

U  
N  
I  
V  
E  
R  
Z  
I  
T  
E  
T  
S  
K  
A

H  
R  
O  
N  
I  
K  
A

IZDAVAČ

UNIVERZITET U TRAVNIKU



UNIVERZITET U TRAVNIKU  
GRAFIČKI FAKULTET U KISELJAKU  
Vol. 3 (2010) No. 4

ISSN: 1840 - 3999 (print)  
COBBIS.BiH - ID  
Indexed in: COBBIS.BiH (<http://www.cobis.ba>)  
Indeks Copernikus (u proceduri)  
EBSCO (u proceduri)

IZDAVAČ  
Univerzitet u Travniku

ZA IZDAVAČA  
Rasim Dacić, rektor Univerziteta

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK  
Fuad Bajraktarević

REDAKCIONI ODBOR

Rasim Dacić  
Salim Ibrahimefendić  
Darko Babić  
Hrustem Smailhodžić  
Hamid Drljević  
Dragoljub Novaković  
Nikola Mrvac  
Marin Milković  
Ismet Alija  
Jozo Sović  
Šefkija Čović  
Sead Dizdarević  
Safet Kurtović  
Jasna Bajraktarević  
Mehmedalija Hadžović  
Halil Kalač  
Zećir Hadžiahmetović  
Suada Dacić  
Dobromir Bonacin  
Nihad Selimović  
Amra Tuzović  
Hazim Selimović  
Mensur Kustura  
Tarik Obralić  
Midhat Asotić

TEHNIČKI UREDNIK  
Amra Tuzović

LEKTOR-KOREKTOR  
Zenaida Karavdić

ŠTAMPA  
GRAFX Sarajevo

TIRAŽ: 200 primjeraka

ADRESA  
Aleja Konzula 5, Travnik

TEL/FAX  
+387 30 541 061

## RECENZENTSKI ODBOR

Jasna Bajraktarević  
Dobromir Bonacin  
Namik Čolaković  
Milenko Dostić  
Rasim Dacić  
Mujo Dacić  
Zećir Hadžiahmetović  
Mehmedalija Hadžović  
Halil Kalać  
Halid Kurtović  
Senad Turković  
Suada Dacić  
Darko Babić  
Salim Ibrahimefendić  
Hamid Drljević  
Dragoljub Novaković  
Nikola Mrvac  
Marin Milković  
Jozo Savić  
Šefkija Čović  
Mensur Kustura

Riječ urednika

S velikim zadovoljstvom smo prihvatili prijedlog rektora Univerziteta u Travniku gospodina R. Dacića da novi broj „Univerzitetske hronike“, br. 4, bude u redakciji Grafičkog fakulteta iz Kiseljaka.

Organizacija izdavanja univerzitetske hronike je velik izazov za Grafički fakultet, za njegove kadrove, koji se, pored redovnih poslova u procesu nastave i vježbi, bave naučno-istraživačkim i razvojnim radom uz praćenje tokova svjetske nauke i tehnologija. Osnovni profil ovog broja „Univerzitetske hronike“ je prikaz radnih i naučnih aktivnosti nastavnika i asistenata, uz pregled rada studenata kroz seminarske i druge radove, pregled interesantnih naučnih radova iz oblasti Grafičke tehnologije, novih materijala, organizovanja rada, saopštenja sa drugih naučnih skupova u zemlji i inostranstvu. Posebno karakteristično za ovaj broj „Univerzitetske hronike“ su naučni prilozi prof. dr. sc. D. Babića, prof. dr. sc. N. Mrvca, prof. dr. sc. D. Novakovića, kao i ostalih autora, koji su nastali kao rezultat vlastitih istraživanja po savremenim metodama i obogaćuju fundus nauke. Sigurno je da će određene naučne i stručne poruke „Univerzitetske hronike“ biti predmet interesovanja na drugim naučnim institucijama u BiH, na univerzitetima i fakultetima i u firmama. Univerzitetska hronika je pored članica Univerziteta namijenjena širokoj javnosti BiH s osnovnim ciljem prezentacije stanja u visokom obrazovnom sistemu, sa kritičnom ocjenom o pojedinim specifičnim područjima i pojavama, kao i konstatacijom o postojanju vrlo dinamičkog unutarnjeg „korpusa“ za prihvatanje novih promjena, inovacija i unapređenja, uz sudjelovanje velikog broja mladih i perspektivnih istraživača i pedagoga. Put kretanja uređivačke politike „Univerzitetske hronike“ je uzlazan i ima sve elemente da se obogati novim naučnim i stručnim sadržajima od autora iz zemlje i inostranstva pa time i novim rangiranjem u oblasti naučnih publikacija, za što će između ostalog trebati dosta zajedničkog rada, htijenja, materijalnih sredstava i vremena. Naša je želja da se put „Univerzitetske hronike“ nastavi istim putem kao i „Travničke hronike“ i da pos  
ane ne samo sinonim grada Travnika već cijele Bosne i Hercegovine.

S poštovanjem,

Glavni i odgovorni urednik  
Fuad Bajraktarević

## Sadržaj

1.	Polimeri u funkciji života – S. Ibrahimefendić, A. Tuzović, S. Vrto.....	6
2.	Ovisnost žljebljivosti o nekim mehaničkim svojstvima kartona – D. Babić.....	11
3.	Dizajn okružja u kome se uči – N. Mrvac.....	20
4.	Konzumirano sematičko značenje – M. Hrvanović.....	26
5.	Optimizacija kod ekonomskih modela sa diskretnim vremenom – H. Drljević, H. Muratović.....	29
6.	Stohastičko rastriranje – Z. Gazibarić.....	37
7.	Stvaranje vizuelnog identiteta – V. Valjarević.....	41
8.	Budućnost grafičkog dizajna u BiH – B. Turkić.....	46
9.	Voda kao neophodna sirovina za proizvodnju vlakna, papira i kartona – O. Rezinović.....	50
10.	Stari papir kao sirovina za proizvodnju papira i kartona – N. Sinanović.....	58
11.	Stari papir – sirovina za reciklažu i proizvodnju novog papira – N. Hajrović.....	63
12.	Molekularne pojave u tečnostima – H. Smailhodžić, S. Sulejmanović, A. Mazgaljaj.....	67
13.	Postmoderna umjetnost – J. Kukavica.....	77
14.	Potreba obrazovanja kadrova u grafičkoj industriji – F. Soldo.....	94
15.	Određivanje fizičko-kemijskih karakteristika polimera – S. Vreto.....	97
16.	Nove forme komunikacije – G. Maglajlić.....	117



# POLIMERI U FUNKCIJI ŽIVOTA

## POLYMERS AS A FUNCTION OF LIFE

Prof. dr. sc. S. Ibrahimefendić, Grafički fakultet u Kiseljaku

Mr. sc. A. Tuzović, Grafički fakultet u Kiseljaku

S. Vreto, Grafički fakultet u Kiseljaku

### Sažetak

Polimerni materijali imaju primjenu u svim oblastima ljudskog života, od proizvoda koji prate lični, porodični i društveni hod, do najsavremenijih satelitskih i telekomunikacionih uređaja. Prednost polimera u odnosu na druge materijale je u njihovom prilagođavanju kod prerade i zahtjevima pojedinca i tehničkim normativima. Klasični materijali su u tehničkom zaostatku za kompozitnim materijalima nastalim kombinacijom dva ili više materijala (metal-polimer, keramika-polimer, polimer-polimer) i predviđa se znatno povećanje – u 2050. god. će biti proizvodnja šeststo miliona godišnje, što znači da će biti premašen iznos svih metala zajedno. U cilju opredjeljenja karakteristika polimernih materijala nužno je poznavanje kemijskih, fizikalnih, termičkih, mehaničkih, optičkih i drugih svojstava, što uvjetuje intenzivnija istraživanja sa novom opremom, metodama i kadrovima i visokim finansijskim sredstvima.

Ključne riječi: *polimer, kompoziti, biopolimeri*

### Abstract

Polymer materials have applications in all areas of human life, from the products that follow the personal, family and social course, to the most advanced satellite and telecommunication devices. The advantage of polymers over other materials is in their adaptation to the processing and requires individuals and to the technical standards. Classic materials are technologically behind the composite materials formed by combining two or more materi-

als (metal-polymer, ceramic-polymer, polymer-polymer) and it is predicted a considerable increase – in 2050 the production will be six million per year, which means that it will be exceeded the amount of all of metals together. In order to orientation of characteristics of polymeric materials it is essential to know chemical, physical, thermal, mechanical, optical and other properties which causes intense research with new equipment, techniques and personnel and high finance.

Keywords: polymers, composites, biopolymers

### Uvod

Termin polimer je prvi uveo Barceilius i zadržao se do danas, čineći osnovu za veoma značajnu naučnu i privrednu oblast. Počeci primjene polimernih materijala datiraju od iskustva Maiajaca da od lateksa drveta kaučukovca proizvode predmete za ličnu upotrebu. Prva vještačka vlakna identična prirodnim vlaknima je napravio Schardone, a 1909. god. dr. Leo H. Bekeland uspio je da dobije sintetsku smolu – bakelit. Istraživač dr. Karl Cigler je otkrio proces za proizvodnju polietilena, koristeći titanijumtetraklorid i trietil-aluminijum kao katalizatore. Ovaj proces se vodio pod normalnim uslovima. Interesantan je pristup istraživanja istraživača De Jenne koji je cijeli proces posmatrao kroz fiziku polimernih materijala. Razvoj fizike polimernih materijala se dijeli na tri etape. Prva etapa je period početnog sakupljanja informacija, koje bi razjasnile nepoznanice vezane za postupak proizvodnje vještačkog kaučuka. Druga etapa se karakteriše intenzivnim razvojem molekularne fizike po-



limera kada su identifikovane razlike u fizičkim osobinama elastičnih i čvrstih polimera. Također je otkriveno tehno-kristalno stanje polimera. Treća etapa predstavlja dinamičan period u kome se javljaju nove metode eksperimentalnih i teoretskih analiza. Novim načinom vođenja eksperimentalnog pokusa moguće je vidjeti molekul, a time i njegovo daljnje izučavanje dinamike polimernog sistema. Mišljenja japanskih naučnih institucija i firmi su da postoje tri kategorije proizvodnje polimernih materijala:

1. Polimeri sa godišnjom proizvodnjom od nekoliko stotina grama (korištenje u biologiji, mikroelektronici, medicini i dr.)

