3 , ili ugljikovodici uglavnom ne potiču od alternativnih goriva nego se oslobađaju iz sirovina koje sadrže takve komponente. Emisija NO_x su proizvod sagorijevanja na visokim temperaturama koje vladaju u rotacionoj peći i ne zavise od tipa goriva. U tabeli 4. dati su podaci koji se moraju kontinuirano mjeriti prilikom spaljivanja alternativnih goriva u cementarama, kao i podaci koji se moraju povremeno mjeriti.

Tabela 4. Zahtjevi mjerenja

Kontinuirani monitoring	Periodična mjerenja, min. 2 puta/godišnje
Prašina NO_x SO_2 CO TOC HCl HF	Teški metali Dioksini/Furani

Navedene karakteristike proizvodnje cementa omogućavaju da se u okviru tog procesa kvalitetno zbrinu mnoge otpadne materije, pa i neke od onih koje se smatraju opasnim otpadom. Važna činjenica koja omogućuje zbrinjavanje otpada u cementnoj industriji jeste da se teški metali sadržani u cementu vrlo malo izlužuju iz cementnih kompozita.

Ljude iz cementne industrije ne treba posebno uvjeravati da preuzimaju otpad, jer je otpad za njih jeftino gorivo s kojim ostvaruju znatne uštede. Zbog toga je čudno da se u nas, osim 2-3

pokušaja, nije ništa poduzelo. Posebno, ako imamo na umu svjetska iskustva, gdje se optadom zamjenjuje do 20%, a ponekad i 80% fosilnog goriva. Potrebno je stvoriti poželjno raspoloženje, odnosno pridobiti javnost za takav način iskorištavanja otpada. Tu je bitna uloga države, jer je dobitak na državnom nivou. Rješava se pitanje otpada na najbolji način za okoliš. Naglašavamo da je spaljivanje u cementarama zapravo energetska recikliranje. Druge su države takav način prihvatile prije 10 do 20 godina. Zašto onda lutati i otkrivati "toplu vodu".

Čini mi se da je najbolji primjer uspjeh švicarske vlade. Oni su shvatili da se najviše postiže dogovorima svih zainteresiranih: lokalne i središnje vlasti, javnih komunalnih poduzeća i industrije, jer se tamo proizvodi tehnološki otpad, te cementara. Poslije brojnih okruglih stolova i stručnih sastanaka odlučeno je da se do 2010. godine u njihovoj cementnoj industriji pokuša 90% goriva zamijeniti alternativnim. To je dobar primjer, jer najbolje će sami sudionici u tom procesu dogovorom odlučiti što i kako učiniti.

I pored toga što peć za cementni klinker, prema ranije navedenim karakteristikama, ne ugrožava životnu sredinu pri termičkoj obradi otpadnih materijala, a iz cementnih kompozita se teški metali ne izlužuju, u svim državama koje su uvele praksu korištenja alternativnih goriva u cementnoj industriji doneseni su posebni propisi koji regulišu tu aktivnost.

Savjet Evropske unije izdao je 1993. godine smjernice za termičku obradu (opsasnog) otpada, u kojima određuje granične vrijednosti emisija, a 1994. godine razradio je i propise koji se odnose na uređaje za spaljivanje (opasno) otpada.

Pripremajući se za korištenje alternativnih goriva u našoj cementnoj industriji neophodno je uspostaviti sistem kontrole unosa materijala, kao i emisije postrojenja.

Prvi propis s kojim se susreće cementna industrija kod uvođenja otpada kao goriva je Zakon o zaštiti životne sredine, u kome se navodi potreba pribavljanja strateške procjene uticaja na životnu okolinu. Pod zakonskim aktom (Uredba) utvrđeni su projekti za koje je uvijek potrebna procjena uticaja na životnu sredinu.

4. ZAKLJUČAK

Korištenjem otpadnih materijala kao alternativnih goriva štede se prirodni resursi goriva, te novac za njihovu proizvodnju, oslobađa se životna sredina od otpadnih materijala, smanjuje se potreba za izgradnjom skupih specijaliziranih saplionicica kao i globalna proizvodnja CO₂.

Rotacione peći u cementnoj industriji sa sistemima ciklonskih predgrijača i mlinova za sirovinu su idealno mjesto za korištenje alternativnih goriva. Visoke temperature, do 2000 °C omogućavaju da i najtvrdokornije organske tvari, kao što su hlorirani ugljikovodici i PCB-i, sagore bez ostatka. Nesagorivi (anorganski) dio alternativnih goriva se ugrađuje u klinker. U ciklonskim predgrijačima i mlinu za sirovinu se kisele komponente iz dimnih plinova pri kontaktu sa alkalnom sirovinom neutraliziraju, dok se istovremeno lako isparljivi teški metali kondenzuju na površini zrna sirovine.

Iz svega iznesenog očigledno je da je prihvatanje upotrebe/obrade otpada kao alternativnog goriva u cementnoj industriji BiH izuzetno koristan, ali i složen zadatak. Da bi se ostvarilo, u skoroj budućnosti potrebno je raditi na izradi zakonskih akata, kao i na implementaciji evropskih zakona koji se odnose na upravljanje otpadom.

LITERATURA

1. P.Petrovski, I.Bušatlić, Cementi i druga neorganska mineralna veziva, Hijatus, Zenica, 2006.
2. V. Đukić, Uloga cementne industrije BiH u sistemu upravljanja otpadom, Zaštita materijala br.3., 2008.
3. H. Bjelopoljač, S. Avdispahić, Korištenje alternativnih goriva u cementnoj industriji, Naučno-stručni skup, „Stanje i perspektive zaštite okoliša na području Kaknja“, Zbornik radova, Kakanj, 2004.
4. Heidelbergcement, Izvještaj o zaštiti okoliša 2002. (Centralna Evropa – Istok)

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE - SOLARNI KOLEKTOR KAO OSNOVA SOLARNOG SISTEMA

NIHAD VEJZOVIĆ¹

¹ Univerzitet u Zenici, Fakultet za metalurgiju i materijale, Odsjek za nemetalne materijale

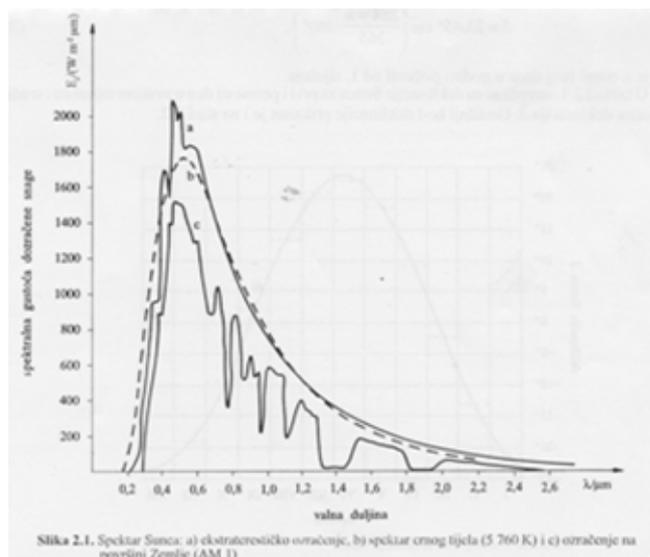
Ključne riječi: Obnovljivi izvori, solarna energija, i razvoj malih i srednjih preduzeća.

REZIME

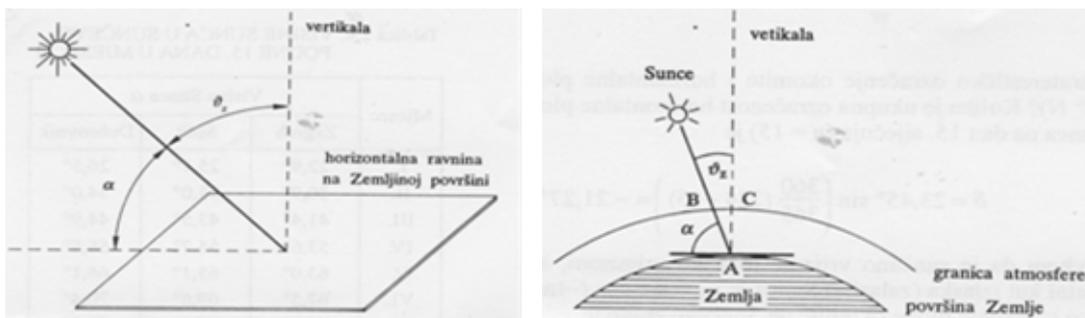
Preduslov za prevazilaženje problema globalnog zagrijavanja planete je što hitniji prelazak na korištenje obnovljivih izvora energije. Posljednju deceniju postoji sve veći interes za alternativne izvore energije a među njima i Solarnu energiju. Želimo li da sadašnje stanje u energetici svedemo u podnošljive okvire, potrebno je da razvijamo nove izvore energije, postojeću energiju djelotvornije iskorištavamo a najbitnije, moramo promjeniti naš sadašnji način života i započeti štediti energiju.

NAČIN KORIŠTENJA ENERGIJE SUNCA

O iskorištavanju energije sunca u budućnosti postoje različite procjene, za pokrivanje energetske potrebe, veći udio Solarne energije mogao bi se očekivati tek u deceniji koja dolazi, tačnije nakon 2010. godine. Svi stručnjaci iz ove oblasti se slažu u jednom: što više truda i novca uložimo u istraživanje, rezultati uloženog će biti brži i kvalitetniji. Međutim mora se priznati da današnji nivo istraživanja i primjene u oblasti Solarnih sistema je višestruko veći u odnosu na posljednju deceniju prošloga vijeka. Sjetimo li se da su samo pojedinci istraživali područje iskorištavanja Solarne energije, danas većina država ima sopstveni program istraživanja energije sunca iako se za isti opredjeljuje veoma malo finansijskih sredstava.



uporedni dijagram spektra crnog tijela i spektra sunca



odnos visine sunca α i zenitnog ugla sunca

Današnja nauka poznaje dva načina iskorištenja energije sunca:

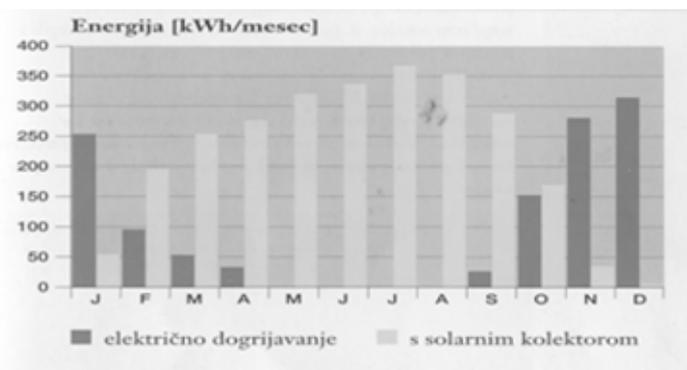
- pretvaranje energije sunca u toplotnu energiju;
- pretvaranje energije sunca u električnu energiju;

Kod proračuna i projektovanja Solarnih sistema, obavezno moramo poznavati energiju sunčevog zračenja koja dolazi na solarni kolektor kao nagnutu plohu i koje je različito na različitim mjestima, zavisi o klimatskim uslovima područja i mijenja se u toku dana, mjeseca i godine. Zračenje sunca sastoji se od dvije komponente, direktne i difuzne. Direktno zračenje sunca dopire do solarnog uređaja direktno iz pravca Sunca dok difuzno zračenje dolazi raspršenjem zraka sunca u zemljinoj atmosferi te do solarnog uređaja dolazi iz svih pravaca.

Zračenje sunca na horizontalnu plohu mjeri se u meteorološkim stanicama te za mnoga mjesta imamo podatke o ukupnom zračenju dok podatke o zračenju sunca na kosu plohu tj. Solarni kolektor, moramo izračunavati. Grana meteorologije koja se bavi mjerenjem zračenja energije sunca naziva se aktinometrija.

Za primjenu solarne energije, kao obnovljivog izvora energije, najvažniji su podaci o količini difuznog zračenja, ukupnog zračenja i trajanja zračenja tj. insolacije sunca na horizontalnu plohu.

Izvršenim mjerenjima i na osnovu proračuna došlo se do podataka o iznosima prosječne godišnje insolacije u većini naseljenih mjesta na području naše zemlje a koja se kreće u vrijednostima od 3200 do 3500 Wh/m²/d . Ova vrijednost količine energije sunca kao obnovljivog energetskog izvora nije zanemarljiva, primjenom proračuna i usporedbi ustanovljeno je da se na ovaj način može uštediti do 30% ostalih energenata godišnje a uz adekvatnu toplotnu izolaciju tj. spriječavanje bespotrebnih gubitaka ova ušteda dostiže vrijednosti 80%.



uporedni dijagram zračenja sunca i odnosa uštede

FUNKCIONIRANJE SOLARNOG SISTEMA

Konstrukcija solarnog sistema prvenstveno zavisi od načina cirkulacije radnog medija od mjesta predaje energije sunca radnom mediju tj. od solarnog kolektora do mjesta predaje preuzete energije na dalju upotrebu i ima dva osnovna principa.

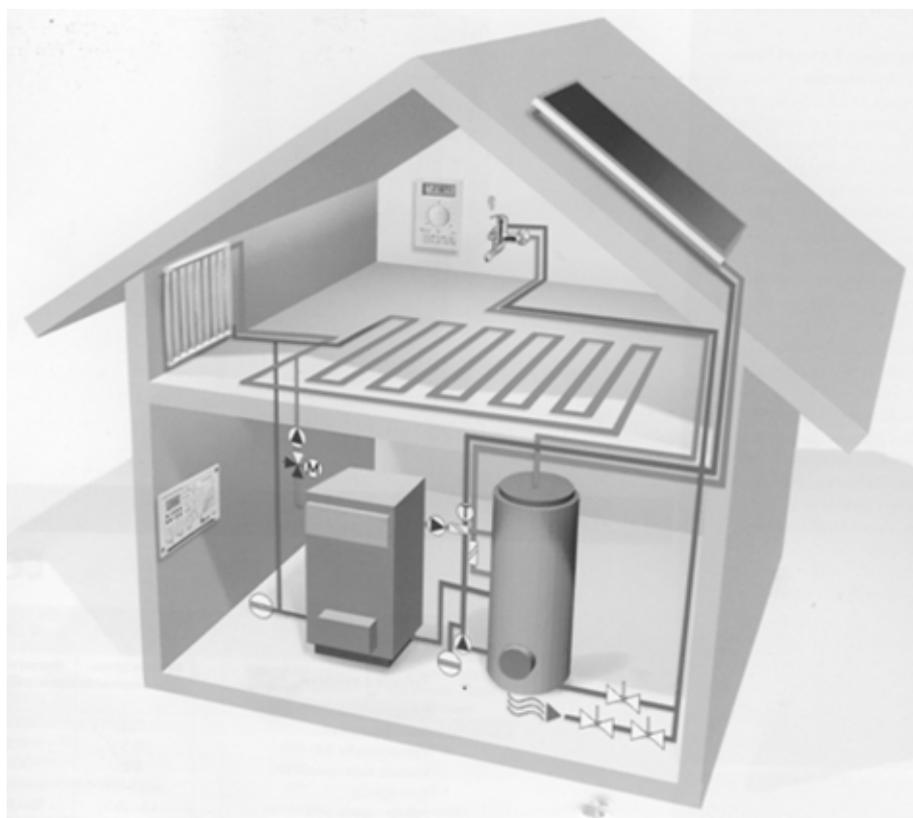
Prvi princip načina cirkulacije je prirodni i moguć je samo u slučaju kada je mjesto preuzimanja energije sunca tj. solarni kolektor niži od mjesta predaje zagrijanog medija za najmanju visinu od 300 mm.

Drugi princip cirkulacije solarnog medija je prinudni, ostvaren cirkulacijskom pumpom montiranom u povratnom krugu od mjesta predaje preuzete energije do solarnog kolektora.

Solarni sistem funkcionira tako da solarni medij, najčešće mješavina glikola, nakon zagrijavanja u solarnom kolektoru biva prebačen prirodnim ili prinudnim putem do mjesta predaje preuzete energije u izmjenjivaču solarnog spremnika, gdje se hladi i ponovno vraća na zagrijavanje energijom sunca tako da se uspostavlja sistem kontinuiranog zagrijavanja i hlađenja solarnog medija.

Za pretvaranje energije sunca u toplotnu energiju koristimo uređaje koje nazivamo solarni kolektori, ovi uređaji zahvataju sunčeve zrake i direktno ih pretvaraju u toplinsku energiju koja se može transportovati do mjesta predaje.

Samu konstrukciju solarnog kolektora možemo podijeliti prema vrsti protočnog fluida (zrak ili tečnost), prema konstrukciji (ravni i koncentrirajući), prema načinu ugradnje (jednodjelne i višedjelne).



solarni kolektor integrisan u sistem grijanja prostora i sanitarne vode

KONSTRUKCIJA SOLARNOG KOLEKTORA

Potpuno crno tijelo, kod zračenja sunca od 1000 W/m^2 može se zagrijati na temperaturu oko 90°C , ako se ovo crno tijelo zatvori u izoliranu metalnu kutiju prekrivenu staklom isto tijelo biva zagrijano na temperature iznad 145°C .

Ako se kroz ovako zagrijano tijelo propusti neki medij (zrak ili tečnost) koji će na sebe preuzeti ovu energiju i istu transportovati do mjesta potrošnje ili njenog adekvatnog skladištenja u dobro izolovani spremnik, dobili smo mogućnost iskorištenja velikih količina besplatne energije sunca. Zahvaljujući ovoj činjenici, do sada su konstruisane različite vrste ovih pretvarača energije sunca u toplotnu energiju.

Koristeći razna iskustva iz ove oblasti pristupilo se izradi solarnog kolektora uz stalnu modifikaciju, mjerenja, ispitivanja a zbog dolaska do podataka o isplativosti ovakve investicije u klimatskim uslovima kontinentalne Bosne.

Ravni solarni kolektor je uređaj koji se sastoji od dobro izolovane metalne kutije u koju je smješten apsorber kao jedna vrsta izmjenjivača toplote kroz koj struji tečni medij i prenosi toplotu do spremnika ili potrošača energije.

Konstrukcija predmetnog solarnog kolektora izrađena je iz pocinčanog lima 0,8 mm dimenzija 1000 x 2000, u koju je montiran bakarni cijevni apsorber sa ulazom za solarni medij sa jedne i izlazom sa druge strane (višeg nivoa).



konstrukcija solarnog kolektora – izolaciona kutija

Konstrukcioni limovi izolacione kutije su spajani zakovicama, bakarni apsorber je spajan zavarivanjem i ispitan na pritisak od 8 bara a na ulazu i izlazu apsorbera montirani su navojni fitinzi za priključke 1/2" .



konstrukcija solarnog kolektora- faza montaže solarnog apsorbera

Unutrašnjost solarnog kolektora je izolovana kamenom vunom debljine 50 mm i prilikom ispitivanja se pokazala zadovoljavajućom u pogledu toplinskih termoizolacionih svojstava. Ova termoizolacija je prvenstveno potrebna da spriječi gubitke prikupljene energije sunca na apsorberu u solarnom kolektoru.

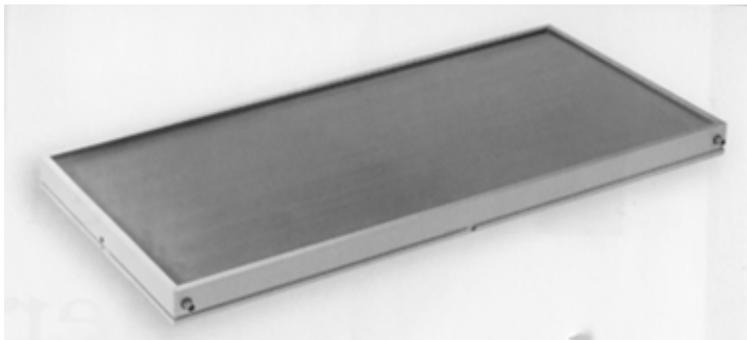
Kompletan unutrašnji dio sa apsorberom i nosećom pločom se boji crnom mat bojom, iz razloga koji su naprijed navadeni, a zatim se zatvara staklenom pločom od kaljenog stakla i isto pričvršćuje ugaonim metalnim lajsnama sa izolacionim brtvama, radi sprječavanja ulaska vode.



konstrukcija solarnog kolektora – montaža ulaza i izlaza medija

Opšte karakteristike izrađenog solarnog kolektora:

- površina apsorbera	2,00 m ²
- masa kompletnog kolektora	58 kg
- debljina pokrivnog stakla	6 mm
- koeficijent apsorpcije	0,85 – 0,95
- maksimalna izmjerena temperatura	145°C
- maksimalni radni pritisak	5 bara
- debljina izolacije	50 mm
- zapremina solarnog medija	4,5 l/ m ²
- brzina protoka solarnog medija	0,5 m/s



konačni izgled solarnog kolektora

ZAKLJUČAK

Izrađeni solarni kolektor je montiran u sistem pripreme tople vode sa kombinovanim bojlerom zapremine 100 litara i isti je u potpunosti zadovoljio potrebe četvoročlane porodice za toplom vodom za pranje i kupanje u periodu mart – novembar 2008. godine a u periodu novembar – mart bilo je potrebno dogrijavanje električnim grijačem integrisanim u kombinovanom bojleru.

LITERATURA

- [1] Kulišić P., Vuletin J., Zulim I., Sunčane čelije, Zagreb 1994.
- [2] Dash G.; Hundert procent die Sone, Regensburg 2006.
- [3] Promotivni materijal Gorenje dd Velenje 1/07
- [4] Kalea M.; Energetika EU 95 – 06, Ege 5/08

EMISIJA POLUTANATA SO_x, NO_x I CO₂ U INDUSTRIJSKIM POSTROJENJIMA METALURGIJE I GRAĐEVINSKIH MATERIJALA

Nihad Vejzović,
Vehid Birdahić,
Mediha Šestić

Univerzitet u Zenici, Fakultet za metalurgiju i materijale, *Odsjek za nemetalne materijale*
Travnička cesta 1, 72000 Zenica

1. Rezime

Perspektive razvoja industrije u svijetu u budućnosti baziraju se na potrebama za odgovarajućim proizvodima sa jedne strane i reduciranju emisije štetnih komponenti u okolinu, sa druge strane. Istovremeno se navodi problem primjene fosilnih goriva (ugalj, nafta, zemni plin) za procese proizvodnje električne i toplinske energije, kao i za potrebe oksido-redukcionih procesa u industriji. Prisustvo velikih količina toksičnih plinskih polutanata u zraku SO_x, NO_x, CO, C_xH_y, štetno djeluje na zdravlje ljudi. Efekat staklenika predstavlja također problem a nastaje kao rezultat nakupljanja velikih količina CO₂ u atmosferi.

Ključne riječi: polutanti, smanjenje uticaja na okoliš, eko-efikasnost

2. Proces sagorijevanja fosilnih goriva sa aspekta emisije SO_x i NO_x

Ugalj u procesima proizvodnje električne i toplinske energije ima znatan uticaj na zagađenje okoline. Ugalj je čvrsta, heterogena masa u čijoj strukturi je glavna komponenta ugljik, a zastupljeni su još i vodik, sumpor, kisik i dušik u promjenjivim količinama. Sumpor se pojavljuje u organskoj masi uglja u formi različitih spojeva kao i u anorganskoj masi pretežno u piritu i markazitu. U procesu sagorijevanja uglja nastaju različiti gorivi sumporni plinovi, koji u prisustvu zraka najvećim dijelom oksidiraju do plina SO₂.

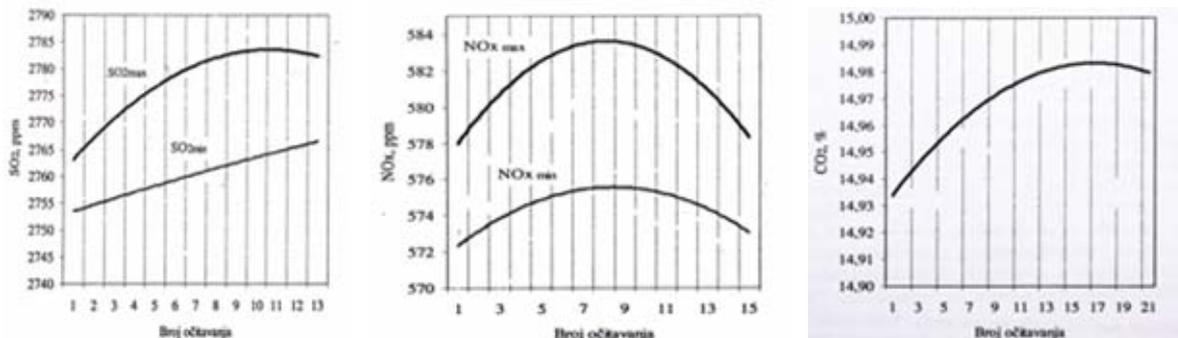
Obzirom na potrošnju velikih količina fosilnih goriva (ugalj, mazut, prirodni plin) očekivati je probleme u oblasti zaštite okoline. U narednoj tabeli 1 su navedene specifične emisije komponenti sa dimnim plinovima iz procesa sagorijevanja:

Tabela 1. Specifična emisija komponenti sa dimnim plinovima iz procesa sagorijevanja.

Gorivo	H ₂ O kg/GJ	CO ₂ kg/GJ	CO g/GJ	SO ₂ g/GJ	NO _x g/GJ	C _m H _n g/GJ	Pepeo (Čad) g/GJ
Ugalj	13,7	100	5	740	220	3	80
Teško ulje	21	75	0,1	750	250	10	30
Prirodni plin	42	60	0,1	0	200	4	6
Dizel	25	74	500	180	1100	240	400

Na visokim temperaturama u toku procesa sagorijevanja uglja nastaju oksidi dušika, pretežno dušikov monoksid „termički NO“, koji oksidira do dušikovog dioksida, NO₂, na putu kroz dimovode. Oksidacija NO do NO₂ se završava u atmosferi pod uticajem sunčeve svjetlosti.

Realni pokazatelji emisije SO_x, NO_x i CO₂ u toku rada termoelektrane navedeni su na slici 1.



SI.1 Dijagram distribucije pokazatelja emisije polutanata SO_x, NO_x i CO₂ u procesu sagorijevanja uglja

3. Visokotemperaturni procesi u metalurgiji i emisija polutanata

Čelik je jedan od važnih materijala današnje civilizacije. Kod ovog materijala su optimalno objedinjene slijedeće osobine: kvalitet, vijek trajanja, sposobnost reciklaže i ekonomičnost. Dosadašnja tehnologija proizvodnje čelika svrstana je u grupu velikih zagađivača životne sredine i sa povećanjem proizvodnje čelika u svijetu osjetno su ugrožene ne samo industrijske oblasti nego i mnogo šira prostranstva.

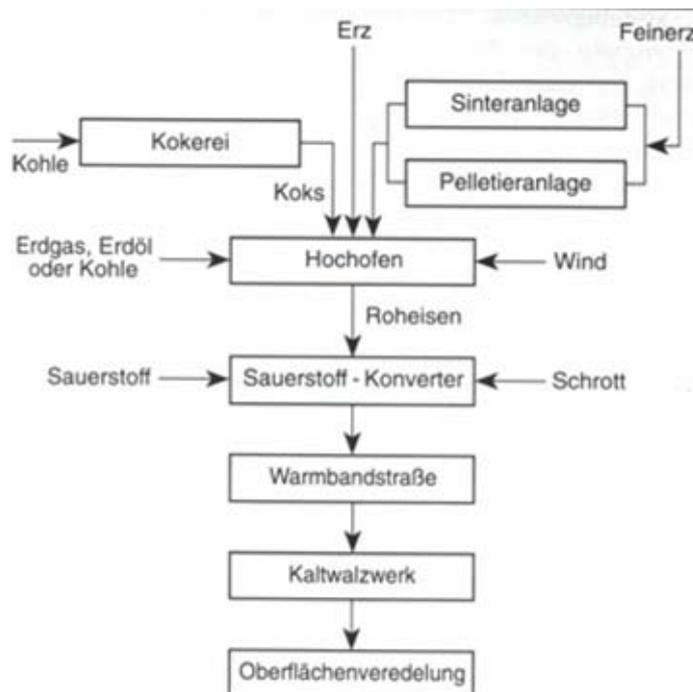
Emisija polutanata u zrak je uslovljena vrstom procesa na visokim temperaturama kao i prisustvom sirovina. Prašina i SO₂ su polutanti vezani za metalurške procese kao što su aglomeracija (temperatura do 1200^oC) i proizvodnja čelika u konvertorima (temperatura taline oko 1650^oC), elektropeći i u sekundarnoj obradi čelika. U fazama prerade čelika karakteristična je emisija NO_x i CO₂ kod zagrijevanih peći loženih najčešće zemnim plinom. Najveći dio sporednih produkata odnosi se na metaluršku trosku.

Prema praktičnim iskustvima, za proizvodnju jedne tone čelika u integralnoj željezari, troši se ≈ 2,4 tone polaznih sirovina. Od ukupne količine sirovina na željeznu rudu se odnosi 60% a 30% otpada na kameni uglj.

Prilikom odvijanja oksido-redukcijskih procesa u metalurgiji ostvaruju se povoljni uslovi za transformaciju i gorenje jedinjenja sumpora čemu doprinosi još prisustvo fosilnih goriva.

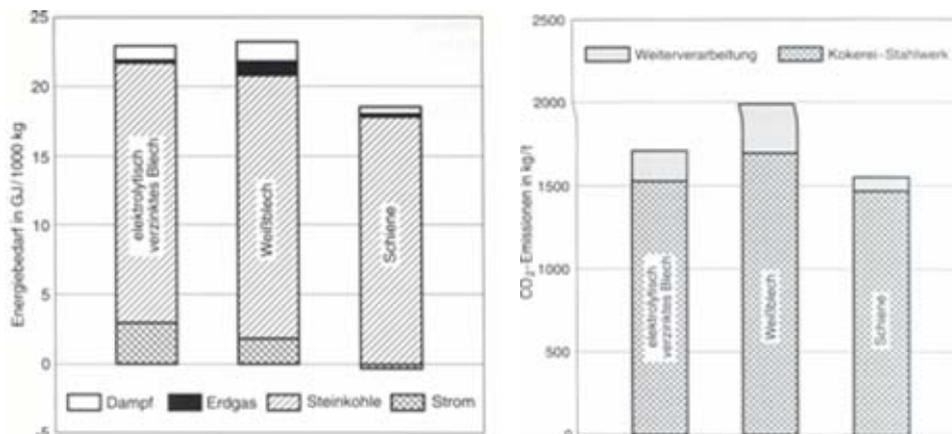
Pokazatelji emisije SO₂ i prašine ukazuju na visoke koncentracije kod pojedinih procesa. U okviru eko-bilansa navodi se primjer pokazatelja emisije prašine, SO₂ i NO_x kod procesa proizvodnje čelika [1].

Procesi prerade sirovina i proizvodnje čelika u integralnoj željezari predstavljeni su na šemi, slika 2.



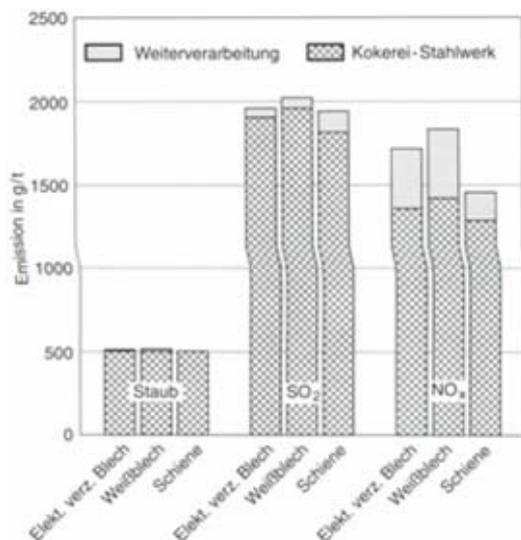
SI.2 *Procesi prerade sirovina i proizvodnje čelika u integralnoj željezari*

Energetske potrebe i emisija CO₂ na primjeru proizvodnje čeličnih proizvoda limova i šina dati su na slici 3.



SI.3 *Energetske potrebe i emisija CO₂ kod proizvodnje čeličnih proizvoda (limovi i šine)*

Pokazatelji emisija prašine, SO₂ i NO_x u procesima proizvodnje navedenih čeličnih proizvoda dati su na slici 4.



SI.4 Emisija prašine, SO_2 i NO_x u procesima proizvodnje čeličnih proizvoda

4. Sirovine za proizvodnju veziva

Najvažnije sirovine za proizvodnju anorganskih vezivnih materijala, cementa i kreča su krečnjačke stijene – karbonati, glineni minerali, sulfatni minerali i pucolani ovi kemijski karbonati predstavljaju soli ugljične kiseline.

Najznačajniji minerali su: kalcit, $CaCO_3$; magnezit, $MgCO_3$ i dolomit, $MgCa(CO_3)_2$,

Pored proizvodnje anorganskih vezivnih maltera ovi minerali sa glinenim mineralima i pucolanima mogu poslužiti i kao sirovine za proizvodnju vatrostalnih materijala, tehničkog stakla i keramičkih materijala.

Glineni minerali su hidratirani alumosilikati, osnovni su sastojci glina a dijelimo ih u dvije grupe: kaolinitske i montmorilonitske minerale. Hidratirani alumosilikati imaju mogućnost potpune ili djelimične izostrukturalne zamjene aluminijuma sa magnezijumom ili željezom.

Sulfatni minerali su interesantni samo u proizvodnji cementa kao dodatak masi te u proizvodnji gipsa iz dihidrata $CaSO_4 \times 2H_2O$.

Pucolane, kao sirovine za proizvodnju anorganskih mineralnih veziva (cement i kreč), možemo svrstati u materijale koji mogu djelovati kao veziva samo ukoliko se hemijski aktiviraju. Svakako ih možemo posmatrati i kao sirovine za proizvodnju vezivnih materijala iako nemaju sopstvenih vezivnih svojstava ili ih imaju vrlo malo. Pucolane možemo podijeliti u dvije grupe : prirodne i vještačke. U prirodne pucolane ubrajamo sve pucolane vulkanskog porijekla, dok u vještačke ubrajamo industrijske otpadne materijale kao što su : elektrofilterski pepeo, šljake iz različitih ložišta, metalurške troske, isl. Ovi materijali imaju najčešću primjenu u proizvodnji cementa gdje se u fazi mljevenja dodaju cementnom klinkeru u iznosima i do 30%. U pravilu, dodatkom pucolana vezivima, pojačavamo mehaničke osobine veziva tj. postizemo veće čvrstoće kod istih.

5. Proizvodnja cementa

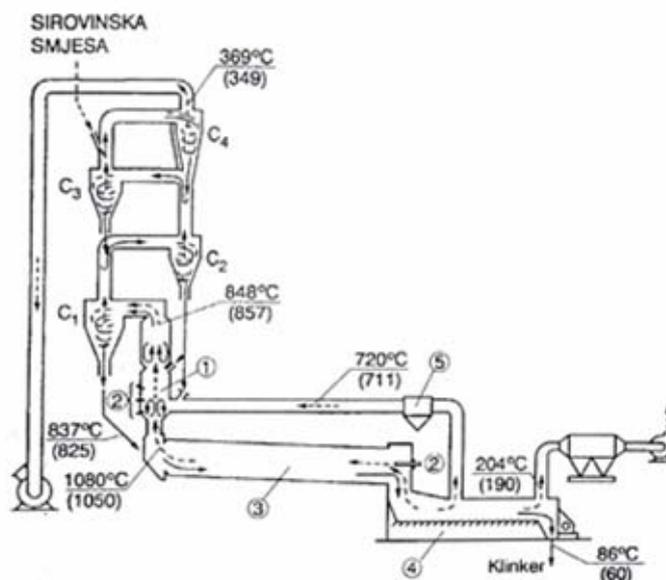
Moderna tehnologija za proizvodnju cementnog klinkera podrazumjeva da sirovinski materijal, mješavina krečnjaka, laporca gline, nakon kraćeg vremena provedenog u višestepenom predgrijaču, ulazi u kalcinator u kome se na temperaturi od 850 – 900 °C dolazi do otpuštanja CO_2 iz karbonatne sirovine, slika 5. Stepem kalcinacije kreće se do 95%. Nakon kalcinatora sirovinski materijal ulazi u rotacionu peć gdje prilikom ulaska u zonu pečenja temperatura ove sirovinske mješavine raste i do 1450 °C. Ovdje dolazi do veoma važne faze pečenja – sinterovanja, procesa u kojem dio sirovinske mješavine prelazi u tečno stanje dok drugi dio ostaje u čvrstom stanju. Čvrsta zrna pri tome imaju rastopljeni samo površinski dio pa se između njih u čvrstom dijelu materijala pojavljuje tzv. intersticijska faza.

Pojava tekuće faze tj. rastopa – taline zavisi od karaktera sirovinske mješavine, veličine zrna i modula sirovine. Ovaj rastop je veoma bitan za reakcije u čvrstom stanju između bazičnih i kiselih oksida i formiranje minerala klinkera – klinkerizaciju.

Na temperaturama do 1250 °C, preko intremedijernih jedinjenja, mogu se formirati slijedeće mineralne faze : trikalcijum-aluminat; tetrakalcijum-alumo-ferit i dikalcijumsilikat.

Iznad temperature od 1250 °C formira se trikalcijum-silikat.

U zoni pečenja gdje se odigrava sinterovanje – sinter zona, materijal je dijelom u formi rastopa a temperature mogu dostići vrijednosti od 1450 – 1600 °C. Osim visokih temperatura, na pojavu rastopa utiču komponente mješavine, koje snižavaju temperaturu topljenja materijala, a nazivaju se topiteljima kao što su MgO i Na₂O. Na nastajanje C₃S iz C₂S i CaO uveliko ima uticaja i prisutna tečna faza, ali i tzv. mineralizatori koji se prelaskom ugrađuju u kristalnu rešetku C₃S i stabiliziraju je.



Sl.5. Šematski prikaz proizvodnje klinkera (temperature u zagradama odnose se na loženje mazutom a one van zagrade ugljenom prašinom)

Za potpuni prelazak svih komponenti sirovinske mješavine u tečno stanje – rastop bila bi potrebna temperatura od čak 1800 °C dok se klinkerizacija odvija na temperaturama iznad 1250 °C (pretežno kod 1400 – 1450 °C), uz udio od 25% tečne faze. Nakon izlaska iz zone pečenja i sinterovanja, gdje je bio izložen maksimalnim temperaturama, Portland-cementni klinker ulazi u zonu hlađenja gdje mu se temperatura spušta na 1250 °C i sa ovom temperaturom ulazi u hladnjak.

Hlađenje je veoma važna faza u proizvodnji Portland-cementnog klinkera, jer se pomenuti ključni mineral klinkera *Alit* (C₃S) razlaže samo kod niže temperature te je zbog toga ovo hlađenje veoma bitno za kasnija svojstva cementa. Što je temperatura klinkera niža, prije početka kristalizacije aluminatne i feritne faze, sadržaj formiranog alita bit će veći. Temperaturni interval ove kristalizacije ovisi od odnosa Al₂O₃/Fe₂O₃, sadržaja alkalijskih i MgO.

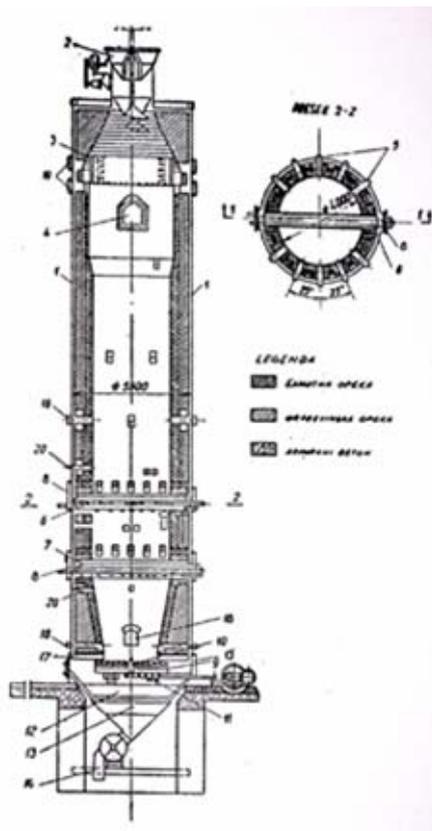
6. Proizvodnja kreča

Krečnjački kamen kalcit, kao osnovna sirovina za proizvodnju kreča, mora sadržavati iznad 96% CaCO₃ a sadržaj ostalih primjesa, koje su pretežno nekarbonati, ne smije biti veći od 5%. Prema savremenim tehnološkim postupcima proizvodnje kreča (tipovima peći), u faktore koji utiču na proces dekarbonizacije krečnjaka ubrajamo: faktore koji definišu kvalitet sirovine i faktore koji definišu pečenje tj. ponašanje kamena u peći, sl 6 .

Proizvodnja kreča se bazira na svojstvu CaCO_3 da na visokim temperaturama iznad 900°C disocira na CO_2 koji se izdvaja kao plin i bazični oksid CaO , to možemo prikazati slijedećom kemijskom reakcijom :



Ukoliko se gasoviti CO_2 ne izvodi iz reakcionog sistema, prema Lešateljjevom principu (Le Chatelier), temperature disocijacije se mijenjaju (povećavaju), zbog toga reakciju karbonata treba vršiti u toplotnim uređajima – pećima iz kojih se vrši kontinuirano odvođenje gasovitih produkata, kako bi se ravnoteža kemijske reakcije pomjerila što više u desno i time olakšao proces disocijacije krečnjaka.



Sl. 6 Jamasta gasna peć za pečenje kreča

1. Plašt peći, 2. Uređaj za punjenje, 3. Obloga, 4. Odvod gasova, 5. Ulaz gasa, 6., 7. i 8. Uvođenje zraka i gasovitog goriva, 9. Uređaj za pražnjenje, 10., 11. i 17. Zračno hlađenje, 12. i 13. Bunker, 14. i 15. Pražnjenje, 16. Otvori za promatranje, 18. Otvor za potpaljivanje peći, 19. i 20. Uređaji za mjerenje nivoa temperature i pritiska

7. Diskusija

Blagodeti civilizacije počivaju na razvoju industrije, energetike, poljoprivrede i svih ostalih dostignuća i ostvarenja u oblasti životnih potreba stanovništva. Međutim, brojni su primjeri narušavanja i destrukcije životne okoline u pojedinim regionima i naseljenim mjestima. Veliko zagađenje okoline potiče od strane nekontrolisanih emisija štetnih polutanata u ekosistem iz različitih industrijskih procesa. Brojni su primjeri enormnog zagađenja zraka u industrijskim naseljima što ima za posljedicu zdrastvene probleme ljudi, posebno kod djece. Prizemne koncentracije toksičnih plinova: SO_2 , NO_2 , CO itd. zatim lebdeće prašine i taložnog praha su često iznad maksimalno dozvoljenih prema zakonskim propisima.

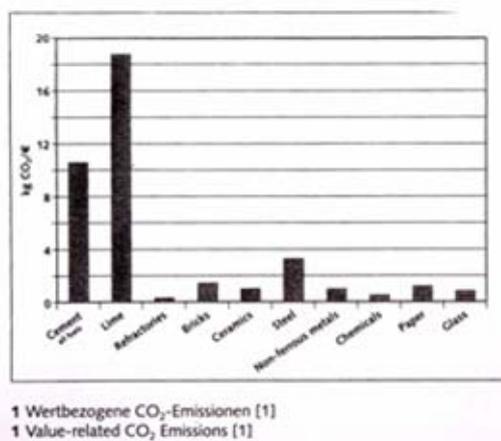
Prema teoretskim saznanjima i rezultatima istraživanja u svijetu zaključak je da u toku odvijanja visokotemperaturnih tehnoloških procesa slijedi formiranje toksičnih plinova i

prašine. Ako se ne primijene neke od mjera za reduciranje emisije SO_x i NO_x kao i prašine iz otpadnih plinova termoelektrana i drugih tehnoloških procesa emituje se u eko-sistem velika količina štetnih polutanata.