2. Polimeri sa godišnjom proizvodnjom od nekoliko kilograma (energetika, poljoprivreda)

3. Polimeri sa godišnjom proizvodnjom od nekoliko hiljada tona (tehnička namjena, biotehnologija, roba široke potrošnje, ambalaža za pakovanje tečnih i čvrstih proizvoda)

Tehničke karakteristike polimera, mala specifična težina i relativno niska cijena su utjecali na to da je vrijednost proizvodnje dostigla nivo svih metala zajedno. Poseban značaj i upotrebnu vrijednost daju kompozitni materijali otporni na ekstremno oštre vanjske uslove, temperaturu, tlak, mehanička i termička naprezanja, pH sredine i dr.

## 1. Osobine polimernih materijala

Polimeri imaju strukturu sačinjenu od dugolančanih makromolekula. Termin polimer potječe od grčkog priloga poli – mnogo i imenice meros – dio i predstavlja sinonim za makromolekulske spojeve. Makromolekule se sintetizuju od malih i srednjih molekula (monomera) procesima polimerizacije (anionske, kationske, radikalske i dr.) polikondenzacije ili poliadicije pod djelovanjem povišene temperature, elektromagnetskog zračenja ili katalizatora. Kod polimerizacije, monomeri se sjedinjuju u polimer, pri polikondenzaciji dolazi do izdvajanja vode, gasova, kiselina i dr., a poliadicija je između polikondenzacije i polimerizacije i sastoji se u spajanju različitih molekula bez izdvajanja sporednih proizvoda. Polimerizacioni makromolekuli imaju znatno veću molekulsku masu od polikondenzacionih, bolje elektrizolacione osobine i manju higroskopnost. Makromolekule

dobivene polimerizacijom su podložnije degradaciji od polikondenzacionih iz kojih se ne mogu izdvojiti ishodni polimeri. Predstavnici prirodnih polimera su kaučuk, a iz grupe polisaharida celuloza (pamuk, drvo), skrob i dr. nukleinske kiseline, a iz grupe proteina su fibroin (svila), keratin (vuna, dlake i dr.), kolagen i želatin (vezivna tkiva), miozin (mišićno tkivo), albumin, globulin i kazein (mlijeko), virusi proteina i proteinski hormoni, toksini i dr. U sintetičke polimere spadaju poliolefini, epoksidne smole, poliuretani poliesteri koji su poznati pod imenom plastične mase, elastomeri, vlakna i smole. Najveći broj prirodnih i sintetskih polimera su organski spojevi koji čine u prirodi pretežni dio suhe tvari u biljnom i životinjskom svijetu, dok oksidi silicijuma i aluminijuma čine osnovne komponente zemljine kore i predstavljaju anorganske polimere uz veliku vrijednost. U makromolekuli su uređeni atomima što daje posebne fizičko-kemijske karakteristike. Broj mera u makromolekuli može biti od nekoliko stotina do nekoliko miliona, ali je broj tipova mera u jednoj makromolekuli veoma mali. Makromolekuli sastavljeni od manjeg broja mera (do 500), poznati su pod nazivom oligomeri. U makromolekuli je najčešće poznat samo jedan tip mera i takav polimer je poznat pod nazivom homopolimer, a u slučaju dva ili više tipova mera koji grade takve polimere, poznati su pod imenom kopolimeri.

Kod makromolekula je moguće primijetiti četiri strukturalna nivoa:

- konfiguracija mera
- bliski konfiguracijski poredak
- daleki konfiguracijski poredak
- konfiguracija makromolekula u cjelini (konfiguracija polimera)

## 2. Istraživanje u oblasti polimera

-Proces emulzije polimerizacije treba da se novim tehnološkim postupkom dovede do kontinuirane reakcije uz korištenje novih polimernih tenzija uz postizanje stabilnosti emulzije i poboljšanja disperzije i veći stepen kontrole starenja formacije filma, a sve bi imalo ekonomski uticaj na industriju premaza i ljepila.

- Povećati napore u pronalaženju i razvoju katalizatora za polimerizaciju olefina s naglaskom na metalocene temelje katalizatora.

- Oblikovanje i obrada čestica sustava (visoko punjeni polimeri, formulacija oblaganja tiskarske boje), što podrazumijeva poznavanje kinetike rasta čestice i površine čestice. Cijepljenje će pomoći da se unaprijede postojeće tehnologije.

- Proces polimerizacije u „solvent free“ smanjit će opasnosti za okolinu, kao i troškove proizvodnje. Polimerizacija u vodenim medijima i premazi na bazi vode također bi bitno utjecali na smanjenje zagađenja okoline. Daljnji razvoj analitičkih metoda i kvantitativnih metoda karakterizacije strukture i proizvodnje polimernih materijala je primaran, kao i tehnika određivanja distribucije molarne mase. Analitičke karakterizacije sustava čestica i disperzije treba poboljšati. Većina polimernih materijala je pokazala svoje funkcije u kontaktu s vanjskim svijetom, a koji je po svojim svojstvima površine, na koje je potrebno posvetiti pažnju u bliskoj budućnosti:

- adhezija - razumijevanje i poboljšanje mehanizma adhezije ljepila, prevencija adhezije prema modifikaciji površine, razvoj ljepljivih polimera (vrijeme/temperatura/tlak ovisno o procesu lijepljenja), opće studije o vlaženju (proces isušivanja), adhezija između živih sustava (stanica) i polimera „bioadhesives“.

- polimeri za primjenu u medicini, polimeri kao implantati, polimer-polimer tkiva i stanice interakcija, starenje polimera izloženih biosistemu, materija za umjetne organe, materijali u farmaceutskoj i medicinskoj tehnologiji, visoka čvrstoća polimera, membrane, materijali za hemodijalizu, polimeri u liječničkoj dijagnozi, dalje, polimeri se koriste za napredne tehnologije, polimeri kao mediji za pohranu podataka (audio-video discs), photoresists i srodni materijali potrebni za izradu naprednog elektronskog hardvera, polimeri u tehnologiji, poravnavanje slojeva, polarizers u LCD-a, elektroluminiscent polimeri za OLED-s, razdijelnik membrane i ionski vodovi u power supplies (gorive ćelije, lilon baterije) za prijenosne ili mobilne aplikacije. Teoretsko poznavanje ponašanja polimernih materijala otvara put za povezivanje detalja molekularne strukture i promjene kod obrade i primjene. Napredak u simulaciji očekivanih ponašanja na temelju molekularne arhitekture će ubrzati istraživanje procesa u proizvodnji polimera i time dajući evropskoj industriji vođstvo nad svojim konkurentima.

### 3. Perspektive u istraživanjima mekih materijala i polimera

Svojstva i primjena mekih materijala (polimeri, biopolimeri, kompoziti, tekući kristali) se temelje na slabim, ali na dugim vezama interakcije među jedinkama. U dostizanju nivoa saznanja arhitekture dobiva se ključ za aplikaciju. Polimerna sinteza je primarna kod iznalaženja novih katalizatora za poboljšanje procesa polimerizacije.

Super molekularna struktura omogućava sagledavanje ili uvid u strukturu molekule, tj. interakcija između konstituenata makromolekule i drugih sastojaka polimernih materijala (pigmenti, stabilizatori, ojačani elementi). U toku obrade nove metode obrade trebaju biti razvijene u slučaju specijalnosti polimera te prilagođene zahtjevima njihove primjene u mikro uslovima medicinskih implatanata ili prenosivih izvora energije (baterije, goriva ćelija).

Polimeri sve više nalaze važne primjene u odvojenim procesima kao aktivne ili pasivne membrane adsorpcije ili kao kromatografski materijali.

### 4. Perspektive u istraživanjima

Sintezu sa racionalnim dizajnom i napredak u računarima na temelju simulacije očekuje industrija, koja će dobivene rezultate aplicirati. Pozitivno je da je teoretsko razumijevanje molekularne interakcije u kontekstu primjene povoljno. Daljnji razvoj analitičkih metoda za karakteristične strukture i izvedbe polimera u prostoru i vremenu su preduslov za daljnje poboljšanje ovih materijala. Brze institutske tehnike određivanja molarne mase i distribucije na polimerizaciju ili preradu imaju primaran cilj, kao i analitičke metode i tehnike, da precizno odrede primarnu strukturu: grananje i umrežavanje, što danas nije slučaj.

Specijalni polimeri moraju biti prilagođeni specifičnosti njihove primjene. Ovo u većini slučajeva inicira razvoj novih pravaca u sintezi i obradi zbog visokih standarda u čistoći. Najočitiiji primjer je u biomedicinskim aplikacijama (beznus proizvoda) ili u elektronici (migracije čak i tragova nusproizvoda će štetno utjecati na uređaj).

## 5. Evolucija filtriranja i proizvodnje sintetskih papira

Najveći utjecaj na rast tržišta filtera, a time i sintetskih vlakana, imaju zahtjevi za što čistijim zrakom i vodom, što se definiše državnim zakonima i propisima. Ne postoji jedna vrsta filtra efektivna u svim mogućim primjenama. Većina filtera ima jednokratnu upotrebu, dok se drugi moraju više puta čistiti da bi se postigli očekivani efekti. Zbog ranolikosti uslova primjene filtera, firme proizvođači filtera su se specijalizirale prema medijima prečišćavanja: filteri za vodu i filteri za zrak. Pred proizvođače filtera se postavilo nekoliko uslova, kao što su razvoj filtera koji će ukloniti neželjene čestice i ukloniti i neugodne mirise. To je dovelo do razvoja višeslojnih filtera te kompozitnih netkanih materijala, gdje se može mijenjati i unutarnji i vanjski sloj. Supstitucija netkanih materijala se vrši nanovlaknima i kompozitima te se računa da će nanovlakna biti osnovna sirovina za proizvodnju filtera, čime sintetska vlakna gube primat. Sintetska vlakna se mogu tehnološki pripremiti za izradu različitih vrsta papira, štampači, pisači, ambalažni i dr., usput rješavajući tehnološke probleme koji se pri tome javljaju: otisak štampe, prašina, kidanje i lomljenje. Istina, proizvodnja sintetskih papira je dosta ograničena zbog relativno viših cijena u odnosu na klasične papire, ali se očekuju tehnološke inovacije, a time i veći obim korištenja sintetskih vlakana. Najveća upotreba polimernih materijala je proizvodnja raznih vidova ambalaže za pakovanje čvrstih i tekućih materijala – namirnica, tehničkih sredstava, ambalaža od PET plastike. Mliječni proizvodi, osim zahtjeva za aseptičkim punjenjem u prozirnoj ambalaži, moraju se štititi od svjetlosti i kisika. Kako bi se riješio problem utjecaja svjetlosti i kisika na mlijeko, razvijene su posebne

prozirne „PET“ boce za UV stabilizatore koje štite proizvod od UV svjetlosti rasponu do maksimalno 380 nm.

Najveći napredak u tehnologiji proizvodnje polimera i korištenja je iznalaženje mogućnosti ugradnje škroba u molekulu koji je u daljnoj fazi bio osnov za razvijanje mikroorganizama, a time i prekid makromolekule.

## 6. Zaključna razmatranja

Primjena i korištenje polimernih materijala su dostigli visok nivo, kako po obimu, tako i po strukturi proizvoda. Pored masovne proizvodnje ambalažnih materijala i ambalaže, poseban prostor je u medicinskim naukama gdje se od jedne vrste polimera traži brza razgradnja (kirurški šavovi), dok s druge strane, materijali moraju trajati što duže (dijelovi kostiju, motora i dr.). Polimerni materijali će tokom narednog vremena izvršiti supstituciju većine sadašnjih konstrukcijskih materijala, kao i materijala iz kojih se proizvodi roba široke potrošnje.

## Literatura

1. Barić, G. (2005): „Evolucija filtriranja“, Polimeri 26, Zagreb.
2. Čatović, dr. F. (2001): Nauka o materijalima – Novi materijali, polimeri, keramike, kompoziti, Mostar-Bihać.
3. Ibrahimfendić, S., dr. sc. i saradnici (2010): Proizvodnja papira iz sintetskih vlakana (izdanje u toku), Travnik-Kiseljak.
4. Mašković, dr. Lj., R. Maksimović, V. Jovović (1997): Polimerni materijali, fizička svojstva i neki aspekti primene, Beograd.
5. Wegner, G.: Max-Planck institute für polymerforschung, 55021 Mainz, Germany.

# OVISNOST ŽLJEBLJIVOSTI O NEKIM MEHANIČKIM SVOJSTVIMA KARTONA

## DEPENDENCE OF GROOVING ON MECHANICAL PROPERTIES OF CARDBOARD

Darko Babić, Grafički fakultet u Kiseljaku

### Sažetak

Ispitivana su neka mehanička svojstva (prekidno rastezanje, savijanje, krutost, površinska upojnost) površinskih masa jednostrano premazanih 9 vrsta kartona i tražena njihova veza sa žljebljivošću. Nakon provedenih ispitivanja nije uočena znatnija veza između mehanički ispitivanih svojstava kartona i žljebljivosti. Istraživanje treba nastaviti traženjem veze između drugih mehaničkih svojstava kartona (ponajprije debljine i vlage) i njegove žljebljivosti.

### Summary

Nine different cardboard types were coated on one side and certain mechanical characteristics (breaking tension, stiffness, surface absorbing) of their surface were tested in order to establish a possible connection with grooving. After the tests, we were unable to establish any obvious connection between the foresaid mechanical characteristics of the cardboard types and grooving. Any further research should try to establish a connection between other mechanical characteristics of cardboard (primarily thickness and humidity) and grooving.

### Uvod

Kad se govori o ambalaži, potrebno je uvijek imati na umu da postoji cijeli niz zadaća i zahtjeva kojima ona mora udovoljiti. Osim

osnovne zadaće – zaštite proizvoda – postoje i drugi, ne manje važni zadaci, kao što su prenošenje informacija, transport proizvoda, skladištenje robe i reklamiranje te, nimalo manje važan uvjet, na koji se danas sve više pazi – estetski izgled. Taj uvjet kojemu mora udovoljiti ambalaža danas je, može se gotovo sigurno reći, drugi bitan zadatak ambalaže, odmah iza zaštite proizvoda. To je posebice zamjetno kod ambalaže u prehrambenoj i kozmetičkoj industriji, a nije nimalo manje važno ni u farmaceutskoj industriji. Naime, prvi kontakt nekog proizvoda u prehrambenoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji s kupcem uglavnom se ostvaruje putem ambalaže. Primjerice, kada prvi put kupujemo čaj, mlijeko, kavu, kakao, cimet, čokoladu, kekse, bombone, brašno, aspirin, šumeće vitaminske tablete, parfeme, šampone ili mnoštvo drugih proizvoda, njihovu ćemo kvalitetu vrlo često procjenjivati prema njihovoj ambalaži, kao što ćemo provjerenu marku i dokazanu kvalitetu prepoznavati po vrhunski dizajniranoj ambalaži. Ako je ambalaža neuredno izrađena, loše dizajnirana ili vrstom materijala i veličinom neodgovarajuća, kupac lako odustaje od proizvoda. Čak i kad se kupuje poznati proizvod u poznatoj ambalaži, a ona je oštećena, kupac će svakako nastojati kupiti proizvod u neoštećenoj ambalaži.

Kvalitetna ambalaža nije samo preduvjet izlaganja robe u trgovini. Važnost kvalitetne ambalaže očituje se već i tijekom tehnološkog procesa pakiranja robe u ambalažu. Suvremeni ambalažni strojevi, koji su u liniji najčešće posljednji i pakiraju proizvod u komercijalnu ambalažu, zahtijevaju visokokvalitetno izrađene

prireze ili gotove kutije kako bi mogli brzo (od nekoliko stotina do nekoliko tisuća zapakiranih proizvoda u satu) i kvalitetno obavljati pakiranje proizvoda bez zastoja. Najčešći uzrok zastoja u procesu pakiranja proizvoda jest žlijebljenje, koje se obavlja na štanci usporedno s štancanjem prireza iz otisnutih araka.

Žlijebljenje, dakle, omogućuje lakše oblikovanje kutije i pakiranje proizvoda u nju, ali i osigurava uredan izgled pakovine.

Žlijebljenje kao postupak ovisi o mnogim kontroliranim faktorima, ali i onima koji se mogu nepredviđeno mijenjati čak i tijekom samoga tehnološkog procesa (vlaga kartona, istrošenost kanala za žlijebljenje, brzina štancanja prireza, promjena kvalitete kartona i niz drugih parametara). Stoga je sve te parametre potrebno ispitati, utvrditi njihovu međusobnu ovisnost, ali i ovisnost o kvaliteti žljebova samog prireza.

Da bismo otkrili postoji li kakva funkcionalna veza između nekih mehaničkih svojstava kartona i kvalitete žljebova ili, kolokvijalno rečeno, žljebljivosti, proveli smo ispitivanje samo nekih svojstava kartona. Ostale parametre nismo mijenjali, pa je stoga ovo preliminarno istraživanje. Ispitali smo četiri osnovna svojstva kartona i pokušali ih dovesti u neku logičku vezu sa žljebljivošću.

Ispitali smo:

1. otpornost prema kidanju ili prekidno rastezanje,
2. otpornost prema savijanju ili određivanje broja dvostrukih savijanja,
3. krutost,
4. površinsku upojnost,
5. žljebljivost.

1. Opis postupaka kojima smo se služili

1.1. Otpornost prema kidanju ili prekidno rastezanje

Ispitivanje se provodi tako da se naprave papirne epruvete dimenzija 15 x 200 mm. Ispitivano je 10 uzoraka izrezanih uzdužno i 10 uzoraka izrezanih poprečno na smjer vlakana kartona. Mjerni je aparat pokazivao otpornost na kidanje (F) i rastezanje epruvete (njevino

produženje) prije pucanja  $\zeta$  [%]. Ispitivanje je uspješno provedeno ako epruvete puknu u vremenu  $20 \pm 5$  [s]. Uz pomoć navedenih podataka dobije se prekidna dužina (L) po formuli:

$$L = \frac{F \cdot 10^6}{x \cdot b} \quad [\text{m}].$$

F – otpornost prema kidanju [kp]

x – površinska masa kartona [g/m<sup>2</sup>]

b – širina trake [15 mm]



Slika 1. Aparat za kidanje papira



Slika 2. Detalj pričvršćivanja papirne epruvete na aparatu za kidanje papira

Kao krajnji rezultat izračunane su srednje vrijednosti  $[\bar{x}]$ . Standardna devijacija mjerenih veličina je  $\sigma$ .

### 1.2. Otpornost prema savijanju ili određivanje broja dvostrukih savijanja

Ispitivanje se provodi tako da se naprave epruvete dimenzija 15 x 140 mm. Napravljeno je 10 epruveta izrezanih u smjeru vlaknaca i 10 epruveta izrezanih okomito na smjer vlaknaca kartona. Na skali se odčita broj dvostrukih savijanja (jedno savijanje udesno i jedno ulijevo). U tom slučaju broj je bez oznake mjernih jedinica. Vrijednosti se kreću od nekoliko dvostrukih savijanja (kaže se da je karton otporan na savijanje – puca, do nekoliko tisuća, pri čemu se govori o savitljivom kartonu) do nekoliko tisuća.



Slika 3. Aparat za određivanje broja dvostrukih savijanja



Slika 4. Detalj fiksiranja epruvete na aparatu za određivanje dvostrukih savijanja

### 1.3. Određivanje krutosti

Ispitivanje je obavljeno prema Taberu. I za to su ispitivanje izrađene epruvete dimenzija 38 x 70 mm. Uzorci su rađeni od uzdužno i poprečno izrezanih epruveta s obzirom na smjer vlaknaca kartona. I kod ovog mjerenja rezul-

tati su dani brojevima bez oznaka mjernih jedinica. Ako je dobiven manji broj, karton je krući, a ako je dobiveni broj veći, riječ je o manje krutom kartonu. Uzorak je obuhvatio po 5 epruveta za svaki uzorak kartona i svaki smjer vlaknaca u kartonu.



Slika 5. Aparat za određivanje krutosti prema Taberu

### 1.4. Određivanje površinske upojnosti Cobbovom metodom

Tim je ispitivanjem određivana upojnost kartona u točno definiranim uvjetima. Temperatura vode iznosila je  $20 \pm 1$  °C, a vodeni stupac na ispitivanoj epruveti (veličina uzorka 125 x 125 mm) bio je visine 10 mm. Za ovo ispitivanje izrađeni su uzorci od gornje i donje strane kartona, i to po 5 uzoraka od svakog kartona i sa svake strane kartona. Ispitivanje se radilo prema formuli:

$$C_{(t)} = \frac{m_2 - m_1}{p} \cdot 10000 \text{ [g/m}^2\text{]},$$

gdje je:

$C(t)$  – coob vrijednost [g/m<sup>2</sup>],

$t$  – vrijeme djelovanja vode na površinu kartona [120 s],

$m_2$  – masa epruvete nakon djelovanja vode [g],

$m_1$  – masa epruvete prije djelovanja vode [g],

$p$  – površina epruvete izložene djelovanju vode [100 cm<sup>2</sup>].