Pored polutanata SO_x i NO_x, razmatrana je emisija stakleničkog plina CO₂ koja uključuje emisiju iz procesa sagorijevanja fosilnih goriva u ložištima kao i doprinos od brojnih industrijskih procesa gdje na odgovarajućim temperaturama se odvija disocijacija sirovina uz formiranje različitih čvrstih produkata i plina CO₂ (disocijacija karbonata i drugih sirovina).

U procesu industrijske proizvodnje postavljaju se odgovarajući zahtjevi sa aspekta kvaliteta proizvoda, sistema rada peći, korištenog goriva kao i kvaliteta polaznih sirovina, sa ciljem da se postignu niske vrijednosti emisije CO₂. Reduciranje emisije CO₂ iz termoenergetskih postrojenja može se postići samo kroz povećanje stepena iskorištenja (efikasnosti korištenja energije) u cijelom radnom ciklusu kako bi se smanjila potrebna količina energije.

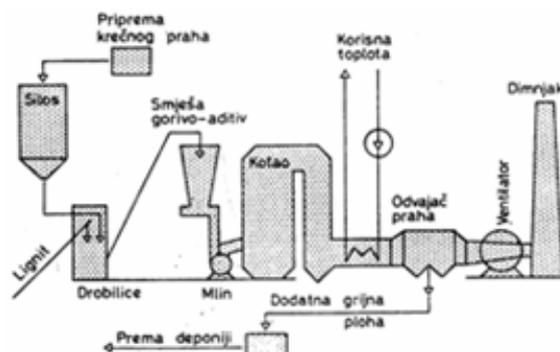
Pokazatelji emisije CO₂ različitih industrijskih procesa navedeni su na slici 7.



SI.7 Različiti industrijski procesi i emisija CO₂[5]

Prema iskustvima iz svijeta i preporukama BAT tehnologija za reduciranje emisije štetnih polutanata iz termoenergetskih postrojenja navodi se nekoliko primjera (primarne i sekundarne mjere):

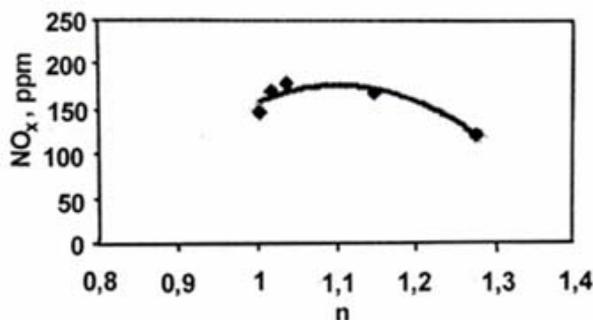
- Vruće odsumporavanje uz dodatak krečnog praha, gdje temperaturni nivo (800 do 1100 °C) omogućava vezivanje (apsorpciju) plina SO₂ na čestice CaO prema reakciji: $\text{CaO} + \text{SO}_2 + 0,5 \text{O}_2 = \text{CaSO}_4$, postupak je primjenjiv za ložišta koja koriste niskokalorične ugljeve.



SI.8 Principijelna šema vrućeg odsumporavanja kod kotla loženog ugljenom prašinom[6]

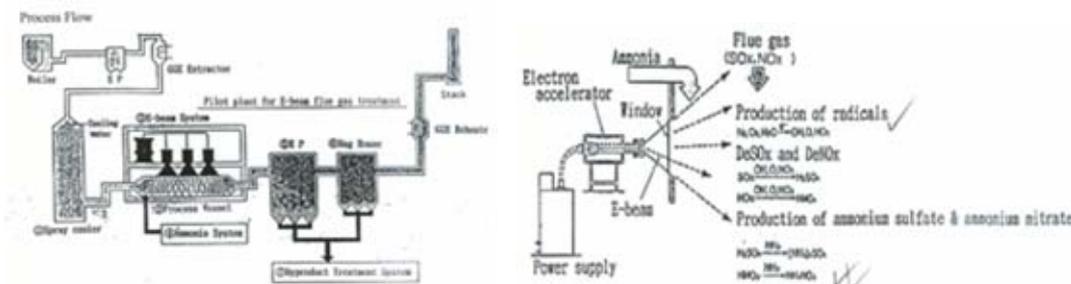
- Višestepeno dodavanje zraka i plinskog goriva u procesu sagorijevanja utiče na sniženje temperature kod sagorijevanja, npr. zemnog plina i reduciranje emisije NO_x. Teoretski (računski) pokazatelji emisije NO_x kod sagorijevanja zemnog plina su ≈ 3000 ppm, a u

slučaju primjene gorionika sa višestepenim dodavanjem zraka, emisija NO_x se višestruko smanjuje. To su pokazali rezultati istraživanja [3] predstavljeni na dijagramu, slika 9.



SI.9 Uticaj promjene zračnog faktora na emisiju NO_x kod slučaja višestepenog dodavanja zraka u gorioniku[4]

- Primjena EBM metode za reduciranje emisije SO_x i NO_x za slučaj sagorijevanja energetskih ugljeva sa povišenim sadržajem sumpora i dušika (postrojenja montirana u Japanu). Proizvodi se jak elektronski mlaz u cijevi gdje struji dimni plin, uz dodatak amonijaka i pri tome se odvijaju hemijske reakcije razlaganja plinskih komponenti. Prednost ove metode je u nastajanju korisnih produkata (azotna gnojiva).



SI. 10 Principijelna šema EBM metode za reduciranje emisije SO_x i NO_x [6]

8. Zaključak

Zaštita okoliša, kao dio razvojnih projekata iz oblasti energetike u regionima Evrope, je zakonska obaveza. S obzirom da je zaštita okoliša globalni problem potrebno je formiranje integracionih procesa energetskih tržišta, kako bi se uključila u navedene procese naša zemlja mora, što hitnije, analizirati postojeće energetske sisteme te povećati kako energetske tako i eko-efikasnost ovih sistema novim pristupom projektovanju, radu i kontroli te zapošljavanju mladih stručnih kadrova tj. otvaranju novih radnih mjesta.

9. Literatura:

1. Jürgen A. i ostali: Ökobilanzen für Stahlprodukte Stahl und Eisen 11/94
2. Đonlagić M., ENERGIJA I OKOLINA, Tuzla 1997.
3. Werner F.: Specific CO₂ Emissions and Applications of Lime Burning Kilns, ZKG International, 1/2007
4. Horbaj P.; Lazić L.: Design and References of the Staged Air High Momentum Burner, GASWÄRME International 5-6, 2001.
5. A. Wolter i drugi: Specific CO₂ Emissions and Applications of Lime Burning Kilns ZKG International 1/2007.
6. Best Available Techniques – Large Combustion Plants, July 2006.
7. Werz H. i dr. (1995.) „Umweltschutz in Eisenerz-Sinteranlage durch Abgasrückführung“ Stahl und Eisen, 115(11), str. 37-40
8. Šestić M., Analiza i koreliranje utjecajnih faktora na emisiju SO₂ kod visokotemperaturnih metalurških procesa, Disertacija, juni 2001.
9. N. Vejzović; P. Petrovski; M. Šestić : Proizvodnja veziva cementa i kreča sa osvrtom na emisiju polutanata SO_x, NO_x i CO₂, „Technoeduca“ Zenica 2008

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE – ŠANSA ZA USPJEŠAN BIZNIS

Adela Avdić,
Faruk Unkić

Ekonomski fakultet u Zenici,
E-mail: adelaaa_85@hotmail.com
Srednja stručna škola Tešanj,
E-mail: funkic@bih.net.ba ili funkic@ssstesani.org

ABSTRACT

Recesija i sve ono što ona nosi sa sobom tjera kompanije da se u svrhu opstanka prilagode poslovanju u kojem će se troškovi reducirati na najmanju moguću mjeru. Uvođenjem informacionog sistema predstavlja značajnu uštetu u upravljanju podacima, kao jednog od najznačajnijeg resursa u sagledavanju stanja poslovanja kompanije. Pravovremena informacija o mogućnostima koje može kompanija da pruži na tržištu u svakom momentu je jedino moguća uz korištenje dobro organizovanog informacionog sistema.

S druge strane potreba za razvojem informacionog sistema pruža šansu kompanijama koje se bave razvojem istih da vide potencijalnu šansu za uspješan biznis.

Cilj ovog istraživačkog rada je da odgovori na pitanje da li se u sadašnjim okolnostima i nagomilanom broju preduzeća za proizvodnju i prodaju računarskih sistema isplati ulaziti u ovu granu biznisa i da li ulazak u ovu granu predstavlja pretnje ili šanse poduzetnicima ulaskom u ovu granu, kao i koje strategije treba poduzeti ulaskom u ovu granu biznisa u svrhu opstanka i razvoja u ovako organiziranom tržištu.

Ključne riječi: informacione tehnologije, podaci, šanse, pretnje, računarski sistemi.

1. UVOD

Razvoj informacionih tehnologija u svijetu i njihov uticaj na sve aspekte ljudskog života i rada uveliko se odražava i na prostore Bosne i Hercegovine. Ovaj uticaj mogao bi se posmatrati u tri vremenska perioda i to: prije izbijanja rata, u toku rata i poslijeratni period. Zašto baš ovakva podjela? Zato što u ova tri vremenska perioda su bile zastupljene tri različite tržišne strukture na području Bosne i Hercegovine a na tržištu opreme za razvoj informacionih tehnologija.

Informacione tehnologije zahtjevaju vrhunsku elektroničku tehnologiju, a koju posjeduje veoma mali broj visoko razvijenih zemalja u svijetu. Pošto materijalnu osnovu informacionih tehnologija čini kompjuterska oprema ili hardver u Bosni i Hercegovini u prijeratnom periodu nije postojala proizvodnja računarskih sistema¹ odnosno kako se to često naziva kompjuterskih sistema. Postojale su neke naznake proizvodnje kompjuterskih sistema od gotovih, kupljenih komponenti a jedna od tih firmi je bila i IRIS Sarajevo i nekoliko privatnih preduzeća. U to vrijeme tako sklopljeni računarski sistemi imali su veliku cijenu i nisu zadovoljili tadašnje tržište. Također, bila je i velika zastupljenost stranih proizvođača računarskih sistema tako da se početkom 1992. god., zahvaljujući liberalizaciji uvoza, u zemlji mogla nabaviti gotovo sva vrhunsku kompjuterska oprema. Znači, ponuda računarskih

¹ Računarski sistem je skup međusobno povezanih komponenti koji izvršava funkcije i aktivnosti procesiranja informacija. Kao i svaki drugi sistem i računarski sistem ima funkciju ulaza, procesa (obrade) i izlaza, ali za razliku od većine drugih sistema, računarski sistem ima i funkciju memorije i kontrole.

sistema u prijeratnom periodu imala je pozitivan trend. Ovaj vremenski period je karakterisala oligopolska tržišna struktura.

U toku rata (1992.g. do 1995.g.) računarski sistemi su odigrali vrlo "važnu ulogu u odbrani", njihovim korištenjem kako za formiranje baza podataka pripadnika oružanih snaga tako i u komunikacionim sistemima za potrebe veze i kriptozastite.

Međutim, u tom vremenskom periodu u svijetu došlo je do još ubrzanijeg razvoja opreme za informacione tehnologije kao i revolucionarnih preokreta u softveru prelaskom sa karakter operativnih sistema (DOS, Unix, Nowell i dr.) na grafički operativni sistem (Windows, Windows NT, Linux). Istovremeno se i hardverska struktura računarskog sistema transformisala u modularne komponente te je proizvodnja računarskih sistema postala dostupna i manjim firmama sa malo zaposlenih i malim početnim i obrtnim kapitalom. U vrijeme rata na bosansko-hercegovačkom tržištu nisu bile dostupne niti hardverske niti softverske komponente. Što znači da taj period, iako su postojale potrebe tj. postojala je potražnja za računarskim sistemima, možemo okarakterisati kao period kada nije bila prisutna ponuda računarskih sistema. Isto tako mali broj kadrova je uspijevaao doći do literature o novim dostignućima u informacionim tehnologijama na svjetskom nivou.

Vremenski period poslije rata karakterišu nove tržišne strukture, naglašena potreba za računarskim sistemima i povećan broj učesnika u proizvodnji i prodaji računarskih sistema.

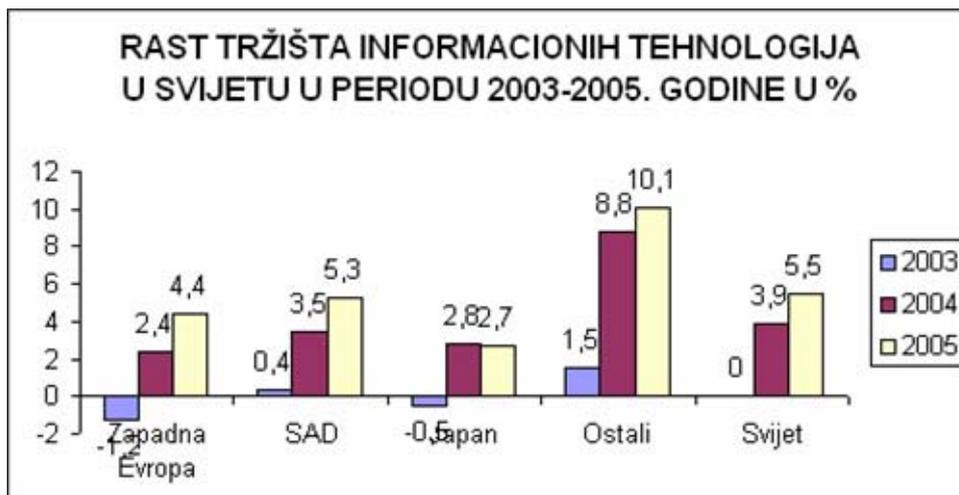
Cilj ovog istraživačkog rada je da odgovori na pitanje da li se u sadašnjim okolnostima i nagomilanom broju preduzeća za proizvodnju i prodaju računarskih sistema isplati ulaziti u ovu granu biznisa i da li ulazak u ovu granu predstavlja pretnje ili šanse poduzetnicima ulaskom u ovu granu, kao i koje strategije treba poduzeti ulaskom u ovu granu biznisa u svrhu opstanka i razvoja u ovako organiziranom tržištu. Ovo istraživanje će se realizovati sagledavanjem i analizom konkurencijskih uvjeta firmi na tržištu računarskih sistema u Bosni i Hercegovini kao i načinom formiranja cijena računarskih sistema, marketinških aktivnostima i tendencijama koje se javljaju u ovoj grani biznisa.

2. STANJE, TRENDOVI I PRIMJENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA

2.1. RAZVOJ I STANJE TRŽIŠTA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U SVIJETU

Tradicionalno shvatanje informacionih tehnologija podrazumjeva njihovu upotrebu u obavljanju operativnih poslova, koje ne može pružiti pomoć top menadžmentu. Međutim, danas se ove tehnologije smatraju osnovne vodiče strategije preduzeća i poslovnog reinženjeringa.

Informacione tehnologije zauzimaju važno mjesto u razvoju strategije. Razvoj informacionih tehnologija, a naročito razvoj Internet tehnologija, koji je karakterističan u posljednje vrijeme, omogućava veliko unapređenje postojećih djelatnosti i otvaranje sasvim novih djelatnosti i poslovnih mogućnosti, dovodi do velikih promjena u globalnoj ekonomiji, koja donosi i rizike kao što su: nestabilnost, smanjenje zaposlenosti, tehnološka ovisnost, ugrožavanje privatnosti.



Slika 1. Rast tržišta informacionih tehnologija u svijetu u periodu 2003.-2005. godine

Iz grafikona sa slike 1. može se primjetiti da Sjedinjene Američke Države dominiraju nad Evropom na globalnom tržištu.

2.2. OSNOVNI UTICAJNI FAKTORI NA TRŽIŠTE INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U EUROPI

Elementi koji utiču na povećanje rasta tržišta informacionih tehnologija

- **Procesi restrukturiranja**, koji su počeli ranih 90-ih u velikim kompanijama zemalja Sjeverne Evrope, sada se ubrzavaju u Njemačkoj i otpočinju u Francuskoj. Restrukturiranje se odvija u dva glavna pravca: poslovni procesi i povećanje produktivnosti;
- **Konverzija valuta** u Euro uzrokovala je dodatna ulaganja u sektorima softverskih usluga i aplikativnog softvera;
- **Gotovi softverski paketi** imaju sve veći udio u informacionim tehnologijama. Poboljšani alati i integrisana rješenja sa dokazanim aplikativnim referensama i pri tome nižim cjenama, pomjeraju težište jednačine sa kojom se suočavaju sektori za informatiku mnogih kompanija, u smjeru kupovine pripremljenih rješenja;
- **Internet i Intranet** su snažni motori razvoja informacionih tehnologija tržišta sa izuzetno važnim prpratnim pojavama, kao što su izraziti razvoj trgovine preko Interneta, usvajanje Internet Protokola (IP) i Web čitača u informacionim sistemima kompanija i promjena kulture poslovanja;
- **Dislokacija poslovnih funkcija** (outsourcing) specijalizovanim preduzećima radi optimizacije i koncentracije cjelokupnog potencijala kompanije na ključne aktivnosti uzimaće sve više maha, u svim granama privrede i svim zemljama Zapadne Evrope;
- **Ukrupnjavanje i formiranje partnerstva** javlja se između medijskih, informacionih tehnologija i telekoma, unikatnih kompanija, radi preuzimanja kontrole na geografski velikim područjima, Internet i multimedijalnih servisa, kao i poboljšanja GSM servisa, posebno po pitanju prenosa podataka.

Postoje i elementi koji utiču na smanjenje rasta tržišta informacionih tehnologija:

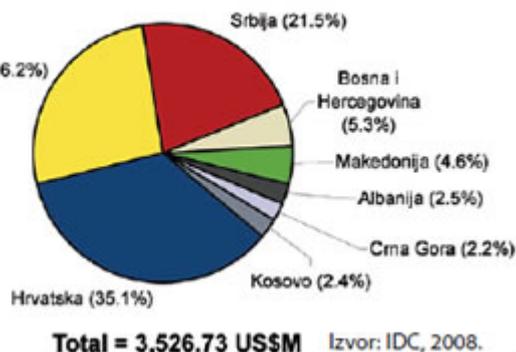
- Slaba domaća tražnja kombinovana sa visokom strukturnom nezaposlenosti koči investiranje u informacione tehnologije kako u privredi, tako i kod kućnih korisnika;
- Internet se koristi kao alternativa klasičnoj telefoniji, pa dolazi do sukoba interesa sa telekomunikacionim kompanijama, koje inače predstavljaju važnu kariku u infrastrukturi Interneta;
- Slab prodor Interneta u južnoj Evropi, uzrokovan slabim poznavanjem engleskog jezika i srazmjerno visokim cjenama pristupa.

Tržište Informatičkih tehnologija u **Istočnoj Evropi** znatno zaostaje po svim parametrima za zapadnoevropskim. Veličina tržišta Informatičkih tehnologija u Istočnoj Evropi je oko 7,7 milijardi eura što iznosi nešto više od 4% ukupnog Evropskog tržišta. Od ovog iznosa 6,8 milijardi EUR-a se odnosi na zemlje Češka, Slovačka, Poljska i Rusija, a ostatak, koji sačinjava 860 miliona eura, na sve ostale uključujući i Bosnu i Hercegovinu, čije se tržište procenjuje na 60 miliona EUR-a. Međutim, tržište Informatičkih tehnologija u Istočnoj Evropi je jedno od najprosperitetnijih u svjetu i očekuje se velika stopa njegovog rasta, što se već u pojedinim zemljama i primećuje pa i kod nas u Bosni i Hercegovini. Udio pojedinih zemalja i regija na tržištu informatičkih tehnologija u 2007. godini prikazan je na slici 2².

Slika 2.

Udio pojedinih zemalja i regija na Adritic IT tržištu po zemljama 2007. godini

Adriatic IT tržište po zemljama, 2007.



2.3. BOSANSKO-HERCEGOVAČKO TRŽIŠTE

Bosnansko-hercegovačko tržište informatičkih tehnologija ima tri osnovne karakteristike: u tehničko tehnološkom pogledu slično je tržištima zemalja Istočne Evrope, po političko ekonomskom ambijentu je najspecifičnije u Evropi i "hronično boluje" od nedostataka zvaničnih informacija o vrijednosti, količinama isporučenog hardvera i obima izvršenih usluga.

Osnovne tehničko tehnološke karakteristike tržišta Bosne i Hercegovine su slične ili istovjetne sa tržištima zemalja Istočne Evrope:

- orijentacija na prodaju hardvera, prije svega PC računara i njihovih dodataka;
- kako se ekonomija razvija i stabilizuje tako se i IT tržište pomjera sa PC hardvera na razvijenije oblike kao što su softver i usluge;
- osnovni parametri IT troška po stanovniku i učešća IT/GDP umnogome zavise od društvenog proizvoda i realno su skromni;
- nije zakonski efikasno riješen problem softverskog piratstva;
- povećano korišćenje Interneta, znatan broj provajdera, i promjena strategije i "ulaska u Internet biznis" većeg broja firmi.

Glavne tekuće aktivnosti bile su usmjerene na zadovoljenje zahtjeva u velikim državnim kompanijama, infrastrukturnim djelatnostima i strateškim sektorima telekomunikacija i energetike, državnom administrativnom sektoru i bankarsko finansijskom sektoru. I privatni sektor zemlje, kao najzdraviji i najvitalniji, postaje sve značajniji konzument informaciono-komunikacionih tehnologija. Sve značajnije strane investicije su bile u telekomunikacionom sektoru, a u sektoru informatičkih tehnologija ih nije bilo. Glavne kočnice razvoja su:

- politička nestabilnost;
- otežano poslovanje sa inostranstvom;
- nestabilnost u bankarskom sistemu;

² <http://www.infotrend.hr/clanak/2009/2/skromno-po-vrijednosti-ali-velike-mogucnosti-rasta.31.599.html>

- veliki budžetski i trgovinski deficit;
- usporeno dostizanje nekadašnjeg GDP i standarda.

Procjene iz domaćih izvora se uglavnom odnose na količinu prodatog hardvera, vrijednost i količinu uvezene opreme i djelova.

3. ANALIZA BH TRŽIŠTA

U uvodu je navedeno da u Bosni i Hercegovini postoje tri vremenska perioda koja karakterišu različite tržišne strukture proizvođača računarskih sistema. Prvi period tj. prijeratni period odlikuje se malim brojem proizvođača pa moglo bi se reći i jednim proizvođačem (Iris, Sarajevo) koji je imao ponudu na bh. tržištu. Isto tako radilo se o homogenom proizvodu - računarskim sistemima sa operativnim sistemom Unix i sa veoma zahtjevnim znanjem za rad sa istim. Irisov proizvod je poznat pod nazivom MUV. Taj period karakterišu visoke cijene računarskih sistema gdje se na proizvedenom računaru zarađivalo do 50% od vrijednosti ulaznih faktora proizvodnje. Ulazak u to vrijeme u granu je bio veoma težak pošto je zahtjevao ne samo kapital nego i visokokvalificiranu radnu snagu koja je mogla raditi na tim poslovima. Na tržištu osim Irisa, djelovali su i prodavači-zastupnici pojedinih inozemnih firmi kao što je Unis-data zastupala NCR-ov računarski sistem. Obzirom da je tadašnje tržište djelovalo kao jedinstveno jugoslovensko tržište tu su bile prisutne i druge firme kao što je IBM, Hanowell i dr. Neposredno pred rat na tržištu su se počeli javljati novi ponuđači računarskih sistema sa operativnim sistemom DOS i Novell Net Ware koji su počeli da uzimaju značajan udio u prodaji. Ovaj period možemo reći da karakterizira oligopolska tržišna struktura.

U toku rata desile su se revolucionarne novine na polju razvoja informacionih tehnologija, kako softvera tako i hardvera. Pojavili su se grafički operativni sistemi Windows, Windows NT koji su imali performanse bolje od svih dosadašnjih operativnih sistema a zahtijevali su jednostavnije okruženje (hardver) za svoj rad. Za veoma zahtjevne poslove mogli su se već koristiti personalni računari, a za kompleksnije zahtjeve isti su se uz neznatne troškove na mrežne kartice i kablove vezali u računarsku mrežu. Za proizvodnju ovakvih računarskih sistema nije bilo potrebno mnogo ulaganja a poslove oko asembliranja ovakvog računarskog sistema već su mogli obavljati kadrovi sa srednjom elektrotehničkom ili sličnom školom.

Potrebno je napomeniti da su sve komponente za proizvodnju računarskog sistema uvozne komponente, ali zbog male ponude a velike potražnje u tom vremenskom periodu cijene računarskih sistema su bile mnogo puta veće nego iste na svjetskom tržištu pa i nama susjednim zemljama Hrvatskoj i Sloveniji. Sa malim obimom ponude isplatilo se uvoziti komponente i montirati računarski sistem. Također, cijena radne snage bila mala pa učešće ulaznih resursa proizvodnje je bilo malo u odnosu na cijenu finalnog proizvoda. Obzirom da je ulazak u granu lak to su mnogi uvidjeli šansu da ulaskom u ovu granu mogu ostvariti profit.

Uvidjevši potrebu i značaj informacionih tehnologija neposredno po deblokadi puteva u Bosni i Hercegovini su se počele formirati prve firme koje su počele sa proizvodnjom računarskih sistema uvozeći komponente i sklapajući ih kao vlastiti proizvod. U početku se radilo o nepouzdanjoj opremi pošto se nastojalo da se uzimaju komponente sa što nižim cijenama ali vremenom kako se potražnja povećavala tržištu su se nudile i mnogo složenije konfiguracije. U tom periodu bilo je niz problema za stvaranje kvalitetne ponude kako zbog nedostatka kadrova tako i zbog nedostatka rezervni dijelova za potrebe održavanja i servisiranja. Vremenom se na tržište pojavljivao sve veći i veći broj novonastalih firmi koje su u svom proizvodnom programu nudile računarske sisteme. U Bosni i Hercegovini registrovan je veliki broj firmi koje se bave bilo proizvodnjom bilo prodajom računarskih sistema od kojih u Sarajevu sada radi oko stotinu, a u manjim gradovima od pet do deset firmi.

Kako su se razvijali drugi privredni sektori pogotovo trgovačke organizacije, firme koje se bave špediterskim poslovima, grafičke kuće, i svi drugi privredni segmenti kao i potrebe u državnim institucijama kao što je vojska, policija, općinska vijeća, kantonalne, federalne i državne institucije značaj korištenja informacionih tehnologija postajao je iz dana u dan sve

veći. Iz gore navedenih razloga nezamislivo je bilo mnoge poslove obavljati bez primjene informacionih tehnologija.

Bosansko-hercegovačko tržište je ubrzo postalo interesantno i za mnoge inozemne firme koje su prve na ljestvici svjetskih proizvođača informacionih tehnologija kao što su IBM, Compaq, Dell, i drugi koje su tražile poslovne partnere u Bosni i Hercegovini da bi ostvarili poslovnu saradnju bilo putem zastupanja, otvaranja predstavništva ili formiranja distribucionih kanala.

Vremenski period koji je pred nama odlikuje se u znaku Interneta, multimedije, digitalne slike zvuka i komunikacije. To znači da su otvorena vrata novoj, ne samo poslovnoj primjeni računara. Računari se koriste za praćenje i upravljanje poslovnim procesima, a istovremeno se koriste za interaktivno učenje, učenje kroz igru, komunikacije bez granica pa čak do novog vida trgovine elektronskim putem. Istovremeno svakodnevno dolazi do pada cijena računarskih sistema. Kupovna moć firmi i pojedinaca iz dana u dan je sve veća. Sve ovo se odražava na povećanje potražnje za računarskim sistemima.

Sa druge strane na tržištu se pojavljuje velik broj proizvođača i trgovačkih firmi koje nude računarske sisteme. Isto tako pojavljuju se različiti modeli računarskih sistema i to sa dodatno sniženim cijenama zbog želje prodavača da pridobiju što veći broj kupaca i da postignu što veće tržišno učešće. Međutim, niža cijena kod mnogih firmi ostvaruje preniske zarade pa dolazi do pojave i nekvalitetne ponude. Zbog toga kupac u ovakvim konkurencijskim uslovima postavlja pred sebe pitanje *šta i od koga* nabaviti a ponuđač postavlja pitanje kako se postaviti u ovakvim konkurencijskim prilikama da on bude baš taj od koga će se kupiti.

Trenutno na tržištu Bosne i Hercegovine imamo velik broj firmi koje su ušle u proizvodnje računarskih sistema. Može se zaključiti da je ulazak u granu sada postao lak i da je u kratkom vremenskom periodu bilo moguće ostvariti visoke profite.

Ulaskom mnogih preduzeća u granu došlo je do povećanja ponude tako da bi zadržali pozicije i ostvarili veće tržišno učešće mnogi proizvođači morali su pribjeći smanjenju cijena. Padom cijena računarskih sistema bilo je potrebno poduzimati određene akcije kako bi se ostalo u grani i ostvariti potreban nivo profita. Obzirom da cijene finalnog proizvoda su postajale niže već su se pojavljivale naznake razdvajanja jednog dijela preduzeća na uvoznike komponenti računarskih sistema i one koji su radili izključivo za krajnjeg kupca.

Znači već se počela stvarati distributivna mreža. Jedni su se specijalizovali za uvoz računarskih komponenti, drugi za periferne uređaje (printere, skenere, plotere, potrošni materijal i dr.) te su u tim oblicima djelovanja nastojali da se proizvodno – prodajno diferenciraju od drugih preduzeća.

Sadašnje tržišno stanje u kojem djeluju ponuđači računarskih sistema i komponenti računarskih sistema moglo bi se podijeliti u dvije grupacije i to: *oligopolske tržišne strukture i tržište monopolističke konkurencije*.

U grupaciju oligopola mogle bi se svrstati firme koje prodaju računarske komponente. Mada i tu imamo diferencirana dva pristupa prodaji i to: jedni su se odlučili da budu isključivo distributeri za dalju prodaju firmama koje proizvode računare za krajnjeg kupca i drugi koji su se opredjelili kako za prodaju za krajnjeg kupca tako i za distribucijsku prodaju. Ovi ponuđači komponenti uspjeli su da dobiju ekskluzivna zastupništva za pojedine komponente ili su dobili status ovlašćenih prodavača pojedini računarskih komponenti. Tako dolazimo do stanja da je ulazak u ovakvu granu moguć ali ne i lagan a gore navedeni ponuđači se specijalizuju za ponudu jedne vrste proizvoda što predstavlja oligopolsku tržišnu strukturu.

Na području Bosne i Hercegovine djeluje nekoliko ovakvih preduzeća i to: *NTCHS Sarajevo, KimTec Vitez, Acord Sarajevo, Hardware Tuzla, Genelec Tuzla i dr.*

Ovakav vid djelovanja određuje i način formiranja cijena računarskih komponenti. Kod distributera su cijene u ponudi niže dok kod firmi koje djeluju i kao distributeri i kao ponuđači cijene su više za iznos rabata koji se daje za dalju prodaju a on iznosi od 5% do 15% zavisno

od obima narudžbe. Prilikom formiranja cijena vodi se računa o cijenama drugih učesnika na tržištu. Pošto ne mogu cjenovno konkurirati jedni drugim nastoje diferencirati svoju ponudu sa istim proizvodom od različitih proizvođača. Na primjer nudi se 15" monitor Philips umjesto 15" monitora Smile. Oni po tehničkim karakteristikama mogu biti isti i zadovoljavaju istu potrebu. Drugi vid ostvarivanja konkurencijske prednosti je oglašavanje. Konkurencijske prednosti se postižu i davanjem računarskih komponenti na odgođeno plaćanje, stalnim informisanjem kupaca o stanju robe na lageru i njihovim trenutnim cijenama, prigodnim prodajnim akcijama uz obezbjeđenje većeg cjenovnog popusta pri kupovini.

Drugu tržišnu strukturu čine proizvođači računarskih sistema za krajnjeg kupca. Ovu tržišnu strukturu karakteriše još veći broj ponuđača. Uzimajući u obzir i ponuđače iz gornje skupine vidimo da je tržište preplavljeno ponudom ovim proizvodima. Ovdje ćemo nabrojati samo njih nekoliko, ali u svakom gradu ima najmanje pet do deset ponuđača. Firme koje nude računarske sisteme su: *LogoSoft, PC Kids, Bosko Trade iz Sarajeva, TehnoMax, InfoProm iz Zenice, M3 line, Modum iz Tešnja, Spin, Genelec iz Tuzle* i mnogo mnogo drugih. **Ovakva tržišna struktura predstavlja tržište monopolističke konkurencije.** Ovakva ponuda bi se mogla smatrati kao ponuda koja se susreće u trgovini na malo. Ni jedan od ponuđača ne može uticati drastično na promjenu cijene, nego ostvarivanje svojih ciljeva nastoji provesti kroz **diferencijaciju proizvoda, oglašavanje, dostavu do krajnjeg korisnika, povećanja vremena garantnog perioda, pružanje servisnih usluga i drugim pogodnostima, te smanjenjem vlastitih prosječnih troškova.**

Nakon određenog vremenskog perioda na krivulju potražnje za računarskim sistemima utiču novopridošli ponuđači u grani a istovremeno visokim poreskim stopama smanjena je mogućnost kupovine istih fizičkim licima te se krivulja potražnje postepeno povlači u lijevo. Tako dugoročno gledajući nova ravnoteža nastaje u periodu kada krivulja potražnje dotakne krivulju prosječnih troškova ponuđača. U ovakvom slučaju postizanje dugoročne ravnoteže cijene su iznad graničnih troškova ali su profiti sabijeni na ništicu.

3. ZAKLJUČAK

Bosnasko-hercegovačko tržište se nalazi u fazi tranzicije prelaska na tržišnu ekonomiju i još uvijek je pošteđeno od svjetskog tržišta. Zbog toga cijene računarskih sistema su mnogo više od svjetskih cijena. Kvalitet ponuđenih računarskih sistema je daleko ispod svjetskih standarda o kvalitetu. Kupci zbog toga dobivaju manje kvalitetan proizvod po cijenama većim od svjetskih cijena. Visoka poreska stopa praktično je omogućila samo malom broju ljudi da sebi priušte kupovinu računarskog sistema.

Proces globalizacije i internacionalizacije tržišta, prodaje računara putem Interneta, te ulazak svjetski poznatih firmi na naše tržište, dovest će ponovo do velikih tržišnih promjena. Na tržištu će biti veća ponuda kvalitetnijih računarskih sistema po nižim cijenama, tako da će se bh. firme morati prilagoditi kako kvalitetom tako i cijenom novonastalim tržišnim uslovima. Nadati se da će i država povući poteze smanjenja poreza na dodatnu vrijednost u visini zapadno-evropskog tržišta.

S jedne strane to predstavlja pretnju za firme koje nisu spremne da se upuste u konkurencijsku borbu sa otvorenim svjetskim tržištem kao i šansu da se sa svojim proizvodom izađe na svjetsko tržište i tako opstane u novonastalim konkurencijskim odnosima.

LITERATURA

1. Dr Miroslav Vujević, *Uvođenje u znanstveni rad* (Treće izmjenjeno izdanje), Informator, Zagreb, 1988
2. Miroslav Žugaj, Ksenija Dumičić, Vesna Dušak: *Temelji znanstvenoistraživačkog rada (Metodologija i metodika)*, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, 1999
3. F. Michon, N. Mesihović, D.L. Wiczorek, *Metode i tehnike društvenih/ekonomskih istraživanja* (Drugo izdanje), IDP, Sarajevo, 1991
4. Dr Midhat Šamić, *Kako nastaje naučno djelo*, Svjetlost, Sarajevo, 1988

5. Gajo Petrović, *Logika* (25. izdanje), Dnevnik, Novi Sad i Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1998
6. A. Koutsoyiannis, *Moderna mikroekonomika* (Drugo izdanje), prevod MATE, d.o.o. Zagreb, 1996
7. Paul A. Samuelson & William Nordhaus, *Ekonomija* (Četrnaesto izdanje), prevod MATE, d.o.o. Zagreb 1992.
8. Jozo Bakalar, *Mikroekonomija* (Drugo izdanje), Sveučilište u Mostaru i HKD Napredak Sarajevo, 1999.
9. Zlatko Lagumdžija, *Informacione Tehnologije, Kako praviti biznis u BiH?*, Centar za menadžment i poduzetništvo, d.o.o. Zenica, 1996.
10. *Info, prvi bh. informatički magazin*, NIP Privredna štampa, d.o.o. Sarajevo, Decembar 1998.
11. *Ponude firmi Mastel Berox, djl i Acord BH*, d.o.o., august 1999.
12. www.infotrend.hr, pristup: maj 2009.

POLIMERNE STRUKTURE I REAKCIJE POLIMERIZACIJE

Huseinspahić Ajla,
Ahmić Amina,
dr. Nađija Haračić

1. UVOD

Najšira definicija polimera sa stajališta njihove strukture jest da se polimerima nazivaju supstance građene od puno malih molekula (monomera) vezanih zajedno u vrlo dugačke lance poznate kao makromolekule.

2. POLIMERNI MATERIJALI

Polimerni materijali obuhvataju vrlo različite materijale, kao što su plastike, gume i ljepila i spadaju u najvažnije tehničke materijale. U stanovitom stadiju proizvodnje ili prerade polimeri su plastični, mogu se plastično oblikovati, a u svom konačnom stadiju su kruti. Naziv polimer je složenica grčkih riječi **poly** mnogo i **meros** dio, što bi značilo «mnogo dijelova». Polimeri su upotrebljavaju za izradu: konstrukcijskih i dekorativnih dijelova, boja, ljepila, automobilskih guma, spužvi, materijala za pakovanja, igračaka. Polimeri se također upotrebljavaju u kompozitnim materijalima kao vlakna, čestice i kao matični materijali.

2.1. Podjela polimera

Polimeri se prema mehaničkim i toplinskim svojstvima dijele na:

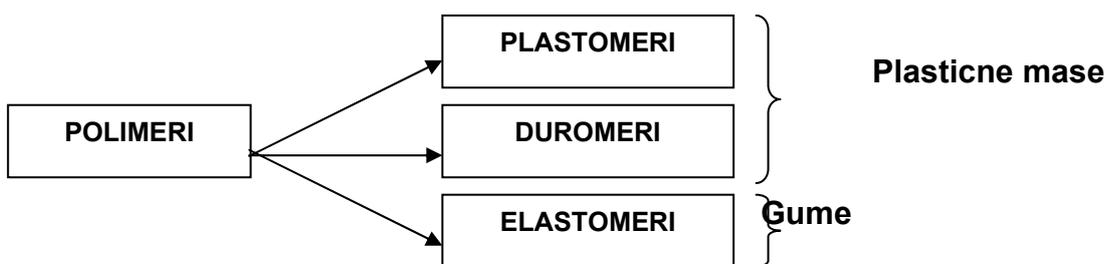


Tabela 1. Tri glavne kategorije polimera

Ponašanje	Glavna struktura	Skica
Plastomeri (Termoplasti)	Fleksibilni, linearni lanci	
Duromeri (Duroplast)	Čvrsta trodimenzionalna mreža	
Elastomeri	Linearni, poprečno vezani lanci	

Plastomeri (termoplasti) su oni polimeri kojima su makromolekule međusobno povezane isključivo sekundarnim vezama. Takve strukture obično nazivamo linearnom strukturom. Iako su sekundarne veze dosta slabe, s obzirom na njihov veliki broj zbog velikog stepena polimerizacije, njihova ukupna energija je dovoljno velika da takvi polimeri pokazuju dobra osobine. Zagrijavanjem, međutim, te sekundarne veze postepeno slabe i popuštaju. S obzirom na njihov veliki broj nije moguće odmah i registovati vanjske posljedice tog popuštanja. Na mjestima u polimeru gdje su popustile sekundarne veze između makromolekula je omogućena povećana pokretljivost segmenata makromolekula (mikrobraunovo kretanje). Kako s porastom temperature popušta sve veći broj sekundarnih veza, to pokretljivost segmenata makromolekula postaje sve izrazitija. Vanjska posljedica povećane pokretljivosti makromolekula jest mekšanje polimera. Daljnjim povišenjem temperature može doći do potpunog popuštanja sekundarnih veza. Makromolekule se potpuno slobodno kreću i polimer prelazi u taljevinu. Odvođenjem toplote (hlađenjem) dolazi do suprotnog procesa: sekundarne veze se postepeno uspostavljaju i polimer prelazi ponovno u čvrsto stanje. S obzirom na karakter sekundarnih veza ovakav se ciklus omekšavanja i očvršćivanja teorijski može stalno ponavljati (zato je plastomer moguće reciklirati). Većina plastomera nastaje adicijskom polimerizacijom, međutim neki plastomeri se mogu dobiti kondenzacijskom polimerizacijom. O hemijskom sastavu polimera zavisi da li će polimer imati kristalnu ili amorfnu strukturu. Ako su makromolekule građene simetrično imaće pretežno kristalnu strukturu, a ako su makromolekule nesimetrične imaće pretežno amorfnu strukturu.

Plastomeri mogu imati:

- pretežno sređenu strukturu (kristalna struktura)
- pretežno nesređenu strukturu (amorfna struktura)

Duroplasti su građeni iz dugačkih lanaca molekula, koje su snažno poprečno vezane jedna uz drugu da bi se stvorila trodimenzionalna mrežna struktura. Ovi polimeri su snažniji, ali krtiji nego termoplasti. Oni ne omekšavaju na povišenim temperaturama. Poslije otvrdnjavanja tvrda plastika se može ili rastaviti ili rastaliti, ali može se i otopiti na povišenim temperaturama pomoću određenih kemikalija. Tvrda plastika se ne može lako reciklirati.

Elastomeri imaju djelomično umreženu strukturu što znači da su makromolekule međusobno povezane i sekundarnim i primarnim vezama. S obzirom na prisutnost sekundarnih veza elastomeri pri zagrijavanju mogu omekšati. Gdje god postoje sekundarne veze one će usljed dovođenja toplote popuštati što će dovesti do povećanja pokretljivosti segmenata makromolekula, a to prouzrokuje mekšanje. Ali, kako sada između makromolekula postoje i primarne veze elastomeri se više ne mogu rastopiti. O odnosu primarnih i sekundarnih veza zavisice koliko će neki elastomer moći omekšati. Primarne veze se elastomerima ugrađuju prilikom njihova oblikovanja. Oni po reakcijama nastajanja imaju linearnu strukturu, ali njihove osobine nisu pogodne za praktičnu primjenu. Naročito može biti nezgodna prevelika istezljivost. Kako bi se osobine modifikovale i time elastomeri učinili primjenjivima ugrađuju im se primarne veze i to se provodi najčešće postupkom vulkanizacije. Dakle, u primjeni elastomeri uvijek posjeduju između makromolekula, i primarne i sekundarne veze. Potrebno je naglasiti da ne postoji jasna granica između ove tri kategorije polimera. Količina i čvrstoća poprečnog vezivanja daje svakoj vrsti specijalna svojstva.

Tabela 2. Najčešće korišteni polimeri

Oznaka	Naziv	Vrsta	Oznaka	Naziv	Vrsta
ABS	akrilnitril/butadien/stiren	P, K	PIB	poliizobutilen	P
BR	butadienski kaučuk	E	PMMA	poli(metil-metakrilat) (pleksiglas)	P
CA	celulozni acetat	P	POM	poli(oksümetilen)	P
CN	celulozni nitrat (celuloid)	P	PP	polipropilen	P

CR	polikloroprenski kaučuk	E	PPO	poli(fenilen oksid)	P
EP	epoksidna smola	D	PPS	poli(fenil-sulfid)	P
NBR	akrilonitril/butadien kaučuk	E, K	PS	polistiren (<i>polistirol</i>)	P
NR	prirodni kaučuk	E	PSU	polisulfon	P
PA	poliamid (<i>najlon</i>)	P	PTFE	poli(tetrafluor-etilen) (<i>teflon</i>)	P
PBT	poli(butilen-tereftalat)	P	PUR	poliuretan (<i>linearni</i>)	EP
PC	polikarbonat	P	PVC	poli(vinil-klorid)	P
PE	polietilen	P	PVDF	poli(viniliden-fluorid)	P

P – plastomer; E – elastomer; D – duromer; K – kopolimer; EP – elastoplastomer.