Slika 6. Aparat za ispitivanje površinske upojnosti metodom Cobb

### 1.5. Ispitivanje žljebljivosti

Ispitivanje žljebljivosti provedeno je na zaklopnoj štanci. Napravljene su epruvete 100 x 100 mm, a žlijebljenje je za svaki karton ispi

tivano po 10 puta u smjeru vlakana i 10 puta okomito na smjer vlakana. Kanali su izrađeni od prešpan kartona tako da su visine i širine kanala bile kako je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Visine i širine kanala izrađenih od prešpan kartona

Širina kanala [mm]							,3	,4	,5	,7	,9
Dubina kanala [mm]	,35	,40	,50	,60	,65	,70	,80	,00	,15	,70	,90

Linije za žlijebljenje proizvod su tvornice *Sandvik*, visine 23,6 mm. Montirane su u šperploču dimenzija 300 x 300 mm i debljine 16 mm, a duljina trake iznosila je 120 mm. U štancu je montirana

tako da je cijela epruveta žlijebljena po sredini, i to u cijeloj dužini (100 mm). Ocjenjivanje kvalitete provedeno je prema *Babićevoj metodi*. Ispitivani su kartoni dani u tablici 2.

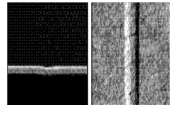
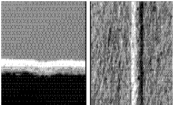
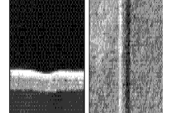
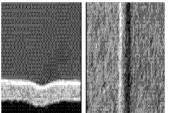
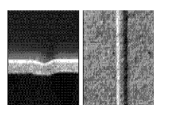
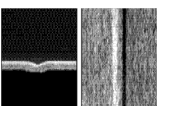

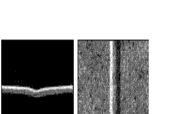
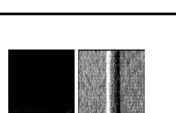

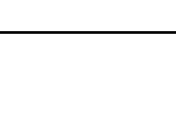
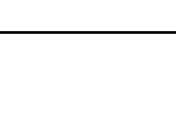
Tablica 2. Ispitivani kartoni

Redni broj kartona	Površinska masa kartona [g/m <sup>2</sup> ]	Opis	Naziv kartona
1.	230	jednostrano premazani	grafopak
2.	280	jednostrano premazani	belpak
3.	300	jednostrano premazani	grafopak
4.	315	jednostrano premazani	grafopak
5.	355	jednostrano premazani	grafopak
6.	380	jednostrano premazani	grafopak
7.	400	jednostrano premazani	grafopak
8.	450	jednostrano premazani	grafopak
9.	500	jednostrano premazani	grafopak

### 1.6. Babićeva metoda ocjene kvalitete žlijebljenja

Kako ne postoji standard kojim se ocjenjuje kvaliteta žlijeba, nego se često radi o atributivnoj procjeni samog radnika na stroju, a često je pogrešna, predložena je tablica koja određuje je li žlijeb dobar ili nije, na os-

novi cijelog niza istraživanja (tablica 3). Pomoću uspoređivanja slike žlijeba u tablici (definirani izgled) pretvara se izgled žlijeba u brojčane vrijednosti, pa je prema izgledu žlijeba moguće sugerirati koja je kvaliteta kanala pogodna za upotrebu.

Smjer vlakana u kartonu u odnosu na žlijebljenje		Atributivne vrijednosti izražene brojem	Opis žlijebjenja	Predloženi koraci za upotrebu
okomito	paralelno			
		0	Žlijeb neprepoznatljiv. Nije ni za kakvu upotrebu. Puknuti žlijeb.	Nije za uporabu.
		1	Žlijeb se gotovo ne prepoznaje, rubovi su obli. Ne preporučuje se uporaba takvog žlijeba za izradu kutije.	
		2	Žljebovi se prepoznaju, ali rubovi su nejasni. Dubina i širina žlijeba nisu izraženi. Nije za upotrebu.	
		3	Žljebovi se prepoznaju, ali rubovi nisu oštri. Dubina i širina žlijeba je neizražajna. Može se upotrijebiti za manje zahtjevne kutije koje se formiraju rukom, ali je bolje izbjeći i tu uporabu.	Uporaba ograničena.
		4	Žlijeb je raspoznatljiv i rubovi su izražajni. Može se upotrebljavati za manje naklade.	Upotrijebiti za manje i manje zahtjevne naklade.
		5	Žljebovi su visoke kvalitete, s izraženim formiranjem dubine i širine. Rubovi su oštri. Vlakna su i s vanjske i s unutrašnje strane žlijeba dobro oblikovana. Žljebovi se preporučuju za velike naklade i kutije visokih zahtjeva.	Preporučeno upotrijebiti za sve naklade i za naklade visokih estetskih zahtjeva.

## 2. Rezultati ispitivanja

### 2.1. Rezultati otpornosti prema kidanju ili prekidnom rastezanju

Rezultati kidanja ili prekidnog rastezanja dani su u tablici 4. Kako je ispitivano po 10 uzoraka svakog kartona za smjer vlakana paralelan sa smjerom kidanja i 10 uzoraka

svakog kartona za smjer vlakana okomit na smjer kidanja, znači da je napravljeno 20 proba od svake vrste kartona. Budući da je ispitivano 9 vrsta kartona, napravljeno je 180 proba. U tablici 4. dane su samo srednje vrijednosti rezultata za svaki karton i za svaki smjer vlakana u kartonu, i to prema opisu danom u odjeljku 2.1.



Tablica 4. Rezultati određivanja otpornosti prema kidanju ili prekidnog rastezanja kartona

Redni broj kartona	Površinska masa kartona [g/m <sup>2</sup> ]	Uzdužno		Poprečno		
		$\bar{x}$ [kp]	$\sigma$ [kp]	$\bar{x}$ [kp]	$\sigma$ [kp]	
1	230	F [kp]	23,4	1,5	7,2	0,6
		$\zeta$ [%]	2,2	0,3	3,0	0,7
		L [m]	6750	435,5	2100	179,2
2	280	F [kp]	21,0	1,1	8,0	0,2
		$\zeta$ [%]	1,4	0,1	4,0	0,4
		L [m]	5000	270,9	1900	43,2
3	300	F [kp]	23,8	0,8	11,0	0,3
		$\zeta$ [%]	1,4	0,1	4,0	0,2
		L [m]	5300	168,0	2600	69,3
4	315	F [kp]	26,6	0,6	7,7	0,2
		$\zeta$ [%]	2,2	0,1	3,0	0,4
		L [m]	5650	136,9	1650	47,0
5	355	F [kp]	27,9	4,4	9,1	0,3
		$\zeta$ [%]	2,0	0,6	3,6	0,5
		L [m]	5250	820,8	1700	47,8
6	380	F [kp]	>30		10,6	0,2
		$\zeta$ [%]	/		3,8	0,4
		L [m]	/		1850	30,1
7	400	F [kp]	>30		12,6	0,8
		$\zeta$ [%]	/		4,6	0,7
		L [m]	/		2100	131,2
8	450	F [kp]	>30		12,3	0,8
		$\zeta$ [%]	/		4,0	0,7
		L [m]	/		1850	120,5
9	500	F [kp]	>30		13,0	1,3
		$\zeta$ [%]	/		4,2	1,7
		L [m]	/		1700	178,0

## 2.2. Rezultati određivanja broja dvo-strukih savijanja

I za to je ispitivanje napravljeno 180 proba, a u tablici 5 dane su srednje vrijednosti mjerenja.

Također je prikazana standardna devijacija  $\sigma$  (prosječno odstupanje mjerenja od srednje vrijednosti).

Tablica 5. Rezultati određivanja broja dvostrukih savijanja

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]	Uzdužno		Poprečno	
		$\bar{x}$ [kp]	$\sigma$ [kp]	$\bar{x}$ [kp]	$\sigma$ [kp]
1	230	175	40	10	4
2	280	1535	110	14	2
3	300	122	59	21	6
4	315	53	22	11	3
5	355	1050	504	12	3
6	380	1127	170	23	5
7	400	1022	161	39	18
8	450	1035	144	16	11
9	500	1011	102	22	14

2.3. Rezultati određivanja krutosti kartona

Ispitivano je također 180 uzoraka. U tablici 6 dane su srednje vrijednosti ( $\bar{x}$ ) i standardna devijacija mjerenja ( $\sigma$ ).

Tablica 5. Rezultati određivanja broja dvostrukih savijanja

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]	Uzdužno		Poprečno	
		x[kp]	$\sigma$ [kp]	x[kp]	$\sigma$ [kp]
1	230	175	40	10	4
2	280	1535	110	14	2
3	300	122	59	21	6
4	315	53	22	11	3
5	355	1050	504	12	3
6	380	1127	170	23	5
7	400	1022	161	39	18
8	450	1035	144	16	11
9	500	1011	102	22	14

2.3. Rezultati određivanja krutosti kartona

Ispitivano je također 180 uzoraka. U tablici 6 dane su srednje vrijednosti ( $\bar{x}$ ) i standardna devijacija mjerenja ( $\sigma$ ).

Tablica 6. Rezultati određivanja krutosti kartona

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]		Uzdužno	Poprečno	Uzdužno	Poprečno
			x	$\sigma$	x	$\sigma$
1	230	desno	610,7	12,8	553,3	9,8
		lijevo	840,0	28,3	673,3	12,3
2	280	desno	658,7	16,0	560,0	10,7
		lijevo	833,3	29,9	726,7	26,9
3	300	desno	672,0	10,1	594,7	9,2
		lijevo	924,0	13,5	753,3	31,8
4	315	desno	716,0	41,8	580,0	10,7
		lijevo	754,7	38,1	666,7	14,5
5	355	desno	752,0	35,3	677,3	16,7
		lijevo	890,7	42,7	636,0	21,6
6	380	desno	774,7	17,7	608,0	12,6
		lijevo	1034,7	37,4	793,3	32,7
7	400	desno	744,0	22,9	621,3	20,7
		lijevo	1081,3	23,3	881,3	39,6
8	450	desno	794,7	20,7	662,7	14,9
		lijevo	1161,3	67,4	826,7	45,1
9	500	desno	878,7	167,9	742,7	42,0
		lijevo	922,7	239,6	785,3	24,5

## 2.4. Rezultati određivanja površinske upojnosti kartona Cobbovom metodom

Obavljeno je ukupno 90 proba jer je ispitivano 5 epruveta za svaku stranu kartona. U tablicu 7 uvrštene su srednje vrijednosti mjerenja.

Tablica 7. Rezultati određivanja površinske upojnosti kartona Cobbovom metodom

Redni broj kartona	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]	Premazana strana		Nepremazana strana	
		x 120 [g/m <sup>2</sup> ]	$\sigma$	x 120 [g/m <sup>2</sup> ]	$\sigma$
1	230	55,45	2,81	139,09	17,17
2	280	85,50	6,17	103,92	5,15
3	300	44,39	12,57	63,03	5,19
4	315	51,10	6,27	100,78	62,05
5	355	37,14	9,21	91,56	18,31
6	380	43,26	12,18	48,73	6,59
7	400	40,21	37,40	50,87	6,53
8	450	93,74	37,59	130,99	23,97
9	500	40,22	5,53	82,89	11,68

## 2.5. Rezultati ocjenjivanja žljebljivosti Babićevom metodom

Rezultati su dobiveni tako da je svaki žljebljeni karton uspoređivan sa slikom iz tablice 3 i izgledu žlijeba dodijeljena je brojeva ocjena. Odčitano je 4950 rezultata jer je za svaki karton i za svaku veličinu kanala napravljeno po 5 uzoraka kanala u smjeru paralelnom

sa smjerom vlakanaca i po 5 uzoraka kanala u smjeru okomitom na smjer vlakanaca kartona. U tablici 8 prikazani su samo oni kanali koji su dobre kvalitete i oni koji su ocijenjeni maksimalnom ocjenom.

Tablica 8. Ocjene kvalitete kanala prema Babićevoj metodi

Tablica 8. Ocjene kvalitete kanala prema Babićevoj metodi

Dubina kanala [mm]	Širina kanala [mm]		1,3		1,4		1,5		1,7		1,9		
	Redni broj kartona	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]											
0,6	1	230	5	5	5	5	5						
0,7									5	5	5	5	
0,6	2	280	5	5	5	5	5	5					
0,7									5	5	5	5	
0,5	3	300			5								
0,6			5	5		5	5			5			
0,65												5	
0,7									5	5			5
0,5	4	315				5							
0,6			5	5	5		5	5					
0,65										5			5
0,7											5		

0,5	5	355		5		5							
0,6			5		5		5	5	5		5		
0,7										5		5	
0,5	6	380		5		5		5					
0,6			5		5		5		5	5	5	5	5
0,5	7	400		5		5		5		5		5	
0,6			5		5		5		5				
0,5	8	450	5	5	5			5	5	5			
0,6						5	5					5	5
0,5	9	500	5	5	5	5	5	5					

### 3. Analiza rezultata

Analiziranjem rezultata iz tablice 4, gdje su mjerenja otpornosti kidanja ili prekidnog rastezanja, potvrđena je poznata činjenica: otpornost prema kidanju u uzdužnom smjeru vlakana u kartonu veća je nego za kidanja poprečno na smjer vlakana. Za kartone veće površinske mase (od 380 do 500 g/m<sup>2</sup>) nije se mogla odrediti otpornost prema kidanju jer upotrijebljeni uređaj za ispitivanje ima maksimalno ispitno opterećenje od 30 [kp], a otpornost prema kidanju spomenutih kartona prelazi tu vrijednost. Standardne devijacije  $\sigma$  pokazuju da su odstupanja u mjerenju vrlo malena, pa su i rezultati prilično ujednačeni. Može se zaključiti da čvrstoća kartona raste s povećanjem površinske mase i da je veća u uzdužnome nego u poprečnom smjeru.

Pri određivanju broja dvostrukih savijanja, otpornost prema savijanju veća je u uzdužnome (što je očekivano) nego u poprečnom smjeru vlakana u kartonu. Rasipanje rezultata je veliko, što se može objasniti neujednačenom kvalitetom kartona. Homogenost mase nije dobro postignuta, pa i debljina oscilira. U tablici 5. vide se izrazito slabi rezultati za kartone 230, 300 i 315 g/m<sup>2</sup>. Iako su rezultati za otpornost na kidanje u poprečnom smjeru očekivano slabiji od rezultata u uzdužnom smjeru, oni su vrlo slabi. Nikako se ne može zaključiti da otpornost prema savijanju ovisi o površinskoj masi kartona. Svi su rezultati dispergirani. Jedino se može zaključiti da postoji vrlo slaba ujednačenost rezultata za kartone veće površinske mase (380, 400, 450 i 500 g/m<sup>2</sup>). Krutost kartona prikazana je tablicom 6. Ni među tim rezultatima ne može se uočiti neka

zakonitost osim općepoznate činjenice: što je karton veće površinske mase (to znači deblji), krutost ima tendenciju rasta, iako vrijednosti znatno variraju. I pritom se može uočiti da je karton krući u uzdužnome nego u poprečnom smjeru svojih vlakana, ali ni u tome nema znatnijih razlika.

Ni nakon tog ispitivanja ne može se zaključiti ništa osim činjenice da je nepremazana strana upojnija od premazane, što je bilo i očekivano. S obzirom na tu činjenicu vrijednosti znatno variraju i ne mogu se dovesti u vezu ni s jednim ispitivanim parametrom.

Pri žlijebanju su dobiveni očekivani rezultati. Kod dubokih kanala, osim između 1 i 1,9 mm, gotovo je uvijek dolazilo do pucanja, a kod preplitkih kanala, onih između 0,35 i 0,4 mm, žlijebanje je bilo slabo. Najveći broj odgovarajuće kvalitetnih kanala postignut je pri dubini žlijeba između 0,5 i 0,7 mm, a širine kanala ovisile su o debljini kartona. Također se pokazalo da smjer vlakana pri žlijebanju, ako je odabran pravi odnos širine i dubine kanala za pojedini karton, nema nikakva učinka na kvalitetu kanala.

### Zaključak

Iz provedenih mjerenja i analize tih mjerenja jednoznačno se zaključuje da se provedena mehanička ispitivanja i žlijebljivost kartona ne mogu dovesti u sustavnu vezu. Možda se može pretpostaviti da postoji neka vrlo upitna i slaba veza između krutosti i žlijebljivosti, što bi

mogao biti odgovor na pitanje sa samog početka istraživanja: postoji li veza između ispitivanih mehaničkih svojstava kartona i žlijebljenja?

Ovo istraživanje pokazuje da pri ispitivanju kvalitete žlijeba treba potražiti njegovu vezu sa vlažnosti kartona i debljinom kartona, a ne sa promatranim parametrima.

#### Literatura

1. Babić, D., V. Vančina-Kropar, B. Lajić (2003): „Relation of Board Box Strength and Grain Direction“, International Conference MATRIB 2003, Vela Luka HDMT, FSB Zagreb, Conference Proceedings, str. 1-6.

2. Stern, W. (1991): The packaging engineering handbook, Bord Products Publishing Co., Chicago.

3. Stričević, N. (1981): Suvremena ambalaža 1, Školska knjiga, Zagreb.

4. Stričević, N. (1983): Suvremena ambalaža 2, Školska knjiga, Zagreb.

5. Tolliver, H. (2003): Packaging trends, Am. Ink Maker, no. 3.

6. Wybenga, G. L., L. Roth (2002): The Packaging Design Book of Patterns, New York.

7. Encyclopedia of Packaging Technology, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.

# DIZAJN OKRUŽJA U KOM SE UČI

## SIGN CIRUUMSTANCES IN WHICH WE LEARN

Dr. sc. Nikola Mrvac, izv. prof. Grafičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu

### Sažetak

Jedan od načina kako početi s promjenama je početi u praksi primjenjivati i provoditi odavno poznata načela – koja se mogu sažeto iznijeti citatom sir John Harvey-Jonesa: Iskustvo mi govori da je krajnje teško učiti odrasle ljude bilo čemu. Međutim razmjerno je lagano stvoriti uvjete u kojima će ljudi poučavati sami sebe. Primjenjujući poznata načela, ali u cjelini, te suvremenu web 2.0 tehnologiju, moguće je ostvariti i značajne rezultate u ostvarivanju ciljeva modernog sustava edukacije.

Ključne riječi: *2.0 tehnologije, bolonjski proces, modeli učenja.*

### Abstract

One way to begin with changes is to start to apply and implement in practice long been known principles – that can concisely express with quote of Sir John Harvey-Jones: My experience tells me that it is extremely difficult to teach adults anything. However it is relatively easy to create conditions in which people will teach themselves. Applying known principles in general, and modern Web 2.0 technology, it is possible to achieve significant results in achieving the objectives of a modern education.

Keywords: *2.0 technologies, the Bologna process, models of learning.*

### Uvod

Probleme suvremenog sustava visokog obrazovanja moguće je grupirati u tri skupine: probleme vezane uz eksponencijalan porast znanja, probleme vezane uz ocjenjivanje, te probleme vezane uz sve veći raskorak između sustava obrazovanja i tržišta rada.

Prva skupina problema vezana je uz eksponencijalno povećanje količine sveukupnog svjetskog znanja, što u ljudski život unosi sve brojnije i sve učestalije promjene. Način i brzina prihvatanja, prilagođavanja i upravljanja promjenama postaje jedan od najbitnijih faktora uspjeha, ali i opstanka u različitim segmentima ljudskog života i djelovanja (Potts, Lamarsh 2005). Suvremeno društvo zasnovano je na poduzećima utemeljenim na znanju, koja su znatno drugačije strukturirana od industrijskog modela. U tom smislu, suvremeno društvo je svoje težište razvoja usmjerilo prema proizvodnji i distribuciji znanja i informacija, odnosno sve je manje orijentirano prema proizvodnji i distribuciji stvari (Sawyer 2006).

Unatoč tim dramatičnim promjenama, većina obrazovnih ustanova još uvijek se oslanja na podučavanje zastarjelim modelom prijenosa informacija (Birenbaum 2006). Teško je pronaći visokoškolske ustanove kod kojih bi oblik organizacije odgovarao održivom obliku postindustrijskog modela. Iako, doduše, postoji niz ustanova koje imaju i koje ugrađuju u svoje programe neke elemente postindustrijskog organiziranja kao što su on-line programi i slično, vrlo malo obrazovnih ustanova uči studente kako stvarati znanje. Umjesto toga studente uče

kao da je znanje statično i kompletno, pa je tako i rezultat toga da oni postaju stručnjaci u konzumiranju znanja umjesto stručnjaci u stvaranju znanja (Sawyer 2006).