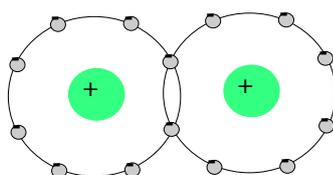
Polimeri se još dijele na organske i neorganske. Pored toga mogu se podijeliti i na prirodne i sintetičke. Sa stajališta industrijskih materijala među prirodnim polimerima najvažnija su vlakna biljnog i životinjskog porijekla (celuloza, vuna, svila).

Sintetičke polimere razvrstavamo na nekoliko načina:

- Prema porijeklu
 - prirodni, oplemeljeni (kaučuk, celuloza)
 - sintetski
- Prema reakcijskom mehanizmu nastajanja (reakciji polimerizacije)
 - adicijski (lančani)
 - kondenzacijski (stupnjeviti)
- Prema vrsti ponavljanih jedinica:
 - homopolimeri (jedna vrsta ponavljanih jedinica-mera)
 - kopolimeri (dvije ili više vrsta ponavljanih jedinica-mera)

3. GRADA POLIMERA

Sintetičke makromolekule ili polimeri proizvode se na taj način da molekule, monomeri, reagiraju jedna s drugom i stvaraju dugačke lance. Ako su svi monomeri iste vrste dobijemo **homopolimere**. Vežu li se dvije ili više vrsta monomera u polimernu molekulu, dobijemo **kopolimere**. Atomi u molekulama plastičnih masa u pravilu su vezani kovalentnim vezama, Sl.1.



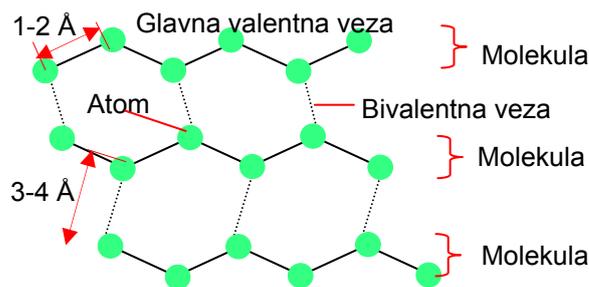
Slika 1. Kovalenta veza između dva atoma koji dijele jedan par elektrona.

Kod kovalentne veze dva ili više elektronskih parova su zamjenička za 2-5 atoma u jednoj molekuli. Kovalente veze imaju izrazitu karakteristiku pravca i vrlo su snažne. Karakteristična osobina plastičnih materijala sa sličnim vezama je velika tvrdoća i mala električna vodljivost.

Međusobno se razlikuju sljedeće veze:

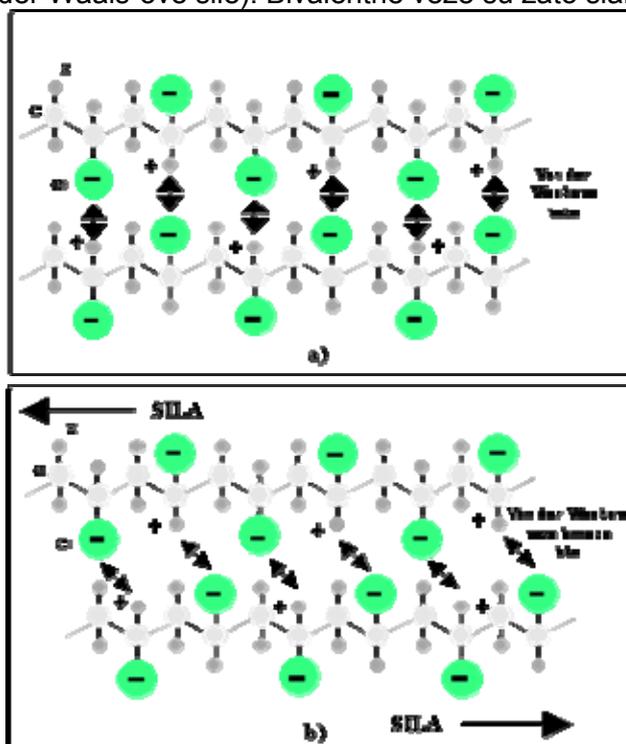
- Jednostruka veza: $C - C$
- Dvostruka veza: $C = C$
- Trostruka veza: $C \equiv C$

Glavne valentne veze nazivaju se veze između atoma u jednoj molekuli. One se sastoje od kovalentnih veza, koje su toliko jake da se mogu raskinuti samo pomoću kemijskih reakcija.



Slika 2. Unutar molekula su snažne glavne valentne veze

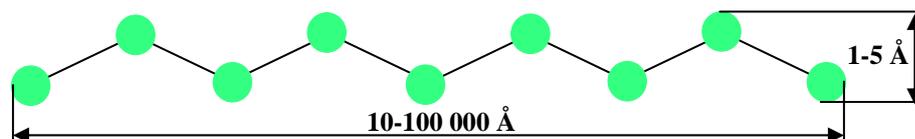
Bivalentne veze se nazivaju veze između molekula. Za zajedničko vezivanje molekula odgovorne su sekundarne valentne sile (bivalentne veze), a uzrokuju ih električni utjecaji različitih naboja (Van der Waals-ove sile). Bivalentne veze su zato slabe veze.



Slika 3. Veze između molekula – bivalentne veze

Na sl.3. se vidi pod a) - u polivinilkloridu (PVC), klorovi atomi imaju negativan naboj, a vodikovi atomi imaju pozitivan naboj. Lanci su vezani slabim Van der Waalsovima silama. Na Sl.3. pod b) se vidi da kad na polimer utječe sila, Van der Waalsove veze se prekidaju i lanci klize jedan pored drugoga.

Oblik polimernih molekula - polimerni lanci sastoje se uglavnom od ugljikovih atoma koji su građeni u "cik-cak" obliku. Dužina je jako velika u odnosu na "dijametar" i može biti dugačka do 100.000×10^{-8} cm, 0,001 mm.



Slika 4. Polimerni lanac

S obzirom na oblik plastični materijali su građeni na tri različita načina:

1) Plastični lanci bez razgranavanja

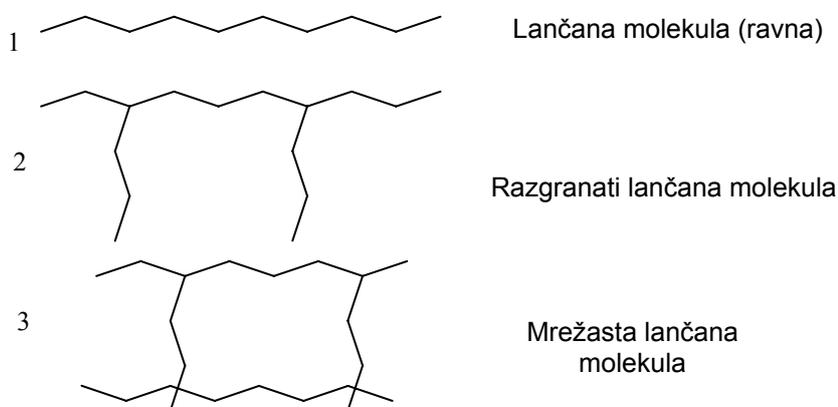
Atomi su vezani jedan za drugog u dugački lanac. Oblik određene molekule može varirati sa vremenom, zavisno od rotacije atoma.

2) Plastični razgranati lanci

Ove molekule imaju jedan broj grana u različitim pravcima i zbog toga su trodimenzionalne, kugličaste molekule. Rotacija se može desiti kod jednostavnih atoma.

3) Kontinuirane trodimenzionalne molekule

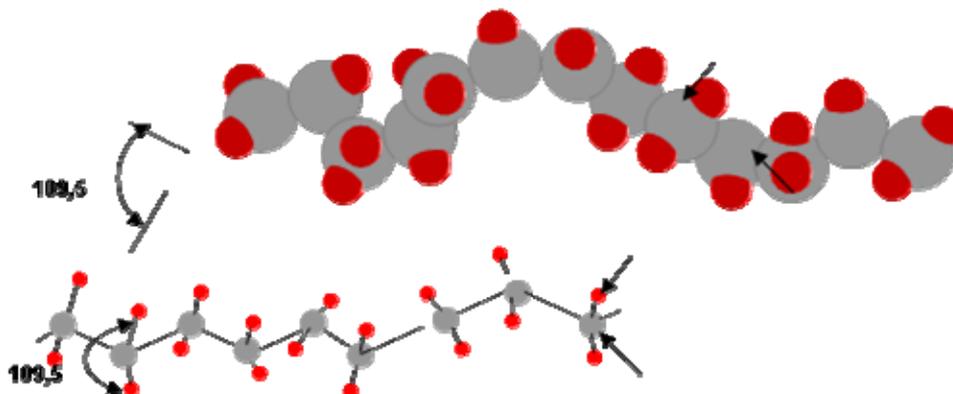
U ovim molekulama atomi su vezani zajedno s glavnim valentnim vezama i stvaraju mrežasti uzorak. Lanci su vezani s poprečnim vezama i nazivaju se mrežaste lančane molekule. U ovim molekulama nije moguća rotacija. Plastika sa ovakvom strukturom može se smatrati kao jedna ogromna molekula.



Slika 5. Lančane molekule

1) ravna; 2) razgranata (termoplastika); 3) mrežasta ili kontinuirana trodimenzionalna (tvrda plastiku i guma).

Reprezentativne strukture - svi polimeri imaju kompleksne trodimenzionalne strukture koje je teško predstaviti slikom. Polimerni lanac sastoji se od kraljeznice sa atomima ugljika, dva vodikova atoma su vezani jedan uz drugog sa svakim atomom ugljika u lanac. Lanac se uvija kroz prostor. Pojedinačne linije između ugljikovih atoma (—) i između ugljikovih i vodikovih atoma kovalentnu vezu. Dvije paralelne linije (==) predstavljaju dvostruku predstavljaju pojedinačnu kovalentnu vezu između atoma. Brojni polimeri sadrže prstenaste strukture, kao što je prsten benzena pronađen u molekulama stirena i fenola. Ovi aromatski prsteni sadrže šest ugljikovih atoma vezanih s promjenjivim jednostrukom i dvostrukom kovalentnom vezom. Zbog toga da se ne prikazuju svi atomi benzenskog prstena, upotrebljava se šesterokut s krugom za prikazivanje ove prstenaste strukture.



Slika 6. Dva modela prikazivanja strukture polietilena:

- a) Ispunjen trodimenzionalan model;
b) Trodimenzionalni "prostorni"

4. SVOJSTVA POLIMERA

U tabeli 3. prikazana su svojstva polimernih materijala u poređenju s klasičnim materijalima, u prvom redu metalima.

Tabela 3. Svojstva polimera

POVOLJNA SVOJSTVA	NEPOVOLJNA SVOJSTVA
<ul style="list-style-type: none"> - niska gustoća - dobra kemijska otpornost - mala električna vodljivost (izolatori) - mala toplinska vodljivost - dobro prigušuju vibracije - dobro se bojjaju - dobro se obrađuju obradom skidanjem čestica 	<ul style="list-style-type: none"> - ovisnost svojstava o vanjskim utjecajima (temperatura, oblik i trajanje opterećenja) - slaba otpornost na povišene temperature <ul style="list-style-type: none"> - veliko toplinsko istezanje - mala površinska tvrdoća - u većini slučajeva mala čvrstoća - većina polimernih materijala je zapaljiva

5. DODATNI MATERIJALI

Polimerni materijali se rijetko koriste bez dodataka, koji poboljšavaju njihova svojstva. Na primjer, kod duromera je uvijek prisutan određen postotak punila s kojima se uklanja krtoš. Najčešći dodaci su:

Omekšivači su materijali koji modificiraju svojstva polimera, na način da im smanjuju tvrdoću, a povećavaju plastičnost. Već u **1854.** godini **Cutting** je otkrio da se celuloznom-nitratu s dodavanjem kamfora poboljšava obradivost i plastičnost. Omekšivači se dodaju plastici radi omekšivanja i bolje obradivosti. Omekšavanje može biti vanjsko i unutrašnje.

Kod unutrašnjeg omekšavanja nastaje kemijska reakcija između sredstva za omekšavanje i polimera tako da se stvara jedna sporedna traka između lančanih molekula. Vanjsko omekšavanje ne uzrokuje nikakvu kemijsku reakciju. Vanjski omekšivači se ne upotrebljavaju kod duroplasta, ali imaju veliku upotrebu u termoplastici, specijalno kod **PVC-a**.

Materijali za armiranje se dodaju da bi se poboljšala mehanička svojstva plastičnih materijala. Uobičajeni materijali za armiranje su staklena i sintetička vlakna. Noviji materijali za armiranje, koji se upotrebljavaju u visokokvalitetnim plastičnim materijalima, su kristalna vlakna aluminijevog oksida, silicij karbida, karbonska vlakna ili borova vlakna. Armiranjem se postiže vrlo visoka čvrstoća armiranih plastika, no, cijena ovih materijala je vrlo visoka.

Materijali za punjenje su uglavnom u praškastom obliku. Aktivni materijali za punjenje se upotrebljavaju za poboljšanje čvrstoće, obradivosti i drugih svojstava. Neaktivni materijali za punjenje se koriste za povećanje volumena plastike kako bi ona postala jeftinija. Uobičajeni materijali za punjenje su čađa, kaolin, kreda, silicijev dioksid, piljevina, azbestna prašina, cinkov oksid i kalcijev silikat.

Stabilizatori - Dodaju se nestabilnim polimernim materijalima radi stabilizacije. Na primjer, temperatura prerade i temperatura razlaganja PVC-a vrlo su blizu, pa mu se dodaje stabilizator da se prilikom prerade ne raspadne. Stabilizatori se dodaju polimernim materijalima koji su osjetljivi na svjetlo. Najpoznatiji takav stabilizator je čađa.

Akceleratori (ubrzivači) se dodaju polimernim materijalima da se ubrza njihovo otvrdnjavanje za vrijeme prerade. Uobičajeno se dodaju u proizvodnji boje i ljepila.

Boje i pigmenti

Dodaju se radi ljepšeg izgleda, unose se u smjesu ili je moguće i površinsko bojanje. Upotrebljavaju se organske i anorganske topive boje i pigmenti.

Sredstva za podmazivanje važna su za preradu, dodaju se polimernim materijalima radi lakšeg tečenja i sprečavanja lijepljenja i prijanjanja za stijenke alata. Koristi se : lako strjno ulje, parafin, vazelin, stearin, lanolin i sl.

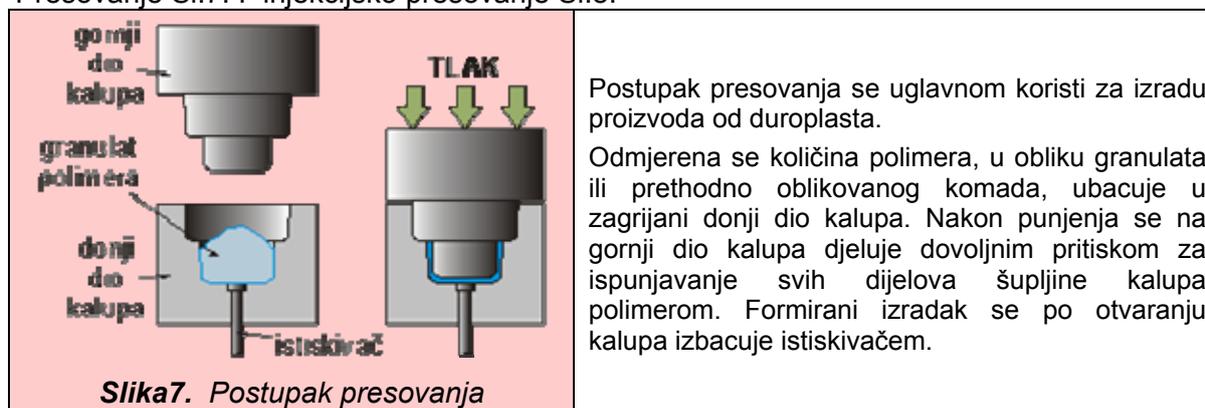
6. IZRADA PROIZVODA OD POLIMERA

Tabela 4. Najčešći su postupci prerade polimernih materijala

Naziv postupka prerade	Primjena	Naziv postupka prerade	Primjena
injekcijsko prešanje	P i D *	ekstrudiranje	P
prešanje	D	višekomponentno prešanje	P
puhanje	P	injekcijsko puhanje	P
rotacijsko lijevanje	P i D	kalandriranje	P
toplo oblikovanje	P	završna obrada	P i D

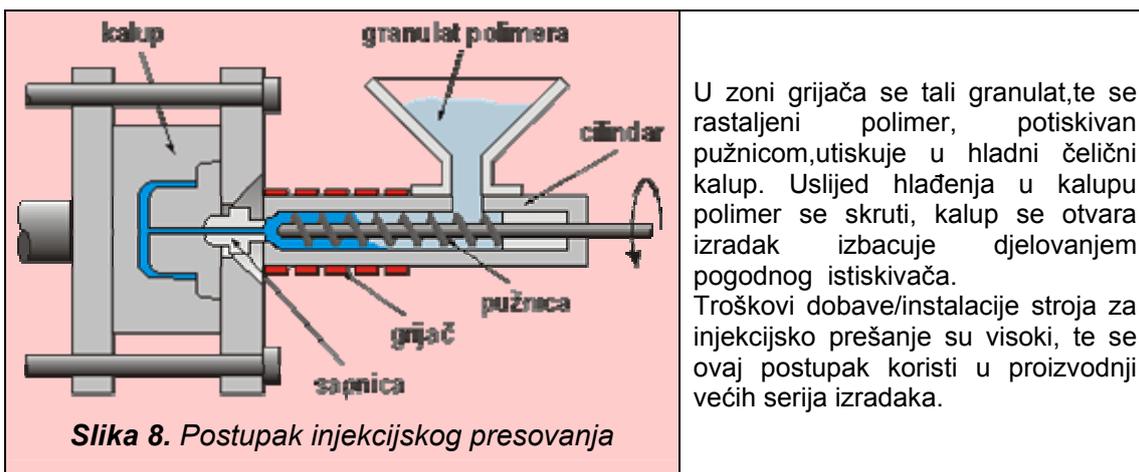
* P – plastomeri D – duromeri

Presovanje Sl.7. I injekcijsko presovanje Sl.8.



Postupak presovanja se uglavnom koristi za izradu proizvoda od duroplasta.

Odmjerena se količina polimera, u obliku granulata ili prethodno oblikovanog komada, ubacuje u zagrijani donji dio kalupa. Nakon punjenja se na gornji dio kalupa djeluje dovoljnim pritiskom za ispunjavanje svih dijelova šupljine kalupa polimerom. Formirani izradak se po otvaranju kalupa izbacuje istiskivačem.



U zoni grijača se tali granulat, te se rastaljeni polimer, potiskivan pužnicom, utiskuje u hladni čelični kalup. Uslijed hlađenja u kalupu polimer se skruti, kalup se otvara izradak izbacuje djelovanjem pogodnog istiskivača. Troškovi dobave/instalacije stroja za injekcijsko prešanje su visoki, te se ovaj postupak koristi u proizvodnji većih serija izradaka.

7. REAKCIJE POLIMERIZACIJE

Carothers i njegovi saradnici su prema strukturi monomera procese polimerizacije podijelili u dvije grupe: kondenzacijsku polimerizaciju i adicijsku polimerizaciju.

Noviju podjelu predložio je P. Flory prema mehanizmu na: postupne (stupnjevite) i lančane polimerizacije.

Pri tome sve kondenzacijske polimerizacije su postupne, ali sve postupne nisu kondenzacijske. Također su sve adicijske polimerizacije lančane, ali sve lančane ne moraju biti adicijske.

7.1. Kondenzacijska polimerizacija

Kondenzacijska polimerizacija potpuno je analogna kondenzaciji niskomolekulskih spojeva. Monomeri koji će kondenzirati kondenzacijom moraju imati barem po dvije funkcionalne skupine da bi reakcijom nastala velika molekula uz istovremeno izdvajanje neke male molekule. Najčešće je to voda, ali ovisno o polaznim monomerima mogu biti HCl, NH₃, CH₃OH i druge. Reakcija se odvija dok jedan od reaktanata potpuno ne proreagira. Za reakcije polimerizacije može se upotrijebiti također jedan monomer koji ima u molekuli dvije različite funkcionalne skupine (npr. aminokarbonska kiselina).

Tip produkta koji se dobije kondenzacijom određen je funkcionalnošću monomera.

Monofunkcionalni monomeri daju samo niskomolekularne produkte. Bifunkcionalni monomeri daju linearne polimere. Ako barem jedan od monomera ima više od dvije funkcionalne skupine nastat će umreženi polimer (trodimenzijska struktura). Svojstva linearnih i trodimenzijskih polimera jako se razlikuju po kemijskim i fizikalnim karakteristikama, a posebno u topljivosti i njihovim svojstvima u otopini. Općenito, linearni polimeri su termoplastični, mogu se taliti ili postati gumasti i topljivi su u odgovarajućim otapalima. Trodimenzijski umreženi polimeri su termoreaktivni - duroplastični. Ne mogu se taliti, netopljivi su, a u otapalu bubre (povećavaju masu i volumen) i stvaraju gel.

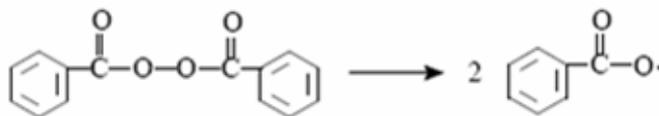
7.2. Lančana polimerizacija

Lančana polimerizacija je reakcija u kojoj se monomeri vežu jedan za drugi adicijom tvoreći duge lance. Monomer mora imati jednu ili više dvostrukih, odnosno trostrukih veza. Da bi otpočela polimerizacija monomer se mora aktivirati nekom reaktivnom vrstom, koja može biti slobodni radikal ili ion. Prema tome razlikuju se radikalna i ionska lančana polimerizacija.

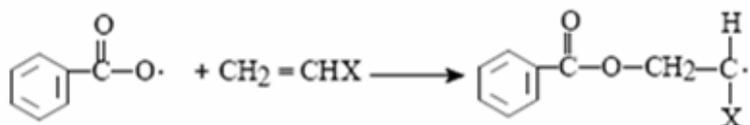
7.2.1. Radikalna lančana polimerizacija

Slobodni radikal obično nastaje raspadom relativno nestabilne tvari, inicijatora pod utjecajem topline ili nekog drugog oblika energije. Kao inicijatori najčešće se koriste organski peroksidi,

hidroperoksidi, azo spojevi, neki redoks sustavi, itd. Na primjer, zagrijavanjem benzoilperoksida nastaju dva benzol radikala:

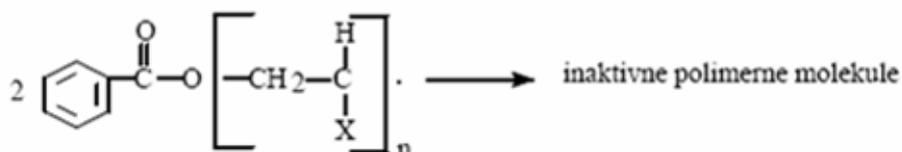


Slobodni benzol radikal adirat će se na nezasićeni monomer, npr. vinilmonomer, pri čemu će nastati novi radikal:



U vrlo kratkom vremenu na taj radikal sukcesivno se adiraju daljnje monomerne molekule i stvara se polimerni radikal, odnosno polimerni lanac raste.

Konačno se u reakciji dvaju slobodnih radikala prekida njihov rast i nastaje jedna ili dvije inaktivne polimerne molekule.



U lančanoj polimerizaciji preko slobodnih radikala razlikuju se tri glavna stupnja reakcije: iniciranje – stvaranje slobodnih radikala, propagiranje – rast lanca i terminiranje – završetak rasta lanca.

7.2.2. Ionska lančana polimerizacija

Kod ionske polimerizacije aktivni krajevi rastućih polimernih lanaca nose negativni ili pozitivni naboj, pa je polimerizacije anionska ili kationska. Rast se u ovim lančanim reakcijama odvija sukcesivnim adicijama monomernih jedinica na nabijene ("reaktivne") krajnje skupine rastućih lanaca. Mehanizmi ovih polimerizacija manje su poznati nego mehanizam polimerizacije preko slobodnih radikala iz više razloga. Reakcijski sistemi najčešće su heterogeni budući da uključuju anorganski katalizator i organski monomer. Dobiveni polimeri imaju često vrlo velike molekulske mase, a reakcija se odvija velikom brzinom, posebno pri niskim temperaturama, te je teško pratiti kinetiku, pa čak i postići reproducibilne rezultate. Iniciranje ionskih polimerizacija odvija se pomoću katalizatora koji se razlaže na ione. Nastali ion aktivira monomer uz stvaranje novog iona (anion ili kationa).

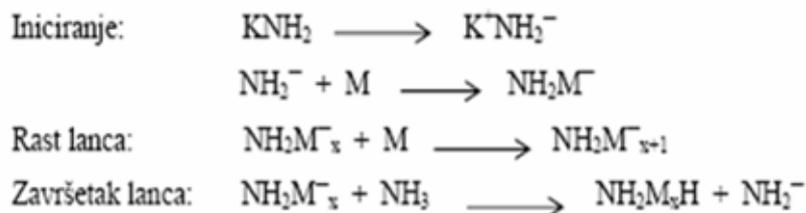
Za kationsku polimerizaciju tipični katalizatori su jake kiseline (H_2SO_4 , HCl , HClO_4) ili Lewisove kiseline (AlCl_3 , AlBr_3 , BF_3 , SnCl_4 , TiCl_4).

Anionska polimerizacija primjenjivala se u komercijalne svrhe davno prije nego li je bila poznata priroda te polimerizacije (proizvodnja buna sintetičkih guma u Njemačkoj i Rusiji polimerizacijom butadiena).

Tipični katalizatori za anionsku polimerizaciju su alkalni metali u tekućem amonijaku (npr. KNH_2), alkili alkalnih metala (npr. butil-litijum $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li}$), te Grignardovi reagensi (RMgX).

Mehanizam polimerizacije sličan je mehanizmu kationske polimerizacije. Katalizator disocijacijom stvara anion, npr. kalijev amid stvara amidni ion koji napada monomer

stvarajući negativni monomer ion. Taj anion reagira sa sljedećim monomerom, itd., odnosno lanac raste adicijom monomera na aktivni kraj rastućeg lanca sve dok ne dođe do završetka lanca.



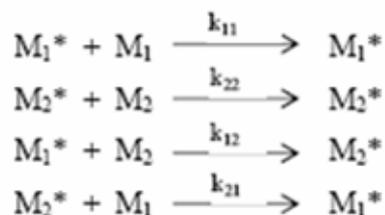
7.3. Kopolimerizacija

Istovremenom polimerizacijom dvaju ili više različitih monomera mogu nastati makromolekule koje u lancu sadrže više vrsta osnovnih jedinica (segmera). Industrijsko izvođenje kopolimerizacije vrlo je značajno, jer na ovaj način nastaju produkti koji u određenoj mjeri posjeduju osobine i jednog i drugog polimera. Industrijski su naročito značajni kopolimeri stirena i butadiena (sintetički kaučuk), stirena i akrilonitrila, vinil-klorida i vinil-acetata, kao i mnogi drugi.

Razmatrajući proces rasta homopolimera proučava se samo jedan proces, tj. reakcija radikala s njegovim vlastitim monomerom, što se simbolički može prikazati:



Međutim, pri kopolimerizaciji dvaju različitih monomera, M1 i M2, moguće su četiri reakcije rasta:



gdje k_{11} , k_{12} , k_{21} i k_{22} predstavljaju konstante brzine reakcije rasta. Kvalitativno je lako vidjeti kako će struktura nastalog kopolimera ovisiti o brzinama ovih paralelnih reakcija, odnosno njihovim omjerima $r_1 = k_{11}/k_{12}$ i $r_2 = k_{22}/k_{21}$ (omjeri reaktivnosti monomera).

Dva su slučaja ekstremnog kinetičkog ponašanja.

Za prvi slučaj vrijedi:

$$\frac{k_{12}}{k_{11}} = \frac{k_{21}}{k_{22}} = 0$$

što znači da monomerni radikali nemaju uopće afinitet prema drugom monomeru i neće se odvijati kopolimerizacija, nego će nastati dva homopolimera $(M_1)_n$ i $(M_2)_n$.

U drugom slučaju vrijedi:

$$\frac{k_{11}}{k_{12}} = \frac{k_{22}}{k_{21}} = 0$$

odnosno monomerni radikali će imati afiniteta samo prema drugom monomeru I nastati će alternirajući kopolimer:



Većina kopolimerizacija je između ova dva krajnja slučaja, odnosno nastaju kopolimeri statističke raspodjele:



8. ZAKLJUČAK

Cjelokupna svjetska rezerva fosilnih goriva (uglja i nafte) ograničena je, a za mnoge svrhe nezamjenjiva. Usljed naglog povećanja čovječanstva pa, prema tome, i povećanja potreba javlja se zabrinutost zbog totalnog iscrpljivanja zaliha. U moderno doba polimeri su postali neizostavni dio čovjekova života jer je noviji tehnološki napredak vezan za upotrebu polimera (i sintetskih i prirodnih). Zbog svega toga veoma je značajno njihovo izučavanje i poznavanje njihove strukture i osobina.

Literatura

UTICAJ STILA UPRAVLJANJA NA MOTIVACIJU ZAPOSLENIH

INFLUENCE OF LEADING STYLE ON MOTIVATION OF EMPLOYEES

Mejrima Memić-Drino,
prof. dr Darko Petković
Univerzitet u Zenici, Ekonomski fakultet Zenica

SAŽETAK

Liderstvo je proces u kom pojedinac utiče na ponašanje grupe radi ostvarenja ciljeva grupe ili organizacije. Različiti lideri koriste različita sredstva i stilove upravljanja, kako bi motivisali zaposlenike da ostvare ciljeve organizacije. Cjelokupne efekte upotrijebljenih sredstava upravljanja određuje komunikacija. Motivacija zaposlenih postaje osnov zanimanja savremenog lidera, jer se jedino izgradnjom kvalitetnog motivacijskog sistema može postići mnogo veća učinkovitost. Cilj ovoga rada je da pokaže da li stil upravljanja utiče na motivaciju zaposlenika. Zadatak lidera je da shvati ljudsku složenost, osobitost, motivacijske teorije, te da u zavisnosti od specifičnih okolnosti u kojima preduzeće posluje izabere i primjeni odgovarajuće motivacijske tehnike.

Ključne riječi: *liderstvo, sredstva upravljanja, stilovi upravljanja, komunikacija, motivacija, motivacijske teorije, motivacijske tehnike.*

ABSTRACT

Leadership is a process in which a person determines behavior of a group of people in order to fulfill goals of a group or an organization. Different leaders use different means and styles of leadership, motivating employees to fulfill goals of organization. The effects of used means of leadership are determined by communication. Recently leaders have been especially interested in motivating employees, because greater efficiency can be achieved by qualified established motivation system. The aim of this paper is to prove if style of leadership has any influences on motivation of employees. The main leaders' task is to understand men's complexity, personality, motivation techniques, and in dependence on specific circumstances in which an organization works, choose and apply adequate motivation technique.

Key words: *leadership, means of leadership, styles of leadership, motivation, motivation theory, motivation technique.*

1. UVOD

1.1. Definisanje problema rada

Način upravljanja zaposlenicima u uslovima velikih i brzih promjena od posebne je važnosti. Organizacije su primorane da se brzo prilagođavaju promjenama u turbulentnom okruženju pružanjem nove dodatne vrijednosti proizvoda ili usluga, a da bi to mogle učiniti brzinom koju zahtijevaju savremeni tendovi neophodno je da postoji unutarnja pogonska snaga, odnosno zadovoljstvo i motivisanost zaposlenika. Lideri moraju obezbijediti učinkovitost u poslovanju, moraju moći motivisati svoje zaposlenike da obavljaju određene zadatke. Ali to je neki puta lakše reći nego učiniti.

Radni učinak = f (vještine/sposobnosti i motivacija)

Vještina ovisi o obrazovanju, iskustvu i usavršavanju, a poboljšanje je spor i dugotrajan proces. Motivacija je ključ poboljšanja efikasnosti. Ona se može brzo poboljšati. Ljudi će raditi ono što žele ili za što su motivisani. Neovisno o cilju oni moraju biti motivisani ili moraju željeti izvršiti cilj, bilo sami od sebe ili nekakvih vanjskih stimulansa.

Lideri su svjesni mnoštva mogućnosti za motivisanje zaposlenika, ali da bi tome mogli pristupiti moraju dobro poznavati prirodu tih ljudi, njihova očekivanja i stepen njihovog zadovoljstva postojećom situacijom u organizaciji. Stoga je potrebno izgraditi stabilan i postojan motivacijski sistem koji će biti otporan na promjene iz okruženja.

Svakako je važno da u motivacijskom sistemu bude inkorporirano i mjerenje učinka rada te adekvatno vrednovanje takvih učinaka, kako bi zaposleni bili svjesni da se njihov angažman prati i ocjenjuje, te da uloženi trud nije uzaludan.

Sastavni dio motivacijskog sistema bi trebao da bude i stil upravljanja. Zaposlenici moraju biti svjesni da je pravednost u ponašanju lidera prisutna, da djeluje etičano, u skladu sa pravilima struke, da je svjestan svojih sposobnosti, da je u stanju tražiti preporuke ili mišljenja zaposlenika, kako ne bi donio nepoželjne odluke, da ima osjećaj za zaposlenike i njihove potrebe i da je istrajan i nepokolebljiv u tome. Lider mora biti neprikosnoven, pravedan i samouvjeren. Njegove ambicije i mogućnosti organizacije moraju biti u harmoniji.

Posebno je važno da organizacije obrate pažnju na kadar koji vodi zaposlenike, da on bude sposoban, motivisan, kreativan, "pristupačan" za davanje uputa za rad i da ima kontrolu nad svojim ponašanjem u kriznim situacijama. Samo lider kojeg krasi ovi epiteti može da bude poželjan lider, a ljudi ili grupe koje oni vode zadovoljni i motivisani.

Kako je u mnogim organizacijama ličnost lidera sve osim navedenog, potrebno je posvetiti više pažnje načinu na koji on upravlja zaposlenicima i ukazati mu na to da minimalne promjene u načinu njegovog ponašanja mogu dati izvanredne rezultate. Međutim, problem je što mnogi lideri dijele mišljenje da je upravo njihov stil upravljanja idealan i svemoguć i da nije potrebno da se on modifikuje kako bi se promijenili rezultati rada njegovih podređenih, jer on naprosto ima sredstvo za rješavanje svih problema, motivisanje svih zaposlenika i podizanje stepena njihovog zadovoljstva poslom.

Upravo ove činjenice su i bile povod ovog istraživanja. Kako bi se povećala efikasnost upravljanja u cilju kvalitetnijeg rada zaposlenika mora se pronaći odgovarajući stil upravljanja koji će biti prilagođen očekivanjima zaposlenika i ciljevima organizacije. Kako je stil upravljanja mehanizam kojim se mogu napraviti velika poboljšanja, to se njemu i motivisanosti zaposlenih mora posvetiti posebna pažnja.

1.2. Namjena i cilj rada

Namjena ovoga rada je da pomoću stručne literature i praktičnih iskustava proučimo kako obezbijediti da rukovodstvo organizacije poveća zadovoljstvo i motivisanost zaposlenika odabirom adekvatnog stila upravljanja.

Cilj rada je spoznati faktore pomoću kojih lider može motivisati svoje podređene i povećati njihovo zadovoljstvo na radu. Rad će dati uvid u osnovne stilove upravljanja, sredstva upravljanja i faktore motivacije.

1.3. Metodološki pristup i struktura rada

Prikupljanje podataka obavljeno je putem istraživanja mišljenja uzorka i analizom dostupnih akata i relevantne literature. Na osnovu odabrane literature proučena je pojava uticaja stila upravljanja na zaposlenike jedne javne ustanove.

Pri istraživanju su korišteni osnovni podaci dobiveni anketnim upitnikom zatvorenog tipa. Podaci su statistički obrađeni korištenjem deskriptivne analize i t-testa. Korišten je softverski paket za statističku obradu podataka društvenih istraživanja – SPSS (engl. Statistical Package for the Social Sciences).

Rad je koncipiran u pet dijelova.

Prvi dio se odnosi na definisanje problema, namjenu i cilj rada, metodološki pristup i strukturu rada.

Drugi dio obuhvata teoretske postavke o liderstvu, stilove i sredstva upravljanja i moć, kao osnovu liderstva.

U trećem dijelu se govori o motivaciji i zadovoljstvu zaposlenika, motivacijskim teorijama, motivacijskim tehnikama i faktorima motivacije.

Četvrti dio predstavlja statističku analizu faktora, koji utiču na zadovoljstvo i motivisanost zaposlenika u zavisnosti od stila upravljanja.

Peti dio rezultat je komparativne analize teoretske osnove i rezultata istraživanja. Sadrži zaključak i preporuke, koje bi lideri javne ustanove trebali da sprovedu kako bi zadovoljstvo i motivisanost zaposlenika povećali efikasnost poslovanja ove organizacije.

Ovaj rad će dati odraz zadovoljstva zaposlenika javne ustanove paletom mogućnosti na poslu, uvid u njihov pogled na motivisanost i potrebe u pogledu liderstva. Naravno, sistem djelovanja lidera i menadžmenta se bitno razlikuju, ali oni moraju biti komplementarni kako bi se zamišljene aktivnosti u vezi povećanja efektivnosti poslovanja mogle realizovati.

Svrha postojanja ove javne ustanove je pomaganje socijalno ugroženoj kategoriji ljudi u pružanju usluga od egzistencijalnog značaja. U današnjim uslovima vrlo je bitno da korisnici usluga ove javne ustanove naiđu na potporu i razumijevanje osoblja koje mu pruža usluge. Zbog kompleksnosti uslova u okruženju samo rijetki iskoriste benefite od rada ustanove. Stoga je od posebne važnosti da prijem korisnika usluga i proces usluživanja bude profesionalan i prilagođen njihovim potrebama. Nezadovoljan i nedovoljno motivisan zaposlenik nije u stanju pružiti kvalitetne usluge. Menadžment mora iznaći način za upravljanje ovim varijablama.

Zabrinjavajuća je činjenica da menadžment ne želi provoditi aktivnosti na istraživanju ovakve vrste problema ne pridavajući joj dovoljan značaj. Zaposlenici javne ustanove relativno su rijetko izloženi istraživanjima o njihovim stavovima u vezi odnosa u organizaciji, njihovih očekivanja i potreba, zbog čega je postojao problem u ozbiljnom pristupu postupku anketiranja.

Veliki je nedostatak što istraživanje, zbog veličine pojedinih organizacionih dijelova, nije moglo sadržavati podatke o stručnoj spremi i pripadnosti organizacionom dijelu.

2. LIDERSTVO

2.1. Općenito o liderstvu

Lider se opisuje kao čovjek koji ima ideju i snagu da, bez prisile, utiče na druge da ostvaruju ciljeve preduzeća. On vjeruje u promjene i inovacije i shvata značaj izazova i prijatni za

funkcionisanje preduzeća. Za top-menadžera kao lidera vezuje se posjedovanje vizije. Osim određenog nivoa inteligencije i tehničkih znanja, lider mora raspolagati i „emocionalnom inteligencijom.“³ Emocionalna inteligencija obuhvata slijedeće elemente:

- „samosvijest - podrazumijeva sposobnost lidera sa bude pošten sam sa sobom i drugima,
- samokontrola - podrazumijeva sposobnost odmjerjenog ponašanja lidera u nepoželjnim i poželjnim situacijama,
- motivacija - podrazumijeva neumornost i neiscrpnost da se stvari uvijek rade bolje,
- empatija - podrazumijeva misaono posmatranje osjećaja zaposlenika u procesu donošenja inteligentnih odluka i
- socijalne vještine - podrazumijevaju uvažavanje činjenice da čovjek ne može ništa značajno promijeniti sam.“⁴

„Liderstvo je proces u kom pojedinac utiče na ostale članove grupe, i to u smjeru ostvarenja ciljeva grupe ili organizacije.“⁵ Liderstvo je idealan skup ponašanja koja se mogu naučiti.

2.2. Stilovi i sredstva upravljanja

„Stil upravljanja podrazumijeva način ponašanja pretpostavljenih sa pojedinačnim saradnicima i grupama.“⁶ To je „...jedan dugoročni, relativno stabilan, u određenim situacijama određen način ponašanja vođe“⁷.

Stil upravljanja odnosi se i na planiranje, organiziranje i vrednovanje ostvarenih rezultata. Može se definisati kao poseban način ponašanja menadžera u radnom procesu koji utiče na rezultate rada u određenoj organizaciji. Menadžere kao preduzetnike karakterizira preduzetničko ponašanje koje uvijek želi iskoristiti povoljnu preduzetničku priliku. Osim osobina kojima raspolaže preduzetnik za uspjeh je potrebno i znati upravljati zaposlenima u organizaciji. Uspješnost lidera zasniva se na stalnim promjenama i reagovanju na promjene. U osnovi svih promjena leži njegova kreativnost i inoviranje proizvoda i usluga, te visoki kvalitet novih proizvoda koji jedino može potvrditi tržište.

U teoriji su poznati su mnogi stilovi upravljanja i vođenja. Oni se međusobno diferenciraju po brojnim karakteristikama. Najčešće se kao temeljne sastavnice stila uzimaju osobine lidera, njegov odnos prema saradnicima, iskorištavanje pozicije vlasti i moći što mu je dodijeljena i odnos prema zadacima što ih treba ostvariti. Kreću se u širokom rasponu od diktatora „čvrste ruke“ do ignoranta bez vlastitog stava i mišljenja. Jedna od tipičnih klasifikacija stilova upravljanja polazi od toga da se oni mogu razvrstati s obzirom na korištenje autoriteta. Prema toj klasifikaciji razlikuju se autokratski, demokratski i laissez-faire stil vođenja.

Autokratski stil je takav stil vođenja gdje je sva vlast koncentrisana u rukama jedne osobe koja ima neograničenu moć u odlučivanju. Lider sve aktivnosti planira sam i donosi sve poslovne odluke, određuje zadatke za sve zaposlene i kontroliše njihovo izvršenje. Vođa-autokrat zapovijeda primjenjujući kazne i nagrade. Za ovaj su stil karakteristične jednosmjerne veze. Zadaci idu od odozgo prema dolje. Prednosti ovog stila su: rukovodilac ima nadmoćan položaj, što mu povećava moć, a time i u većoj mjeri može uticati na izvršavanje zadataka, pa i na proizvodnost i profitabilnost, obično stalna komunikacija sa zaposlenima i brzo izvršavanje radnih zadataka. Nedostatak ovog stila je nemogućnost rukovođenja sa velikim brojem podređenih, dolazi do izostanka kreativnosti, inovativnosti i dvosmjerne komunikacije.