Druga skupina problema vezana je uz procjenu znanja i kompetencija konzumenta pojedinih nastavnih planova i programa. U današnjem visokom obrazovanju, visoka kvaliteta procjena stečenih znanja igra važnu ulogu. Ipak malo se zna o tome do kojeg su stupnja procjene ispravno usmjerene na studentovu kompetentnost u relaciji s definiranim ciljevima (Watering, Rijt 2006).

Današnje metode za procjenu znanja ne uspijevaju zadovoljiti potrebe današnjih studenata i modernih, kompleksnih društava čiji su oni dio. Stoga način evaluacije stečenih kompetencija predstavlja jedan od ključnih problema sustava edukacije (Taras 2005). Većina obrazovnih institucija još uvijek je dominantno orijentirana prema sumativnoj procjeni znanja (vrednovanju na kraju obrazovnog ciklusa) koja ima za cilj provjeriti ishode obrazovanja (Birenbaum 2006).

Treća skupina problema vezana je uz sve veći raskorak između onog što se stječe formalnim obrazovanjem u odnosu na ono što zahtijeva suvremeno tržište rada.

Unatoč tome što se obrazovni rezultati tijekom godina u načelu poboljšavaju, raskorak između onog što se stječe formalnim obrazovanjem u odnosu na ono što zahtijeva tržište rada postaje sve veći. Problem je u tome što većina poslova u suvremenom društvu postaje sve kompleksnija i zahtjevnija, kako sa stanovišta razvoja tehnologije, tako i sa stanovišta povezanim s komunikacijskim i socijalnim vještinama (Bates 2004).

## 1. Bolonjski proces i tržište rada

Bolonjski proces najveća je reforma visokog obrazovanja u novijoj povijesti koja je već na početku obuhvatila cijeli europski prostor. Danas smo svjedocima njegovog širenja i na druga područja, posebno na cijeli mediteranski prostor, ali i na druge kontinente, kao što su Australija i Južna Amerika. Ključna motivacija za taj proces proistekla je iz uočavanja novih i drugačijih potreba na svim razinama tržišta

rada. Posebno se to odnosi na visokoobrazovani kadar koji će moći bolje i djelotvornije reagirati na stalne promjene u društvu i gospodarstvu, posebno na brzi i neprestani razvitak novih tehnologija na vremenskim skalama koje su sve kraće u usporedbi s radnim vijekom pojedinaca. Od novih generacija stručnjaka očekuje se brza prilagodba, neprestana nadogradnja novim znanjima i kompetencijama, sposobnost samostalnog iznalaženja novih rješenja (Bjeliš 2008).

U području rada je nestala institucija trajnog zaposlenja. Sve je veća zastupljenost rada na određeno vrijeme. Sve je češća promjena zanimanja. Trajno zaposlenje moguće je ostvariti jedino trajnim učenjem i trajnim osposobljavanjem. Sukladno tome, moderna društva imaju sve veću potrebu za većim i bržim reformama sustava edukacije. Međutim, niti jedna reforma ne može biti toliko brzo provedena te u tom smislu niti u dovoljnoj mjeri učinkovita s dosadašnjim tradicionalnim pristupom.

Često se događa da određeni studenti, unatoč izvrsnim ocjenama kod tradicionalnih modela obrazovanja, nisu uspješni i nakon studija, dok istovremeno pojedini studenti s jedva zadovoljavajućim ocjenama postižu zadivljujuće poslovne rezultate. Konačno, događa se da pojedinci i bez formalne naobrazbe postignu vanserijske rezultate i uspjehe.

Djelomično se problem može sagledati iz razmišljanja i zaključka Harrisona Owena, izumitelja i stručnjaka za tehnologiju „Otvorenog prostora“ (Open Space Technology):

*Na organizaciju skupa potrošio sam tada cijelu godinu dana da bih na kraju shvatio da su najkvalitetniji dijelovi kongresa bile – pauze za kavu! Upravo su se na tim pauzama događale one prave stvari koje se pamte. Sve ostalo, istaknuti govornici, panel rasprave i slično, djelovalo je kao prekid temeljne aktivnosti. Teško mi je bilo priznati kako je godina dana napornog rada u osnovi urodila neprestanim nizom prekida glavne aktivnosti.*

Rješenja za prethodne skupine problema su moguća, ali samo ukoliko smo spremni promijeniti svjetonazor. U složenom i nemirnom svijetu 21. stoljeća svakodnevno se suočavamo s događajima i ishodima koji nas uvijek iznova iznenađuju. Stvari se događaju prebrzo da bismo ih mogli shvati dosadašnjim svjetonazorom. U tom smislu nužno moramo preispitati

i dosadašnji način normiranja rada studenata i nastavnika.

Na predavanjima – nastavnici pričaju, a studenti su ih dužni slušati, i to nerijetko i po cijele dane. Vrlo često se događa da iz formalnih razloga (zato što se predavanja vremenski drugačije ne mogu posložiti) studenti slušaju predavanja i po desetak sati dnevno, i to po nekoliko tjedana za redom.

Npr. predavanja za pojedini kolegij, umjesto da se odvijaju u 15 tjedana po 2 sata – ona se izvode 5 tjedana po 6 sati itd. Forma je zadovoljena. Održano je 30 sati predavanja. Stvari su na sličan način postavljene bez obzira koliko je studenata u grupi: grupe su najčešće određene kapacitetom dvorane. U načelu gotovo je svejedno da li se radi o skupini od desetak studenata ili nekoliko stotina. Iako ima iznimaka – ponegdje je broj studenata ograničen na 80 ili neki drugi broj studenata.

S obzirom na to da je nastavnička norma vezana uz broj sati izravne nastave (predavanja, seminari i vježbe), ovakve promjene su moguće. Međutim, jesu li one u interesu partnera (studenata)? Kada bi znanje bilo statično i kompletno i kada bi se znanje nastavnika moglo jednostavno pretakati iz glava nastavnika u glave studenata, tada bi ovakve promjene imale smisla. Kada bismo prihvatili navedeno (naš sustav je upravo u velikoj mjeri tako postavljen) i da je to moguće, opet bismo bili u problemima. Studentima treba treba njihovo vlastito znanje.

Odnosimo li se prema studentima kao prema partnerima ako ih prisiljavamo prisustvovanju nastavi, a znamo da za većinu njih ti podatci i informacije koje će tamo dobiti neće biti iskoristivi na tržištu rada? Doprinosimo li i mi tome da je studentima primarni cilj dobivanje diplome, a ne stjecanje znanja i kompetencija?

Mogu li studenti do tih informacija do kojih dolaze na nastavi doći samostalno – razgovarajući s kolegama, čitajući knjige, pretražujući web itd.? Treba li im te aktivnosti valorizirati?

Iako ova razmišljanja mogu izazvati mnoge polemike s negativnim konotacijama poput: „nastavnici koji nisu u stanju zainteresirati studente za predavanje nisu kompetentni“ ili „studenti koji ne dolaze na predavanja i ne klimaju glavama ne valjaju“, isto tako mnogi od njih na pauzama predavanja istinski djelotvorno

komuniciraju.

U skladu s prethodno iznesenim nužno se postavljaju pitanja. Je li moguće da vrijeme predavanja potrošimo za istinski djelotvornu komunikaciju – za komunikaciju koja bi se po svojoj učinkovitosti približila komunikaciji „koja se događa pod pauzama“? Je li moguće u sustav visokog obrazovanja ugraditi neke elemente tzv. tehnologije „Otvorenog prostora“? Prema izumitelju iste, tehnologiju „Otvorenog prostora“ trebalo bi koristiti:

- u bilo kojoj situaciji koju karakterizira velika kompleksnost problema koje treba riješiti,
- u situaciji velike raznolikosti uključenih ljudi,
- u situaciji koju obilježava visoka razina mogućeg ili stvarnog sukoba (kaotičnost),
- u situacijama kada je odluka trebala biti donesena „jučer“.

Nalazimo li se i mi u sličnim situacijama? Jesu li moguća sustavna rješenja koja bi rezultirala pomacima od mehanističke (birokratske) strukture prema organskoj (adaptivnoj) strukturi? Je li moguće djelovati na sustav kako bi se dogodili sljedeći pomaci:

- od hijerarhijskih odnosa prema suradnji vertikalnoj i horizontalnoj
- od definiranih sadržaja prema prilagodljivim sadržajima
- od velike formalizacije prema maloj formalizaciji
- od formaliziranog načina komuniciranja prema neformalnoj komunikaciji
- od centraliziranog načina odlučivanja prema decentraliziranom odlučivanju

Takva rješenja vodila bi u smjeru:

- od učenja slušanjem, čitanjem i reproduciranjem znanja prema učenju djelovanjem na slučajevima, iskustvom i doprinosenjem
- od sadržaja koji je u odgovornosti nastavnika prema sadržaju koji bi bio rezultat suradničkih napora
- od komunikacije licem u lice prema komunikaciji koja ne bi ovisila o mjestu i vremenu (bilo kad i bilo gdje)



## 2. Prijedlog rješenja problema vezanih uz način komunikacije i metode normiranja rada studenata i nastavnika

Nastavničku normu potrebno je dovesti u direktnu vezu s ECTS bodovima.

### Obrazloženje:

Ukoliko su studenti i nastavnici partneri, logično je da imaju i iste ciljeve. Iako formalno studenti i nastavnici imaju iste ciljeve – što veće znanje i što razvijenije kompetencije kod studenata, to u praksi nije tako. Sustavi edukacije presporo se oslobađaju nepotrebnih znanja ili gotovo da ih se ne oslobađaju. Tome značajno doprinosi trenutni način normiranja rada nastavnika.

Npr. nastavnička norma je 300 sati nastave godišnje. Ukoliko nastavnik nema tu normu, pod stalnim je pritiskom i njegova egzistencija je ugrožena. Iako su pojedini nastavnici svjesni da možda ta znanja i informacije koje iznose na predavanju u budućnosti neće biti od velike koristi studentima, od njih se ne može očekivati da povlače poteze kojima će ugrožavati svoju i egzistenciju svoje obitelji.