Demokratski stil se nalazi nasuprot autokratskom stilu vođenja. Kod ovog stila je karakteristično da se suradnici uključuju u proces donošenja odluka. Zaposlenici zapravo nisu podređeni, jer oni participiraju u donošenju odluka. U svom radu demokratski rukovodilac potiče kreativnost i inovativnost podređenih radnika i rukovodioca. Veze

³ prof. dr Aziz Šunje i mr. Elvir Čizmić, Šta čini lidera, Revicon, Poreski savjetnik, januar 2007., str. 112

⁴ Isti izvor, str. 112

⁵ Torrington Derek, Hall Laura, Taylor Stephen: Menadžment ljudskih resursa, Data Status, Beograd, 2005., prevod, str. 333

⁶ Isti izvor, str. 39

⁷ Staehle, W.: Management: Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive. 8. Auflage, überarbeitet von Conrad, P./Sydow, J., München: Vahlen; 1999., str. 329

dvosmjerne i između menadžera i njegovog osoblja, kao i između osoblja samog. Temelj ovog stila su međuljudski odnosi i njima se posvećuje posebna pažnja. Zagovornici ovog stila smatraju da će dobri međuljudski odnosi rezultirati većim zadovoljstvom zaposlenih, a da će to zadovoljstvo u konačnici dati i bolje rezultate. Nema sumnje da poklonici autokratskog stila imaju uglavnom negativan stav prema podređenima što se, kada je ekstremno izražen iskazuje kao nepovjerenje, omalovažavanje i aroganciju. Nasuprot tome, rukovodioci demokratskog stila su pozitivno orijentisani, imaju razumijevanja, ohrabruju svoje zaposlenike i pružaju im podršku.

Leissez-faire stil vođenja je zapravo vođenje s minimalnim uplitanjem menadžera u rad zaposlenika, koji u ovom slučaju imaju odriježene ruke i visoki stepen slobode odlučivati o vlastitom ponašanju u radu. Menadžer "odriješene ruku" koristi svoju moć, ako je uopće koristi, u vrlo maloj mjeri dajući podređenima visok stepen neovisnosti u njihovim postupcima. Ovakve vođe dopuštaju podređenima da postave svoje vlastite ciljeve i odrede sredstva za njihovo ostvarenje. Zaposlenima je prepušteno samostalno određivanje ciljeva i određivanje sredstava za njihovo postizanje, a uloga se menadžera svodi na pomaganje u radu u prvom redu pribavljanjem potrebnih informacija za rad i povezivanjem s vanjskim okruženjem. Primjenjiv je u organizacijama s visokoobrazovanim kadrovima, gdje su zaposlenici zapravo specijalisti u svom području i trebaju imati slobodu u svom ekspertnom djelovanju.

Prema Golemanu razlikujemo šest stilova liderstva:

Tabela 1. Stilovi liderstva prema Golemanu

Prinudni stil	Lider zahtijeva poslušnost.
Autoritativni stil	Lider motiviše ljude ka viziji.
Stil pripadnosti	Lider kreira emocionalne veze i harmoniju.
Demokratski stil	Lider koristi učešće kako bi ostvario konsenzus.
Predvodnički stil	Lider od sljedbenika očekuje maksimum, kao i njegovu samostalnost.
Stil trenera	Lider radi na razvoju ljudi za budućnost.

Blake i Mouton navode četiri stila liderstva koji u vezu dovode stepen interesovanja za ljude i stepen interesovanja za proizvodnju.

Tabela 2. Stilovi liderstva po Blake i Mouton

		Interesovanje za ljude	
		visok	nizak
Interesovanje za proizvodnju	visok	Timski menadžment	Menadžment podređenih
	nizak	Klupski menadžment	Osiromašeni menadžment

Kako ciljevi radnika i organizacije često nisu u saglasnosti, rukovodioci trebaju određene alate, kako bi se izbjegnula divergencija ciljeva. U tu svrhu mogu se koristiti direktna sredstva upravljanja, kao npr. ugovori, radna uputstva, delegiranje zadataka ili indirektna sredstva upravljanja, kao npr. opis radnog mjesta, ocjena učinka itd. Bez obzira koje sredstvo upravljanja bilo u upotrebi, komunikacija je ta koja određuje cjelokupne efekte upotrijebljenih sredstava.

Komunikacija je važna za uspješno ostvarivanje svih funkcija rukovođenja, ali je najvažnija za ostvarivanje funkcije liderstva. Bez kvalitetne komunikacije jednostavno nije moguće ostvariti rukovodne funkcije: utvrditi i provesti ciljeve, izraditi planove, organizirati ljude i druge potrebne resurse, odabrati kadrove i brinuti o njihovom razvoju, voditi, motivisati i stvarati pozitivnu klimu, te objektivno vrednovati postignuća pojedinaca i organizacije u

cjelini. U procesu komunikacije nije bitna količina informacija koliko je važno imati odgovarajuće informacije.

Kolanje informacija može biti u svim smjerovima: prema "dolje", prema "gore" i bočno (horizontalno) u zavisnosti od primijenjenog stila upravljanja. Komunikacija se uglavnom ostvaruje pismeno, usmeno i neverbalno.

2.3. Moć kao osnova liderstva

Za upravljanje ljudima prevashodno je potrebna moć. „Moć je sposobnost individue A da utiče na individuu B tako da ona čini nešto što inače dobrovoljno ne bi činila. Osnova moći je kontrola tačno određenih resursa. U literaturi se spominju slijedeće baze moći:

- Moć kroz nagrađivanje (reward power),
- Moć kroz kažnjavanje (coercive power),
- Moć kroz poznavanje stvari (expert power),
- Moć kroz identifikaciju (referent power) i
- Moć kroz legitimitet (legitimate power)."⁸

Moć je samo dio socijalnog uticaja, uticaj je sposobnost izazivanja željene promjene ponašanja kod individue ili grupe. Moć je također promjena ponašanja pojedinca, ali ona se dešava protiv njegove volje. Legitimna moć je autoritet. Kod autoriteta pojedinac daje barem minimalnu saglasnost.

3. MOTIVACIJA I ZADOVOLJSTVO ZAPOSLENIKA

3.1. Motivacija i zadovoljstvo na poslu

Upravljanje i razvoj ljudskih potencijala postaje sve značajnije zbog novog mjesta i uloge čovjeka u svim društvenim procesima kao i u njihovom upravljanju. Motivacija i zadovoljstvo zaposlenih postaje osnov zanimanja savremenog menadžementa ljudskih potencijala, jer se jedino izgradnjom kvalitetnog motivacijskog sistema na bazi ocjene njihovog zadovoljstva može pomoći organizaciji da poveća svoju konkurentsku sposobnost, vrijednost i efikasnost.

Dosadašnji koncepti motivacijskih sistema, motivacijskih tehnika i strategija postaju nedovoljno fleksibilni, pa je potrebno razvijati i uvoditi nove, koji će svojom razrađenošću i svestranošću dovesti do visoke motivisanosti i zadovoljstva zaposlenih, a time istovremeno i ostvariti uspješno poslovanje.

Menadžeri moraju biti svjesni da samo dovoljno motivisan i zadovoljan radnik može pružiti efikasan rad. Stoga je njegov prioritetni zadatak da na sve moguće načine motiviše zaposlenike. Osnovni faktori koji motivišu zaposlenike su:

- povoljan radni ambijent,
- vrednovanje posebnih rezultata rada i zalaganja na radu
- lični razvoj,
- stil upravljanja,
- lična odgovornost i sudjelovanje u odlučivanju i
- primjena adekvatnih motivacijskih tehnika.

3.2. Teorije motivacije

Motivacija je spremnost ili volja za određenim ponašanjem radi ostvarenja određenog cilja. U literaturi se obrađuje veliki broj teorija motivacije, dok su ovdje obrađene samo one koje su svoju primjenu našle široko u praksi.

3.2.1. Maslow-ljeva motivaciona teorija

U svom radu „Motivacija i ličnost“ Abraham Maslow je sa psihološkog aspekta kreirao hijerarhiju potreba, koje se jednostavno zadovoljavaju uvijek istim redoslijedom. Čovjek na

⁸ Hentze, J./ Brose, P.: Personalführungslehre – Grundlagen, Führungsstile, Funktionen und Theorien der Führung, 2., überarbeitete Auflage, Bern/Stuttgart: Haupt, 1990. str. 63

različitim nivoima svog individualnog razvoja uspostavlja hijerarhiju potreba, koja je od individue do individue ista. Prvo se pokušavaju zadovoljiti egzistencijalne potrebe (hrana i piće). Na drugoj razini su potrebe za sigurnošću (krov nad glavom, skrovište, opća sigurnost). Nakon što su ove potrebe zadovoljene teži se za zadovoljenjem socijalnih potreba (ljubav, bliskost). Slijedeći nivo predstavljaju potrebe za priznavanjem (socijalni status, poštovanje), dok su na najvišem nivou potrebe za samoostvarenjem.

Osnovno je pravilo da postoji stroga hijerarhija ovih potreba i da se one zadovoljavaju uvijek istim redoslijedom. U nekim okolnostima može se desiti da se prelazi sa višeg na niži nivo, pri čemu se svaki uspon i dalje odvija istim redoslijedom.⁹

U kontekstu organizacija ponašanje i učinci na radnom mjestu mogu biti unaprijeđeni ukoliko su zadovoljene dominantne potrebe putem upravljanja. Poseban se značaj pridaje potrebi za samoostvarenjem.

3.2.2. Teorija motivacije po Herzberg-u

Prema ovoj teoriji svi faktori radne motivacije i zadovoljstva posla svrstaju se u dvije grupe:

- Motivatornim ili Faktorima sadržaja rada - izazivaju zadovoljstvo (posao, priznanje, mogućnost napredovanja i usavršavanja) i
- Kontekstualnim faktori - izazivaju nezadovoljstvo. (fizički uslovi i radna sredina, društveni uslovi radne sredine, bezbjednost na poslu, poslovna politika).

Herzberg je zaključio da se radi o dvije potpuno različite grupe faktora od kojih jedna izaziva zadovoljstvo, a druga nezadovoljstvo. Različitost između ovih faktora ostavlja nove perspektive upravljačkim strukturama. Fokus treba svakako biti više usmjeren na rad nego na radno okruženje. Faktore koji izazivaju nezadovoljstvo treba eliminisati. Herzberg smatra da je za podizanje zadovoljstva pojedinaca najbolje obogatiti polje njegovog rada i zadataka interesantnim i odgovornim djelatnostima. Često korišteni izraz za ovo je „job enrichment“.

3.2.3. Teorija X i teorija Y

Stvarajući teoriju X i teoriju Y Daglas MekGregor je pokušao da izbjegne nedostatke klasične i neklasične teorije i da ih međusobno poveže. Osnovne pretpostavke teorije X su da čovek po prirodi radi samo koliko mora, bez ambicija je i ne voli odgovornost. MekGregor smatra da je ova teorija pogrešna. Upravljanje i rukovođenje svedeni su na kontrolu, kažnjavanje, prinudu i kao takvi postali su neadekvatni i nedovoljno stimulisani. Zbog toga MekGregori formuliše teoriju Y koja je suprotna teoriji X. Prema teoriji Y ljudi su motivisani i poseduju mogućnost razvoja i sposobni su da preuzmu odgovornost. Teorija Y ima isti cilj kao teorija X: motivisanje ljudi ka postizanju ciljeva organizacije. Razlika je u tome što teorija Y teži da to postigne na što humaniji način.

3.3. Motivacijske tehnike

Činjenica je da će zadovoljni i motivisani ljudi ulagati više napora u svom radu od onih koji nisu adekvatno motivisani. Motivacija zaposlenih je ponašanje usmjereno prema nekom cilju koji pobuđuje potrebe izazvane u čovjeku. Uzrok određenog ponašanja čovjeka su unutrašnji psihološki pokretači koji ga tjeraju na neku aktivnost, pa učinak nekog pojedinca ne zavisi samo o njegovoj sposobnosti već i o motivaciji.

Zadatak (obaveza) lidera je da shvati ljudsku složenost, osobitost, motivacijske teorije, te da u zavisnosti od specifičnih okolnosti u kojima preduzeće posluje izaberu i primjenjuju materijalne i nematerijalne motivacijske tehnike. Njegova sposobnost je u prepoznavanju pojedinačnih razlika i potreba ljudi, u povezivanju ljudi s poslovima primjerenim njihovim

⁹ Maslow-ljeva hijerarhija potreba teško je razumljiva kada se posmatraju umjetnici koji streme ka samoostvarenju iako ni esencijalne potrebe često nisu zadovoljene. Maslow tvrdi da su želje za samoostvarenjem toliko jake da ove individue i ne primjećuju kako potrebe na nižem nivou hijerarhije nisu zadovoljene. Uprkos brojnim kritikama ova teorija našla je široku primjenu u mnogim naučnim oblastima.

potrebama. Također, on mora znati pravilno individualizirati nagrade, te ih povezati s radnim učincima i realizacijom ciljeva.

Stimulacija potiče kadrove na kreativnost, bolje rezultate, veću odgovornost i obaveze. Kombinacijom materijalnih i moralnih oblika stimulacije postiže se puna angažovanost zaposlenih na radu, što se odražava na racionalnost, ekonomičnost, proizvodnost i efikasnost rada. Danas na raspolaganju stoje brojni finansijski i nefinansijski motivatori, a koju će kombinaciju upotrijebiti zavisi od njihovog poznavanja motivacijskih teorija, okolnosti, te svakako i inventivnosti.

Motivacija je vrlo kompleksna i ličnog je karaktera da zapravo nema jedinstvenog odgovora, no uprkos tome moguće je identifikovati osnovne motivacijske tehnike.

Osim podjele motivacionih kompenzacija na finansijske i nefinansijske direktne i indirektno, motive za rad možemo podijeliti i na - vanjske kao npr., sistem plata, uslovi rada, rukovođenje; te - unutrašnje, poput obrazovanja i napredovanja. Rezultati istraživanja pokazuju da prvo valja riješiti unutrašnje motive radi postizanja prosječne produktivnosti, a zatim uključiti unutrašnje činioce radi postizanja veće motivisanosti i nadprosječne produktivnosti.

3.3.1. Materijalne kompenzacije

Materijalna kompenzacija je sastavljena od različitih oblika motivisanja koji su usmjereni na osiguranje i poboljšanje materijalnog položaja zaposlenih i finansijskih kompenzacija za rad. Novac je najstariji i "najočigledniji", a istovremeno i najuniverzalniji način motivisanja za rad. Međutim povećanje plaće ne vodi i povećanju proizvodnosti. Stoga je potrebno posebno obratiti pažnju na slijedeće postavke djelovanja materijalnog faktora:

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

Kompenzacije su vezane uz rezultate rada, a neke već uz samu pripadnost organizaciji. Sve se naknade javljaju u tri vida, i to kao: plaće, nagrade i beneficije.

Najznačajniji elementi kompenzacija su oni na koje zaposlenik ima pravo kada efektivno radi, a čine ih osnovna plaća, stimulativni dio plaće, te dodaci na plaću. Osnovna plaća kao temeljni oblik kompenzacija obično se utvrđuje posredstvom postupka vrednovanja posla koje se nastavlja na analizu posla i njezine rezultate - opis posla i specifikaciju posla.

3.3.2. Nematerijalne kompenzacije

Uz materijalne kompenzacije, koje čine temelj motivacijskog sistema, veliki značaj ima i sistem nematerijalnih poticaja za rad, koji zadovoljavaju raznolike potrebe ljudi u organizacijama. Za većinu su ljudi sve važnije tzv. potrebe višeg reda kao što su: razvoj i potvrđivanje, uvažavanje, status i drugo.

Razvijene su brojne nematerijalne strategije poput dizajniranja posla, stil menadžmenta, participacija, upravljanje pomoću ciljeva, fleksibilno radno vrijeme, priznanje, organizacijska

kultura, usavršavanje i razvoj karijere i dr. koje zajedno sa materijalnim strategijama čine cjelovit motivacijski sistem.

Oblikovanje posla čini vrlo značajan segment nematerijalnih strategija motivisanja budući da stavovi prema poslu i zadovoljstvo njime bitno utječu na radnu motivaciju, pa i na cjelokupni život pojedinca. Programi preoblikovanja posla najvećim dijelom nastoje posao učiniti zanimljivijim, raznolikijim i izazovnijim. Značajni individualni pristupi oblikovanja radnih mjesta jesu rotacija posla, kod koje se vrši periodično pomicanje ljudi s jednoga specijaliziranog posla na drugi, a čime se sprečava monotonija i dosada ljudi, te proširivanje posla kao proces povećanja raspona posla.

Stvarne motivacijske potencijale najbolje aktivira obogaćivanje posla pri kojemu se posao širi vertikalno uključujući u njega više raznolikih zadataka i vještina, odgovornosti i autonomije djelovanja. Temeljne karakteristike posla koje treba uzeti u obzir pri oblikovanju poslova jesu: raznolikost vještina, identitet i cjelovitost zadatka, važnost zadatka, autonomija i feedback. U postupku obogaćivanja posla nameću se brojni problemi, poput činjenice da za neke ljude izazov predstavljaju poslovi koji su za druge dosadni, kao i da se obogaćivanje posla obično nameće ljudima. Organizacija treba bolje razumjeti ono što ljudi žele, truditi se da budu konsultovani i da imaju osjećaj da rukovodstvo zaista vodi brigu o njima.

Za motivaciju zaposlenika značajne su i ostale nematerijalne strategije motivisanja, poput fleksibilnog radnog vremena, priznavanja uspjeha, povratne informacije zaposleniku za svoj rad, te organizacijska kultura poduzeća. Vrlo rašireni mehanizmi motivisanja jesu i sigurnost i stalnost zaposlenja, priznanja, napredovanje u poslu, veća neformalnost i socijalna jednakost, uklanjanje formalnih, statusnih i funkcionalnih barijera u komunikacijama, i dr.

Jedan od najvećih problema je otpor samih radnika koji vrlo često ne vjeruju da je sistem stimulativnog nagrađivanja objektivan i pošten. Stoga je jedan od važnih uslova uspjeha stimulativnog nagrađivanja zadobiti povjerenje zaposlenika u taj sistem, a nužna je pretpostavka da o njemu budu dobro informisani. Tako npr. sistem plaća treba dopuniti dobrim dizajnom radnog mjesta, a ne da on bude kompenzacija za loše dizajniranje radnog mjesta.

Traganje za mogućnostima povećanja motivacije i interesa za rad i razvoj organizacije zaposlenih, dovela je do potpune reorganizacije, promjene klime i kulture i ukupnih odnosa u mnogim organizacijama.

3.4. Faktori motivacije

Menadžeri i stil menadžmenta su vrlo značajni faktori izgradnje cjelovitog motivacijskog sistema budući da oni shvaćanjem onog što ljudi žele bitno utječu svojom organizacijom i djelovanjem na motivaciju zaposlenika. Demokratski stil ima najviši motivacijski potencijal budući da menadžeri shvataju da jačajući saradnike jačaju i sebe. Participacija kao stepen sudjelovanja zaposlenih u procesima odlučivanja o važnim aspektima rada i poslovanja bitno utiče na podizanje motivacije zaposlenih, poticanje kreativnih i ukupnih potencijala ljudi, poboljšanje kvalitete odluka, te ukupne organizacijske uspješnosti. Optimiziranje stila upravljanja ima smisla samo tamo gdje on ograničava učinkovitost. Inače bi trebalo raspoloživo vrijeme i energiju prije trošiti na strukturu djelatnosti onih kojima se upravlja. Pri tome težište treba da bude usklađivanje individualnih ciljeva sa ciljevima grupe, što neminovno dovodi do povećanja efikasnosti.

Menadžeri moraju biti svjesni da samo dovoljno motivisan i zadovoljan radnik može pružiti efikasan rad. Stoga je njegov prioritetni zadatak da na sve moguće načine motiviše zaposlenike. Osnovni faktori koji motivišu zaposlenike su:

- Povoljan radni ambijent

Lider je taj koji daje podstrek zaposlenicima i obezbjeđuje idealne uslove za rad, čime se povećava i kvalitet pružanja usluga. Mora se stimulisati timski rad kako u organizacionim dijelovima ustanove, tako i među njima. Vrijednosti i norme uzornog ponašanja moraju

vladati organizacijom, jer samo adekvatna organizaciona kultura izgrađuje dobre međuljudske odnose.

- Lični razvoj

Lični razvoj vezan je za karijeru, radnu aktivnost koja uključuje elemente napredovanja i samousavršavanja u datom momentu. On može biti stručni – stručno upotpunjavanje koje garantuje napredovanje u radu, osobni – razvoj ličnih karakteristika zaposlenika i radni – postignuti uspjeh pojedinca na nekom području djelovanja.

- Stil upravljanja

Lider mora koordinirati aktivnosti tako da se nijedan zaposlenik ne osjeća zapostavljeno ili odbačeno. On mora imati moć da koordinira radom zaposlenika tako da njihovo zalaganje ima pravu vrijednost. Svi zaposleni se moraju jednako zalagati u radu, a sva odstupanja u tome moraju biti adekvatno sankcionisana. Individualni interesi zaposlenika moraju se poštovati, a posebni doprinosi adekvatno vrednovati.

- Lična odgovornost i sudjelovanje u odlučivanju

Obaveze zaposlenika vodilja su na putu za ostvarivanje ciljeva. Pri tome svaki zaposlenik mora snositi odgovornost za kvalitet svoga rada i njihovih rezultata. Obzirom da kroz obaveze i odgovornosti utiču na poslovanje ustanove, svi zaposleni moraju aktivno biti uključeni u proces odlučivanja. Ova spoznaja o učešću u kreiranju sudbine ustanove jača posvećenost i motivisanost svakog zaposlenika, te posebno značenje pripadnosti ustanovi.

- Primjena adekvatnih motivacijskih tehnika

Motivacijske tehnike odnose se na način nagrađivanja zaposlenika u zavisnosti od uspješnosti zaposlenika. Glavni preduslov za građenje sistema nagrađivanja jeste postojanje jednakih uslova za uspješan rad. U ovoj javnoj ustanovi nagrađivanje zaposlenika regulisano je posebnim aktima (zakonima, kolektivnim ugovorima, uredbama, internim aktima - pravilnicima), čije se odredbe uglavnom poštuju.

4. PRAKTIČNI DIO RADA

4.1. Uvod

Lideri moraju svojim stilom upravljanja biti u stanju da pokrenu zaposlenike na akciju sa tendencijom ostvarenja ciljeva ustanove. Stilovi upravljanja imaju tendenciju da budu sve fleksibilniji prema potrebama zaposlenika uz osnovni postulat da se njima dođe do efikasnog ostvarivanja postavljenih ciljeva.

U javnim ustanovama je značajno istaknuta administracija, te postoji mnogo mogućnosti da se stvari organizuju na jednostavan i učinkovit način. Dovoljno je samo propisati pravila i procedure za obavljanje određenih aktivnosti, izgraditi sistem praćenja i evaluacije toka ostvarivanja tih aktivnosti.

“Pogrešno je administraciju poistovjećivati sa birokracijom, jer ona znači vlast administracije, ne olakšava rad ljudima koji rade, ne traži rješenje problema, osim vlastitih, njena snaga je u zavlacenju i prebacivanju odgovornosti na višu instancu.”¹⁰ Međutim, nerijetko se birokracija i administracija poistovjećuju, čime se gase svi izvori moći za upravljanje zaposlenicima i motivacije za njihov efikasan i djelotvoran rad.

Svrha ovoga istraživanja je pronaći odgovor na pitanje da li je stil upravljanja u ovoj javnoj ustanovi odgovoran za motivaciju zaposlenika? Koji faktori motivacije su poželjni?

U ovom će se istraživanju pokušati procijeniti stavovi zaposlenika prema odnosu lidera, stavovi u vezi njihovih očekivanja i stavovi o tome da li je potrebno modifikovati stil upravljanja.

¹⁰ Na stolu Abrahama Lincolna je pisalo: „Ovdje prestaje prebacivanje odgovornosti na višu instancu.“ Ljuboslav Matasović, Priručnik za uspješno rukovođenje, Informator Zagreb, 1990., str. 40

Dosadašnja raspoloživa istraživanja koja se odnose na stilove upravljanja i motivaciju zaposlenika uglavnom se odnose na profitni sektor, gdje postoji širi dijapazon mogućnosti za stimulisanje i dodatno motivisanje zaposlenika. Za razliku od njih, javne ustanove imaju mnogo ograničavajućih faktora u kreiranju motivacijskog sistema.

4.2. Anketni upitnik

Kao instrument istraživanja upotrijebljen je anketni upitnik zatvorenog tipa. Karakteristika zaposlenika koja je ovim istraživanjem uzeta u obzir je spol. Poželjne karakteristike su bile naziv organizacionog dijela kojem zaposlenik pripada i stepen stručne spreme, ali zbog postojanja organizacionih dijelova sa jako malim brojem zaposlenika, a u cilju zaštite njihove anonimnosti navedene karakteristike su izostavljene. Upitnik je razvijen od strane autora rada na temelju općeprihvaćenih stajališta.

Anketni upitnik se sastoji od 14 pitanja. Forma anketnog upitnika i kratak pregled prosječnih odgovora zaposlenika na postavljena pitanja nalaze se na kraju Priloga.

Za 12 pitanja ponuđeno je po pet alternativnih odgovora, koji prilično precizno odslikavaju intenzitet određene pojave. Predzadnje pitanje (pitanje broj 13) je selektivnog karaktera i nema nikakve gradacije u ponuđenim odgovorima. Na kraju anketnog upitnika se traži izjašnjenje o spolnoj pripadnosti ispitanika.

Varijable u ovom istraživanju su:

R.br. Varijabla

1. *Moj posao mi daje mogućnost da preuzmem odgovornost i donosim odluke.*
2. *Moj posao mi ne predstavlja zabavu, ali čovjek ne smije previše očekivati.*
3. *Ovdje mogu ostvariti moje ideje.*
4. *Istinski uživam u poslu.*
5. *o posao je uvijek isti, tu se ništa ne može učiniti.*
6. *Moj posao je zaista interesantan.*
7. *Moje radno mjesto mi nudi mogućnost da radim stvari koje najbolje znam.*
8. *Moj posao mi daje dovoljno mogućnosti da iskoristim svoje sposobnosti.*
9. *Zadovoljan/na sam mojim mogućnostima napredovanja.*
10. *S obzirom na moje sposobnosti, može se reći da sam zadovoljan/na svojom pozicijom.*
11. *Smatram da me stil upravljanja u ovoj ustanovi dovoljno motiviše za rad.*
12. *Kada bih bio direktor ove Ustanove, promijenio bih način rukovođenja.*
13. *Koji od navedenih faktora bi Vas najviše motivisao?*

Ponuđeni odgovori na prvih 12 pitanja su bazirani na Likertovoj skali: tačno, prilično tačno, osrednje, prilično netačno i netačno. Za potrebe obrade, a na bazi analogije pridružene su numeričke vrijednosti ovim opcijama istim redoslijedom od 5 za tačno do 1 za netačno.

Uzorak istraživanja se sastoji od 68 ispitanika, od kojih je: 67,65% žena i 32,35% muškaraca. Veličina uzorka smatra se dovoljnom za vjerodostojnost rezultata istraživanja.

Tabela 3. prikazuje profil ispitanika s obzirom na spol i stručnu spremu. Iz ranije navedenih razloga promatrana je samo jedna karakteristika – spol.

Tabela 3. Profil ispitanika prema spolu i stručnoj spreml

Stepen stručne spreml	Broj zaposlenika	% učešće	Žene	% učešće	Muškarci	% učešće
VII-2 (MR)	2	2,94	0	0,00	2	9,09
VII-1 (VS)	14	20,59	6	13,04	9	40,91
VI-1 (VŠ)	15	22,06	10	21,74	2	9,09
V I IV (VK I SS)	30	44,12	27	58,70	4	18,18
III (KV)	3	4,41	0	0,00	3	13,64
II (PK I NS)	2	2,94	2	4,35	1	4,55
I (NK)	2	2,94	1	2,17	1	4,55
Ukupno	68	100	46	100,00	22	100,00

4.3. Obrada rezultata

Osnovni cilj ovoga istraživanja bio je sagledati uticaj stila upravljanja na motivaciju zaposlenika. U tu svrhu kroz obrazac anketnog upitnika obuhvaćeni su faktori motivacije, koji se ovom prilikom s obzirom na rezultate istraživanja obrazlažu.

Analizirajući faktor «*povoljan radni ambijent*» može se zaključiti da bi lideri trebali uložiti više napora u razbijanje monotonije na radnom mjestu i predefinisati radne zadatke kako bi interesovanje za posao bilo veće. Radni ambijent mora biti kreiran tako da zaposlenici osjećaju užitak na poslu i da udu što manje izloženi stresnim situacijama.

Faktor «*lični razvoj*» u ovoj javnoj ustanovi nije na zadovoljavajućem nivou. Lideri bi trebali bolje iskoristivati lične sposobnosti zaposlenika, sa većom pažnjom pratiti njihov rad i povećati mogućnosti njihovog napredovanja, obzirom da zaposlenicima nije pružen prilika da rade ono što najbolje zanju. Neophodno je izvršiti redefinisavanje opisa radnih mjesta, kako bi zaposlenicima bila pružena prilika da rade ono u čemu su najbolji i tako pokažu svoje kompetentnosti.

Faktorom «*stil upravljanja*» većina zaposlenika nije posebno zadovoljna i zainteresovani su za njegovu promjenu. Lideri moraju više pažnje obratiti na stavove, potrebe i očekivanja zaposlenika. Za postignute rezultate moraju na bilo koji način naglasiti da to cijene, a za sva odstupanja u poštovanju postavljenih pravila u ponašanju pravedno djelovati. Svi zaposlenici se trebaju jednako tretirati i u pogledu nagrađivanja i u pogledu kažnjavanja bilo kojeg tipa, jer to gradi povjerenje i pravednost među svima.

Analizirajući faktor «*lična odgovornost i sudjelovanje u odlučivanju*» ustanovljavamo da veći dio zaposlenika nema mogućnost učestvovanja u odlučivanju i preuzimanju odgovornosti, zbog čega bi menadžment trebao posvetiti posebnu pažnju jačanju sistema učestvovanja zaposlenika u odlučivanju, jer samo tako cijela ustanova može težiti ka ostvarenju postavljene vizije. Bez realno postavljene slike ustanove u budućnosti i razjedinjavanjem snaga u njenom ostvarenju, nemoguće je sa trenutne pozicije koju ustanova ima zauzeti bolju i poželjniju poziciju u budućnosti.

Analizirajući faktor «*primjena adekvatnih motivacijskih tehnika*» vidimo da je većina zaposlenika nezadovoljna plaćom, saradnjom sa ostalim zaposlenicima i razumijevanjem pretpostavljenih. Nagrađivanje zaposlenika regulisano je posebnim aktima, čije se odredbe uglavnom poštuju. Plaćanja su neprikosnoveno vezana za stručnu spremu i radno mjesto. Potrebno je da menadžment ustanove razmotri mogućnosti bržeg napredovanja zaposlenika na bazi njihovih stručnih kvalifikacija i sposobnosti. To svakako zahtijeva poseban angažman zaposlenika, jer je karijera prije svega individualna stvar. Menadžment bi mogao razmotriti mogućnosti jačanja organizacijske kulture i klime, kako bi se popravili prvenstveno međuljudski odnosi, a time ujedno i odnosi između nadređenih i podređenih. Lideri nisu heroji, oni su ljudi, kao i svi drugi.

4.4. Statistička analiza

Obrada podataka, odnosno deskriptivna statistika i t-test dobiveni su uz pomoć softverskog paketa za statističku obradu kvantitativnih i kvalitativnih podataka društvenih istraživanja – SPSS (engl. Statistical Package for the Social Sciences). Podaci su uneseni u program za statističku obradu podataka SPSS i obrađeni su u modulu deskriptivne statistike.

Radi sagledavanja prirode podataka sakupljenih na osnovu anketnog upitnika i strukture pojedinih odgovora u Tabeli 1 Priloga data je deskriptivna statistika koja sadrži podatke o minimumu, maksimumu, srednjoj vrijednosti, standardnoj devijaciji i varijansi. Nakon toga u Prilogu je data Tabela 2 koja prezentira učestalost pojedinih odgovora po pitanjima.

U obradi podataka korišten je t-test.

Opisna statistika data je u Tabeli 3 Priloga, u kojoj se nalaze broj ispitanika (N=68), srednja vrijednost odgovora na svako pitanje (Mean), te odgovarajuće vrijednosti standardne devijacije (Std. Deviation) i standardne srednje greške (Std. Error Mean). Standardna

devijacija i standardna srednja greška predstavljaju mjeru odstupanja odgovora svih ispitanika u odnosu na srednju vrijednost za posmatrano pitanje.

U One-Sample Test tabelama 4-8 dati su prikazi t-testa. Prva kolona (t) daje vrijednost t statistike za svako pitanje. Vrijednost t-testa se računa kao odnos srednje razlike (Mean Difference) sa standardnom greškom srednje vrijednosti posmatranog pitanja. Druga kolona (df) predstavlja broj stepeni slobode. U ovom slučaju taj broj je jednak broju ispitanika minus jedan (67). Kolona (Sig. 2-tailed) predstavlja vjerovatnoću da apsolutna vrijednost razlike između srednje vrijednosti odgovora za posmatrano pitanje, te hipotetičke vrijednosti (testna vrijednost) koju smo uzeli za ispitivanje, bude veća ili jednaka od T-statistike (prva kolona). Vrijednost ove vjerovatnoće se proračunava preko T-raspodjele. Kolona (Mean Difference) predstavlja srednju vrijednost razlike između srednje vrijednosti odgovora za posmatrano pitanje i testne vrijednosti (u ovom slučaju 1,2,3,4 i 5).

Kolona (95% Confidence Interval of the Difference) daje procjenjene granice, tako da stvarna vrijednost srednje razlike (Mean Difference) upada u taj interval sa vjerovatnoćom 0,95.

Kako odgovori na pitanja 1-12 u Tabeli 4 Priloga imaju intervale povjerenja iznad vrijednosti 0,0 (i donja granica je veća od nula), to su odgovori na pitanja svih zaposlenika značajno širi od testne vrijednosti (1), odnosno, stvarna vrijednost odgovora svih ispitanika za posmatrano pitanje je zasigurno iznad posmatrane testne vrijednosti (1).

Kako odgovori na pitanja 1-12 u Tabeli 5 Priloga imaju intervale povjerenja iznad vrijednosti 0,0 (i donja granica je veća od nula), to su odgovori na pitanja svih zaposlenika značajno širi od testne vrijednosti (2), odnosno, stvarna vrijednost odgovora svih zaposlenika za posmatrano pitanje je zasigurno iznad posmatrane testne vrijednosti (2).

Kako odgovori na pitanja 3, 5 i 8 u Tabeli 6 Priloga imaju intervale povjerenja iznad vrijednosti 0,0 (i donja granica je veća od nula), to su odgovori na pitanja svih zaposlenika značajno širi od testne vrijednosti (3), odnosno, stvarna vrijednost odgovora svih zaposlenika za posmatrano pitanje je zasigurno iznad posmatrane testne vrijednosti (3). Takođe, pitanja 1, 2, 4, 6, 7, 9-12 imaju intervale povjerenja ispod vrijednosti 0,0 (i gornja granica je manja od nula), to odgovori na ova pitanja svih zaposlenika su značajno ispod testne vrijednosti (3).

Kako odgovori na pitanja 1-12 u Tabeli 7 Priloga imaju intervale povjerenja ispod vrijednosti 0,0 (i donja granica je veća od nula), to su odgovori na pitanja svih zaposlenika značajno širi od testne vrijednosti (4), odnosno, stvarna vrijednost odgovora svih zaposlenika za posmatrano pitanje je zasigurno ispod posmatrane testne vrijednosti (4).

Kako odgovori na pitanja 1-12 u Tabeli 8 Priloga imaju intervale povjerenja ispod vrijednosti 0,0 (i donja granica je manja od nula), to su odgovori na pitanja svih zaposlenika značajno širi od testne vrijednosti (5), odnosno, stvarna vrijednost odgovora svih zaposlenika za posmatrano pitanje je zasigurno ispod posmatrane testne vrijednosti (5).

Pokušajmo sada izvući općenitu informaciju vezanu za uticaj stila upravljanja na motivaciju zaposlenika. Pretpostavimo da svako od datih pitanja daje određenu količinu ove informacije sa odgovarajućim težinskim koeficijentom w_i , $i = 1..12$. Ako neko pitanje manje utiče od nekog drugog na generalni zaključak, tada će odgovarajući koeficijent da će i odgovarajući težinski koeficijent biti manji. Jedan od načina dobijanja mjere o uticaju stila upravljanja na motivaciju zaposlenika je svakako srednja vrijednost svih postavljenih pitanja uzetih sa odgovarajućim težinskim faktorom. Ova srednja vrijednost se može proračunati preko relacije:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i \mu_i,$$

pri čemu je: N broj pitanja, w_i težinski faktori i μ_i srednje vrijednosti odgovarajućih pitanja.

Pretpostavimo da sva pitanja jednako utiču na informaciju vezanu za uticaj stila upravljanja na motivaciju zaposlenika. U tom slučaju imamo:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mu_i .$$

Odgovarajući T- test je prikazan u Tabelama 9-13 Priloga (Value = 1,2,3,4,5). Iz ovih tabela se vidi da se srednja vrijednost svih odgovora (stepen motivisanosti stilom upravljanja) znatno razlikuje od vrijednosti 1, 2, 4 i 5, jer im intervali povjerenja (95%) ne obuhvataju tačku 0,0. Na osnovu odgovora zaposlenika može se izvesti zaključak da uticaj stila upravljanja nije jednak 1, 2, 4 i 5.

Datom analizom smo došli do zaključka da je mišljenje zaposlenika, kao relevantnih čimbenika u ocjenjivanju uticaja stila upravljanja na motivaciju, osrednje (najbliže broju 3).

Pitanje broj 13 ima u ponudi specifične odgovore, zbog čega je izdvojeno iz ukupne t-test analize. Na osnovu frekvencije ponuđenih odgovora date u Tabeli 15 Priloga može se zaključiti da je najznačajniji faktor motivacije u ovoj javnoj ustanovi veća plaća.

4.5. Zaključak

Na osnovu rezultata prezentiranog istraživanja o stavovima uticaju stila upravljanja na motivaciju zaposlenika provedenom na 68 ispitanika javne ustanove može se zaključiti da stil upravljanja prilično utiče na motivaciju zaposlenika.

Stavovi ispitanika ukazuju na to da stil upravljanja ostavlja bitan trag na njihov svakodnevni rad i ambijent u kojem se nalaze. Lična odgovornost i učestvovanje u odlučivanju značajan su regulator odnosa među zaposlenicima, jer su oni obavezujućeg karaktera i neprikosnoveni za ostvarivanje općih ciljeva ustanove. Da bi to ostvarili na najbolji način moraju biti sposobni, što svakako zavisi od ličnog razvoja zaposlenika.

Interakcija lidera, zaposlenika i zahtjeva okoline je preliminarni uslov za uspješno funkcionisanje ustanove. Zaposlenici su jedini u direktnom kontaktu sa korisnicima usluga ustanove. Od njihovog kvaliteta rada, stručnosti, spremnosti da detektuju probleme u komunikaciji sa okruženjem, stepena učešća u odlučivanju, ozbiljnosti prema radnim zadacima indirektno zavisi poslovanje ustanove. Jačajući snage ljudi kojima upravlja, lider jača i sebe. Stoga njegova svijest mora ići u smjeru povećavanja kompetentnosti zaposlenika, kako bi i kompetentnost lidera bila na višem nivou. Adekvatno ophođenje sa zaposlenicima zasigurno će uroditi plodom, bez obzira o kakvoj sredini je riječ.

Zaposlenici moraju steći utisak o svojoj važnosti u ustanovi, kao što i lider mora znati da on bez zaposlenika ne može ostvarivati ciljeve. Osnovni cilj kojem se treba težiti jeste povećanje kvaliteta odnosa među svim saradnicima i kreiranje povoljnog radnog ambijenta. S jedne strane treba uviđati posebna zalaganja u radu i adekvatno ih vrednovati, dok s druge strane treba sankcionisati sve propuste u radu. Redovnom evaluacijom rada zaposlenika treba provjeravati njihov rad, nagrađivati i sankcionisati prema zaslugama. Očekivanja zaposlenika od organizacije moraju biti poznata liderima, jer su oni prva stepenica ka napredovanju u karijeri. Posljedica napretka u karijeri uglavnom su materijalne kompenzacije, koje bi vodile ka povećanju stepena motivisanosti zaposlenika.

Ambijent u kojem rade daleko je ispod prosječnog, no oskudica¹¹ koja vlada jednostavno ne dozvoljava zaposlenicima da razmišljaju o promjenama. Promjene po pravilu nikada ne idu bez otpora, ali one su diktirane uslovima iz okruženja i organizacije moraju postati svjesne njihove brzine i nužnosti. Menadžment ove ustanove mora shvatiti da su promjene imperativ za dalji uspješan rad, mora početi respektovati mladi kadar i, ako ništa, saslušati njihove ideje. Za početak mora bar imati svijest o tome da možda ne razmišlja i ne djeluje u duhu nadolazećih promjena. Ovakva spoznaja bila bi idealan početak za promjene.

Premda je istraživanje izuzetno skromno, smatram da može poslužiti kao dobra osnova za donošenje inicijalnih odluka za promjene i dati ključne smjernice za dalja detaljnija istraživanja.

¹¹ "...oskudica ideja gora od neimaštine same po sebi"

5. ZAKLJUČAK

U doba savremenih svjetskih trendova optimalna upravljačka snaga mora imati psihološka i društvena znanja. Od posebne je važnosti da upravljačka struktura dobro poznaje nivo motivisanosti i zadovoljstva zaposlenika na svakom radnom mjestu, te koja su njihova očekivanja u pogledu radnog mjesta, kako bi primjenom adekvatnih modela mogli uticati na poboljšanje radne učinkovitosti, a time ujedno i ostvarenje ciljeva organizacije.

Svaki zaposlenik ima potrebu za ljudskim samopoštovanjem, dostojanstvom radne aktivnosti i samoodlučivanjem. Stoga je neophodno da se sistem vrijednosti poimanja zaposlenika ne razlikuje bitno od pimanja vrijednosti sredine, kako bi rad mogao biti uspješan. Uspješan je u radu samo onaj čovjek, koji radi posao koji zna i želi raditi, a svjestan je da je njegov rad cijenjen. Kako bi zaposlenik imao želju za radom, on mora biti motivisan da čini ono što od njega drugi traže. Ukoliko lider nema neophodne karakteristike, kako kao čovjek, tako i kao stručnjak u svom poslu, pitanje motivacije počinje da bude veliki problem.

Samo kompetentni lideri imaju ideje, definišu probleme, objašnjavaju ih, primaju sugestije, uvjeravaju i mole za pomoć podređenih kada je to potrebno. Komunikacija i saradnja sa podređenim izvor je novih ubjeđenja, vjerovanja, stavova, osjećaja, znanja, spoznaja i dojmova. Oni moraju biti nosioci promjena, jer će samo tako postati lider koga svako mora da prati.