Osim toga, ovakav način normiranja nastave značajno narušava i odnose asistent – profesor. Sustav u kome je norma asistentu 150 norma sati, a profesoru 300 norma sati godišnje je neodrživa iz niza razloga, i u praksi ju je vrlo često nemoguće provesti. Osim toga, ovakav način normiranja rada uopće ne prepoznaje razlike radi li se o skupini od desetak studenata ili se radi o skupini od par stotina studenata, i orijentiran je isključivo prema nastavniku (nastavnik je ispunio normu bez obzira na to koliki broj studenata je savladao program, razvio kompetencije itd.), ne prepoznaje ishod učenja, kao ni niz parametara povezanih s ishodom učenja.

## 3. Opasnost od krivog usmjerenja

Inzistiranje na uspostavi povećanja kontrole kvalitete i vrednovanja kolegija na osnovi trenutačno važećeg sustava normiranja nastave (ne uvažavajući suvremene trendove u obrazovanju i e-učenje, a upravo se to događa kod nekih sastavnica) ne samo da onemogućava

promjene koje su nužne ukoliko želimo uspostaviti samoodrživ sustav obrazovanja, nego nasuprot tome, gura nas u suprotnom smjeru.

U tom smislu, a u skladu s prethodno navedenim, više se udaljavamo od zacrtane vizije strategije e-učenja, nego što idemo prema ostvarenju iste. Ukoliko radimo savršeno dobro pogrešne stvari (inzistiranje na postojećem normiranju, odnosno ne čineći ništa da se postojeći sustav promijeni) problemi postaju sve veći. Međutim, ukoliko radimo prave stvari (povezivanje sustava normiranja s osvojenim ECTS bodovima) i pritom grijeshimo – problemi će se smanjivati – greške će se ispravljati i ići ćemo u pravom smjeru.

Što se događa u praksi? Objašnjenje kroz primjer

Pokušajte zamisliti prije 15-ak godina što je sve bilo potrebno napraviti da bi se napravila jedna fotografija te da bi se ona reproducirala u nekoliko stotina ili tisuća primjeraka.

Većina poznavalaca grafičke struke složiti će se da je, da bi se tako nešto napravilo, bilo potrebno mnoštvo znanja – vezanih uz procese grafičke reprodukcije, mnoštvo vrlo skupe opreme, novaca, truda itd.

Da bi se obrazovali stručnjaci u tom području na pojedinim visokim učilištima širom svijeta, po pojedinim studijskim programima postojalo je i po desetak kolegija koji bi nudili tehnička znanja vezana uz to područje.

Danas, da biste napravili isto ili čak i dobili značajno višu kvalitetu reproducirane fotografije i zatim je reproducirali u potrebnom broju primjeraka, ne trebaju nam više niti ta znanja (do desetak kolegija koji su vezani uz spomenuto područje), niti skupa oprema, niti mnoštvo truda itd. Dovoljan je samo jedan digitalni fotoaparat, računalo i printer. U ovisnosti u tome što želimo dobiti – koliko reprodukcija, koja razina kvalitete itd. – u pojedinim slučajevima može nam biti dovoljan samo digitalni fotoaparat i printer. Tehnička znanja vezana uz navedeno područje za pojedinca koji ima prosječno razvijene digitalne kompetencije mogu se savladati u vrlo kratkom periodu.

Slične stvari događaju se u nizu područja, a naročito u onima koja su dominantno vezana uz tehnologiju. Znanost, društvo i tehnologija

prebrzo se mijenjaju da bismo ih mogli pratiti na dosadašnje načine. Razvoj društva nastavlja se sve većim intezitetom, što dovodi do novih i sve složenijih problema koji se „ne mogu riješiti na istoj razini razmišljanja koja ih je stvorila“ (A. Einstein). Stoga jedino što nam preostaje je uvođenje novih, inovativnih rješenja i metoda.

Danas koristeći istu razinu razmišljanja (koja odgovara industrijskom društvu i linearno mehanističkom svjetonazoru) često pokušavamo povećati kvalitetu u obrazovnom sustavu na način „da uvedemo red u isti“ – mjerimo odvijaju li se neka predavanja na vrijeme, jesu li su sva održana itd., a da se pritom ne zapitamo u kolikoj mjeri ona doista doprinose povećanju studentove kompetencije. Pri tome nam vrlo često promakne da možda u programu imamo i po desetak kolegija koji nam pružaju „neophodna znanja“ da napravimo i reproduciramo fotografiju.

Iako vrlo lako u strategijama napišemo da je uloga nastavnika promjena i da je on odgovoran za stvaranje okružja u kom se uči – u praksi smo uglavnom orijentirani prema sadržaju i formalnostima: mjerimo ono što smo naučili i na način koji je primjeren dosadašnjem svjetonazoru i prema tome definiramo kvalitetu studija.

#### 4. Umjesto zaključka – prijedlog rješenja

Povezivanje ECTS bodova s normom nastavnika

Ukoliko bi norma nastavnika bila povezana s ECTS bodovima, to bi omogućilo nastavnicima da se u većoj mjeri posvete studentima, njihovom radu, stvaranju okružja u kojem se uči, uvođenju novih metoda i odstranjivanju nepotrebnih znanja bez straha da će ostati bez norme i da će ugroziti svoju egzistenciju.

Način – kako povezati ECTS bodove – prelazak sa sadašnjeg modela na model koji nastavničku normu veže uz ECTS bodove.

Npr. ukoliko imamo jedan kolegij koji sluša 80 studenata 2 sata predavanja i 2 sata vježbi (u grupama od po 10 studenata) za koj<sup>1</sup>

studenti polaganjem ispita dobivaju 5 ECTS bodova, odnosno predviđeno je da studenti za njega potroše od 125 do 150 radnih sati, to možemo definirati kao 400 (80x5) ECTS bodova. U sadašnjem sustavu to je 300 norma sati – dakle norma sati i ECTS bodovi se mogu vrlo lako povezati i u tom smislu tu ne bi trebalo biti problema. Ovakav način normiranja, osim toga, omogućio bi i značajno veću mogućnost orijentacije prema ishodu učenja.

Na sličan način, uvažavajući sve specifičnosti pojedinih kolegija, uvođenjem korektivnih faktora moguće je bilo koji kolegij dovesti u vezu s ECTS bodovima.

#### Literatura

1. Birenbaum, M., K. Breuer, E. Cascallar, F. Dochy, Y. Dori, J. Ridgway, R. Wiesemes, G. Nickmans (2006): „A Learning Integrated Assessment System“, *Educational Research Review* 1, pp. 61-67.
2. Bjeliš, A. (2008): *Bolonjski proces – informacije za gospodarstvo*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 9.
3. Claxton, G., L. Edwards, V. Scale-Constantinou (2006): „Cultivating Creative Mentalities: A Frame Work for Education“, *Thinking Skills an Creativity*, vol 1, issue 1, p. 2.
4. Gaudioso, E., M. Montero, L. Talavera, F. Hernandez-del-Olmo (2009): „Supporting Teachers in Collaborative Student Modeling: A Framework and an Implementation“, *Expert Systems with Applications* 36, Elsevier, pp. 2260-2265.
5. Hrastinski, S. (2009): „A Theory of Online Learning as Online Participation“, *Computer & Education* 52, Elsevier, pp. 78-82.
6. [http://www.quantum21.net/slike/src/2008/02/17/02\\_08\\_clanak\\_harrison\\_owen.pdf](http://www.quantum21.net/slike/src/2008/02/17/02_08_clanak_harrison_owen.pdf)
7. Jang, S.-J. (2009): „Exploration of Secondary Students' Creativity by Integrating Web-Based Technology into an Innovative Science Curriculum“, *Computer & Education* 52, Elsevier, pp. 247-255.
8. Keles, Ay., R. Ocak, Al. Keles, A. Gulcu (2009): „ZOSMAT: Web-Based Intel-

ligent Tutoring System for Teaching-Learning Process“, *Expert Systems with Applications* 36, Elsevier, pp. 1229-1239.

9. Korthagen, F., J. Loughran, T. Russel (2006): „Developing Fundamental Principles for Teacher Education Programs and Practices“, *Teaching and Teacher Education*, pp. 48.

10. Laat, M., V. Lally, R. J. Simons, E. Wenger (2006): „A Selective Analysis of Empirical Findings in Networked Learning Research in Higher Education: Questioning for Coherence“, *Educational Research Review*.

11. Munoz-Merino, P. J., C. D. Kloos, J. F. Naranjo (2009): „Enabling Interoperability for LMS Educational Services“, *Computer Standards & Interfaces* 31, Elsevier, pp. 484-498.

12. Potts, R., J. Lamarsh (2005):

Upravljanje promjenom do uspjeha, Školska knjiga, Zagreb.

13. Sawyer, R. K. (2006): „Educating for Innovation“, *Thinking Skills and Creativity* 1, pp. 41-48,.

14. Senge, P. (2001): *Peta disciplina*, Mozaik knjiga, Zagreb. 15. Senge, P. (2003): *Ples promjene*, Mozaik knjiga, Zagreb.

16. Taras, M. (2005): „Assessment – Summative and Formative – Some Theoretical Reflections“, *British Journal of Educational Studies*, Vol. 53, No. 4, pp. 466-478.

15. Senge, P. (2003): *Ples promjene*, Mozaik knjiga, Zagreb.

16. Taras, M. (2005): „Assessment – Summative and Formative – Some Theoretical Reflections“, *British Journal of Educational Studies*, Vol. 53, No. 4, pp. 466-478.

## KONZUMIRANO SEMIOTSKO ZNAČENJE

## CONSUMED SEMIOTIC SIGNIFICANCE

Doc. dr. Maja Hrvanović

## Sažetak

Unutar savremenog društva postoje nizovi naslojenih značenja koji usmjeravaju intenzitet želje za posjedovanjem unutar globalnog cjelokupnog konzumerizma.

Unutar reklamnog procesa naslojavanje semantičkih referencijalnih odnosa namjerno proizvodi vizualno preopterećenje koje je na granici kiča, ali zadovoljava potrebu savremenog čovjeka za bjegom od stvarnosti.

Umjetnost nudi estetiziranu viziju života, reklama omogućuje ispunjenje lažnih vrijednosti bez akcije.

Reklame nas ne navode da konzumiramo robu već da konzumiramo semiotsko značenje. Reklama je grupa posebnih odnosa između označenika (proizvoda) i označitelja (značenje proizvoda) kako bi se proizvod prodao kao i kulturno značenje i konotacije koje vežemo uz te proizvode.