LITERATURA

1. Aziz Šunje: Top-menadžer vizionar i strateg, Tirada Sarajevo, 2002.,
2. Bahtijarevic-Šiber, F.: Menadžment ljudskih potencijala, Golden marketing, Zagreb, 1999.,
3. Hentze, J./ Brose, P.: Personalführungslehre – Grundlagen, Führungsstile, Funktionen und Theorien der Führung, 2., überarbeitete Auflage, Bern/Stuttgart: Haupt, 1990.,
4. Herzberg, F./Mausner, B./ Snyderman, B.: The motivation to work, Second edition, New York/London: Chapman&Hall, 1959.,
5. Kotler Philip & Kevin Lane Keller: Upravljanje marketingom, Mate, Zagreb, 2008., prevod,
6. Ljuboslav Matasović: Priručnik za uspješno rukovođenje, Informator Zagreb, 1990.,
7. Mehmed Dedić, Bahrija Umihanić: Osnove menadžmenta i preduzetništva, Ekonomski institut d.d. Tuzla, 2004.,
8. Staehle, W.: Management: Eine verhaltenswissenschaftliche Perspektive, 8. Auflage, überarbeitet von Conrad, P./Sydow, J., München: Vahlen, 1999.,
9. Torrington Derek, Hall Laura, Taylor Stephen: Menadžment ljudskih resursa, Data Status, Beograd, 2005., prevod,
10. Weinert, A.: Lehrbuch der Organisationspsychologie – Menschliches Verhalten in Organisationen, München/Wien/Baltimore: Urban&Schwarzenberg, 1981.,
11. Aziz Šunje i Elvir Čizmić: Transformacija menadžmenta za novi milenij, Poreski savjetnik, Revicon, Sarajevo, mart 2006.,
12. Aziz Šunje i Elvir Čizmić: Šta čini lidera, Poreski savjetnik, Revicon, Sarajevo, januar 2007.,
13. Hofmann, D.: Unternehmensführung. Studienbrief 1: Grundlagen der Unternehmensführung, Studienbrief der Hamburger Fern-Hochschule, 1997.,
14. Radenka Grgić: Važno je biti privlačan za konkurente, Poreski savjetnik, Revicon, mart 2006.,
15. Aleksandar Erceg: Kvaliteta radnog života i učinkovitost kompanija, aleksandar.erceg@saponia.hr

GREŠKE U MATERIJALIMA PRENOSNIH MEHANIZAMA I NJIHOVE POSLJEDICE ZA SIGURNOST VOZILA I UČESNIKA U SAOBRAĆAJU

MATERIJAL DEFECTS OF TRANSMISSION MECHANISM AND THEIR CONSEQUENCES FOR SAFETY IN VEHICLES AND PARTICIPANTS IN TRAFFIC

Anel Baručija, Šefko Bilić, Dr. Nađija Haračić
Mašinski fakultet
Zenica

REZIME

Ovaj seminarski rad sadrži osnovne informacije o uzrocima grešaka u materijalima, kao i mjere koje je potrebno poduzeti da bi se te greške spriječile. Greške u materijalima mogu nastati na različite načine, najčešće nepoštivanjem propisanih standarda i propisa pri procesu obrade, zatim nepravilnim odabirom materijala ili usljed neodgovarajućeg hemijskog sastava obrađivanih komada.

Takođe, smatramo da je ljudski faktor jako bitan, što je i glavni razlog zašto je napisan ovaj seminarski rad.

Ključne riječi: greške, materijali, termička obrada, pukotine

SUMMARY

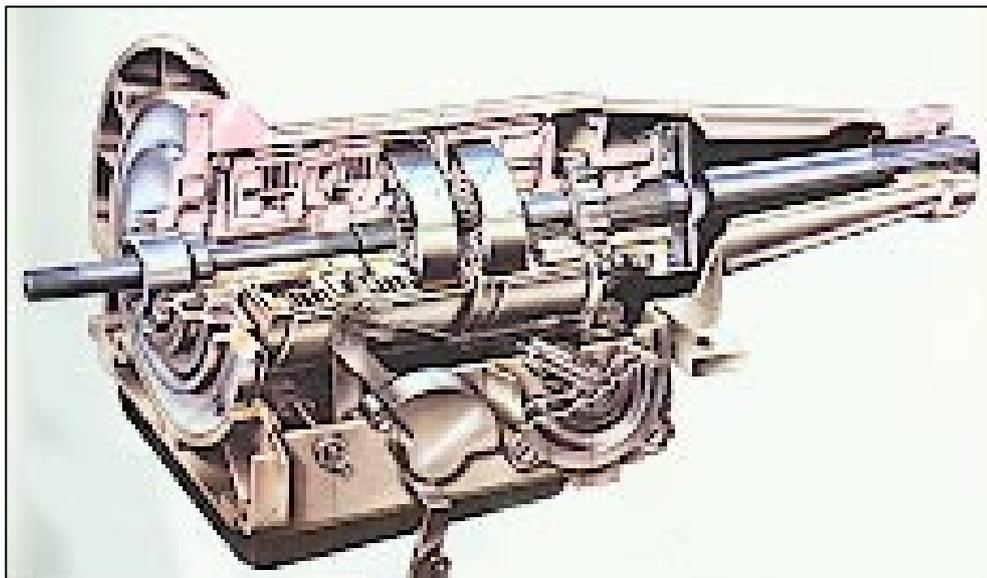
This seminar includes basic information about the causes of defects in materials, as well as measures to be taken to prevent these errors. Errors may appear in different ways, usually by invading prescribed standards and regulations in processing, improper selection of materials, or due to defects in chemical composition of the processed pieces. Also, we believe that the human factor is very important, which is the main reason why is written this seminar.

Key words: defects, materials, thermal processing, fissures

1. UVOD

Svaki konstrukcioni dio treba da zadovolji posebne zahtjeve koji u osnovi zavise od dobrog usaglašavanja konstrukcije, prerađivanog materijala i postupaka prerade. Maksimalna produktivnost i iskorištenje konstrukcijskih dijelova mogu se postići jedino upotrebom odgovarajućih materijala. U svakodnevnoj praksi često dolazi do različitih lomova koji, pored toga što redovito izazivaju ekonomske gubitke, mogu čak ugroziti i ljudske živote.

U ovom radu su prikazane moguće greške u materijalima koje mogu nastati na različite načine: usljed zamora materijala, zbog nepoštivanja parametara procesa obrade određenog komada, zbog neodgovarajućeg hemijskog sastava komada i dr.



Slika 1 . Izgled mjenjača u automobilu

2. GREŠKE OD LIVENJA

Livenje je postupak koji se sastoji u tome da se metal ili legura u tečnom stanju ulije u kalup, u kome hlađenjem očvrstnu dobijajući oblik kalupa. Prema načinu livenja razlikuju se: obični postupci livenja i specijalni postupci livenja (kokile, centrifugalno livenje, livenje pod pritiskom itd.). Najvažnije osobine metala i legura koje dolaze do izražaja pri livenju jesu stepen livkosti i skupljanje pri hlađenju. Naročito dobru livkost ima sivo liveno gvožđe, cink, kalaj i olovo, kao i većina legura obojnih metala. Slabije se lije čelik, aluminijum i bakar. Skupljanje rastopljenog materijala pri hlađenju znatno je kod mnogih metala i legura. Zato su kalupi za livenje uvijek za onoliko veći za koliko se dotični materijal skuplja pri hlađenju: za sivo livničko gvožđe 1%; bijelo livničko gvožđe do 2,5%; čelik 2%; bronza i mesing 1,5%; legure lakih metala 1,25%



Slika 2. Unutrašnjost jedne livnice



Slika 3. Livenje čelika u kokile

Pri livenju mogu nastati greške koje obuhvataju deformisanje odlivka, pukotine i šupljine, rastresitost i poroznost odlivka, slojevitost i dr. Greške se mogu izbjeći odgovarajućim mjerama, kao što su: dobrom izradom kalupa, optimalnim načinom hlađenja odlivka itd. U cilju izbjegavanja pojave šupljina usljed mjehurića u odlivku, naročito pri livenju čelika, livenje se izvodi u tzv. produženim kalupima, da bi se šupljine zadržale u ovom dijelu kalupa, koji se nakon hlađenja odlivka odreže.



Sl.4. Mikroporoznost u livenoj Ni- superleguri



SL.5. Pukotine duž dendrita, livena Ni-lopatica

3. GREŠKE OD TERMIČKE OBRADJE

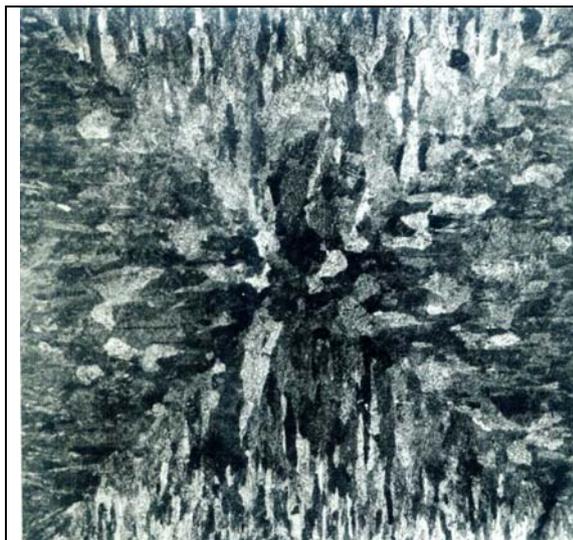
Termička obrada se često sastoji iz više različitih faza, koje uglavnom dovode do promjena oblika i dimenzija. Mnoge od ovih faza mogu imati odlučujući uticaj i na postizanje zahtijevanih osobina, pa zbog toga nepoštivanje standardizovanih i nestandardizovanih propisa u procesu termičke obrade, dovodi do pojave grešaka. Postoji više načina sistematizacije i klasifikacije grešaka u procesu termičke obrade, kao na primjer:

- prema vrstama i karakterističnim tipovima grešaka,
- po mjestu pojavljivanja i otkrivanja grešaka,
- po uzročnicima i izvoru grešaka,
- prema posljedicama,
- prema krivicama,
- prema postupcima termičke obrade,
- u odnosu na vrste tretiranih materijala.

3.1. Uzroci grešaka prije termičke obrade

Jedna od najvećih grešaka koja se pojavljuje u termičkoj obradi je neodgovarajući ili potpuno pogrešan izbor vrste čelika. Nepravilno odabran čelik, nakon provedenog postupka termičke obrade, najčešće ne postiže tražene osobine. Može se desiti da se, iako se pravilno odabere vrsta čelika, procesu termičke obrade podvrgne dio koji je izrađen od čelika koji ima pogrešan hemijski sastav. Ova pogreška nastupa usljed odstupanja od propisanih granica hemijskog sastava (BAS EN 10027-1,2) ili zamjenom čelika. Za kvalitet termički tretiranog komada, veliku važnost ima izvedba konstrukcije.

Greške nastale tokom livenja u čeličanama i livnicama ukoliko nisu otklonjene, mogu također uticati na kvalitet termičke obrade tretiranog komada. Npr. Pahuljice vodika, uključci, segregacije, lunkeri, pukotine i sl. Utiču na kvalitet termički tretiranog komada. Također, greške koje su nastale u toku prethodne plastične prerade mogu znatno utjecati na kvalitet termičke obrade. Neke od grešaka nastale u toku tople plastične prerade i koje utiču na pravilnost procesa termičke obrade su: grubo zrno, trakavost strukture, nepravilnost oblika (uvijenost, iskrivljenost, nepravilan presjek) i dr.



Sl.6. Livena , stubasta struktura



Sl.7. Pukotina u bloku- posljedica strukture sa sl.6.

3.2. Greške iz procesa termičke obrade

Uzrok mnogih grešaka i loših rezultata u termičkoj obradi jeste nedefinirani tehnološki postupak. Naime, tehnološki postupak treba da zadovoljava uslove koji su postavljeni i koji su prvenstveno u vezi sa karakteristikama čelika, dimenzijama i oblikom komada. Pored toga, potrebno je uzeti u obzir mogućnosti i stanje opreme za izvođenje tehnološkog procesa termičke obrade.

Greške pri zagrijavanju i austenitizaciji - proces termičke obrade se uglavnom sastoji od zagrijavanja, držanja na temperaturi i hlađenja. U toku ova tri stadija moguće je proizvesti niz nepravilnosti koje mogu dovesti do grešaka. Vrijeme je takođe važan faktor, ako se posmatra veličina komada, toplotna provodljivost materijala, stvaranje odgora, razugličenje i ostale pojave koje zavise od atmosfere u peći. Usled nepravilnog zagrijavanja u procesu termičke obrade dolazi do pojave unutrašnjih naprezanja koja prouzrokuju pukotine i lomove. Kod prebrzog zagrijavanja, kao posljedica velikih temperaturnih razlika po presjeku komada (jezgro komada nije dovoljno zagrijano i nije plastično) može doći do pojave unutrašnjih pukotina. Brzo zagrijavanje je naročito opasno kod čelika sa malim koeficijentom toplotne provodljivosti i velikim koeficijentom izduženja. U toku izvođenja procesa termičke obrade veoma česta pojava je nedovoljno zagrijavanje. Uzrok tome je preniska temperatura ili prekratko vrijeme postupka. Ova greška ima najveći uticaj u procesu austenitizacije za kaljenje. Ukoliko ne dođe do postizanja austenitne strukture pri kaljenju se ne obezbjeđuje dovoljna količina tvrde martenzitne strukture. Ukoliko se vrši progrijavanje na suviše visokoj temperaturi dolazi do ogrubljenja zrna. Jedini način sprečavanja grešaka nastalih pregrijavanjem je pravilan izbor parametara zagrijavanja i poštivanje tehnoloških propisa.

Greške pri hlađenju - nakon progrijavanja komada slijedi hlađenje koje se izvodi u različitim sredstvima sa različitim karakteristikama. Većina grešaka pri hlađenju prouzrokovana je neodgovarajućom brzinom hlađenja. Na brzinu hlađenja utiče rashladno sredstvo, veličina i oblik komada te način hlađenja i koeficijent toplotne provodljivosti tretiranog komada. Suviše velika brzina hlađenja pri kaljenju uzrokuje nastanak pukotina zbog toga što se unutrašnja naprezanja povećavaju preko određene granice. Pukotine nastale zbog naprezanja usljed brzog hlađenja pojavljuju se u toku hlađenja ili nakon nekog vremena na temperaturi okoline. Da bi se izbjegla ili umanjila pojava grešaka usljed neodgovarajućeg hlađenja, neke od mjera zaštite su izbjegavanje oštre promjene presjeka i oštih rubova, zarezova i drugih mjesta na

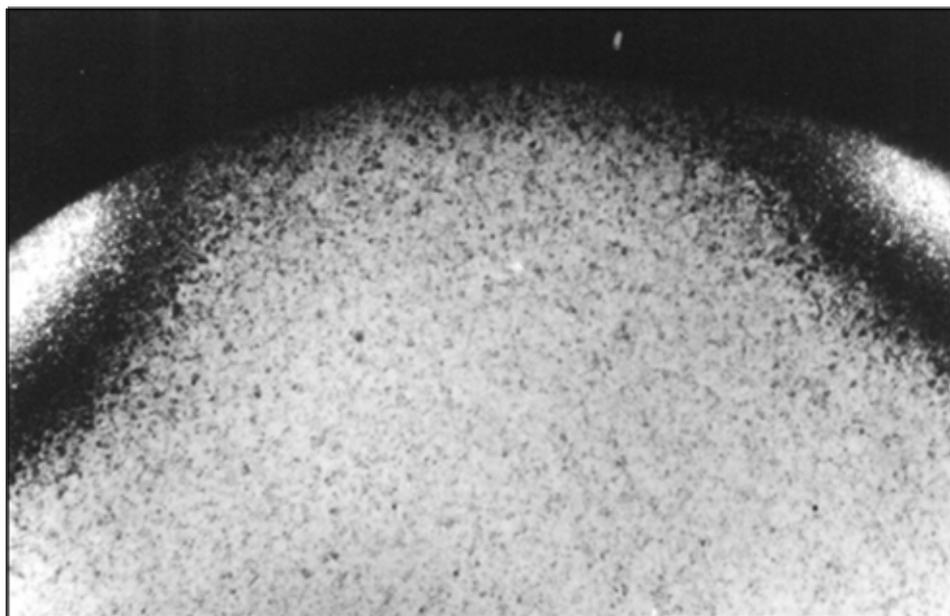
kojima je moguća pojava koncentracije naprezanja; obezbjeđivanje pravilnog uronjavanja komada u sredstvo za hlađenje, te izvođenje popuštanja odmah poslije kaljenja i dr.

Greške na površini komada - oksidirajuća ili reducirajuća atmosfera u peći prouzrokuje promjene na površini koje odlučujuće utiču na kvalitet tretiranog komada. Naime, za vrijeme zagrijavanja i držanja komada na određenoj temperaturi, pod uticajem atmosfere u peći može doći do naugljčenja, razugljčenja i oksidacije površine. Ove pojave bitno mijenjaju tvrdoću i mehaničke karakteristike. Kod razugljčenog sloja mehaničke osobine u površinskom sloju se znatno smanjuju. Pored mehaničkih osobina i tvrdoće, razugljčenje površine dovodi i do smanjenja otpornosti na habanje kao i dinamičke čvrstoće. Razugljčeni sloj ima višu temperaturu martenzitnog preobražaja te u tom sloju nastaje martenzit prije nego u unutrašnjosti komada. Kada se martenzit formira u unutrašnjosti, tada može doći do visokog naprezanja između vanjskih i unutrašnjih dijelova tretiranog komada, što u nekim slučajevima dovodi do pucanja tvrdog površinskog sloja. U toku zagrijavanja i držanja na određenoj temperaturi čelik je izložen štetnom utjecaju atmosfere u peći. Oksidirajuća atmosfera u peći dovodi do toga da ugljik iz površinskih slojeva čelika gradi hemijske spojeve. Intenzivno razugljčenje može dovesti do potpune oksidacije površine i do formiranja okidne kore. Razugljčenje i oksidaciju moguće je smanjiti odgovarajućim zaštitnim mjerama od kojih se najčešće primjenjuje zagrijavanje u zaštitnoj atmosferi i kaljenje u sonim kupkama.

Greške u strukturi - pri procesu žarenja često dolazi do pojavljivanja neodgovarajuće mikrostrukture. Kao greške u mikrostrukturi kod npr. niskolegiranih Cr-čelika smatraju se: pojava lamelnog perlita, neravnomjerni i krupnozrni perlit i karbidna mreža. Karbidna (cementitna) mreža u žarenom čeliku posljedica je laganog hlađenja sa visoke temperature austenitizacije (iznad A_{cm}). Prekomjerni sadržaj zaostalog austenita u čeliku nakon kaljenja uzrokuje deformacije i nepostizanje zahtjevane tvrdoće.

Volumske promjene, deformacije i naprezanja pri kaljenju - pri kaljenju niskougličnih čelika sa 0,2 da 0,3 % C volumen se povećava za 0,3 da 0,4 %, a kod visokougličnih alatnih čelika sa 1,2 do 1,4 % C, povećanje volumena iznosi oko 2 %. Dakle, što je veći sadržaj ugljika u čeliku to su veće volumske promjene kod kaljenja. Povećanje volumena je neravnomjerno u različitim pravcima. Deformacije kod kaljenja nastaju zbog brzog zagrijavanja pri austenitizaciji ili zbog neravnomjernog hlađenja u sredstvu za kaljenje. Da bi se smanjile ili eliminirale deformacije, potrebno je da se zagrijavanje izvrši po mogućnosti lagano i ravnomjerno sa više stepena progrijavanja. Zagrijavanje i hlađenje se ne smije vršiti samo sa jedne strane. Pri izvođenju kaljenja javljaju se visoka naprezanja zbog brzog hlađenja.

Greške kod cementiranja, nitriranja i karboniranja - karakteristika svih postupaka nitriranja je relativno niska temperatura izvođenja (500-750°C). Kod gotovih dijelova ne dozvoljava se nikakvo razugljčenje i stvaranje na površini feritne strukture. Najčešće greške kod nitriranja su: poroznost zone spojeva koja je uzrokovana najčešće pre niskom temperaturom nitriranja; suviše dugo vrijeme nitriranja također uzrokuje poroznost zone spojeva i pogoršava otpornost na habanje; crna obloga koja nastaje zbog hlađenja debljih komada na zraku i raspadanja soli na vrućoj površini.



Slika 10. Prekid u cementiranom sloju čelika 20CrMo5 – mekano mjesto

Greške kod površinskog kaljenja - karakteristika ovog postupka je upotreba čelika koji sadrži dovoljno ugljika, pošto se kali samo uska zona koja se zagrijava na temperaturu kaljenja. Radi toga se izboru čelika i obliku dijela posvećuje izuzetna pažnja. Kod svijetlo, vučenih materijala potrebno je obratiti pažnju na prisutno razugljichenje. Kod čelika koji sadrže nečistoće u vidu traka pri provođenju tehnologije površinskog kaljenja pojavljuju se sitne, nekoliko milimetara duge pukotine. Za veću dubinu kaljenja koriste se legirani čelici zbog njihove bolje prokaljivosti. Da bi se relativno tanak površinski sloj ravnomjerno kalio, potrebno ga je velikom brzinom zagrijavanja prevesti u austenitno stanje. Temperature austenitizacije često se prekoračuju što dovodi do ogrubljenja zrna a time i do pojave osjetljivosti čelika na kaljenje usljed čega se mogu javiti pukotine. Također, prisutne su pojave vitoperenja i krivljenja kod jednostranog kaljenja dijelova. Da bi se ovakva pojava izbjegla, komad se istovremeno kali i na drugoj strani ili se prije kaljenja namjerno iskrivi na suprotnu stranu. Mogućnost pojave grešaka je to manja što je ravnomjerniji presjek komada.

Posljedice nepravilno odabranog materijala - na proizvodima mogu nastati mnogobrojni primjeri grešaka zbog nepravilnog izbora materijala, ili načina prerade, ili neodgovarajuće kontrole varijabli procesa. Smatra se da neki dio ili proizvod ima greške kada:

- prestane raditi (puknuta osovina, zupčanik, vijak, kabl ili turbinska lopatica)
- ne radi pravilno ili funkcionira unutar specifičnih granica (izlizani ležajevi, zupčanici, alati i matrice)
- postanu nepouzdana ili beskorisna za dalju upotrebu (pokidani kabl u vitlu, pukotina u osovini, slabo spajanje kod štampanih položica, ili ljuštenje ojačanih plastičnih djelova).

Na slikama prikazanim dolje prikazani su tipovi grešaka na djelovima ili proizvodima koji nastaju kao posljedica slabog projektovanja, nepravilno odabranog materijala, grešaka u materijalu, grešaka koje su se pojavile prilikom obrade, nepravilnog spajanja komponenti i nepravilnom primjenom proizvoda.

4. PRIMJER - TRAGEDIJA ENE BEGOVIĆ

SPLIT, 15. kolovoza - Glasovita hrvatska glumica Ena Begović (40) tragično je stradala u utorak u 13.40 sati u Splitskoj, mjestu pokraj Supetra na otoku Braču, u teškoj prometnoj

nesreći. Ena Begović bila je u džipu zagrebačke registracije »grand cherokee« registarskih oznaka 774-VK sa svojim suprugom Josipom Radeljakom Dikanom (57) iz Splita i svojom majkom Terezom Begović (65).

Prema dokumentaciji koja je stigla iz SAD-a, Radeljakov džip, kojeg je kobnog dana vozio njegov sin Leo, spada u seriju vozila koje je proizvođač povukao iz upotrebe zbog prevelikog broja nesreća uzrokovanih upravo zbog nekontroliranog prebacivanja ručice mjenjača.

Leo Radeljak podignuo je ručnu kočnicu, ostavio automatski mjenjač vozila u položaju R (za vožnju unatrag) i krenuo van kako bi zamijenio mjesto s ocem, ali vozilo se počelo kretati unatrag. Uplašena Ena Begović, u strahu za svoju tek rođenu kćer Lanu, pokušala je izaći iz vozila, ali je ono palo na nju i zadalo joj ozljede nakon kojih je ubrzo preminula. Za život njihove kćeri Lane liječnici su se nekoliko dana borili, i ona je, na sreću, preživjela.

Hrvatski dnevni tisak prenio je vijest da je u SAD-u radi dorade mjenjača povučeno dva milijuna jeepova nakon što je utvrđena greška u automatskom mjenjaču. Međutim, na američkom tržištu još nije započela ugradnja novog elementa osiguranja, što znači da se ne radi o grešci. Kako je Radeljakov "grand cherokee jeep" proizveden 1993. u njemu je isti tip automatskog mjenjača kao i u spomenutim američkim vozilima, pa je uoči dvogodišnjice tragične smrti svoje supruge angažirao američke odvjetnike iz ureda "Sommers, Schwartz, Silver & Schwartz" sa sjedištem na adresi 2000 Town Center Suite 900 u Southfieldu u američkoj saveznoj državi Michigan. Odvjetnici su hrvatskim novinarima neslužbeno dali podatak da je u SAD-u bilo 865 prigovora vlasnika na te mjenjače, te 359 nesreća u kojima je pet osoba poginulo, a 184 su ozlijeđene.



5. ZAKLJUČCI

Ovaj rad omogućava upoznavanje sa greškama mikrostrukture čelika za prenosne mehanizme (uglavnom, zupčanike mjenjača) i onim karakteristikama mikrostrukture ovih konstrukcionih čelika, koje određuju njihove mehaničke osobine, a koje su uglavnom nepoznate mnogobrojnim dizajnerima, proizvođačima i korisnicima npr. cementiranih zupčanika. Rad je takođe, namijenjen svima onima koji se na indirektan ili direktan način susreću sa problemima vezanim za mikrostrukturu čelika.

U momentu kada sjedaju za upravljač, svi vozači motornih vozila bilo koje vrste trebalo bi da se prisjete "najljepših" fotografija iz ovoga rada. Fenomeni prikazani na njima mogu imati katastrofalne posljedice pri svakoj njihovoj vožnji, pa čak ugroziti i njihove živote.

6. LITERATURA

- [1] Hadžipašić A.: Termička obrada metalnih materijala, Dom štampe, Zenica 2006.
- [2] Tifunović B.: Poznavanje čelika, Tehnička knjiga, NOVINSKO-IZDAVAČKO PREDUZEĆE, Beograd 1957.
- [3] Oruč M., Sunulahpašić R.: Savremeni metalni materijali, Zenica 2005.
- [4] Haračić N.: Cementacija čelika za zupčanike mjenjača, Zenica 2003.
- [5] Haračić N.: Inženjerski metalni i nemetalni materijali, Zenica 2005.
- [6] www.google.com/slike/zupcanici mjenjača

PLAZMA

Čeliković Nedim , Brljak Asmir, Dr.Nadija Haračić
Univerzitet u Zenici
Mašinski fakultet

REZIME:

U radu se govori o Plazmi,nastanku plazme i njenom korištenju,osnovnim teoretskim postavkama o plazmi,važnosti plazme i laserskoj plazmi.

Ključne riječi: plazma, laseri

UVOD

1.1. Plazma – osnovni oblik materije u svemiru

Plazma je najrasprostranjeniji oblik vidljive materije u svemiru koji se sastoji od nezavisno gibajućih, električki nabijenih sastavnica atoma, elektrona i iona. Gibajući se, te nabijene čestice proizvode električna i magnetska polja koja u povratu utječu na ponašanje plazme.. Tim riječima počinje izvještaj američkog nacionalnog istraživačkog vijeća (NRC) o stanju, dosezima i predviđanjima istraživanja u području fizike i tehnike plazme koji se priprema svakih desetak godina od strane grupe vodećih eksperata. Plazma je visoko ionizirani plin u kojem je naboj elektrona uravnotežen s nabojem pozitivnih iona, tako da je sustav u cjelini električno neutralan. Temperatura plazme može dosegnuti i 10 000 °C do 15 000 °C.

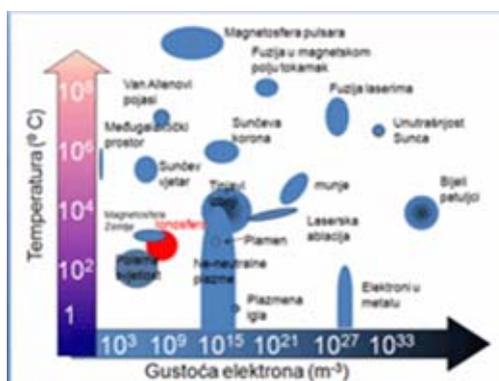
1.2 Osnovne teoretske postavke o plazmi

Sredinom 19-tog stoljeća češki fiziolog Jan Evangelista Purkinje (1787-1869) upotrijebio je grčku riječ „plazma“ (formed, moldable substance, jelly) kako bi opisao prozirnu tekućinu koja preostane nakon što se iz krvi uklone sve čestice. Pedesetak godina kasnije, (1927.) američki znanstvenik Irving Langmuir (1881.-1957.), (lang´myoor') je predložio da se elektroni, ioni i neutralne čestice u ioniziranom plinu, mogu na sličan način smatrati „krvnim česticama“ u nekakvom tekućem mediju. Pokazalo se kasnije da takav medij ne postoji, no termin plazma je ostao, kao i zbunjujuće nazivlje, plazma u fizikalnom smislu i krvna plazma pojam koji puno češće čujemo u svakodnevnom životu. Prema Wikipediji prvi je plazmu opisao na znanstveni način Sir William Crookes (1832.-1919.) godine 1879. nazvavši je "materijom koja zrači". No i daleko ranije grčki filozof Empedoklo prepoznao je postojanje četiri "elementa", oblika materije: zrak, voda, zemlja i vatra. Danas, iako su blagodati svakodnevnog života neodvojive od plazme, postoji još uvijek potreba za stalnim jačanjem svijesti o plazmi, za razumijevanjem znanosti plazme i tehnoloških primjena plazme. Jer nekako plazma nam nije očigledna kao zrak (plin), voda (tekućine), i zemlja (krute tvari). Plazma je stanje materije koje nije pogodno za život kakav poznajemo. Nas i nama prihvatljivi okoliš čine krutine i tekućine uronjene u plin. Zato nam plazma i nije toliko bliska. No i to se polako mijenja, stalnim boravkom ljudi u ionosferi unutar Međunarodne svemirske letjelice (ISS), stječu se nova iskustva neposrednog kontakta s plazmom.

Gibanje slobodnih elektrona i iona u plazmi u mnogome je opisano fizikalnim zakonima koje su poznavali fizičari već krajem 19. stoljeća. No usprkos tome ponašanje raznih plazmi često je vrlo zakučasto i ponekad misteriozno. Počevši od dramatičnih sunčevih bljeskova ili čestih svakodnevnih munja, raznolikih atmosferskih izboja, crvenih sprajtova (vatrenjaka) ili rijetkih kuglastih munja pa do hladnih kemijski aktivnih plazmi koje se u tvornicama koriste za izradu kompjuterskih čipova ili solarnih ćelija, istraživači i inženjeri susreću se sa raznoraznim nestabilnostima, turbulencijama, nelinearnim fenomenima, kaosom i redom koji se izmjenjuju. Enorman je napredak u razumijevanju plazme ali isto tako pregršt je otvorenih pitanja kako u temeljnim istraživanjima tako i u raširenim tehnološkim primjenama.

Upravo su tehnološke primjene plazme jedan od osnovnih pokretača istraživanja i opravdanja za nova ulaganja. Proizvodi koje je omogućila tehnologija na bazi plazme preplavili su našu svakodnevicu. Svi mikroelektronički elementi, izvori svjetlosti, veliki plazma zaslone, solarne ćelije, lopatice turbo motora, biokompatibilni ljudski umetci, razni tekstilni proizvodi, ili se temelje na plazmi ili se ona koristi u njihovoj proizvodnji. Danas ne zaobilazni tehnološki postupci kao što je zavarivanje, eliminacija otpadnih tvari, sterilizacija medicinske opreme i umetaka, pročišćavanje zraka, i još mnogi drugi, koriste neku vrst plazme. Fuzija, jedno od mogućih energetska rješenja za budućnost čovječanstva, temelji se na tehnološkom dostignuću stvaranja i kontrole guste i vruće plazme kakva postoji samo u zvijezdama.

Plazma je izuzetno širok pojam: ima plazmi koje možemo dotaknuti da nam se ništa ne dogodi (plazmena igla), koje nas mogu spržiti (plamen ili munje), ili u kojima se sve tvari razgrađuju na osnovne elemente (plazmene mlaznice za spaljivanje otpada), ili pak plazmi u kojima se jezgre atoma spajaju (tokamak), plazmi u čijem laganom sjaju možemo uživati (polarna svjetlost), uz čiju pomoć možemo noću čitati (fluorescentne cijevi, štedne žarulje), lakše voziti gradom (visokotlačne natrijeve žarulje) ili koja nas može oslijepiti ako gledamo direktno u nju (Sunce).



Sl.1. Gustoća elektrona

Plazme je moguće opisati pomoću tri osnovna parametra: temperature čestica, gustoće čestica, i jačine stacionarnog magnetskog polja. Temperatura se mjeri u elektron voltima ($1 \text{ eV} = 11066 \text{ Kelvina}$), gustoća brojem čestica po metru kubičnom a magnetsko polje u Teslama. Te osnovne parametre nalazimo u ogromnom rasponu veličina. Jedna ilustracija određenih vrsta plazme prikazana je na slici.

Plazma može biti ili blagotvorna ili opasna, ali gotovo uvijek je "lijepa za oko" jer jedno od osnovnih njenih svojstava je da zrači svjetlost. Upravo ta svjetlost nam donosi osnovne informacije o Svemiru, veličini, strukturi, kemijskom sastavu. Vjerojatno najljepše snimljene fotografije su one koje je napravio teleskop Hubble, a sve one predstavljaju plazmu u različitim oblicima.

Plazma je kompleksan sustav, izrazito nelinearan. Obiluje fenomenima koji su prisutni i u drugim oblicima materije. U fizici plazme susreću se slični problemi kao i u npr. fizici čvrstog stanja: samo-organizirajući fenomeni, kaos, turbulencije, fazni prijelazi, kritične pojave

1.3. Važnost plazme

Gibanje slobodnih elektrona i iona u plazmi u mnogome je opisano fizikalnim zakonima koje su poznavali fizičari već krajem 19. stoljeća. No usprkos tome ponašanje raznih plazmi često je vrlo zakučasto i ponekad misteriozno. Počevši od dramatičnih sunčevih bljeskova, polarne svjetlosti [3] ili čestih svakodnevnih munja [4], raznolikih atmosferskih izboja, crvenih sprajtova (vatrenjaka) ili rijetkih kuglastih munja pa do hladnih kemijski aktivnih plazmi koje se u tvornicama koriste za izradu kompjuterskih čipova ili solarnih ćelija, istraživači i inženjeri susreću se sa raznoraznim nestabilnostima, turbulencijama, nelinearnim fenomenima, kaosom i redom koji se izmjenjuju. Enorman je napredak u razumijevanju plazme ali isto tako pregršt je otvorenih pitanja kako u temeljnim istraživanjima tako i u raširenim tehnološkim primjenama.

Upravo su tehnološke primjene plazme jedan od osnovnih pokretača istraživanja i opravdanja za nova ulaganja. Proizvodi koje je omogućila tehnologija na bazi plazme preplavili su našu svakodnevicu. Svi mikroelektronički elementi, izvori svjetlosti, veliki plazma zasloni, solarne ćelije, lopatice turbo motora, biokompatibilni ljudski umetci, razni tekstilni proizvodi, ili se temelje na plazmi ili se ona koristi u njihovoj proizvodnji. Danas ne zaobilazni tehnološki postupci kao što je zavarivanje, eliminacija otpadnih tvari, sterilizacija medicinske opreme i umetaka, pročišćavanje zraka, i još mnogi drugi, koriste neku vrst plazme. Fuzija, jedno od mogućih energetske rješenja za budućnost čovječanstva, temelji se na tehnološkom dostignuću stvaranja i kontrole guste i vruće plazme kakva postoji samo u zvijezdama.

Plazma je izuzetno širok pojam: ima plazmi koje možemo dotaknuti da nam se ništa ne dogodi (plazmena igla), koje nas mogu spržiti (plamen ili munje), ili u kojima se sve tvari razgrađuju na osnovne elemente (plazmene mlaznice za spaljivanje otpada), ili pak plazmi u kojima se jezgre atoma spajaju (tokamak), plazmi u čijem laganom sjaju možemo uživati (polarna svjetlost), uz čiju pomoć možemo noću čitati (fluorescentne cijevi, štedne žarulje), lakše voziti gradom (visokotlačne natrijeve žarulje) ili koja nas može oslijepiti ako gledamo direktno u nju (Sunce).

Plazme je moguće opisati pomoću tri osnovna parametra: temperature čestica, gustoće čestica, i jačine stacionarnog magnetskog polja. Temperatura se mjeri u elektron voltima ($1 \text{ eV} = 11066 \text{ Kelvina}$), gustoća u broju čestica po metrima kubičnim a magnetsko polje u Teslama. Te osnovne parametre nalazimo u ogromnom rasponu veličina. Jedna ilustracija određenih vrsta plazme prikazana je na slici 1.

Plazma može biti ili blagotvorna ili opasna (češće) ali gotovo uvijek je „lijepa za oko“ jer jedno od osnovnih njenih svojstava je da zrači svjetlost. Upravo ta svjetlost nam donosi osnovne informacije o Svemiru, veličini, strukturi, kemijskom sastavu. Vjerojatno najljepše snimljene fotografije su one koje je napravio teleskop Hubble, a sve one predstavljaju plazmu u različitim oblicima (od golemih međugalaktičkih prostora ispunjenih vrućim magnetiziranim plazmama do gustih plazmi od kojih se sastoje zvijezde).

Izveštaj američkog NRC-a daje sažeti pregled najvažnijih dostignuća u području plazme posljednjih desetak godina na preko 200 stranica. Izdvojeno je nekoliko najznačajnijih pravaca istraživanja za budućnost: nisko temperaturne plazme - fundamentalna istraživanja i industrijska primjena; i visoko energetska plazma fizika vezana poglavito uz inercijalnu fuziju pomoću jakih lasera; plazma znanost magnetske fuzije (ITER); Prostorne i astrofizičke plazme. Fundamentalna istraživanja u plazmi obrađena su kroz osam istaknutih fokusa istraživanja: neneutralne jednodimenzionalne plazme, ultrahladne plazme, prašinate plazme, laserski proizvedene i plazme visoke gustoće energije, mikroplazme, turbulencije i turbulentni transport u plazmi, magnetska polja u plazmama, plazmeni valovi strukture i tokovi. Glavni istaknuti još nerješeni problemi vezani su uz: eksplozivne nestabilnosti u plazmi, multifaznu plazma dinamiku (međudjelovanje plazme sa ne-plazmom), ubrzanje čestica i energetske

čestice u plazmama, turbulencije i transport u plazmama, magnetsku samoorganizaciju u plazmama, i korelacije u plazmama.

2. LASERSKA PLAZMA

Kada svjetlost Sunca pomoću staklene leće fokusiramo na papirić ili suhi list možemo toliko podići temperaturu u jednoj točki da dođe do požara. Jednako tako ako pomoću staklene leće fokusiramo lasersko svjetlo na malu površinu nekog materijala doći će zagrijavanja površine i kratkotrajnog izbacivanja (isparavanja) materijala. Najčešće se koriste snopovi kratkotrajnih pulseva svjetlosti (nanosekundni). Golema koncentracija fotona (djelića svjetlosti) unutar male površine na meti u kratkom vremenu, u međudjelovanju s metom, izbacuje elektrone iz krutog materijala. Meta se topi u tankom površinskom sloju i atomi i molekule izljeću iz mete. Elektroni apsorbiraju preostale fotone iz laserskog snopa i dodatno se ubrzavaju. Takvi energetski elektroni atomiziraju i ioniziraju čestice isparenog materijala. Nad metom se stvara plazma koja se brzo širi u prostor. Od vrlo vruće i guste plazme u prvim trenucima plazma prelazi u hladnu i rijetku nekoliko mikrosekundi nakon početnog pulsa. Taj proces nazivamo laserska ablacija ili laserom inducirana plazma.

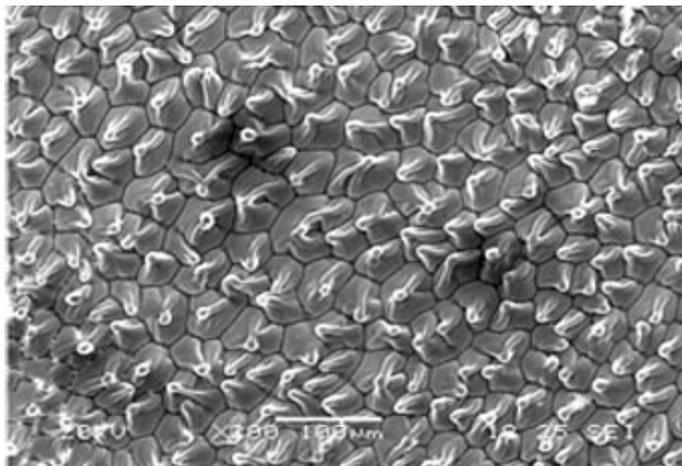
Postoji niz primjena tog procesa u znanstvenim istraživanjima i tehnološkim procesima. Ovisno od svojstva materijala (npr. tvrdoće) energije laserskog pulsa i njegovog vremenskog trajanja, te boje lasera, moguće je sa neke mete skidati od samo slojeva atoma i molekula, do slojeva nano ili mikrometerske debljine samo jednim bljeskom. Kako energija pulsa raste laser buši metu, reže i najčvršće materijale, stvara plazmu u kojoj se čestice ubrzavaju do brzina zanimljivim za akceleratore ili se stvara toliko gusta plazma da je u njoj moguće postići fuziju.



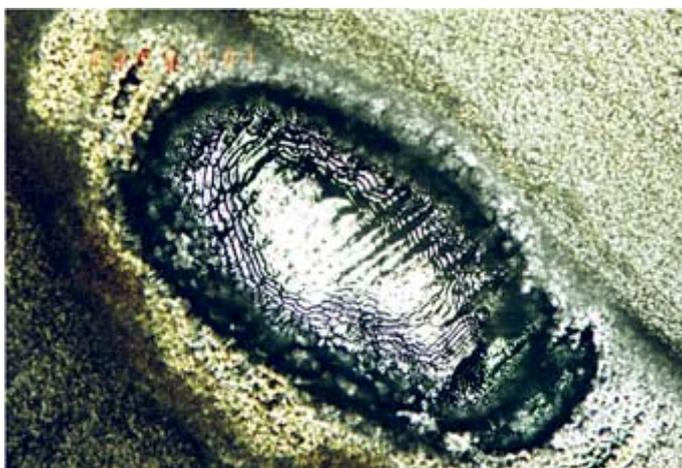
Sl.2. Plazma inducirana laserom

Slika 2. prikazuje oblak laserski inducirane plazme pri udaru fokusiranog snopa Nd-Yag lasera na površinu kompozitne mete $AlLiH_4$ materijala. Meta se nalazi u vakuumu unutar čelične komore. Označene su glavne zone oblaka i tipični rasponi njihovog trajanja, te osnovne karakteristike. Neke primjene laserske plazme u slici: Modifikacija strukture površina (primjer: modifikacija PET polimera s primjenom u biotehnologiji, modifikacija površine čelika).

Slika 3. prikazuje površinu polimera PET snimljenu pomoću elektronskog mikroskopa. Prilikom kratke interakcije nekoliko pulseva XeCl lasera valne duljine 308 nm došlo je do formiranja heksagonalnih struktura mikrometerske veličine. Moguće primjene su u biotehnologiji, u stvaranju površina pogodnih za rast stanica.



Sl.3. Površina polimera PET poslije tretmana plazmom

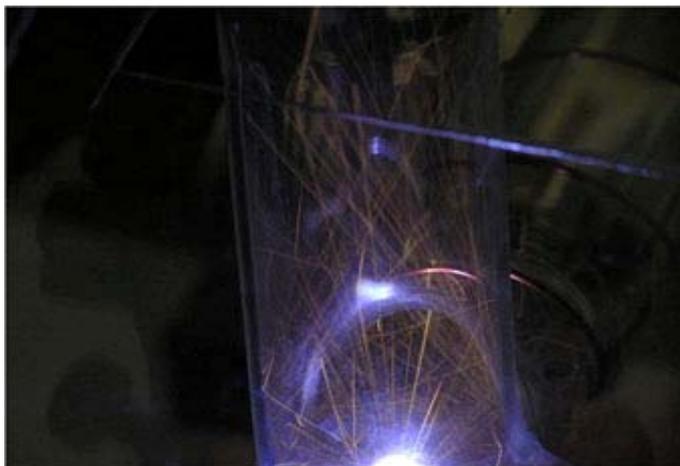


Sl.4. Površina čelika poslije tretmana plazmom

Slika prikazuje površinu čelika nakon udara jednog pulsa XeCl lasera (308 nm) energije oko 100 mJ. Snimljena je pomoću optičkog mikroskopa (snimio prof. Stubičar PMF Zagreb). Duljina otiska je oko 1 mm. Vide se "zamrznuti" valovi nastali u rastopljenom površinskom sloju čelika.

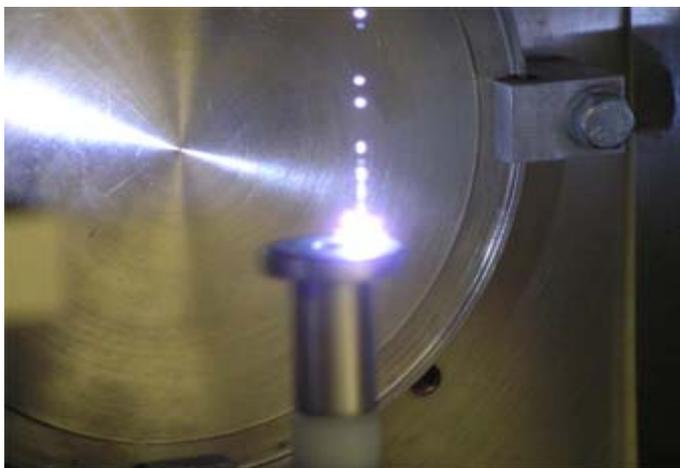
- Stvaranje čestica u plazmi (od nano do mikro metarske veličine) , sl.5.

Slika 5. prikazuje čestice nastale laserskom ablacijom mete titana u atmosferi kisika pomoću Nd-YAG lasera. Meta se nalazi unutar staklene cijevi (pri dnu slike). Svjetleće čestice izlječu daleko od mete, i što je posebno zanimljivo reflektiraju se od stjenki cijevi (gotovo da poštuju zakon refleksije za svjetlost) i svjetle još dugo nakon refleksije. Na sličan način igrajući se raznim parametrima kao što je energija laserskog pulsa, ili vrijeme trajanja, moguće je proizvesti različite čestice od nanometarskih dimenzija naviše.



Sl.5. Čestice nastale laserskom ablacijom

LIBS - Laserom inducirana "breakdown" spektroskopija



Sl.6. Laserska plazma na zraku

Slika 6. prikazuje lasersku plazmu na zraku. Meta je kompozit grafita i polimera. Spektralnom analizom svjetlosti moguće je odrediti sastav mete.

LIBS (engl. laser induced breakdown spectroscopy) je metoda koja se temelji na laserskoj ablaciji i brzom prikupljanju spektara (u jednoj sekundi može snimiti desetke spektara). Zbog toga se kaže da je to "real-time" spektroskopija.

Laserski puls fokusiran preko leće pada na uzorak i isparuje malu količinu ispitivanog uzorka (reda veličine 1 mikrogram) koji se zagrijava i stvara oblak vruće plazme s temperaturom višom od 1000 K. Pri toj temperaturi ispareni materijal se atomizira i sadrži visoko pobuđene ione i atome.

U vremenima kraćim od oko 100 ns plazma zrači kontinuum koji ne sadrži korisne informacije o uzorku koji se ispituje, no kroz vrlo kratko vrijeme plazma se širenjem hladi i rekombinira pri čemu se javlja karakteristično zračenje elemenata prisutnih u uzorku. Ta se emisija skuplja pomoću optičkog svjetlovoda i odvodi na brzi CCD spektrometar, odakle se digitalizirani podaci mogu obrađivati na računalo.

Budući da vrlo mala količina uzorka sudjeluje u procesu laserske ablacije LIBS se smatra relativno nedestruktivnom metodom.

LIBS pokazuje mnoge prednosti u odnosu na druge metode prvenstveno zbog mogućnosti brzog prikupljanja spektara, detekcije širokog spektralnog područja (200-1100 nm), tako da se pomoću njega može vršiti analiza bilo kojeg kemijskog elementa, u bilo kakvom materijalu.

LIBS zahtijeva minimalnu ili nikakvu pripremu uzorka koji se ispituje bilo da je riječ o krutini, tekućini ili plinu.

LIBS je vrlo pogodan za mjerenje koncentracije elemenata u tragovima i vjeruje se da će u budućnosti zauzimati važnu ulogu u medicinskoj dijagnostici benignih i malignih stanica tumora budući da je ustanovljeno da se koncentracije elemenata u tragovima znatno razlikuju za zdrave i kancerogene stanice. Budući da vrlo male količine uzorka sudjeluju u procesu ablacije, LIBS se može koristiti čak i u analizi pigmenata korištenih na umjetničkim slikama.

Pri optimalnim uvjetima, ova je tehnika minimalno destruktivna (dva laserska pulsa fokusirana na površinu uzorka rezultiraju kraterima na površini promjera ne većeg od 40 mikrometara i dubine do 10 mikrometara).

Jedna od najvećih prednosti LIBS-a je mogućnost analize dubinskog profila uzorka uzastopnom laserskom ablacijom jednog dijela površine uzorka. Ova se mogućnost LIBS-a može koristiti u svrhu otklanjanja nečistoća sa raznih površina.

LIBS danas nalazi veliku primjenu u industriji budući da je to najefikasnija analitička metoda za analizu elemenata u tragovima prije svega zbog mogućnosti "on-line" praćenja kvalitete u svim fazama industrijske proizvodnje.

U zadnje vrijeme postoji veliko zanimanje za primjenom LIBS-a u stomatologiji budući da se javio interes za femtosekundnim laserima kao alternativom klasičnim mehaničkim bušilicama što bi omogućilo razvoj bezkontaktnih bušilica. LIBS bi u tom slučaju omogućio praćenje procesa bušenja tako što bi analizirao svjetleću plazmu na licu mjesta te bi se na taj način postigla kontrola količine otklonjenog (ablatiranog) materijala zuba. U praksi se uglavnom otkloni više zdravog tkiva nego što je potrebno.



Sl. 7. Primjer plazme

Zbog pokazanog interesa za LIBS-om, u novije vrijeme se javlja potreba za minijaturizacijom pripadnih komponenti i razvojem kompaktnih, portabilnih sistema. Portabilni LIBS sistemi su veće osjetljivosti, brzine i mogu detektirati šire spektralno područje od trenutnih konkurenata. Postrojenja rade na bazi plazma tehnologije i plazma baklji koje izrađuje Westinghouse Plasma Corporation (WPC) sa sjedištem u Madisonu, u američkoj saveznoj državi Pennsylvaniji, a u toj je tvrtci svojevremeno radio i Nikola Tesla.

Tvrtka se bavi razvojem plazma tehnologije, u koju je u zadnjih 30 godina uložila dvije milijarde dolara da bi se počela primjenjivati u civilne svrhe. Plazma tehnologija se od 80-ih godina upotrebljava naročito u metalurgiji i kemijskoj industriji. Istraživanja ove tehnologije su počela 50-ih godina prošlog stoljeća zbog NASA-inog projekta »Apollo« jer se htjelo stvoriti temperature više od 5.500 stupnjeva Celzija, kakve nastaju kada space shuttle prolazi kroz Zemljinu atmosferu, a zbog testiranja toplinskog štita letjelice. Plazma se naziva i četvrtim stanjem materije, dok je primjer plazme u prirodi Sunce.

3.ZAKLJUČAK

U ovom radu smo pojasnili neke vazne elemente o plazmi,njenom nastanku, vaznosti i korištenju kao i o upotrebi laserske plazme.

4.LITERATURA

1. Bojan Vršnak
2. Slobodan Milošević, Institut za fiziku, Zagreb
3. Internet

ULTRAZVUČNO ISPITIVANJE MATERIJALA

Dautović Selim, Dr.Nađija Haračić
Univerzitet u Zenici
Mašinski fakultet

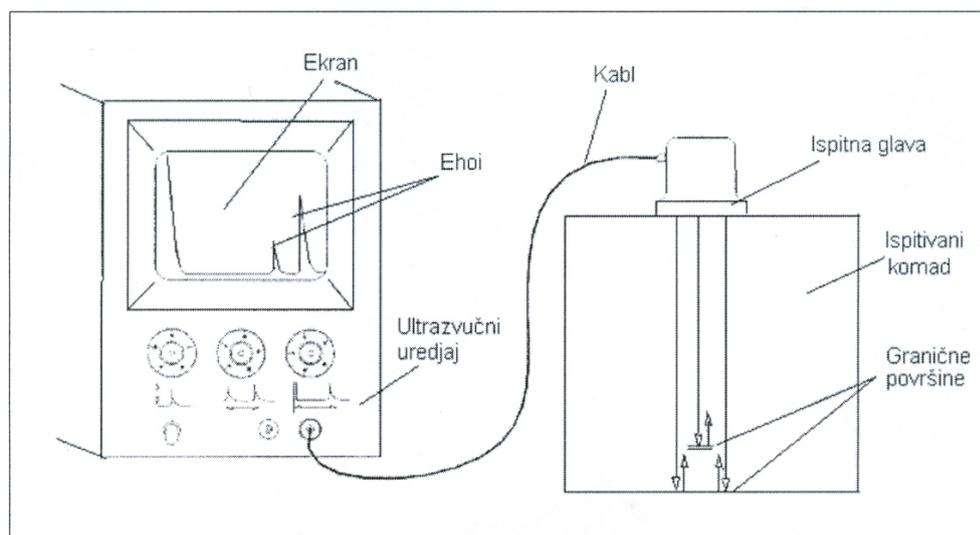
SAŽETAK

Ultrazvučna metoda ispitivanja materijala, omogućava jako dobar uvid u greške koje se nalaze u materijalima. Upotrebom modernih uređaja mogu se ultrazvučnom metodom dosta sigurno i brzo, a pogotovo jeftino ispitivati materijali svih dimenzija (zavareni spojevi, odlivci, otkivci i td.) Ova metoda ispitivanja potiskuje sve ostale metode kao npr., radiografiju i slično. U ovom radu su prikazane tehnike ultrazvučnog ispitivanja materijala na osnovu relevantne literature i iskustva autora.

KLJUČNE RIJEČI: ispitivanja bez razaranja, ultrazvuk, metalografija

1.UVOD

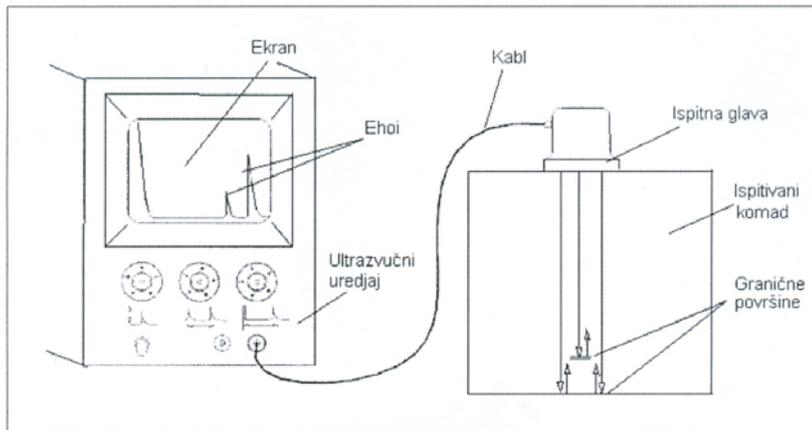
U ultrazvučnom uređaju proizvodi se visoki električni napon u vidu pravougaonih impulsa kratkog trajanja, koje piezoelektrični pretvarač u ispitnoj glavi pretvara u mehaničke oscilacije u području ultrazvuka (frekvencija > 20.000 Hz, iznad slušnog područja zvuka). Oscilacije se prostiru u predmetu ispitivanja kao zvučni talas. Zvučni talasi se reflektuju na graničnim površinama i mogu se opet obrnutim putem primiti. Primljeni dio se vizuelizira na ekranu uređaja. Tu se može uz pravilno podešavanje uređaja odrediti put zvuka do dotičnog reflektora preko rastojanja između emitovanog impulsa i željenog ehoa. Pomoću formula ili drugog pomoćnog sredstva za lociranje može se tada odrediti položaj reflektora u predmetu ispitivanja.



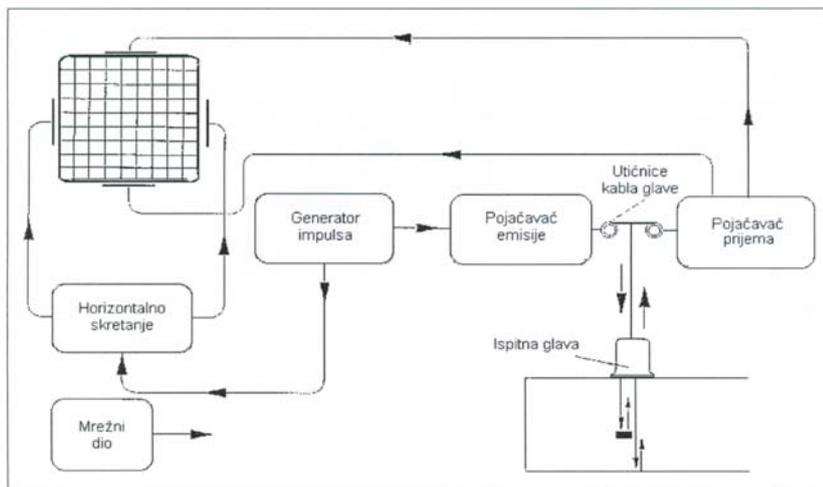
Slika 1. Princip ultrazvučnog ispitivanja

2. IMPULSNA EHO TEHNIKA

Ova tehnika rada je danas najvažniji i najviše upotrebljavani postupak ispitivanja u cjelokupnom ultrazvučnom ispitivanju. Kod impulsne eho tehnike se mjeri proteklo vrijeme i pritisak: reflektovanog zvučnog impulsa (vidi sliku2). Jedna ispitna glava, koja radi istovremeno i kao emiter i kao prijemnik je dovoljna. Vrijeme od emitovanja do prijema impulsa je proporcionalno rastojanju između ispitne glave i reflektujuće površine. Ultrazvučni uređaj mjeri proteklo vrijeme putovanja impulsa i time omogućuje tačno određivanje položaja reflektora.



2.1. Upravljačke funkcije ultrazvučnog uređaja



Slika 3. Blok šema spajanja

3. TEHNIKE ISPITIVANJA ODLIVAKA

Ultrazvučno ispitivanje odlivaka je često praćeno sljedećim teškoćama:

- Neobrađena površina odlivka vodi zbog svoje hrapavosti, neravnomjerne strukture ka velikim gubicima pritiska zvuka koji se ne mogu izračunati.
- Kompleksna geometrija otežava ili spriječava potpuno ispitivanje zapremine.
- Greške livenja su tipično loši reflektori za ultrazvučno ispitivanje, kaže se da "one gutaju zvuk".

- Indirektna detekcija diskontinuiteta "koji gutaju zvuk" je ograničena na područje planparalelnih stjenki, ali koja su po pravilu područja u kojima se očekuju manje kritične greške.
- Odlivci mogu imati uslovljeno materijalom i strukturom oscilacije u brzini zvuka kao i slabljenja zvuka.

Zbog velikog broja korištenih materijala i postupaka livenja, mnogo različitih geometrija i opterećenja specifičnih za objekt, ne može se navesti opštevažeći postupak za ultrazvučno ispitivanje odlivaka. Poznavanje **akustičnih karakteristika** predmeta ispitivanja su:

- uslovi sprezanja uzrokovani hrapavošću i konturama
- slabljenje zvuka uslovljeno strukturom
- brzina zvuka uslovljena materijalom
- uslovi refleksije zavisno od vrste greške i položaja

Prije ispitivanja, da bi se stručno izabrala tehnika ispitivanja kod izbora treba obratiti pažnju na:

- -sredstvo za sprezanje
- -ultrazvučni uređaj u datom slučaju sa specijalnim funkcijama
- -ispitne glave (konstrukcija, vrsta talasa, frekvencija, veličina pretvarača i stepen prigušenja)
- -pozicije i pravce skeniranja.

3.1. Katalog grešaka za kalupne odlivke

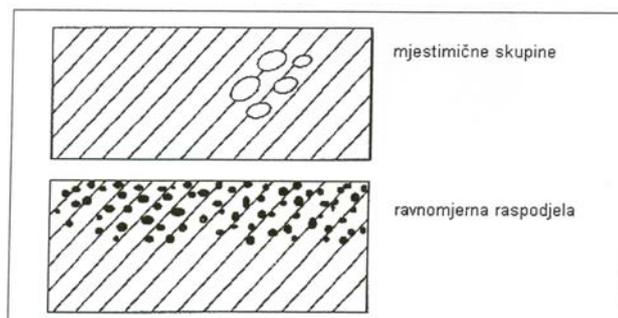
Tipovi grešaka, koji su važni za ultrazvučno ispitivanje su tabelarno prikazani u tabeli 1. sa internacionalno uobičajenim oznakama.

Tabela 1. Internacionalne oznake za greške u odlivcima

<i>Tip greške</i>	<i>Kratka oznaka</i>
<i>Plinski uključci</i>	<i>A</i>
<i>Nemetalni uključci</i>	<i>B</i>
<i>Šupljine skupljanja</i>	<i>C</i>
<i>Hladne pukotine</i>	<i>D</i>
<i>Vruće pukotine</i>	<i>E</i>
<i>Podupirači jezgra/ugradnja</i>	<i>F</i>
<i>Mramorne šare (Indikacija strukture)</i>	<i>G</i>

3.2. Plinski mjehuri(A)

Plinski mjehuri su šupljine uglavnom zaobljene i po pravilu glatkih stjenki. Oni se nazivaju i uključci ili plinske pore. Ultrazvučnim ispitivanjem se u unutrašnjosti odlivka prije svega traže šupljine koje nisu spojene sa površinom. Mjehuri ili plinske pore nastaju uglavnom u grupama i različite su veličine, pri čemu mogu biti ravnomjerno ili neravnomjerno raspoređene u svim područjima odlivka. Kod lokalne učestalosti se govori o grozdovima ili gnijezdima, a kod ravnomjerne raspodjele o jednolično raspoređenoj poroznosti.



Slika 6. Plinski mjehuri

3.3. Mogućnost ispitivanja i trenutak ispitivanja u toku proizvodnje

Mogućnost ispitivanja otkivaka zavisi od sljedećih uticajnih veličina:

- stanja strukture
- geometrije
- stanja površine.

Pošto se površina i struktura tokom proizvodnje značajno mijenjaju, mijenja se i mogućnost ispitivanja. Izbor ispitne glave može imati odlučujući uticaj na mogućnost ispitivanja. Ubrajaju se sljedeće osobine ispitne glave:

- frekvencija
- vrsta talasa
- dimenzija pretvarača
- prigušenje.

3.4. Ispitivanje polaznog materijala

Polazni materijal za kovanje je:

- liveni blok
- liveno uže
- prethodno valjani materijal.

Liveni blokovi imaju relativno grubo zрно i mogu se ispitivati tek nakon nekoliko etapa kovanja. Sa niskim frekvencijama (0,25 do 1 MHz) i velikim jačinama zvuka (veliki pretvarač) se ispituju **blokovi liveni u kokilama** radi grubih šupljina skupljanja u području glave bloka, koja se odvaja prije obrade.

Liveno uže može u području jezgra sadržavati onečišćenja ili segregacije, koje se u polaznom materijalu samo mogu teško detektovati ili se podcjenjuju.

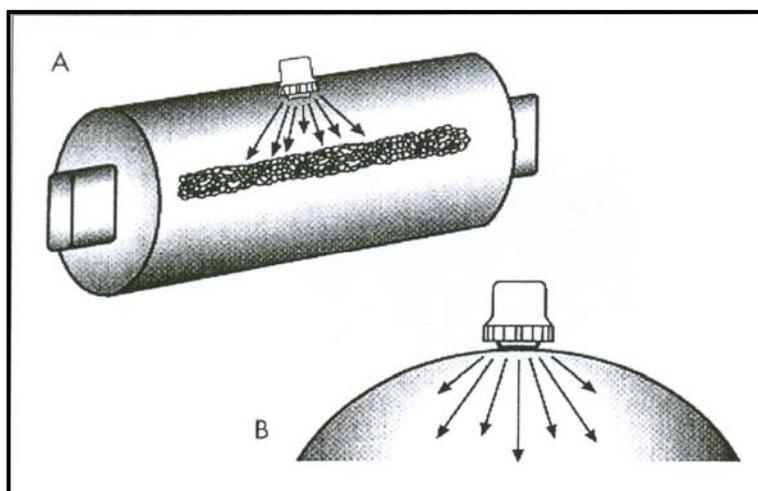
Ako se radi kovanja isporuči **prethodno valjani materijal**, tada se ovaj materijal uglavnom ispituje kod proizvođača. U kovanju se često ulazno ispitivanje vrši samo na štih probama ijedna ispitna putanja u pravcu ose po ukupnoj dužini sa velikom normalnom ispitnom glavom, frekvencija 1 do 2 MHz). Površine su doduše sa ogorinama, ali su relativno ravne, tako da je moguće dobro sprezanje. Obradom greške budu spljoštene i mogu se stoga ultrazvukom dobro detektovati.

4. Međufazno ispitivanje sirovih otkivaka

Posebno kod velikih, skupih otkivaka slobodnog oblika, razumno je provesti međufazno ispitivanje između pojedinih etapa obrade. Razvučene greške livenja su u ovom stanju spljoštene, što znači da imaju planarni karakter, te se stoga mogu bolje detektovati. Ovo važi

za pojedine tipove šupljina skupljanja, sulfidne uključke, uključke plina i segregacije. Detekcija ovih nedostataka u području jezgra šipki se može relativno teško izvršiti, pošto prije svega u području jezgra nastaju zone grubog zrna, koje mogu voditi prevelikom rasijanju zvuka. Indikacije rasijanja iz jezgra se često ne razdvajaju ili ne razlikuju od tamo postojećih nedostataka. U takvim slučajevima stvari mogu pojasniti sniženje frekvencije ili primjena visokoprigušenih ispitnih glava. Zavisno od kvaliteta površine i stanja strukture uobičajene su frekvencije od 0,5 do 2 MHz. Površine su usjed obrade (kovanjem) neravne i sa ogorinama. Dobro sprezanje je, uprkos "debljeg" namaza paste ili ljepila, često samo tačkaste prirode i prouzrokuje dodatno rasijanje zvuka.

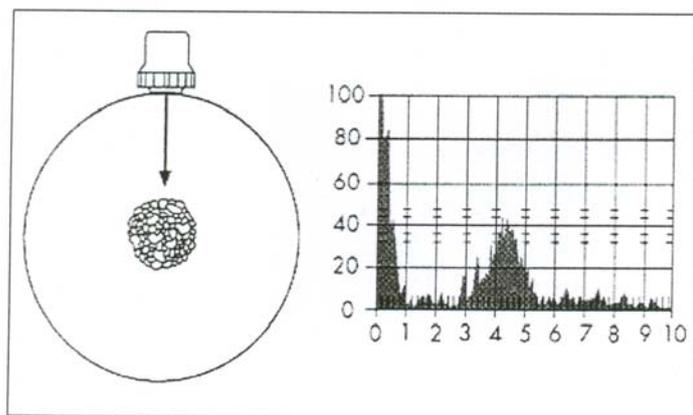
Za međufazno ispitivanje se osim toga kaže, da se u ovoj fazi prerade još uvijek može donijeti odluka o namjeni sirovine. Područja jezgra sa greškom, npr. šupljina skupljanja ili raskivanje jezgra, se ponekad vade bušenjem. Ovi otkivci se tada koriste kao šuplji dijelovi.



*Slika 8. Međufazno ispitivanje na sirovim otkivcima,
(A) grubo zrno i (B) loše sprezanje*

4.1. Izgled indikacija greški kovanja

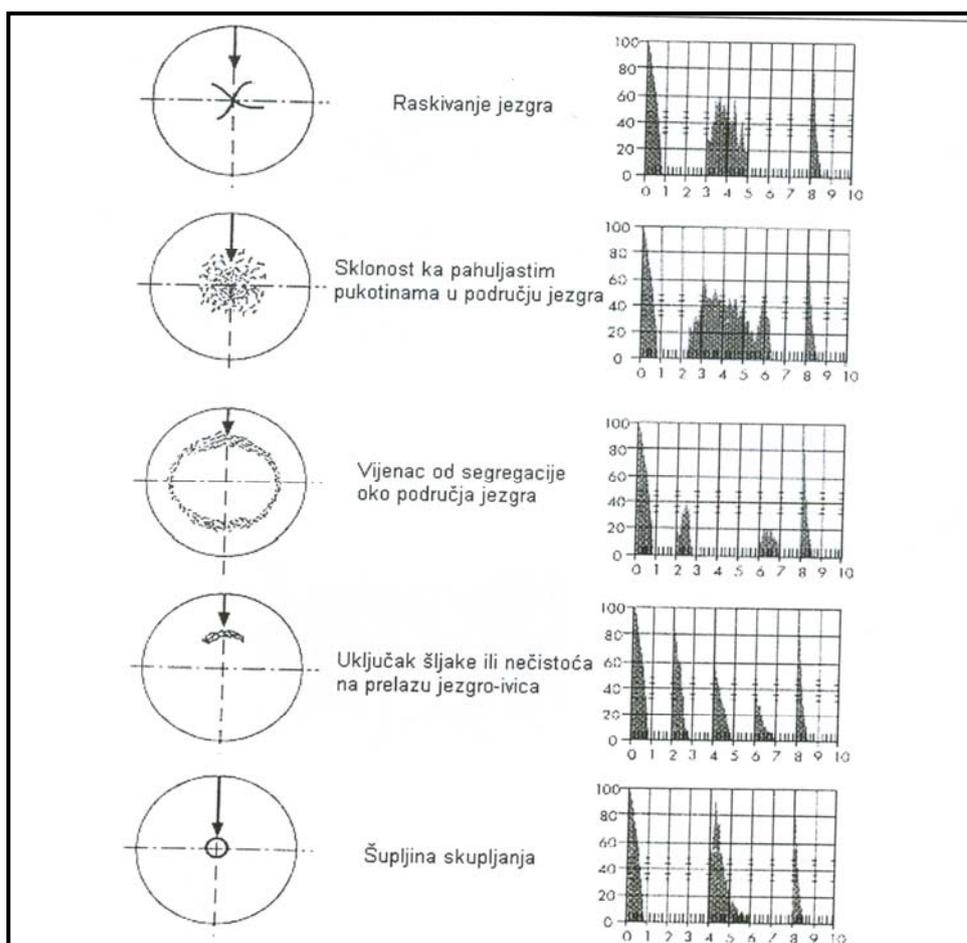
Ne ukazuje svaki tip indikacije jednoznačno na jedan određen tip greške. Često se mogu mišljenja o tipu greške na osnovu izgleda indikacije dobiti samo, ako postoji dugogodišnje iskustvo u odnosu na vezu slike na ekranu, metalografskog izbruska i tehnike proizvodnje. Kod otkovanih sirovih komada je uspostavljanje veze usljed oscilacija stanja strukture (veličina zrna) i debljine stijenke veoma otežano. Često se u području jezgra nalazi znatno grublje zrno nego u ivičnom području. Ovo može voditi ka znatnim efektima rasijavanja zvuka u jezgru, proširivanju snopa, grebenaste indikacije sa značajnim ehoima se mogu djelimično poništiti (vidi sliku 11). Upravo u području jezgra se nalaze raskivanja ili u datom slučaju pahuljaste pukotine. Slika ehoa od grubozrnaste građe se može u ovom slučaju preklopiti sa slikom indikacije, tako da je moguće vrlo teško diferenciranje. Stoga se u takvim slučajevima ide često na ispitne glave sa nižom frekvencijom. Indikacije strukture su tada manje i sliku indikacije raskivanja jezgra je tada relativno jednostavno raspoznati. Pahuljice imaju tada uglavnom veličinu greške od samo nekoliko milimetara. Indikacije pahuljice pored indikacija strukture treba tada sigurno prepoznati, što može biti teško, jer se one sa niskom frekvencijom mogu izgubiti jednako kao indikacije strukture.



Slika 9. Višeznačni izgled indikacija iz područja jezgra jednog otkovanog sirovog komada

4.2. Tipični izgled indikacija kod šipkastog materijala

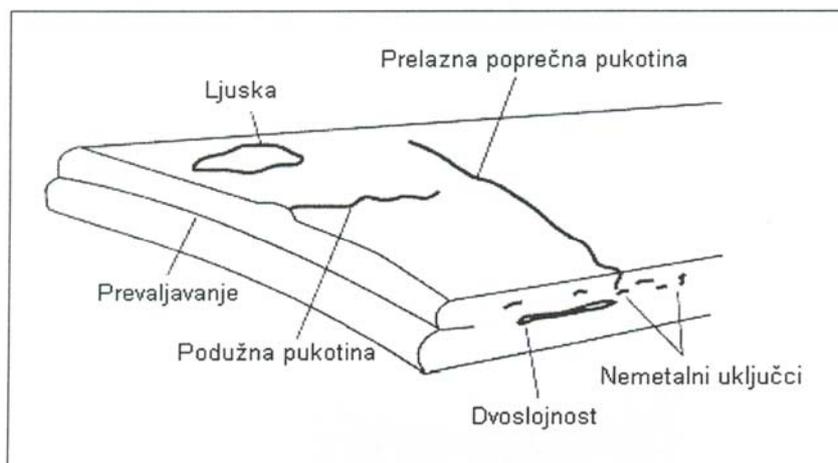
Ispitivanje jednog termički obrađenog, otkarenog otkivka jednostavne geometrije omogućava znatno tačnije označavanje izgleda indikacija. Sljedeća slika 10 prikazuje tipične greške kovanja u šipkastom materijalu i njihove indikacije. One predstavljaju samo tipičan primjer i ne mogu se bez daljnjeg prenijeti na svaki slučaj primjene.



Slika 10. Tipične greške kovanja i njihove slike indikacija

5. Nedostaci u valjanim proizvodima

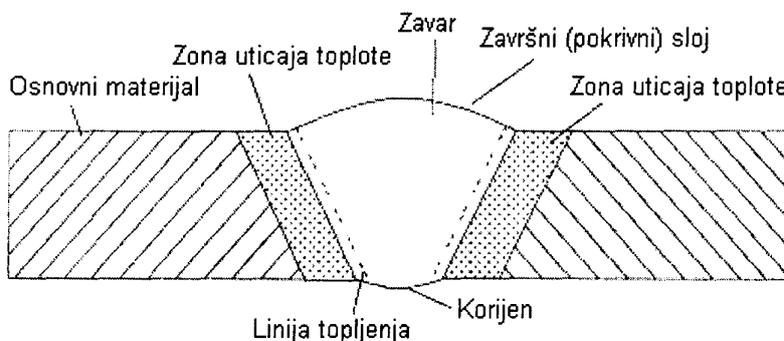
Najveći dio nedostataka u limovima ili cijevima upućuje na proces livenja. Radi se prije svega o mjehurima plina ili nemetalnim uključcima, ali i o šuplinama skupljanja (vidi sliku 10). Usljed djelovanja sile tokom različitih etapa valjanja dolazi u pravcu deformacije do izduživanja, a u pravcu debljine do spljoštavanja. Takvi nedostaci se obuhvataju pojmom "greške dvoslojnosti". Dvoslojnosti nastaju iz šupljina skupljanja (vidi predavanje 7) i mogu se ultrazvukom dobro otkriti, pošto one, u pravcu debljine, dobro reflektuju emitovani zvuk (okomito skeniranje). Sem toga, kao tipične greške valjanja mogu nastati ljuske, ljuskice, uvaljavanja ili prevaljavanja i pukotine. Ove greške se često mogu otkriti vizuelnim ispitivanjem, pošto su u vezi sa površinom.



Slika 11. Katalog grešaka za limove

6. Zavarivanje topljenjem i zavareni spojevi

U procesu zavarivanja se dva metalna komada iste vrste međusobno zavaruju. Energija potrebna za ovo se kod zavarivanja topljenjem dovodi električnim lukom, plinskim plamenom ili laserskim mlazom, odnosno mlazom elektrona. Da bi se popunio zazor između stranica žljeba, otapa se dodatni materijal. Dodatni materijal u žlebu očvršćava u zavar. Toplota se odvodi kroz osnovni materijal. Pritom se osnovni materijal na određenoj širini pored zavora zagrijava na tako visoku temperaturu, da to može uticati bitno na njegove mehaničke i tehnološke osobine (zona uticaja toplote = ZUT). Standardi pritom zahtijevaju, da ZUT treba uzeti u obzir u zapremini koja se ispituje (slika 10).



Slika 12. Konstitucija spojeva zavarenih topljenjem

Pošto je kod zavarivanja topljenjem prisutan rastop metala, mogu se pored tipičnih grešaka

zavarivanja očekivati i greške livenja kao poroznost, šupljine skupljanja, pukotine, itd.

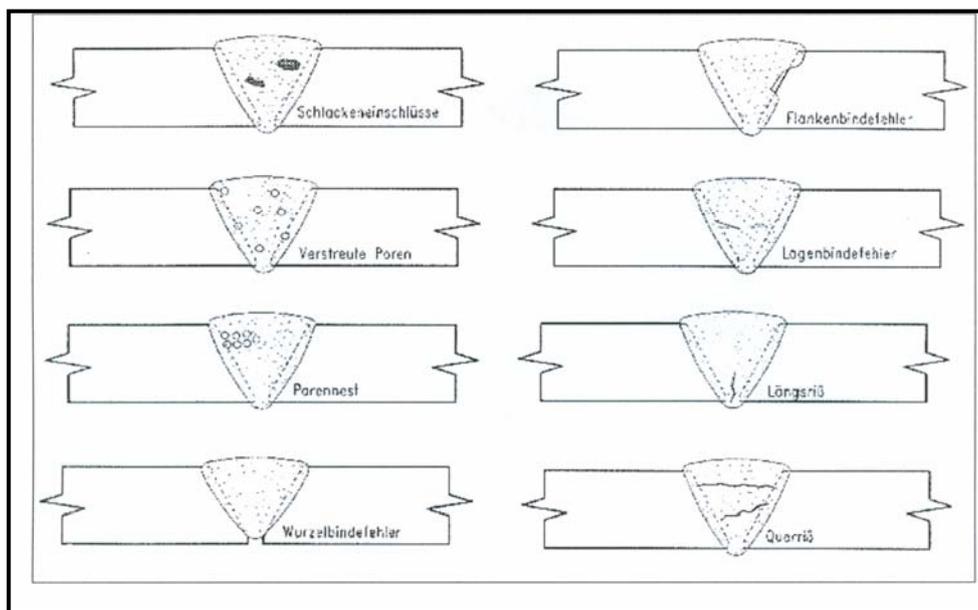
6.1. Kontaktne tehnike za ispitivanje zavarenog spoja

6.1.1. Ispitni obim i pozicije prostiranja zvuka

Po pravilu se zavareni spojevi ispituju po potpunoj dužini. Jedan od osnovnih zahtjeva mnogih propisa kaže, da svaki zapreminski element zavarenog spoja treba ispitati kontaktnom tehnikom iz dvije pozicije prostiranja zvuka pomaknute za 180° u definisanoj zoni uticaja toplote lijevo i desno od spoja, kako u pogledu mogućih podužnih tako i poprečnih grešaka. Za skeniranje podužnih grešaka postoje dvije osnovne kontaktne tehnike: (slika 14):

- pravougaonim putanjama (putanjama u vidu meandra)
- cik-cak putanjama.

U svim slučajevima se ispitna glava na datim osnovnim putanjama mora zaokretati za oko 30° da bi se mogle otkriti greške čija orijentacija odstupa. Da bi se one potpuno obuhvatile, definisana su preklapanja pojedinih ispitnih putanja. Uobičajeni zahtjevi kažu da ispitne putanje treba da se preklapaju za 10 - 50 % od dimenzije pretvarača.

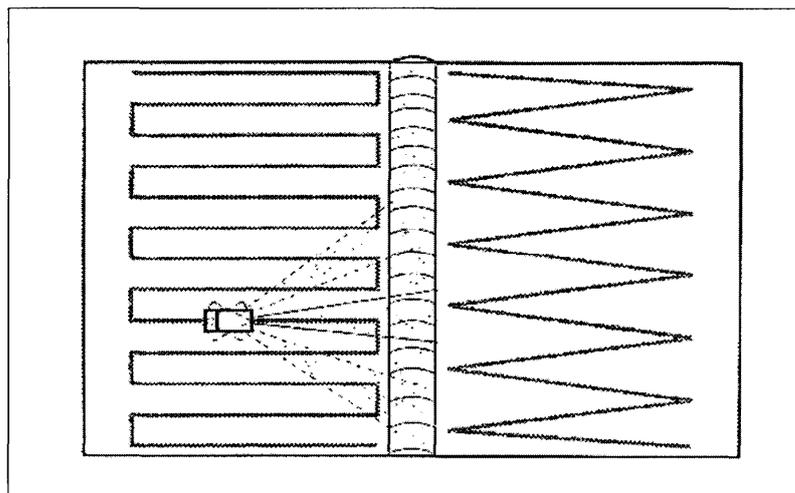


Slika 13. Greške u zavarenom spoju

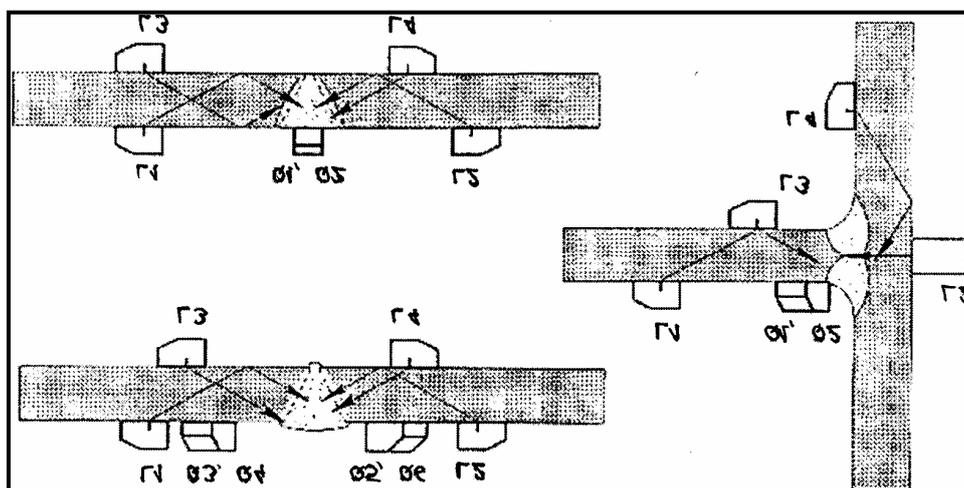
Uobičajeno se u zavisnosti od pravca greške zahtjevaju dva različita pravca prostiranja zvuka (vidi sliku 15):

- poprečno na osu spoja za ispitivanje podužnih greški (poz. L1 do L4)
- paralelno osi spoja za ispitivanje poprečnih reški (poz. Q3 do Q6 odnosno Q1 i Q2).

Zbog različitih položaja grešaka, koje se sa različitim uglovima prostiranja zvuka različito dobro mogu i otkriti, potreban je nasuprot ispitivanju polaznog materijala pod ovim okolnostima veći ugao prostiranja zvuka. Ovaj zahtjev pogađa prije svega zavarene spojeve sa većim debljinama zida, pošto ovdje nepovoljni uglovi refleksije zbog većih puteva zvuka vode većim gubitcima visine ehoa nego kod zavarenih spojeva sa manjim debljinama zida.



Slika 14. Tok ispitnih putanja za ispitivanje podužnih grešaka



Slika 15. Standardne pozicije prostiranja zvuka

7. STANDARDI

7.1. Standardi ispitivanja odlivaka

- EN 1559-2 Dodatni zahtjevi za čelične odlivke
- EN 12680-1 Čelični odlivci za opšte namjene
- EN 12680-2 Čelični odlivci za visoko opterećene konstrukcione elemente
- EN 583 Niz standarda (Tehnika ispitivanja)
- EN 12668 Niz standarda (Tehnika uređaja)
- DIN 1690 Čelični odlivci, podjela prema nivoima kvaliteta na osnovu ispitivanja bez razaranja

7.2. Standardi ispitivanja otkivaka

- EN 10228-3 Ispitivanje otkivaka od feritnih ili martežitnih čelika
- EN 10228-4 Ispitivanje od ustentitnih ili austenitnoferitnih čelika
- EN 12223 i 27936 Kalibracioni blokovi za kalibraciju udaljenosti

7.3. Standard ispitivanja valjanih proizvoda

EN 10160 Valjani proizvodi

7.4. Standardi ispitivanja cijevi

EN 10246-6 Poprečne greške u bešavnim cijevima
EN 10246-7 Podužne greške u bešavnim i zavarenim cijevima
EN 10246-8 Podužne greške u električno zavarenim cijevima pod pritiskom
EN 10246-9 Podužne i poprečne greške u EPP-zavarenim cijevima
EN 10246-14 Ultrazvučno ispitivanje cijevi na dvoslojnost
EN 10246-15 Ultrazvučno ispitivanje traka/limova na dvoslojnost
EN 10246-17 Ultrazvučno ispitivanje krajeva cijevi na dvoslojnost

7.5. Standardi ispitivanja spojeva zavarenih topljenjem

EN 1712 Granice prihvatanja
EN 1713 Karakterizacija indikacija u zavarenim spojevima
EN 1714 Ultrazvučno ispitivanje zavarenih spojeva
EN 12062 Ispitivanje bez razaranja zavarenih spojeva (Opšta pravila za metalne materijale)
EN ISO 5817 Osiguranje kvaliteta zavarenih spojeva
EN ISO 6520-1 Klasifikacija geometrijskih nesavršenosti u metalnim materijalima
AD Merkblatt HP 5/3 Ispitivanje posuda pod pritiskom

7.6. Standard ispitivanja čeličnih šipki:

EN 10308 Čelične šipke

8. ZAKLJUČAK

Ultrazvučna metoda omogućava jako dobar uvid na greške koje se nalaze u materijalima. Upotrebom modernih uređaja mogu se sa ultrazvučnom metodom dosta sigurno i brzo a pogotovo jeftino ispitivati materijali svih dimenzija (zavareni spojevi, odlivci, otkivci i td.) Ova metoda ispitivanja potiskuje sve ostale metode kao npr. radiografiju i sl.

9. LITERATURA

- [1.] Stručni odbor UT – Skripta za ultrazvučno ispitivanje, VEKTOR Technische Unternehmensberatung GmbH – avgust 2001.
- [2.] Šipek Mitja: PRIRUČNIK za upotrebu ultrazvuka za ispitivanje materijala

METODE PRERADE PLASTIKE I PREPORUKE ZA PROJEKTOVANJE

Varda Kenan, Tihic Dino, dr.Nadžija Haračić

1. UVOD

1.1 O plastici

Plastika je uobičajeni zajednički naziv za široki spektar sintetičkih ili polu-sintetičkih organskih čvrstih materijala pogodnih za proizvodnju industrijskih proizvoda. Plastika i polimeri su obično visoke molekularne mase, te mogu sadržavati i druge tvari za poboljšanje performansi i smanjenje troškova.

Riječ dolazi od grčkog (plastikos - πλαστικός) što znači osposobljen za modeliranje. To se odnosi na njihovu poslušnost ili plastičnost tijekom proizvodnje, koja omogućuje da se bacaju, presuju ili ekstrudiraju u jako različitim oblicima kao što su trake, vlakna, pločice, cijevi, boce, kutije i jos mnogo toga.

Zajedničku riječ plastika ne bi trebalo pomiješati s tehničkim pridjevom plastične, koji se primjenjuje na bilo koji materijal koji trpi trajnu promjenu oblika (odnosno plastičnu deformaciju) kada je prenapet. Aluminijski, na primjer, je plastičan u tom smislu, ali ne i plastičan u uobičajenom smislu, dok neke plastike, u svojim završnim oblicima, pucaju prije deformisanja - i zato nisu plastične u tehničkom smislu.

Plastike mogu biti klasificirane prema svojoj hemijskoj strukturi, odnosno molekularnim jedinicama koje čine okosnicu polimera i sporednih lanaca. Neke važne grupe u ove klasifikacije su akrili, poliesteri, silikoni, polieuritani, i halogenizirane plastike. Plastika može biti klasificirana po kemijskim procesima koji se koriste za njihovu sintezu, npr. kao kondenzacija, polimerizacija, umreživanje, itd...

Ostale klasifikacije temelje se na kvalitetama koje su relevantne za proizvodnju ili dizajn produkta. Primjeri takvih klasa su termoplastični i duraplastični, elastomeri, strukturni, biorazgradivi, električki vodljivi itd... Plastike također mogu biti rangirane po različitim fizikalnim svojstvima, kao što su gustoća, zatezna čvrstoća, temperaturi staklene tranzicije, otpornost na razne kemijske proizvode, itd.

Zbog njihove relativno niske cijene, jednostavnost izrade, prilagodljivost i nepropusnosti za vodu, plastike se koriste u širokom rasponu proizvoda, od isječaka na papiru do svemirskih brodova. Plastika je već zamijenila mnoge tradicionalne materijale kao što su drvo, kamen, rog i kosti, koža, papir, metal, staklo i keramika, u mnogim prijašnjim upotrebama. Njen inženjerski značaj dosegao je tačku u kojoj se sve češće koristi kao zamjena za metalne materijale.

Upotreba plastike je ograničena najviše zbog njene organske hemije, koja ozbiljno ograničava njihovu tvrdoću, gustoću, i njihova sposobnost da trpe toplotu, organska otapala, oksidaciju, i ionizirajuće zračenje. Konkretno, većina će se plastika rastopiti ili raspadati kada

se grije do nekoliko stotina stepeni Celzijusa. Dok plastika može biti električki vodljivija do određene mjere, ona je i dalje u sjeni metala poput bakra ili aluminijsa. Također, i dalje je preskupa da zamijeni drvo, beton i keramičke predmete u glomaznim zgradama kao što su stambene zgrade, mostovi, pregrade, pločnik, željezničke veze, itd.

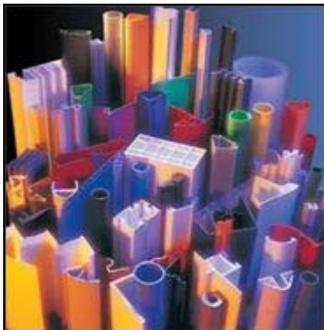
U globalu, plastika (polimeri) daje srednju snagu, čvrstoću, i otpornost na temperaturu. Međutim, ona također može imati dobru otpornost na koroziju (oksidaciju), odličnu snagu, neobično jaku izdržljivost, i odlične osobine na niskim temperaturama. Dodatno, polimeri mogu imati mnogo drugih osobina koje nema nijedan drugi materijal. Ovo uključuje površinsku frikciju¹² koja se veže za politetrafluoroetilen (Teflon), elastične karakteristike polizoprena (prirodna guma), te snagu, izdržljivost, malu težinu impregnirane plastike.

2. METODE PRERADE PLASTIKE

Prerada plastike uključuje operacije koje su slične onima koje se koriste pri formiranju i oblikovanju metala. Plastika se može lijevati, spajati, formirati, mašinski obrađivati i sastavljati, u mnoge oblike sa relativnom lakoćom, i sa malo ili nikako dodatnih operacija. Polimeri se tope i vežu a relativno "niskim" temperaturama, tako da je vrlo lako rukovati sa njima, za razliku od metala, te prerada zahtjeva manje energije. Plastika se, obično, fabrikama dostavlja u vidu kuglica, a tope se neposredno prije procesa oblikovanja. Plastike su, također, dostupne u vidu listova, plata, šipki i ijevi, koje se mogu formirati u raznovrsim produktima. Tečna plastika se koristi posebno za pravljenje ojačanih (impregniranih) dijelova od plastike.

Poznato nam je više metoda prerade plastike. Sada ćemo ukratko opisati neke, a kasnije ćemo posebno izdvojiti neke, i detaljnije ih objasniti.

2.1 Kalupljenje ekstruzijom¹³ (na slikama 1 i 2 su prikazani ekstruzioni kotao i gotovi proizvod) je jedna od raširenih metoda za formiranje plastike. Plastika, koja je prvobitno bila u prahu ili kuglicama, se stavlja u ekstruzioni kotao. Kotao je opremljen sa vijkom (šarafom) koji spaja i gura kuglice ili prah kroz kotao. Unutrašnje trenje uzrokovano kretanjem vijka zajedno sa grijačima oko ekstruzionog kotla zagrijevaju plastiku, te ona postaje tečna. Klipni vijak, također, povećava pritisak u kotlu.



Slika 1. Oblici dobiveni ekstruzijom

Vijak ima 3 različita dijela, tj. sekcije:

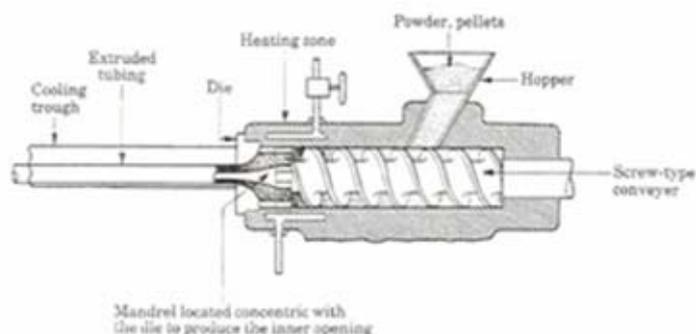
- Sekcija u kojoj plastične granule ulaze u kotao, te se odatle odvođe u centralni dio
- Centralni gdje se vrši tranzicija i gdje stvorena toplota uzrokuje početak topljenja
- Zadnja sekcija, gdje se vrši dodatno dijeljenje i topljenje, sa povećanjem pritiska u kalupu.

¹² Frikcija (eng. Friction) - trenje

¹³ Ekstruzija, ekstrudiranje (eng. Extrusion) – izvlačenje

Dužina ovih sekcija se može izmijeniti, zavisno od karakteristika plastike. Istopljena lastika se, zatim, gura kroz kalup – sličan ekstrudiranim metalima. Ekstrudirani produkt se potom hladi ili zrakom ili prolaskom kroz kanal napunjen vodom.

Ekstrudirani materijal se može izvući sa tegljačem nakon što se materijal ohladi. Plastična vlakna se također dobijaju ovom metodom. Tekuća smola se stišće kroz tisuće sićušnih rupa za izradu fine niti od plastike.



Slika 2. Šematski prikaz ekstruzije u kotlu sa vijkom

2.2 Kalupljenje injekcijom (prikazano na slikama 3 i 4) – je još jedan čest proces koji se koristi za oblikovanje plastike. Granule ili kuglice se bacaju u zagrijani cilindar, gdje se tope. Ta otopljena masa se gura u komoru sa prepolovljenim kalupom, ili sa hidrauličkom napravom ili sistemom rotirajućeg zavrtnja. Novija oprema je recipročni tip zavrtnja. Kako se stvara pritisak na ulazu u kalup, vijak se počinje vrtjeti unazad, uslijed pritiska, na predodređenu udaljenost, tako kontrolirajući volumen materijala koji se injektira. Vijak se prestaje obrtati i hidraulički se gura naprijed, tjerajući istopljenu plastiku u otvor kalupa. Strane kalupa su zatvorene sistemom klapni. Pritisak u kalupu je, obično, oko 35 – 140 MPa (5 – 20 ksi).

Tipični produkti injekcionog kalupljenja su čupovi, šoljice, kontejneri, kućišta, držači od alatki, električne i komunikacijske komponente (kao telefonski resiveri, tj. primači), igračke, itd...

Iako su za termoplastiku kalupi relativno hladni, termostalna plastika se kalupi u zagrijanim kalupima gdje se odvijaju polimerizacija i "cross-linking"¹⁴. U oba slučaja, nakon što se dio dovoljno ohladi ili spoji, kalupi se otvaraju i dio se izbacuje. Kalupi se potom zatvaraju i proces se automatski ponavlja. Elastomeri se također kalupe ovim procesom. Pošto se materijal tokom procesa topi, mogu se postići kompleksni oblici i dobra dimenzionalna preciznost.

¹⁴ Cross-linking – uslovno rečeno, znači zacjeljivanje materijala

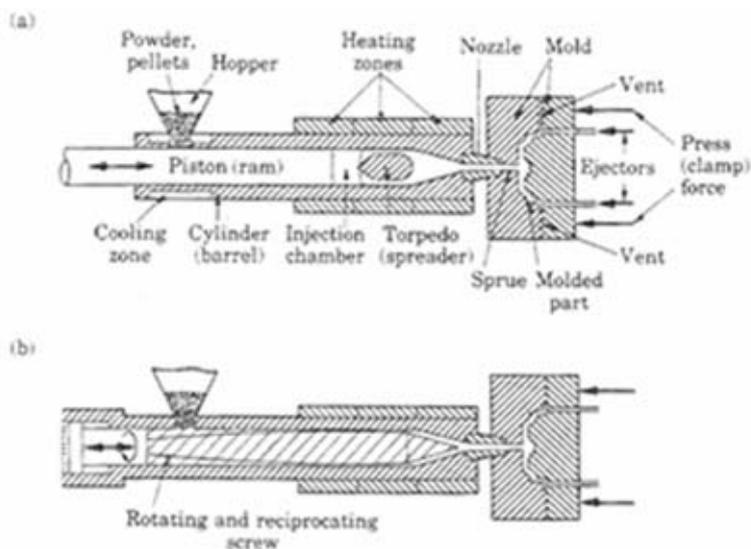


Slika 3. Mašina za oblikovanje injekciom

Kalupljenje injekciom je proces koji ima visoku produkciju s dobrom dimenzionalnom kontrolom. Tipičan period procesa se kreće oko 5 do 60 sekundi, ali može trajati i po nekoliko minuta za termostalne materijale. Kalupi, koji se obično prave od željeza ili berilijum – bakra, mogu imati više udubljenja tako da se u jednom periodu može proizvesti i više oblika. Ostali faktori koji utiču na kvalitetu su injekcioni pritisak, temperatura, i kondicija maziva. Produkti injekcionog kalupljenja se, obično, oblikuju u finalni oblik, tako da se ne trebaju dodatno oblikovati.

Mašine injekcionog kalupljenja su obično horizontalne i ocjenjuju se po kapacitetu i presujuće sile u kalupima. Iako, kod većine mašina ta sila varira između 0.9 MN do 2.2 MN (100 tona do 250 tona), a najveća mašina koja se koristi može osigurati silu od 45 MN (5000 tona), i može oblikovati dijelove težine 25 kg (55 lb)¹⁵. Međutim, dijelovi su obično teški oko 100 – 200 g.

¹⁵ 1 kg = 2.2 lb



Slika 4. Injekciono kalupljenje: a) sa potiskivačem b) sa vijkom

2.3 Reakciono kalupljenje injekcijom – je relativno nova metoda prerade koja je vrlo brzo našla svoje mjesto uz više tradicionalnih metoda. U ovom procesu mješavina od dvije ili više reaktivnih tekućina se, u kalupu, miješaju na relativno niskoj temperaturi (24 – 60°C) i pod visokim pritiskom. Hemijske reakcije se dešavaju brzo u kalupu i polimer očvrstne, formirajući termostalni dio. Riječ je o egzoternim hemijskim reakcijama, tako da ova metoda zahtijeva manje energije nego druge metode kalupljenjem. Veliki proizvodi su automobilski branici, toplotna izolacija za frižidere i zamrzivače, i učvršćivače za strukturne komponente. Različita impregnirana vlakna, kao što su staklo ili grafit, se mogu također koristiti da se poboljša čvrstoća i krutost proizvoda.

Postoje tri glavne vrste polieuretana kod RKI sistema a to su kruta strukturalna pjena, elastomeri s niskim modulom, i elastomeri sa visokim modulom.

2.4 Oblikovanje puhanjem (na slici 5 je prikazan finalni proizvod) – je modificirano kalupljenje ekstruzijom i injekcijom. Ova metoda je slična puhanju balona unutar flaše. Puhanje se obično vrši sa jakim mlazom vrućeg zraka, u okolini sa pritiskom od 350 – 700 kPa.

U nekim procesima, ekstruzija je kontinuirana, i kalup se kreće sa ukalupljenom plastikom. Kalup se zatvara oko plastike (lomeći je u dijelove), i onda se injektira zrak. Dio se onda hladi i izbacuje. No, u drugim operacijama, ekstruzija je recipročna kao i u injekcionom kalupljenju, i kratka cijev, se injektira u veći kalup. Dalji kraj cijevi se zatvori, a zrak se uduvava u drugi kraj. Tipični produkti su plastične ambalaže za tekućinu, flaše, i šuplji kontejneri.

Duvani traka – je dalja modifikacija kontinuiranog kalupljenja puhanjem. Cijev sa tankim stranicama se vertikalno ekstrudira i proširuje u oblik balona uduvavanjem zraka kroz centar ekstruzionog kalupa, sve dok se ne dostigne željena debljina trake.



Slika 5. Proizvodi oblikovani puhanjem

2.5 Termoformiranje – podrazumjeva seriju procesa za formiranje termoplastičnog lista ili trake preko kalupa sa primjenom toplote i pritiska. U ovom procesu, list se zagrijava u peći do tačke omekšanja – ali ne i do tačke topljenja. List se tad vadi iz peći i stavlja se preko kalupa, te se pomoću vakuuma privlači do zidova kalupa. Pritisak može varirati od gotovo nule do nekoliko stotina funti po kvadratnom inču¹⁶, do otprilike 14 psi a pritisak se dobiva isisavanjem zraka između kalupa i materijala. Kako je kalup obično na sobnoj temperaturi, plastika se uobličava na dodir sa kalupom. Zbog male čvrstoće materijala koji se proizvode, razlika pritiska uzrokovana vakuumom je, obično, dovoljna za formiranje, iako se nekada koriste zračni pritisak i mehanička pomagala.

Tipični proizvodi ovako napravljeni su reklame, obloge na vratima frižidera, razna pakovanja, pločice u tuš kabinama. Dijelovi sa otvorima i rupama se ne mogu proizvoditi na ovaj način, jer se pritisak ne može održati tijekom formiranja.

Ovaj proces se drastično razvio u posljednjih nekoliko godina.

2.6 Kalupljenje prijenosom – Ovaj proces se najčešće koristi kod termostalnih plastika. Ova metoda predstavlja daljnje razvijanje metode kalupljenja kompresijom u kojem se plastika dovodi u netopljivo stanje u kalupu, pod pritiskom i toplotom. Ono se razlikuje od kalupljenja kompresijom u kojem se plastika zagrijava do tačke plastičnosti prije nego što dođe do kalupa i gura se u zatvoreni kalup, kroz uske cijevi, pomoću hidrauličkog mehanizma. Tokom prijenosa, dešava se “cross-linking”, odnosno homogeniziranje plastike. Tokom guranja kroz uske kanale, dovršava se egzotermna reakcija koja pretvara plastičnu masu u tečnu, te se samim tim otvaraju vrata kompleksnijim oblicima kalupa, odnosno proizvoda.

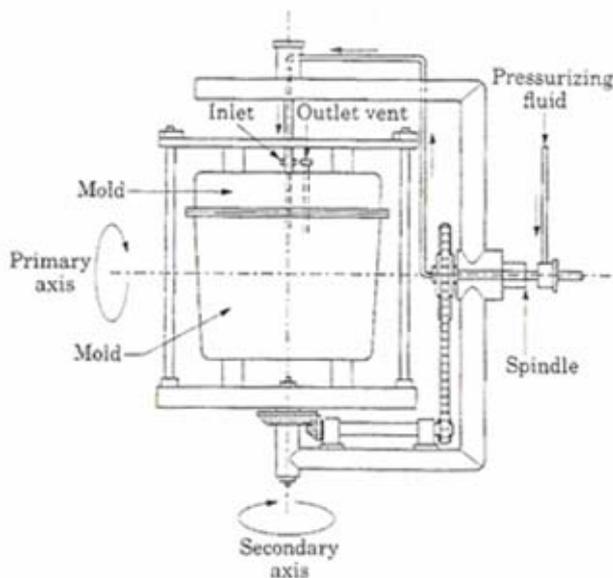
Kalupljenje prijenosom se kao olakšica upotrebljava u proizvodnji dijelova sa malim dubokim rupama i mnogim metalnim uključcima. Sadržaj suhog kalupa korištenog u kalupljenju kompresijom ponekad utiče na poziciju metalnih uključaka i “igala” koje oblikuju rupe. Plastika dovedena do tečnog stanja u kalupljenu s prijenosom pluta oko metalnih dijelova ne uzrokujući promjenu njihove pozicije.

Tipični proizvodi nastali ovim procesom su električne i elektroničke komponente, guma, i silikonski dijelovi.

¹⁶ 1 psi [funti po kvadratnom inču] = 6 894.75729 Pa [paskala]

2.7 Kalupljenje rotacijom (na slici 6 je prikazan šematski prikaz mehanizma) – Većina termoplastika i neke durabilne se mogu prerađivati u velike šuplje dijelove upravo pomoću ove metode. Metalni kalup sa tankim stranicama je napravljen iz dva dijela i dizajniran je da se može rotirati oko dvije okomite ose. Prethodno izmjerena količina plastičnog materijala se stavlja u topli kalup. Kalup se tada zagrijava, obično u velikim pećima, dok se rotira oko dvije ose. Ovaj postupak baca prah po kalupu, gdje ga toplota spaja bez topljenja.

Tišični dijelovi nastali kalupljenjem rotacijom su spremnici (tankovi) raznih zapremina, kante za smeće, dijelovi brodova, kantice, igračke, neke vrste torbi, i lopte za nogomet. Razni metalni ili plastični ključci se također mogu oblikovati u dijelove pomoću ove metode.

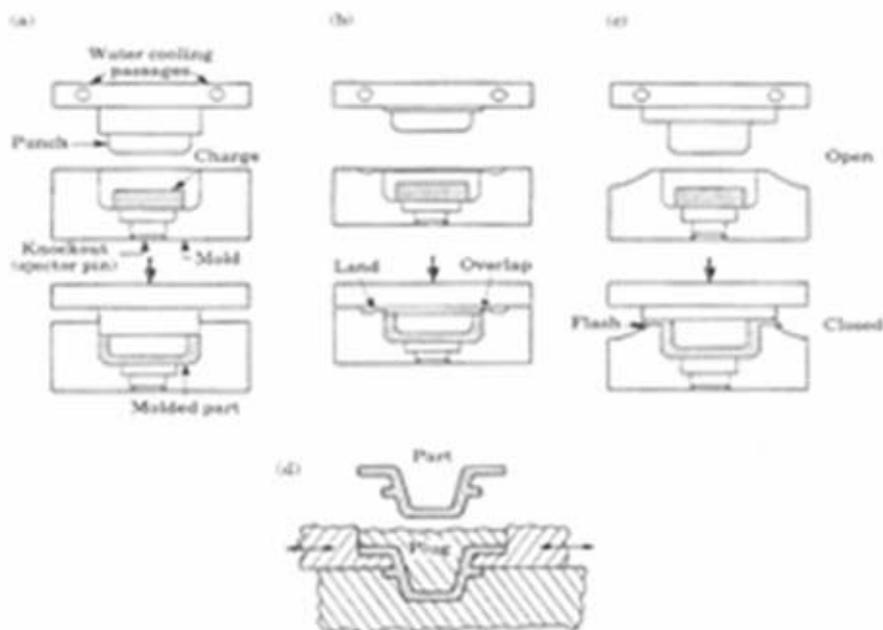


Slika 6. Šematski prikaz mehanizma

2.8 Kalupljenje kompresijom (na slici 7 se nalazi šematski prikaz tipova oblikovanja) – je najčešći način prerade termoplastičnih materijala. To nije najčešća metoda koja se koristi za termoplastiku (duraplastiku). Kalupljenje kompresijom je jednostavno stiskanje materijala u željeni oblik, grijanjem i pritiskom na materijal u kalupu.

U ovoj metodi, prethodno napravljeni oblik, sa predefinisanim količinom praha, ili mješavina tečnih "smola", tj. plastičnih masa, se stavlja direktno u zagrijani kalup. Formiranje se vrši pod pritiskom gornjeg dijela kalupa, ili drugih dodataka. Kompresiono kalupljenje je slično kovanju i ima iste probleme oko viška materijala, koji se odstranjuju rezanjem. Tipični dijelovi koji se oblikuju ovom metodom su tanjiri, ručke, električne i elektroničke komponente, dijelovi veš mašina, i kućišta. Impregirana plastika se također može formirati ovom metodom.

"Cross-linking" se završava u zagrijanom kalupu, i trajanje varira od 0.5 min. do 5 min., zavisno od materijala, oblika i njegove debljine. Što je materijal deblji, treba više vremena da se završi ovaj proces. Elastomeri se također oblikuju pomoću kompresionog kalupljenja (kalupljenja kompresijom). Često se plastični prah miješa sa drugim materijalima da bi dobio na određenim kvalitetama.



Slika 7. Tipovi kompresije: a) pozitivni b) polupozitivni c) sa viškom d) dizajnirani kalup za komesiju dijelova sa podupiračem

2.9 Hladno formiranje i formiranje u čvrstom stanju – Procesi koji se koriste u oblikovanju metala na hladno se također mogu koristiti da za oblikovanje mnogih termoplastika na sobnoj temperaturi, kao što je valjanje, izvlačenje, kalupljenje zatvorenim kalupom, kovanje, i formiranje gume. Tipični materijali koji se oblikuju su polipropilen, polikarbonat, ABS, i rigidni PVC. Važna predispozicije su da (a) materijal bude dovoljno duktilan na sobnoj temperaturi (npr. Akriil i duraplastike se ne mogu oblikovati na ovaj način), i (b) da je deformacija trajna, odnosno plastična.

Prednosti hladnog formiranja plastike nad drugim metodama su:

- Čvrstoća, snaga, i jednaka elongacija su povećani
- Plastike sa velikom molekularnom težinom se mogu koristiti da bi se napravili dijelovi sa sa superiornim osobinama
- Brzina oblikovanja ne utiče na debljinu dijela, jer nema zagrijavanja ili hlađenja tokom procesa. Tipično ponavljanje procesa je također kraće nego kod drugih metoda.

Formiranje u čvrstom stanju se odvija na temperaturi oko 10 – 20°C ispod temperature topljenja plastike, ako je kristalni polimer, i formira se dok je još u čvrstom stanju. Prednosti nad oblikovanjem na hladno je u tome da su formirajuće sile niže. Ovi procesi se ne upotrebljavaju tako često kao druge metode (sa toplotom), i uobičajeno su ograničene na određene dijelove i aplikacije.

3. PREPORUKE ZA KONSTRUKCIJU

Preporuke za formiranje i oblikovanje plastike su unekoliko slične sa onima koje se tiču proizvodnje metala. Međutim, mehaničke i fizičke osobine plastike se trebaju pažljivo razmotriti tokom dizajniranja i selekcije materijala i metode.

Odabir neprikladnog materijala sa liste zahtijeva razmatranje zahtijeva same finalne konstrukcije i moguće posljedice na dugoročnom planu, kako na ponašanje, tako i na dimenzionalnu stabilnost i zamor. U poređenju sa metalima, plastike imaju manju snagu i tvrdoću, iako je razmjera tvrdoća-težina i jačina-težina mnogo viši od većine metala.

Ojačavanje sa vlaknima i česticama, također, može biti vrlo korisno za dostizanje zadatka, kako to, isto tako, može učiniti dizajniranje sekcija sa visokom razmjerom momenta inercije.

Jedna od velikih prednosti ojačane plastike je usmjerena priroda jačine materijala. Sile koje se primjenjuju na materijal se prenose kroz matriks vlakana, koji su mnogo jači i tvrđi od same matrice. Kada su vlakna sva orijentirana u istom pravcu, rezultirajući materijal je izvanredno jak u smjeru vlakana.

Fizičke osobine, posebno visok koeficijent toplote ekspanzije, te i kontrakcije, su važni. Neodgovarajući dio ili više dijelova mogu voditi ka savijanju, uvijanju i smanjivanju. Ukupna geometrija obično određuje metodu formiranja ili kalupljenja.

Sljedeća tablica predstavlja pomoć pri odlučivanju:

Oblikovanje	Ograničenje oblikovanja	Komplikovani oblici	Kontrolirana debljina zida	Otvoreni, šuplji oblici	Zatvoreni, šuplji oblici	Velike zatvorene zapremine	Vrlo mali oblici	Površina 1 m ²	Faktor ograničenja maksimalne veličine	Uključci	Oblikovane rupe
kompresijom	KALUP	DA	DA	DA					PRITISAK	DA	DA
injekcijom	KALUP	DA	DA	DA			DA		PRITISAK	DA	DA
prenosom	KALUP	DA	DA	DA			DA		PRITISAK	DA	DA
ekstruzijom	KONSTANTNA CROSS - SEKCIJA	DA	DA						KALUP	DA	
rotacijom	ŠUPLJINA				DA	DA		DA	MAŠINA	DA	DA
Duvanjem	ŠUPLJINA, TANKI ZIDOVI				DA	DA		DA	KALUP		
Na toplo (termoforming)	TANKI ZIDOVI							DA	MAŠINA		
livenjem	KALUP	DA	DA						OBLIK		DA
kovanje	KALUP	DA	DA						KALUP		
penom	KALUP	DA	DA						PRITISAK		DA

Čak i poslije što se odabere metoda, dizajn i kalup bi trebali biti takvi da ne uzrokuju probleme koji se tiču oblikovanja, kontrole dimenzija, i finalnog izgleda.

U sljedećoj tabeli ćemo vam pokazati najčešće metode oblikovanja za duraplastike.

OBLIKOVANJE	DURAPLASTIKE
KOMPRESIJOM	Alkidi, Fenoli, Melamin, Poliester, Urea
PRENOSOM	Alkidi, Melamin, Fenoli, Urea
INJEKCIOM	Alkidi, Melamin, Urea, Fenoli
ROTACIJOM	Epoksidi
NA TOPLO (TERMOFORMING)	Alkili
REAKTIVNO INJEKCIOM	Epoksidi, Poliester, Polieuretan
LIVENJEM	Alkidi, Lakili, Epoksidi, Fenoli, Poliester, Silikon
PJENOM	Epoksidi, Melamin, Fenoli, Poliester, Silikon, Urea
LAMINIRANJE	Alkili, Epoksidi, Melamin, Fenoli

Literatura:

1. *Kratka istorija hemije, naučna knjiga, Beograd 1968*
2. *Čatović F. Nauka o materijalima – novi materijali -, polimeri, keramike, kompoziti; Mostar-Bihać 2001*
3. *Harper A. C.: Handbook of Materijals for Product Design, Me-GRAW-HILL 2001.*
<http://www.iqsdirectory.com/info/blowmoldedpl>

“FROMAH” POSLOVNI PLAN ZA 2008. GODINU

Prijć Mahir
Ulica: Armija BiH 13, Zenica
Bosna i Hercegovina

Sadržaj prezentiran u ovom poslovnom planu je tajnog karaktera. Obaveza tajnosti postoji za čitaoca poslovnog plana i sadržaj ne smije biti prezentiran trećim licima bez dozvole autora poslovnog plana.

1. SAŽETAK

1.1. BIZNIS

Kompanija “FroMah” želi se baviti proizvodnjom frotirne galanterije. Planirani asortiman bi se sastojao od tri dimenzije peškira, rukavica za tuširanje, papuča za hotele kao i tradicionalnog “Bosanskog peškira”. Kupovina bila bi omogućena kombinovanjem navedenih proizvoda. Proizvodi bi se proizvodili od visokokvalitetnog 100 % pamučnog italijanskog frotira.

Proizvodi bi se isticali kvalitetom, dizajnom i cijenom, što ujedno i predstavlja njihove karakteristike kojima se od diferenciraju od drugih sličnih raspoloživih proizvoda na BH tržištu.

Proizvodi bi se nudili dvjema vrstama ciljanih kupaca i to:

- Individualnim kupcima za ličnu kupovinu i potrošnju
- Poslovnim kupcima kao što su npr: hoteli, moteli, kozmetički i frizerski salonima, wellness centri te ostalim poslovnim potrošačima.

1.2. PREDUZETNIK

Ja sam student Ekonomskog fakulteta Univerziteta u Zenici, odsjek Računovodstveni i revizijski menadžment. Kao uspješan student uvidio sam da na našem širem regionu nema niti jedan proizvođač proizvoda koje bih ja nudio a s druge strane postoji veoma velika potražnja na tržištu za ovom vrstom proizvodima.

U ovom zamršenoj situaciji za mlade vidim priliku svoj uspjeh i prosperitet. Umajući u vidu da imam sve preduslove koji sprečavaju druge mlade ljude da pokrenu biznis, kao što je osiguran repromaterijal, osiguranu prodaju samih proizvoda, iskustvo i znanja potrebna za uspjeh mislim da moj uspjeh u naredne tri godine i nije uspjeh ali i ako ga ima...”bez rizika nema uspjeha”.

Raspolažem sa stečenim znanjima iz različitih oblasti ekonomije, tokom školovanja, zatim tokom seminara, treninga, prezentacija na temu "Biznis", "Uspjeh malog biznisa"...i još mnoge druge. Realno ne vidim prepreku da ne uspijem u svojoj namjeri.

U nastavku ću sve potanko da izložim i nadam se da će te ovaj biznis plan da čitate za užitkom i na kraju adekvatno nagradi.

2. PROIZVOD

2.1. POSLOVNE PREMISE

Planiram svoju proizvodnju započeti sa asortimanom od 6 proizvoda i 3 vrste setova od kojih je poseban proizvod "Bosanski peškiri". Svi proizvodi mogu da egzistiraju samostalno ali i u grupi u vidu setova po želji samog kupca.

Proizvodi su sljedeći:

- Peškiri dimenzija 30 x 50 cm
- Peškiri dimenzija 45 x 90 cm
- Peškiri dimenzija 70 x 140 cm
- Rukavice za kupanje
- Papuče za hotele
- "Bosanski peškiri"
- Set 1
- Set 2
- Set 3

(Pogledati ANEKS 7)

Svi proizvodi mogu da imaju posebnu vrijednost za samog poslovnog kupca u vidu vezenja loga kupca ili nekog drugog obilježja koje kupac zahtjeva.

Peškiri bi dodatno bili ukrašeni, i time povećavali svoju vrijednost, kvalitet i dizajn ukrasnom ajnfast trakom.

Proizvodi bi bili izrađeni od visokokvalitenog 100 % pamučnog italijanskog frotira. Poseban značaj proizvodi bi imali za poslovne kupce koji bi se diferencirali od drugih i time svoju uslugu osvježili te dodatnim kvalitetom privukli još klijenata.

Za ličnu upotrebu individualnim kupcima bi bilo omogućeno višegodišnje korištenje proizvoda, jer svojim kvalitetom zadržavaju oblik i kvalitet duži niz godina.

2.2. PROIZVODNJA

Kako bi smanjio troškove zakupa poslovnog prostora i druge dodatne troškove, zamisao mi je da prvu godinu poslovanja budem prijavljen *kao djelatnos za obavljanja obrta* (obrt, domaća radinost). Za skladištenje i izlaganje svojih gotovih proizvoda koristio bi prostor koji obezbjeđuje BSC. Namjera mi je da se nakon prve godine proširim te bih koristio taj prostor za moju proizvodnju i prodaju a nakon toga registrovao kompaniju ili SZR.

U prvoj godini svog poslovanja proizvodnju i prodaju bi vršio samostalno uz angažovanje još jedne adekvatne osobe koja bi radila honorarno poslove koje i ja obavljam. Od velike pomoći bio bi mi moj otac koji iz šivanja, krojenja, organizacije proizvodnje, kontrole kvaliteta ima 30

godišnje iskustvo i koji već posjeduje kompaniju za proizvodnju Baden mantila od 100 % pamučnog italijanskog frotira. To za budućnost moje poslovne ideje ima neprocjenjivu vrijednost.

Za moju proizvodnju potrebna mi je mašina za šivanje, frotir tkanina, ajnfast traka, stol za krojenje, nož za rezanje i drugi sitni repromaterijal (konac, karton...).

Repromaterijal planiram nabavljati jednim dijelom od firme "KEMA" koja se bavi proizvodnjom Baden mantila od frotira. Ova firma svoje neupotrebljene dijelove (reslove) materijala pristala prodati uz određenu naknadu meni za moju proizvodnju. Ostatak frotira i drugog repro materijala kupovao bih od drugih domaćih proizvođača ili veleprodavca npr: "MITEX" i druge specijalizovane veletrgovinske radnje za prodaju metraže.

Opremu planiram kupiti od domaćih veleprodavaca koji već posjeduju i prodaju opremu koja će biti potrebna za moju proizvodnju.

3. TRŽIŠNI PREGLED

Svoje proizvode planiram prodavati dvjema vrstama ciljanih kupaca i to:

- Potrošačima za ličnu upotrebu
- Kupcima za poslovnu upotrebu ili poklon

Potrošačima za ličnu upotrebu svoje proizvode bih prodavao samostalno ili preko specijaliziranih radnji.

Kupcima za poslovnu upotrebu ili poklon prodavao bih lično. Poslovni kontakt bi započinjao prezentacijom ili slanjem pisma ponude. (pogledati aneks 8

U prvoj godini svog poslovanja plan mi je svoje proizvode prodavati na širem području Zenice i ZE-DO kantona, u drugoj godini na region Federacije. U trećoj planiram svoju prodaju proširiti na region BiH.

Planirani kupci kao što su novoizgrađeni hotel "Zenica" Kamberović polje, motel "Wess side" Zenica, pansion "Fontana", te u skoroj budućnosti hotel "Dubrovnik" (na mjestu hotela "Metalurg") te motel nogometnog centra na Crkvičkom brdu i drugi hoteli. Time bi se diferencirali od drugih i povećali kvalitet svoje usluge.

Posebna ponuda je tradicionalni "Bosanski peški" sa obilježijima BiH, koji bi se nudio antikvarnicama, zatim posebnim prodavnicama na aerodromima, gradu Mostaru i Sarajevskoj Baščaršiji, ambasadama u BiH kao poklon njihovim posjetiocima, predstvanicima iz drugih zemalja.

Kao sigurnog kupca mogu spomenuti:

- hotel "RM" Tešanj, smještajnih kapaciteta 11 apartmana sa kojim imam sklopljen predugovor o kupovini; (**pogledati aneks 5, strana 15**)
- Preduzeće "VITA" koja se bavi veleprodajom toaletnog programa, sa kojim imam sklopljen ugovor o kupovini 30 peškira svaki mjesec. Navedene proizvode ona bi koristila u poslovne svrhe kao dodatna vrijednost Paša sapuna. (**pogledati aneks 6, strana 18**)

Od ostalih potencijalnih kupaca naveo bih podatke istraživanja koje sam proveo na području ZE-DO kantona i to:

Trenutno na području ZE – DO kantona ima 39 hotela i motela sa ukupnim brojem kreveta 1331¹⁷.

¹⁷ Preuzeto iz "Smještaj u BiH" izdat od strane Udruženja hotelijera i testoratera BiH, novembar 2007.

Od ukupnog broja planiram u prvoj godini da moji proizvodi budu zastupljeni u 20 % hotela i motela na ZE-DO kantonu (približno 8 hotela koristi moje proizvode i pokrивam oko 266 kreveta svojim proizvodima).

Što se tiče prodaje za ličnu upotrebu moja predviđanja su slijedeća:

Trenutno registrovano je 400 000 stanovnika u ZE-DO kantonu približno oko 4 člana porodice što iznosi 100000 porodica. Planiram da u prvoj godini svog poslovanja moje proizvode koristi 20 % porodica 20 000 ili 80 000 stanovnika ZE-DO kantona.¹⁸

Inovativne proizvodi koje bih ja nudio na našem tržištu su:

- 3 vrste setova frotirnih proizvoda
- "Bosanski peškiri"
- rukavica za kupanje
- vez prema želji kupca

Napominjem da za navedene proizvode ne postoje na tržištu drugi slični proizvodi. Potrebno je reći da proizvod može biti zamijenjen drugom vrstom proizvoda (obično su to proizvodi sumljivog kvaliteta, masovno proizvedeni).

Konkurentska prednost mojih proizvoda je i njihova pristupačna cijena koja je prilagođena BH standardu, te način njihove distribucije (prijem robe od strane kupca u njegovom objektu).

Moj zadatak kao distributera i promotora svojih proizvoda je da ubijedim potrošače da dobijaju kvalitet i poseban proizvod za cijenu koju plate. Kod lične potrošnje prodaju i upoznavanje kupca o proizvodu vršit ću ličnom prezentacijom, a za pojedinačne potrošače njihovu pažnju ću privući načinom pakovanja, poklonima i na sličan način.

Prodaja će biti pospješena unaprijeđenjem prodaje kroz osiguranje poklona kupcu:

- najčešće u vidu GRATIS dječijeg peškira, ili
- kupovinom 2 peškira 30 x 50 dobije se 1 gratis i drugim sličnim načinima.

4. MARKETING I PRODAJA

4.1. PROMOCIONI PLAN

Kupce planiram da obavijestim i informišem o svojim proizvodima i njihovom kvalitetu putem lične posjete i prezentacija, slanjem specijalizovanog pisma ponude (**pogledati aneks 4 strana 13**), promocijom pri otvaranju, nagradnim igrama i sl. Time bi iskoristio publicitet BSC-a (kao mogući neplaćeni oblik promocije), letci...

4.2. DISTRIBUCIJA

Distribuciju do individualnih kupaca planiram vršiti putem maloprodajnih objekata. Također, individualnim kupcima prodavao bih lično. Samu distribuciju do maloprodajnih objekata vršio bih lično, vlastitim vozilom.

Za poslovne kupce distribuciju bih vršio u dogovoru sa samim kupcem u zavisnosti od kupljene količine.

Takođe bih koristio usluge preduzeća za pružanje zbirnog transporta "DPD", npr. Isporuka od 10 kg od Zenice do Bihaća košta 7 KM sa svim popratnim administrativnim dokumentima.

¹⁸ Preuzeto iz "Smještaj u BiH" izdat od strane Udruženja hotelijera i testoratera BiH, novembar 2007.

4.3. ANALIZA CIJENE

Cijene po kojima ću prodavati svoje proizvode su sljedeći:

Artikal	Cijena koštanja	Marža 50 %	Prodajna cijena sa maržom
Peškir 30x50	1,99 KM	1,00 KM	2,99 KM
Peškir 45 x 90	3,49 KM	1,70 KM	5,19 KM
Peškir 70 x 140	6,60 KM	3,29 KM	9,89 KM
Rukavice	0,85 KM	0,44 KM	1,29 KM
Papuče	1,59 KM	0,80 KM	2,39 KM
Bosanski peškir	9,99 KM	5,00 KM	14,99 KM
Set 1	10,59 KM	4,61 KM	15,20 KM
Set 2	7,49 KM	2,91 KM	10,40 KM
Set 3	5,93 KM	2,27 KM	8,20 KM

Napominjem da je u cijenu koštanja uračunati sljedeći troškovi:

1. trošak tkanine frotir
2. trošak ajnfast trake
3. troškovi rada
4. troškovi distribucije
5. drugi varijabilni troškovi

Svoje proizvode bih prodavao uz određeni količinski rabat po sljedećim utvrđenim količinama:

- kupovinom od 20 – 50 KOM proizvoda odobren rabat od 5 %
- kupovinom od 51 – 150 KOM proizvoda odobren rabat od 10 %
- kupovinom od 151 – 300 KOM proizvoda odobren rabat od 15 %
- kupovinom većom od 301 KOM proizvoda odobren rabat od 20 %

Napominjem da i uz količinski rabat od 20 % ostavrujem maržu od 30 %.

4.4. PRODAJA

Kao što sam već naveo moja marža bi bila od 20 % - 50 % u zavisnosti od kupljenih količina frotirnih proizvoda.

Plan prodaje po proizvodima za dvije godine bit će prikazan sljedećom tabelom:

Artikal	I GODINA		II godina	
	Mjesečna proizvodnja	Godišnja proizvodnja	Mjesečna proizvodnja	Godišnja proizvodnja
Peškir 30x50	150 KOM	1800 KOM	165 KOM	1980 KOM
Peškir 45 x 90	150 KOM	1800 KOM	165 KOM	1980 KOM
Peškir 70 x 140	120 KOM	1440 KOM	132 KOM	1584 KOM
Rukavice	250 KOM	3000 KOM	275 KOM	3300 KOM
Papuče	250 KOM	3000 KOM	275 KOM	3300 KOM
Bosanski peškir	20 KOM	240 KOM	22 KOM	264 KOM
Set 1	10 KOM	120 KOM	11 KOM	132 KOM
Set 2	15 KOM	180 KOM	17 KOM	204 KOM
Set 3	20 KOM	240 KOM	22 KOM	264 KOM

5. STRUKTURA FIRME

5.1. MENADŽERSKI TIM

Na samom početku sve poslove vezane za proizvodnju, organizaciju i prodaju obavljao bih ja uz angažovanje adekvatne osobe koja bi honorarno radila i pomagala meni u ostvarenju mojih zamišljenih planova.

Za poslove proizvodnje frotirne galanterije potrebna mi je osoba koja ima sposobnosti za prodaju kao i za šivanje. Sposobnosti, iskustva, savjeti koji su mi potrebne za prodaju stekao sam iz plaćenih konsultacija koje sam dobio od BCS-a. Naravno veliku uspješnu ulogu u prenošenju tih znanja preuzele su:

- Munira Šestić, asistent na Ekonomskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, katedra:
 - Menađment i organizaciju
 - Marketing
- Mensura Rustić, diplomirani inženjer Mašinstva, vrhunski poznavalac domaćeg tržišta i trendova vezanih za proizvode i prodaju istih na BH tržištu

Sposobnosti vezane za organizaciju, kontrolu i šivanje uz već stečena znanja kroz 30-to godišnje familijarne tradicije prenio bi mi moj otac, koji kao što sam rekao ima kompaniju za proizvodnju Baden mantila.

5.2. PRAVNI OBLIK

Na početku svog poslovanja plan mi je da se registrujem kao *djelatnost za obavljanje obrta* (obrt, domaća radinost) kako bi smanjio troškove na samom početku. U II godini plan mi je da se proširim, da proizvodnju pozicioniram u Preduzetnički inkubator u poslovni prostor koji poklanja BSC. U II godini također, izvršio bi preregistraciju u SZR ili drugi oblik organizacije kompanije.

Dokumenti koji su mi potrebni za registraciju obrta su:

1. Ovjerena kopija lične karte
2. Dokaz o pravu vlasništva ili ugovor o zakupu ili saglasnosti vlasnika poslovnog prostora ovjerenu kod nadležnog organa
3. Rješenje o odobrenju korištenja izgrađenog poslovnog objekta – upotrebna dozvola
4. Uvjerenje o izmirenju svih obaveza prema javnim prihodima (poresko uvjerenje)
5. Svjedočanstvo o završenoj školi
6. Uvjerenje o nezaposlenosti ako je osnovno zanimanje, odnosno dokaz o zaposlenju ako je dopunsko zanimanje
7. Liječničko uvjerenje i sanitarna knjižica
8. Priznanicu u uplati takse u općini u visini od KM
9. Uplatnica u iznosu od KM na ime troškova izlaska komisije
10. Uvjerenje o neizricanju mjera zabrane obavljanja djelatnosti
11. Uvjerenje o poslovnoj sposobnosti (izdaje Centar za socijalni rad).

6. FAKTORI USPJEHA I RIZIKA

6.1. FAKTORI USPJEHA

Kao svoje faktore uspjeha naveo bih potpisana 2 predugovora:

- hotel "RM" Tešanj, smještajnih kapaciteta 11 apartmana sa kojim imam sklopljen predugovor o kupovini;
- Preduzeće "VITA" koja se bavi veleprodajom toaletnog programa, sa kojim imam sklopljen ugovor o kupovini 30 peškira svaki mjesec. Navedene proizvode "Vita" bi koristila u poslovne svrhe kao dodatna vrijednost Paša sapuna.

Također, kao faktor svog uspjeha naveo bih postojanje mogućnosti za sklapanje ugovora o prodaji sa Udruženjem hotelijera i restoratera BiH

6.2. RIZICI

Kao svoju stepenicu diferencijacije od drugih vidim izuzetno kvalitetan proizvod koji ne egzistira na domaćem tržištu, što ujedno i predstavlja moju jačinu.

Moja poslovna prilika je u tome što na tržištu postoji veoma velika potražnja za visokim kvalitetom proizvoda od frotira.

Moja opasnost leži u tome što se na naše tržište mnogo uvozi proizvoda koji su u većini slučajeva sumljivog kvaliteta i porijekla. Taj uvoz u najvećoj mjeri se ostvaruje iz Kine, Japana, Turske...

Promocija koja bi obavještavala moje kupce o karakteristikama mojih proizvoda i buđenjem želje u njima da imaju taj proizvod je moj planirani način borbe sa konkurencijom iz uvoza.

7. FINASIJSKI PLAN I INVESTICIONI PLAN

7.1. INVESTICIONI PLAN

INVESTICIONI PLAN		
INVESTICIONE POTREBE	IZNOS	IZVORI FINASIRANJA
Stalna sredstva		
Mašina – polovna	1.000,00 KM	mikrokredit
Namještaj		
Stol za krojenje	600,00 KM	mikrokredit
Oprema		
Mašina za pakovanje	200,00 KM	mikrokredit
Nož za rezanje	500,00 KM	mikrokredit
Vozila		
Automobil za distribuciju	6.000,00 KM	mikrokredit
Poslovni prostor ngarada BSC		
MEĐUSUMA	8.300,00 KM	
Troškovi pripreme		
Dozvole		Osigurava BSC
Registracijska naknada		
Drugi pripremni troškovi		
Obrtni kapital		
Gotovina koja mi je potrebna za 3.mjesečno poslovanje bez problema	11.700,00 KM	mikrokredit
UKUPNO	20.000,00 KM	

7.2. FINASIJSKI PLAN

Prognoza proizvodnje i prodaje na godišnjem nivou:

<i>PRODAJA za godinu dana</i>			
PROIZVODI	CIJENA	KOLIČINA	CIJEN X KOLIČINA
Peškir 30 x 50	2,99 KM	1800 KOM	5.382,00 KM
Peški 45 x 90	5,19 KM	1800 KOM	9.342,00 KM
Peškir 70 x 140	9,89 KM	1440 KOM	14.242,00 KM
Papuče	2,39 KM	3000 KOM	3.870,00 KM
Rukavice	1,25 KM	3000 KOM	7.170,00 KM
Bosanski peškir	14,99 KM	240 KOM	3.598,00 KM
Set 1	15,20 KM	120 KOM	2.482,00 KM
Set 2	10,40 KM	180 KOM	1.762,00 KM
Set 3	8,20 KM	240 KOM	1.870,00 KM
UKUPNO			49.718,00 KM
TROŠKOVI prodaje za godinu dana			
R.br	Troškovi	Iznos	
1.	Materijal: <ul style="list-style-type: none"> • Frotir • Ajnfast traka • Konac i drugi varijabilni troškovi 	13.032,00 KM	720,00
		KM	200,00
2.	Struja i drugi varijabilni troškovi	600,00 KM	
3.	Plate i doprinosi <ul style="list-style-type: none"> • Zaposleni • Honorarno zaposleni (agent prodaje) 	12.600,00	
		KM	3.600,00
	Ukupno troškova	30.752,00 KM	
	Ukupna marža	18.966,00 KM	

Izveštaj o gotovinskom toku:

	Stvarni (god. 0)	godina 1	godina 2	Godina 3
Početno gotovinsko stanje	20.000	41.633	53.932	68.129
Prihodi	0	49.718	54.690	60.159
Ulaz gotovine	20.000	91.351	108.622	128.288
Troškovi	0	30.752	33.827	37.210
Kupljena stalna sredstva	8.300			2.000
Izlaz gotovine	-8.300	30.752	33.827	35.210
Međusuma	28.300	60.599	74.795	93.078
Ulaz				
Primljeni krediti	20.000	0	0	0
Eksterno uplaćeni dionički kapital		0	0	0
Izlaz				
Otplata Kredita (beskamatna plaćanja)	6.667	6.667	6.667	6.667
Isplata dividendi	0	0	0	0
Međusuma	13.333	-6.667	-6.667	-6.667
Godišnji tok gotovine	41.633	53.932	68.129	86.411
Završna gotovinska pozicija	41.633	53.932	68.129	86.411

Bilans uspjeha:

	I godina	II godina	III godina * PDV
1. Prodaja	49.718,00	54.690,00	70.386,00
2. Troškovi			
I materijal	13.952,00	15.347,00	16.882,00
II energija	1.000,00	1.100,00	1.200,00
III plaće i doprinosi	16.200,00	16.200,00	23.400,00
	(2 radnika)	(2 radnika)	(3 radnika)
3. Marža	18.566,00	22.043,00	28.904,00
4. Drugi troškovi			
Održavanje	500,00	1.000,00	1.000,00
Transport	3.000,00	3.300,00	3.600,00
Kancelarijski troškovi	1.000,00	1.100,00	1.200,00
Troškovi marketinga	2.000,00	3.000,00	2.000,00
Amortizacija	1.000,00	1.000,00	1.100,00
Bankovni troškovi (otplata)	6.667,00	6.667,00	6.666,00
Kamate	2.000,00	1.500,00	1.000,00
Dobit prije poreza	3.399,00	4.476,00	14.338,00
Porez 20 %			2.868,00
Dobit poslije poreza	3.399,00	3.976,00	11.470,00
Gotovonski tok	4.399,00	5.076,00	12.670,00

Bilans stanja

	I godina	II godina	III godina
Aktiva			
Gotovina	2.000,00	1.000,00	467,00
Banka tekući račun	9.700,00	5.033,00	
Potraživanja			
Zalihe			
Transportna sredstva	6.000,00	5.100,00	4.200,00
Mašine	2.300,00	2.200,00	2.000,00
Ukupno aktive	20.000,00	13.333,00	6.667,00
Pasiva			
Kratkoročni kredit	20.000,00	13.333,00	6.667,00
Dug prema dobavljačima			
Dugoročni kredit			
Vlastiti kapital			
Ukupna pasiva	20.000,00	13.333,00	6.667,00

- PREPOZNAVANJE PODUZETNIČKIH PRILIKA - - ANALIZA IZVODLJIVOSTI PODUZETNIČKE IDEJE - - PODUZETNIČKA IDEJA U INDUSTRIJI BRZE HRANE -

Kahvedžić Harun
Skopljak Emir
Ekonomski fakultet, Univerzitet u Zenici

UVOD

Prilikom ulaska u novi biznis, svaki poduzetnik je dužan svoju ideju, zamisao, analizirati kako bi sebi oderedio smjernice razvijanja tog biznisa, te uvidio da li je taj biznis zaista ekonomski opravdan. Ovaj rad se bavi početnim fazama procjene poduzetničke ideje, što podrazumjeva prepoznavanje same poduzetničke prilike i studiju izvodljivosti.

Cilj ovog rada je zainteresovanim budućim poduzetnicima približiti ovu tematiku na jednostavniji način, podržanu primjerom u kojem se jasno očituju sve teoretske postavke ovog rada.

Kako bi ovaj rad nastao korištena je preporučena literatura koja je trenutno vodeća u svijetu na polju poduzetništva. Pored toga, autori su dodatno istrživali web stranice, gdje su došli do nekih novih podataka i bitnih činjenica za ovaj rad. Kreiranju ovog rada umnogome je pomoglo i znanje i iskustva autora stečeno pohađajući predavanja BSC Zenica. Također je bitno napomenuti da su se u svrhu izrade primjera iz ovog rada provela opsežna istraživanja tržišta i potrebe potrošača, gdje je anketirano oko 200 osoba.

Rad se sastoji od tri ključne cjeline. Prvi dio se odnosi na prepoznavanje poduzetničkih prilika, gdje se govori o načinu na koji se uočavaju nove prilike i mogućnosti. U drugom dijelu se elaborira studija izvodljivosti poduzetničke ideje, sa detaljnim osvrtom na sve faze studije. I konačno u trećem dijelu se nalazi praktični primjer, u kojem se pokazuje praktična primjena teorije koja je izložena u radu.

1. PREPOZNAVANJE PODUZETNIČKIH PRILIKA

1.1. Mogućnost

Danas, više nego ikad u našem okruženju dolazi do poticanja poduzetništva i malog biznisa. Svjedoci smo raznih konkursa (natječaja), nagrada, poticaja, grantova kao i samostalnih pokušaja osnivanja i razvijanja biznisa. Da bi postao poduzetnik, pojedinac ne mora biti učesnik nekog konkursa ili bogata osoba, bitan je njegov poduzetnički duh, htijenje i sposobnost da to učini i postane. Poduzetnici su osobe koje imaju dobro razvijen „njih“ za dobrim biznisom i zaradom, osobe koje uočavaju i iskorištavaju mogućnosti koje im se ukažu. Oni te mogućnosti najčešće pretvaraju u posao i stvaraju nove proizvode i usluge u cilju iskorištenja mogućnosti i zadovoljenja potrebe potrošača.

„Mogućnost predstavlja niz vezanih okolnosti koje proizilaze iz potrebe za novim proizvodima, uslugama, poslovanjem uopšte“ (Baringer, str. 25). Prema mišljenju profesora Baringera postoje dva najčešće upotrijebljena načina na kojima podezetnici započinju svoje

poslovanje, odnosno uočavaju mogućnosti: na osnovu raznih stimulansa poput istraživanja i uočavanja mogućnosti ili prepoznavanja problema i manjka mogućnosti u poslovanju. Iako svaki korak u pokretanju samostalnog biznisa nije nimalo lagan, te sam poduzetnik dosta puta mora djelovati na osnovu svog instinkta, postoje četiri kvalitetne mogućnosti, kojima svaki poduzetnik prije upuštanja u bilo kakav posao treba analizirati mogućnosti i svoju ideju:

- "Privlačnost"
- Trajnost
- Postojanost
- Sigurnost proizvoda, usluge ili posla koji se nudi kupcu." (Baringer, str. 26)

Prozor mogućnosti predstavlja metaforu koja ustvari znači da se rastom biznisa neprestano otvaraju novi vidici i šanse za njegov rast, i ujedno kako tržište zastarjeva da se taj prozor postepeno zatvara.

Bez obzira o kojem se tipu preduzetnika radilo, pojedinačni, industrijski ili grupni, identifikovana su tri načina putem kojih se prepoznaju poduzetničke prilike, a to su:

- Posmatranje trendova
- Rješavanje problema
- Personalne karakteristike poduzetnika

U nastavku teksta će se elaborirati svaki od ovih načina posebno.

1.2. Posmatranje trendova

Trend zapravo predstavlja dugoročnu težnju nečemu. Postoje dva identificirana puta suočavanja sa trendovima. Prvi se bazira na pažljivo posmatranje i proučavanje, dok drugi svoju osnovu ima na platformi istraživanja tržišta i nezavisnih analiza. Na trendove kao i na njihovo praćenje najviše utječu četiri vrste faktora:

- Ekonomske snage
- Društvene snage
- Tehnološke prednosti
- Političke i regulatorne promjene

Ekonomske snage imaju uticaj na kretanje trendova na više načina. Naime, sveopće stanje ekonomije prije svega diktira nivo potrošnje, koji je takođe u zavisnosti od potreba potrošača. Tako da poduzetnici u tom slučaju moraju biti vrlo oprezni, pogotovo ako se radi o početnim fazama biznisa. Također svjedoci smo jake ekonomske krize gdje dolazi do sveopćeg pada proizvodnje i podrške od strane banaka koja je potrebna malim kompanijama kako bi razvijale svoj biznis. Također, bitne detalje u kreiranju trendova sa ekonomskog aspekta predstavljaju kamatne stope i demografske promjene.

Društvene snage takođe imaju velikog uticaja na kreiranje trendova. Moderno društvo iz dana u dan postaje baza za uočavanje novih ideja za biznis. Kao posljedica brzog načina života, svjedoci smo otvaranja sve većeg broja restorana brze hrane, koji su nastali iz potrebe ljudi za brzim uzimanjem njihovih obroka. Takođe postoji čitav niz proizvoda i usluga koji su nastali upravo društvenim uticajem, a danas predstvaljaju brzorastuće i profitabilne grane svjetske privrede.

Tehnologija je jedna od rijetkih stavki koja neprestano napreduje od industrijske revolucije. Njen napredak je izuzetno vidljiv danas, kada napreduje izuzetno velikom brzinom, pa tako tehnologija postaje stara za samo 18 mjeseci. Njen uticaj na trendove ne treba posebno objašnjavati. Također je bitno napomenuti i korelaciju između ekonomskih i društvenih snaga na formiranje trendova i tehnologije.

Političke akcije i promjene su možda faktor koji se najviše uočava u formiranju trendova. Naime određene regulative i dešavanja koja se odvijaju na političkom planu mogu otvoriti

vrata neke nove industrije, odnosno omogućiti ekspanziju neke već postojeće industrije. Kao primjer poslužimo se donošenjem zakona o reciklaži otpadnih materijala koji su za to pogodni. Na taj način sam čin donošenja jednog takvog akta otvara mogućnost ulaska u taj biznis. Također dešavanja poput terorističkih napada znatno su povećala potrebu za sigurnosti. Pa smo tako svjedoci otvaranja mogih preduzeća koja se bave zaštitom imovine i lica u BiH, u okviru svjetskog trenda za kvalitetnijim sigurnosnim stanjem.

1.3. Rješavanje problema

Upravo rješavanje problema u nekim slučajevima može predstavljati mogućnost za biznis. Postoji veliki broj primjera kako su se upravo na ovaj način kreirale poslovne mogućnosti. Mnogi svjetski poznati eksperti i priznati naučnici iz područja managementa i marketinga smatraju kako problem ustvari predstavlja mogućnost. Rješenje problema takođe može biti i u bliskoj vezi sa kretanjem trendova, te stoga pravi poduzetnik i tu može da uoči neku mogućnost za novi biznis.

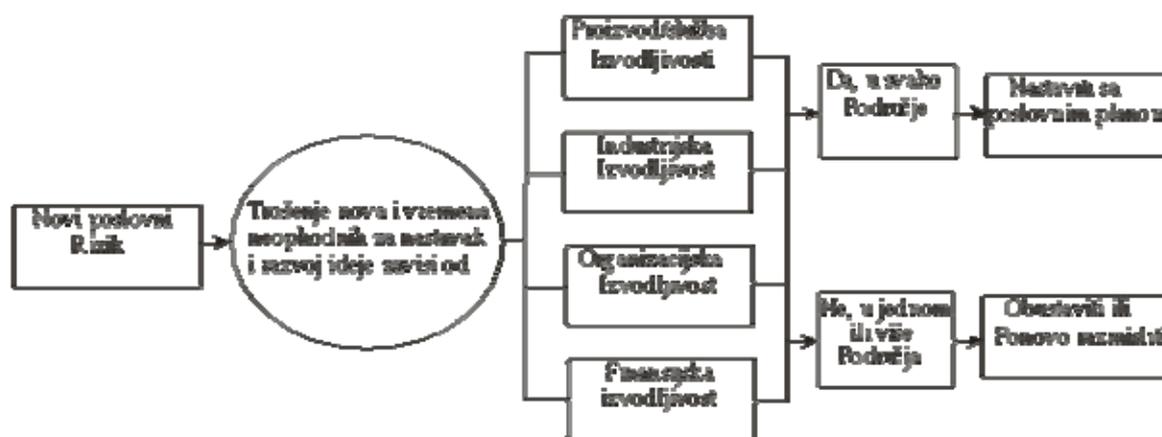
1.4. Personalne vještine poduzetnika

Za pokretanje biznisa nekad su dovoljne i personalne vještine poduzetnika. Najjednostavniji primjer su majstorske radnje u kojima oni nude svoje usluge popravke ili slično. Također, ovjemo možemo pričati o uočenim nedostacima od strane pojedinca. Na primjer, osoba koja je svojim radom u nekoj kompaniji uočila veliku rupu na tržištu i odlučila da pokrene vlastitu kompaniju koja bi zadovoljila taj tržišni segment. Kod personalnih vještina poduzetnika bitne su, naravno, njegove spoznajne vještine, tj. njegov kognitivni sklop, što mu zapravo omogućava da vidi što drugi ne može. Također je u ovom dijelu bitno spomenuti i društvene mreže. Ipak, svjesni smo činjenice da društvo u kojem se pojedinac kreće ima velikog uticaja na njegovo mišljenje, stoga je ponekad vrlo vjerovatno da u okvirim svoje društvene mreže pojedinac nadođe na poduzetnu ideju. Kreativnost kao individualna osobina dolazi do izražaja kod poduzetnika. Kreativni ljudi traže nova rješenja, uvijek žele više i upravo zbog toga oni imaju velike šanse da sami postanu poduzetnici.

2. STUDIJA/ANALIZA IZVODLJIVOSTI PODUZETNIČKE IDEJE

Analiza izvodljivosti je proces utvrđivanja da li je poslovna ideja moguća. Kao uvodna procjena poslovne ideje, analiza izvodljivosti se radi da bi se odredilo da li je ideja vrijedna zanimanja. Ona, naime, daje kompaniji otvorenu procjenu stanja jedne poslovne ideje, prije nego što se na nju utroše resursi, kao što je novac.

Na slici 1. je predstavljen način na koji bi se studija izvodljivosti trebala izvesti, ali statistike pokazuju da većina mladih poduzetnika ne prati ovaj obrazac i ulazi u rizik.



Slika 1. Uputstvo za izradu studije izvodljivosti

Prije nego što kompanija preuzme analizu ostvarivosti, odnosno izvodljivosti, treba da se napravi izvještaj o zamisli. Izvještaj o zamisli je preliminarni opis posla i uključuje slijedeće:

- Opis proizvoda ili usluga koji su ponuđeni – ovaj dio daje detalje o osobinama proizvoda ili usluge. Kompjuterska simulacija funkcionalnosti proizvoda je također od pomoći.
- Drugi dio opisuje koristi od proizvoda ili usluge.
- Ciljano tržište – ovaj dio navodi djelatnosti ili ljude koji će kupiti proizvod ili uslugu.
- Četvrti dio pokazuje kako će proizvod biti pozicioniran u odnosu na slične proizvode na tržištu. Pozicija kompanije prikazuje kako se ona nalazi u odnosu na konkurente.
- Peti dio pokazuje kako će se proizvod prodavati i distribuirati. Ovaj dio daje detaljan prikaz da li će proizvod biti prodavan direktno od proizvođača ili putem distributera.

Svaka analiza izvodljivosti se sastoji od četiri glavna dijela. Prije svega to je analiza izvodljivosti proizvoda, odnosno usluge, zatim analiza tržišne izvodljivosti, analiza organizacione izvodljivosti i, na kraju, analiza finansijske izvodljivosti.

2.1. Analiza izvodljivosti proizvoda/usluge

Analiza izvodljivosti proizvoda, odnosno usluge je procjena opće privlačnosti proizvoda ili usluge koji će biti predstavljeni ili, drugačije rečeno, proces utvrđivanja da li će proizvod ili usluga imati adekvatno tržište.

Ova analiza se sastoji od dva primarna testa, a to su: test koncepta i test upotrebe.

Test koncepta podrazumijeva pokazivanje reprezentativnog uzorka proizvoda ili usluge potencijalnim i budućim kupcima da bi se utvrdio njihov ineteres za datim proizvodom/uslugom, poželjnost i namjere kupovine. Postoje tri glavne svrhe testa koncepta. Prva podrazumijeva istraživanje poduzetnika putem telefonskih ili ličnih intervjuja, fokus grupa itd. da bi se utvrdio stav potencijalnih i budućih kupaca prema proizvodu/usluzi. Druga svrha testa koncepta je da pomogne da se razvije ideja. Treća svrha testa koncepta je da odredi dio potencijalnog tržišta kojim će proizvod ili usluga upravljati, odnosno dio tržišta na kojem će dominirati.

Nakon testa koncepta obično se izrađuje prototip proizvoda/usluge. Prototip je učestao, što znači da se on redefiniše i ponovo redefiniše sve dok se kupac i dizajner ne usaglase po pitanju konačnog dizajna.

Nakon testa koncepta i izrade prototipa pristupa se testu upotrebe. Test upotrebe zahtijeva da korisnici proizvoda koriste određene zadatke da bi se mjerila lahkoca upotrebe proizvoda i korisnikova percepcija iskustva. Provođenje testa upotrebe je dobra investicija od strane poduzetnika ili same kompanije. Mnogi proizvodi za koje potrošači misle da su frustrirajući da se radi sa njima, iznešeni su na tržište prebrzo.

2.2. Analiza tržišne izvodljivosti

Za analizu tržišne izvodljivosti tri su stvari primarne koje predloženi biznis treba da uzme u obzir:

- Industrijska privlačnost
- Tržišna vremenska određenost
- Identifikacija niše tržišta

2.2.1. Industrijska privlačnost

Industrije variraju u zavisnosti od stope rasta. Tipično industrija u razvoju je privlačna zato što prihvata nove pristupe i upoznavanje sa novim proizvodima. Kao dodatak procjene potencijala industrijskog rasta poduzetnik će htjeti da zna više o ukupnoj privlačnosti industrije u koju ulazi. To može da uradi uz primarno i sekundarno istraživanje. Primarno istraživanje je originalno istraživanje od strane poduzetnika. To uključuje razgovor sa potencijalnim kupcima i industrijskim učesnicima. Sekundarno istraživanje podrazumijeva

izvore podataka kao što su publikacije, vladine statistike, konkurentne web stranice i izvještaji uglednih istraživačkih kompanija.

2.2.2. Tržišna vremenska određenost

Drugo što treba uzeti u obzir vezano za analizu tržišne izvodljivosti je vremenska određenost upoznavanja sa određenim proizvodima i uslugama. Faktori variraju u zavisnosti od toga da li se radi o revolucionarnim proizvodima ili o onim poboljšanim koji već postoje. Ako se radi o poboljšanim proizvodima treba odrediti da li su prilike za njihovo lansiranje povoljne. Slijedeće što treba uzeti u obzir je prosto proučavanje ekonomije da se odredi trenutna dinamika i da li je vrijeme za novi biznis povoljno. Za biznise koji se bave revolucionarnim proizvodima je najvažnije da imaju prvu pokretačku prednost. Prva pokretačka prednost je prednost koja se dobija prvim ulaskom na tržište. Neki autori i poduzetnici smatraju da postoji jednak broj nedostataka što si prvi na tržištu. Troškovi istraživanja su veliki, rizik da vam neko otkrije proizvod tokom istraživanja postoji itd.

2.2.3. Identifikacija niše tržišta

Posljednji korak u analizi tržišne izvodljivosti je identifikacija tržišne niše u kojoj firma može participirati. Tržišna niša je mjesto unutar segmenta većeg tržišta koje predstavlja užu grupu kupaca sa sličnim interesima. Većina uspješnih poduzetničkih firmi ne počinje prodavajući širokom tržištu, nego prvo identifikuje ovu nišu. Za nove firme prodaja u tržišnim nišama ima smisla iz najmanje dva razloga. Prvo, dozvoljava kompaniji da se utemelji bez da se nadmeće sa velikim. Drugo, strategija tržišne niše dopušta firmi da se fokusira na uslugu specijaliziranom tržištu, umjesto da pokušava ugoditi svima. Izazov identifikacije ovog tržišta je da posao mora biti dovoljno veliki da podrži predloženi biznis, a dovoljno mali da izbjegne direktnu konkurenciju.

2.3. Analiza organizacione izvodljivosti

Analiza organizacione izvodljivosti se sprovodi radi određivanja toga da li je predloženi posao dovoljno menadžerski ispitan i utemeljen, radi određivanja odgovarajuće organizacione strukture, i radi određivanja resursa za uspješno uključivanje u biznis. U ovoj oblasti postoje dvije primarne mogućnosti za razmatranje: menadžerski potencijal i dovoljnost resursa.

2.3.1. Menadžerski potencijal

Scott Cook osnivač Intuit-a, je zaključio: "Finansiranje zaista nije najvažniji faktor. Ako imate veliki biznis, poznajete svoje kupce i znate da ono što radite je iznad onog što je na tržištu, onda je to ono što pobjeđuje. Ali ako imate slabu biznis ideju, finansiranje je neće promijeniti u bolju. Postojanje novca je nužan uslov, ali ja se zaista ne bih htio usmjeriti na finansiranje. Ja bih se usmjerio na upoznavanje ravnodušnosti kupaca."

Iz gore navedenog se jasno vidi da je menadžerski potencijal izuzetno bitan faktor u analizi organizacione izvodljivosti, jer, u suštini, nema praktične zamjene za nedostatak menadžerskog iskustva. Menadžeri sa širokim profesionalnim i društvenim vezama imaju prednost da uz pomoć kolega i prijatelja nadomjeste nedostatke u vlastitom iskustvu ili znanju, dok, s druge strane, menadžeri sa slabim vezama se mogu samo osloniti na vlastito (ne)znanje i pri tome ugroziti cijelo poslovanje jedne kompanije ili realizaciju nekog biznisa.

2.3.2. Dovoljnost resursa

Druga oblast analize organizacione izvodljivosti jeste da se odredi da li novi poduhvat ima dovoljno resursa da pokrene, ka uspješnom razvoju, proizvodnu ili uslužnu ideju. Središte analize organizacione izvodljivosti treba da bude na nefinansijskim resursima, u kojima finansijska izvodljivost treba da bude razmatrana odvojeno. Nekoliko oblasti treba da bude ispitano, uključujući raspoloživost poslovnog prostora, kvalitet ponude radne snage u području gdje će biznis biti lociran i mogućnost zaštite intelektualnog vlasništva u suštinskim dijelovima novog biznisa. Još jedan od potrebnih resursa koje nova preduzeća trebaju

razmotriti je i njihova blizina sličnim preduzećima (kao primjer se navodi Silikonska dolina u Kaliforniji).

2.4. Analiza finansijske izvodljivosti

Analiza finansijske izvodljivosti je završni stepen sveobuhvatne analize izvodljivosti. Za analizu izvodljivosti je obično dovoljna brza finansijska procjena. Obimnija procjena u ovoj fazi se obično ne zahtijeva zato što se specifičnosti biznisa neizbježno uključuju, čineći time nepraktičnim prijevremeno trošenje mnogo vremena na pripremu detaljne finansijske prognoze. Najvažnije pojedinosti za razmatranje u ovoj fazi su:

- Zahtjevi za kapitalom,
- Finansijska stopa povrata i
- Opća privlačnost investicije.

2.4.1. Zahtjevi za kapitalom

Obezbeđenje dovoljno novca radi zadovoljenja potreba za kapitalom biznisa je neophodno. Novo preduzeće obično treba novac za uobičajne namjene, uključujući najam osoblja, prostor za kancelarije ili proizvodnju, za osposobljavanje, za istraživanje i razvoj, za marketing i za početni obrt proizvoda. U fazi analize izvodljivosti neophodno je da ovi podaci budu tačni. U fazi analize izvodljivosti veoma važno je da poduzetnik ima osjećaj kakvi će biti zahtjevi za kapitalom. Podaci koji određuju kapital obezbjeđuju veoma važne informacije o stepenu povrata kapitala koji se može očekivati od biznisa i o načinu finansiranja ili fondu koji će biti neophodan.

2.4.2. Finansijska stopa povrata

Povrat aktive i povrat investicije su primjeri mnogih načina na koji se može predvidjeti stopa povrata očekivana od novog biznisa. U fazi analize izvodljivosti veoma je važno razgraničiti da li je predviđeni povrat odgovarajući da opravda biznis. Odgovarajući je relativan izraz i on zavisi od jednog ili više slijedećih faktora:

- Iznos uloženog kapitala,
- Ukupno vrijeme zahtijevano za ostvarivanje povrata,
- Procijenjeni rizici u uspostavljanju biznisa,
- Postojeće mogućnosti za investiranje novca i
- Postojeće mogućnosti za poduzetnikovo vrijeme i trud.

2.4.3. Opća privlačnost investicije

Veliki je broj drugih finansijskih faktora povezanih sa obećavajućim poslovnim mogućnostima. U fazi analize izvodljivosti, obim pozitivnih poslovnih mogućnosti vezano za pojedinačne finansijske faktore zasnovan je više na procjeni ili prognozi nego na stvarnim karakteristikama.

Ukupno posmatrano analiza izvodljivosti je ključni korak u procesu razvoja uspješne poslovne ideje. Mnogo poduzetnika u žurbi da svoju ideju iznesu na tržište zanemaruju sprovođenje sveukupne analize izvodljivosti. Ovaj pristup je u skoro uvijek pogrešan i najčešće rezultira propadanjem.

3. PODUZETNIČKA IDEJA U INDUSTRIJI BRZE HRANE

3.1. Opis osnovnog koncepta

U zadatoj industriji, industriji brze hrane pomoću klasičnog brainstorminga i argumentovane diskusije stvorena je poduzetnička ideja Lily's. Lily's predstavlja fast food s inovativnim pristupom u cjelokupnom radu i izgledu.

Osnovna misija jeste da Lily's omogućava uživanje u sendvičima vrhunskog okusa, pripremljenih od domaćih proizvoda provjerene kvalitete, svim ljubiteljima ukusne i cjenovno

pristupačne hrane. Vizija i cilj poslovanja u budućnosti jeste da Lily's postane vodeći franchising lanac brze prehrane u Bosni i Hercegovini, a zatim i u regionu.

Svoje poslovanje Lily's usmjerava prema dvije osnovne ciljne grupe:

- Mladi ljudi, studenti i učenici sa limitiranim finansijskim primanjima
- Zaposleni ljudi, kojima je neophodno da naruče doručak putem dostave jer nemaju dovoljno vremena da napuštaju firmu.

U ponudi usluga postoji i opcija *catering*-a za rođendane, prijeme i proslave i sve ostale događaje na kojima se ne služi tradicionalna restoranska hrana koju nude ostale catering agencije.

Osnovna diferencijacija ovog fast food-a u odnosu na druge jeste da se Lily's isključivo bazira na pravljenju sendviča. Takođe nudi *custom made* pristup pri pravljenju hrane gdje svaki kupac ima mogućnost da odabere sastojke za sendvič: od izbora peciva, salata i dressinga.

Lily's jeste idealno mjesto za vegeterijance, jer mogu uživati u izvrsnim sendvičima koji nisu bazirani na mesu, kao i za ljude koji uživaju u zdravoj hrani. Kao što je ranije navedeno sam kupac bira sastojke za sendvič, pa tako u ponudi postoje različite vrste peciva, od klasičnih bijelih, preko crnih, raževih pa sve do heljdinih, koji se pripravljaju u objektu. Kupac uz izabrani sendvič može naručiti i sok od svježije cijedenog voća, koje on naravno sam bira.

Popularni *koncept samousluživanja* jeste ono što Lily's posebno čini privlačnim, kao i ambalaža koja je *environment friendly*, u potpunosti napravljena od razgradljivih materijala. Lokacija je atraktivna, zato što se objekat nalazi u blizini univerziteta, srednje i osnovne škole, te shopping centra.

3.2. Analiza izvodljivosti poduzetničke ideje

U okviru analize izvodljivosti poduzetničke ideje izvršena je analiza slijedećih elemenata:

- Analiza industrije
- Analiza konkurencije
- Analiza organizacione izvodljivosti
- Analiza tržišne izvodljivosti
- Analiza finansijske izvodljivosti

3.2.1. Analiza industrije

U okviru analize industrije izvršena je analiza prema Michael Porteru gdje postoji pet različitih sila koje utiču na industriju i poslovnu strategiju:

- a) Prijetnja od ulaska novih konkurenata – žestoka, jer se usluga može lako kopirati, a industrija brze hrane je uvijek privlačna, jer je potražnja za datim proizvodima jako velika.
- b) Prijetnja od zamjenskih proizvoda – postoje prijete, ali su relativno zanemarive.
- c) Pregovaračka moć dobavljača – nije velika jer se sastojci potrebni za pripremanje hrane mogu kupiti od velikog broja dobavljača po približno istim cijenama.
- d) Pregovaračka moć kupaca – nije velika, jer su proizvodi prilagođeni cijenom i kvalitetom kupcima.
- e) Konkurencija postojećih firmi – Lily's nudi koncept koji je jedinstven i diferenciran u odnosu na konkurenciju.

3.2.2. Analiza konkurencije

Analiza konkurencije je usmjerena prvo prema identifikaciji direktnih konkurenata, koji su prikazani u narednoj tabeli, gdje su nabrojane osnovne karakteristike u industriji fast food hrane kao i ocjene naših direktnih konkurenata od 1 – 5, do kojih se došlo anketiranjem ciljnih grupa. Cilj poslovanja Lily's jeste da, ako ne svim u segmentima onda u većini bude jači od svojih direktnih konkurenata.

Indirektni konkurenti predstavljaju svi ostali proizvođači hrane kao što su restorani i pekare, dok su budući svi oni koji se odluče na ulazak u datu industriju. U narednoj tabeli su prikazana dva direktna konkurenta i njihova uporedna analiza, kao i uporedivost njihovih proizvoda i usluga sa proizvodima i uslugama koje bi pružao Lily's.

Direktni konkurenti	Velma	Jumbo
Kvalitet hrane	5	3
Kvalitet usluge	4	2
Urednost objekta	4	2
Ljubaznost osoblja	3	2
Klijentela	5	2
Lokacija	4	5
Cijena	5 KM	2 KM

Tabela 1. Prikaz karakteristika direktnih konkurenata

3.2.3. Analiza organizacione izvodljivosti

U okviru analize organizacione izvodljivosti bitno je napomenuti da organizaciju čini tim od pet mladih, obrazovanih osoba, budućih diplomiranih ekonomista, s jednim članom koji ima iskustva u pokretanju i vođenju vlastitog biznisa. Ovaj tim ima jasnu viziju biznisa, znanja i sposobnosti da smišljenu ideju u okviru industrije brze hrane pretvori u uspješan poduzetnički poduhvat.

Ponuda radne snage na teritoriji Zenice, gdje se fast food i nalazi, jeste na zadovoljavajućem nivou, što omogućava kreiranje tima zaposlenih koji će svojim vještinama i pristupom poslu zadovoljiti visoke kriterije menadžmenta.

3.2.4. Analiza tržišne izvodljivosti

Do rezultata analize tržišne izvodljivosti došlo se pomoću anketiranja ciljanih grupa, gdje je zaključeno da postoji tržišna niša u okviru industrije brze hrane, a to je pripravljanje sendviča. Istraživanje je također pokazalo da postoji potreba za zdravom brзом hranom koja je prilagođena prehrambenim navikama ciljnog tržišta, a koja nije zadovoljena na odgovarajući način.

Prethodnom analizom konkurencije – analizom direktnih konkurenata – došlo se do zaključka da ne postoji custom made pristup pri pravljenju hrane i koncept samousluživanja.

U narednoj tabeli prikazana je SWOT analiza gdje su određene osnovne snage, slabosti, kao interni elementi, te mogućnosti i prijetnje kao eksterni elementi okruženja.

<p>S</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nov i inovativan koncept • Atraktivna lokacija • Vlastiti izvori finansiranja • Jak poduzetnički tim • Proizvod provjerene kvalitete i porijekla 	<p>W</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nedostatak relevantnog iskustva
<p>O</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mogućnost stvaranja branda • Mogućnost rasta i razvoja • Business Start-Up Centre 	<p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koncept lako kopirati • Ulazak svjetskih brandova

Tabela 2. SWOT analiza

3.2.5. Analiza finansijske izvodljivosti

Planirani početni kapital za osnivanje i otvaranje objekta jeste iz vlastitih izvora – ulozi osnivača. Planira se da će Lily's imati godišnje povećanje od 15%, te se pozitivan finansijski rezultat očekuje već u prvoj godini poslovanja.

U narednim tabelama prikazan je detaljni finansijski izvještaj uključujući Investicioni plan, Bilans stanja, Bilans uspjeha i Cash Flow – Izvještaj o gotovinskim tokovima.

	Prva godina	Druga godina	Treća godina
Aktiva			
Gotovina	500	500	500
Banka (Tekući račun)	18.972	7.407	10.205
Potraživanja	15.000	17.250	23.288
Zalihe	7.750	8.913	9.804
Transportna sredstva	1.000	875	750
Mašine	7.000	6.300	5.600
Zemlja i zgrade	0	0	0
UKUPNO AKTIVA	50.222	41.244	50.147
Pasiva			
Kratkoročni krediti	0	0	0
Dug prema dobavljačima	15.222	16.244	25.147
Dugoročni krediti	10.000	0	0
Vlastiti kapital	25.000	25.000	25.000
UKUPNO PASIVA	50.222	41.244	50.147

Tabela 3. Bilans stanja – Lily's

INVESTICIONE POTREBE	IZNOS	IZVORI FINANSIRANJA
		(vlastiti/prijatelji, porodica / Mikro-kredit BSC Zenica / Banka / Drugi)
Stalna sredstva		
Stalna sredstva	3.300,00	početni kapital
Namještaj	1.000,00	početni kapital
Oprema	7.000,00	početni kapital
Vozila		
Zemlja		
Zgrade		
Međusumma	11.300,00	0,00
Troškovi pripreme		
Registracijske naknade	1.500,00	uplate
Međusumma	1.500,00	0,00
Obrtni kapital		
	12.200,00	
Međusumma	12.200,00	0,00
UKUPNO:	29.000,00	0,00

Tabela 4. Investicioni plan – Lily's

	Prva Godina	Druga Godina	Treća Godina
1. Prodaja	180000	207000	279450
2. Troškovi prodaje			
I. Materijali	36000	41400	45540
II. Energija (ili drugi direktni)	12000	13800	15180
III. Plaće i doprinosi	45000	45000	90000
3. Marža (1-2)	87000	106600	128730
4. Drugi troškovi			
Održavanje	2400	2400	3000
Transport troškovi goriva	8000	10000	14000
Kancelarijski troškovi	1200	1200	2000
Troškovi marketinga	12000	12000	24000
Drugi energija	12000	12000	14000
Iznajmljivanje	10800	10800	21600
Drugi troškovi			
Amortizacija	825	739,375	653,75
Bankovni troškovi	960	1000	1000
Kamate	0	0	0
5. Dobit prije poreza (3-4)	38815	56660,625	48476,25
6. Porez	11644,5	16998,1875	14542,875
7. Dobit poslije poreza (5-6)	27170,5	39662,4375	33933,375
8. Gotovinski tok (7 + amortizacija)	27995,5	40401,8125	34587,125

Tabela 5. Bilans uspjeha – Lily's

	Stvarni (god. 0)	godina 1	godina 2	Godina 3
Početno gotovinsko stanje	25.000	59.800	264.800	496.800
Prihodi	0	180.000	207.000	279.450
Ulaz gotovine	25.000	239.800	471.800	776.250
Troškovi	1.500			
Kupljena stalna sredstva	11.300			
Izlaz gotovine	-9.800	0	0	0
Međusuma	34.800	239.800	471.800	776.250
Ulaz				
Primljeni krediti	0	0	0	0
Eksterno uplaćeni dionički kapital	25.000	25.000	25.000	25.000
Izlaz				
Otplata Kredita (beskamatna plaćanja)	0	0	0	0
Isplata dividendi	0	0	0	0
Međusuma	25.000	25.000	25.000	25.000
Godišnji tok gotovine	59.800	264.800	496.800	801.250
Završna gotovinska pozicija	59.800	264.800	496.800	801.250

Tabela 6. Izvještaj o gotovinskim tokovima – Lily's

ZAKLJUČAK

Da rezimiramo, u prvom dijelu ovog rada, obratili smo pažnju na tematiku prepoznavanja poduzetničke prilike. Prije razrade teoretskog dijela, stavlja se akcenat na pogodno tlo za razvoj biznisa u današnjim okolnostima putem raznih natječaja i grantova. Tu se srećemo s pojmom mogućnosti, gdje se upoznajemo sa četiri kvaliteta koja mora posjedovati svaka mogućnost: privlačnost, trajnost, postojanost, sigurnost. Dalje se elaboriraju načini na koji se najčešće dolazi do poduzetničke prilike, posmatranjem trendova, rješavanjem problema ili zbog ličnih karakteristika poduzetnika. Navedeno je, da se posmatranje trendova ogleda kroz četiri snage: ekonomske, društvene, tehnološke i političke. Rješavanje problema se spominje kao jedan od najpogodnijih načina za poduzetničku priliku, uz zaključak da se u svakom problem krije prilika za biznis. U korelaciji sa rješavanjem problema su i sposobnosti pojedinca, koje navode u smislu kreativnosti, poduzetnosti, društvenog angažmana pojedinca.

Studija izvodljivosti, kao drugi dio rada, osvrće se na analizu poduzetničke ideje, gdje se procjenjuje da li se uopšte trebamo upuštati u neki poduhvat ili ne, daje informacije da li je ideja dovoljno dobra da bi započeli biznis, da li postoje resursi za to čim se želimo baviti. Ujedno, nakon analize izvodljivosti, dobijamo kompletnu sliku o ekonomskoj opravdanosti biznisa. Analiza izvodljivosti se sastoji od četiri analize: proizvoda/usluge, tržišta, organizacione izvodljivosti i finansijske izvodljivosti.

Sve ono što je rečeno u prva dva dijela u trećem poprima svoj praktični izgled. Lily's, već nagrađena ideja u industriji brze hrane, detaljno pokazuje način na koji se došlo do same ideje i njene specifičnosti. U primjeru se jasno vide sve već pomenute analize. Lily's jednostavno predstavlja nešto što daje veliku nadu u uspjeh i stvara optimizam svakom ko

pogleda studiju izvodljivosti. Inače, pored toga što zvuči pomalo ambiciozno, lily's ima velike šanse da postane stvarnost.

Iako predstavljaju teoretske postavke, odnosno "školski" pristup ulasku u biznis, smatramo da su predstavljene analize izuzetno korisne i primjenjive. Izuzetno olakšavaju sam proces započinjanja biznisa i ukoliko se analize pokažu pozitivnim mogu dati dodatni poticaj poduzetniku da nastavi dalje sa više snage elana i napora kako bi uspio u svom poduhvatu. Upravo taj „vjetar u leđa“ koji može dati dobra analiza, odnosno njeni rezultati, predstavlja za određeno samozadovoljstvo poduzetniku. Samo saznanje da je vaša zamisao, koja je nekada bila u mislima neposložena, dobila neki materijalni oblik, ako ništa na papiru, je korak bliže njenoj stvarnoj materijalizaciji u stvarnosti. Bez obzira da li se radi o proizvodnji ili pružanju usluga ove analize su izrazito značajne.

Autori se nadaju da će svaki čitalac ovog rada "osjetiti", u najmanju ruku, ono što su oni njime željeli prenijeti i da će ovaj rad, pomoći onima kojima to treba, mladim poduzetnicima i svima onima u kojima gori poduzetnički duh.

LITERATURA

1. Barringer, R.B., Ireland, R.D., *Entrepreneurship – Successfully Launching New Ventures*, Pearson, Prentice Hall, 2006.
2. BSC Zenica, <http://www.bsczenica.org>, (februar 2009.)
3. Dedić, M., Umihanić, B., *Osnove menadžmenta i poduzetništva*, Ekonomski institut Tuzla, 2004.
4. Kotler, P., *Upravljanje marketingom*, Mate, Zagreb, 2007.