Proces u kojem prepoznajemo sebe u poziciji subjekta kojem se neka reprezentacija nudi (obraća). Reklama nam govori posebnim kodom i traži od nas da se identificiramo.

Ključne riječi: konzumerizam, semiotika, brend, reklama, identitet, entitet.

## Abstract

Within contemporary society, there are strings coating meaning that direct intensity of desire to possess within the overall global consumerism.

Within the advertising process coating reference semantic relationships deliberately produces a visual overload that is on the verge of kitsch, but meets the need of modern man to escape from reality.

Art offers aestheticized vision of life, the fulfillment of false advertising provides value without action.

Advertisements do not indicate us to consume goods, but to consume semiotic meaning.

Advertising is a group of special relationships between marked (product) and signifier (meaning products) in order to sell product as well as cultural meanings and connotations that can be associated with these products.

The process by which we recognize ourselves in the position of the subject to which some representations offers (address). Advertising tells us by the special code and asks us to identify.

Keywords: *consumerism, semiotics, brand, advertising, identity, entity.*

## 1. Idenitet

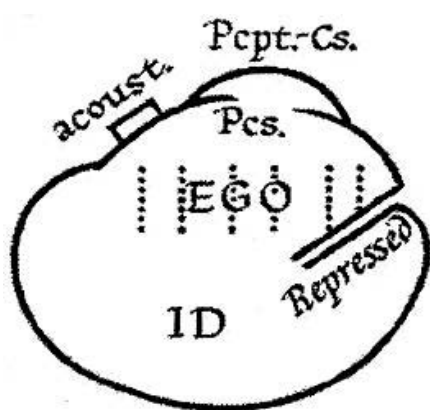
Identitet je predodžba koju svaki pojedinac ima o sebi, tj. svijest o vlastitom postojanju kao osobe u odnosu prema drugim pojedincima s kojima čini društvenu skupinu. (obitelj, udruga, nacija etc.)

Predodžba identiteta nije individualna. Ona oskazuje međusobnost pojedinca i društva, a uključuje subjektivni aspekt (doživljaj samo-

identifikacije i kontinuiteta pojedinčeva postojanja u vremenu i prostoru), te odnosni i kolektivni aspekt (doživljaj činjenice da drugi ljudi u pojedincu prepoznaju pojedinčevu identifikaciju i kontinuitet).

Pridjev „kulturni“ ima sociologijsko značenje, potiče od riječi „kultura“ i shvaćen je kao sveukupno naslijeđe pojedinca i društvenih skupina kojima pojedinac pripada.

Identitet (lat.: identitas = karakteristična jedinica) je individualna karakteristika, odnosno osobina po kojoj je predmet ili osoba prepoznatljiva ili znana.



*Id, ego, and super-ego*

Identifikacioni broj: 218068540003.  
Vrsta registracije po kojoj je izvršen upis u Registar

Identitet (differentia specifica) se sastoji u valjanim kreacijama:

- a) imena
- b) oblika
- c) pakovanja

d) sveukupne vizibilnosti, transparentnosti, taktilnosti

Kulturni identitet najčešće se svodi na etnički. Etnički identitet je ograničeniji pojam. On se odnosi na povijest ili na zajedničko porijeklo, zajedničko kulturno naslijeđe simbolom. Ta kolektivna svijest etničke skupine temelji se na objektivnim činjenicama. To su zajednički jezik, rasa, vjera, možda teritorij ili zajedničke

institucije, kulturna obilježja. Između etničkog i kulturnog identiteta postoji jaz koji varira, ali ne nestaje. Svesti kulturni identitet na etnički značilo bi uništiti stvarni identitet pojedinca jer bi ga se svelo samo na jedan od identiteta koji ljudi imaju.

Entiteti su često sastavni dijelovi većih upravnih cjelina, kao država ili provincija. U Bosni i Hercegovini, na primjer, postoje dva zakonska, politička i upravna entiteta koji sačinjavaju jedinstvenu državu, Republika Srpska i Federacija Bosne i Hercegovine. Entiteti u smislu nečega što posebno i sa apstraktne i zakonske fikcije osvojno postoji, ne samo u materijalnom smislu, također su entiteti. No, pretpostavka je da entitet nije pokretan u smislu animacije – entitet kao upravna podjedinica u političkoj geografiji.

Konceptualna integracija je moguća unutar mentalnih prostora, okvira i karaktera.

Identiteti i okviri mogu biti dramatično različiti, no istovremeno nuditi i osnovu za kreativno pretapanje. Može li pomenuta diferencijacija identiteta i entiteta na bosanskohercegovačkom tržištu postati temelj kreativnog preklapanja na ionako slabo razvijenom domaćem oglašavačkom i proizvodnom tržištu?



## 2. Brend?

Nadogradnja nedefiniranog vlatitog identiteta pomoću svijeta umjetnosti i potrošačkog društva nastaje usljed neprihvatanja realnog stanja u društvu i vlastite uloge u istom. Stoga konzumacija brendova redizajnira identitet čovjeka koji imaginarno pospješuje kvalitetu sopstvenog života.

Brend (engl. brand) predstavlja sinergiju sveukupne vizibilnosti, taktilnosti, transparentnosti koja utiče na poboljšanje imidža organizacije ili pojedinca.

Komponovanje alternativnih rješenja, simulacije, uspostave modela, postavljanja alternativnih modela; dakle svih mentalnih operacija koje se odvijaju u zoni nestvarnog, negacija samog događaja, kao i kontradiktornost uzrokuju preklapanje metafora unutar samog koncepta ili davanje konkretnih osobina i značenja apstraktnim pojmovima.

Riječ je o mentalnom povezivanju različitih elemenata iz kojih mi stvaramo nova značenja (konceptualno pretapanje). Pretapanjem takvih različitih modela asimilacije nastaje nova struktura.

Vizualizirana zamjena za zadovoljenje primarnih potreba zapravo je simulirani produkt artifično oblikovan tako da evocira moć, uspjeh, društveni status ili originalnost. Teško je ukazati na prelomni trenutak kada je umjetnost podlegla principima masovne komunikacije i upotrebnoj vrijednosti.

Velika moć vizuelne komunikacije koja je produžena ruka marketinških moćnika izdvojila je estetske predmete iz prvobitnog idejnog izvorišta i integrirala ih u kontekst vlastite propagande.

Čovjek je u stanju simultano koncipirati različite scenarije i učestvovati u njima. Iz različitih scenarija izvodimo i različite moguće ishode te na temelju toga vršimo izbore.

Nameće nam se pitanje povezanosti umjetnosti i globalnog konzumerizma, kao i nastojanje današnjeg čovjeka da se identificira sa lažno postavljenim vrijednostima u savremenom bosanskohercegovačkom društvu.

Smije li tehničko-tehnološki napredak komunikacijske, informacijske, multimedijalne grafičke komunikacije podrediti svoj razvoj trendu globalnog konzumentskog identiteta ili dadističkoj netolarantnosti prema ustaljenim sferama stvaralaštva?

#### Literatura

1. Dženkić, N. (2002): Oblikovanje vizuelnog identiteta, Clio, Beograd.
2. Elijade, M. (2004): Sveto i profano, Beograd.
3. Janson, H. W.: History of art, Harry N. Abrams, New York.
4. Klein, N. (2003): No logo, Beograd.

# OPTIMIZACIJA KOD EKONOMSKIH MODELA SA DISKRETNIM VREMENOM

## OPTIMIZATION IN ECONOMIC MODEL WITH TIME DISCRETE

Dr. Hamid Drljević, profesor Grafičkog fakulteta, Kiseljak, Univerzitet u Travniku

Dr. Husein Muratović, profesor Ekonomskog fakulteta u Bihaću

### Rezime

Ovaj rad razmatra iznalaženje optimizacije ekonomskih problema kod kojih je nezavisna varijabla diskretna. Neki takvi problemi mogu se reducirati na probleme maksimuma ili minimuma funkcija od  $n$ -varijabli definisane na skupu  $S$  u  $R^n$ , pri čemu su se za njihovo rješavanje upotrebljavale klasične metode kalkulusa. Cilj rada je da se za dinamičko optimizacione probleme sa diskretnim varijablama, koji će se razmatrati u ovom radu, navede opći metod rješavanja kada upotreba klasičnih metoda kalkulusa nije primjenljiva.

Ključne riječi: *dinamički modeli, optimizacija, kontrole otvorene i zatvorene petlje, kompaktan skup.*

### Abstract

This paper discusses finding the optimization of economic problems for which the independent variable is discrete. Some such problems can be reduced to the problems of maximum or minimum functions of  $n$ -variables defined on the set of  $S$  in  $R^n$ , where for solving them are used the classical calculus methods. The aim of work is to state the general method of solving for dynamic optimization problems with discrete variables, which will be considered in this paper, when using classical calculus methods is not applicable.

Key words: *dynamic models, optimization, open-loop and closed-loop controls, compact set.*

### Uvod

U ovom radu proučavat će se dinamičko optimizacioni problemi sa diskretnim vremenom kao nezavisno promjenljivom, što znači da se vrijeme mjeri brojem cijelih perioda (recimo nedjeljama, kvartalima ili godinama) koji polaze od vremena 0. Na taj način govorimo o diskretnom vremenu. U ovom slučaju prirodno je da se proučavaju dinamički sistemi čija se evolucija opisuje diferentnim jednačinama.

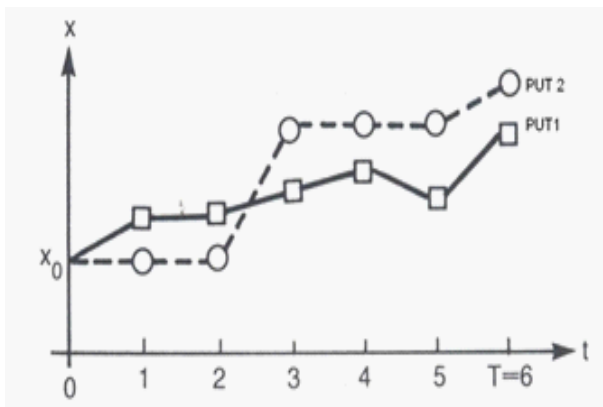
Ako je horizont posmatranja problema konačan, tada se takvi problemi mogu riješiti, u principu, upotrebom klasičnih metoda kalkulusa. Međutim, i u opštijim slučajevima postoje metode kojima se optimizacioni problemi sa diskretnim vremenom kao nezavisnom promjenljivom rješavaju.

Neka se neki sistem posmatra u vremenima  $t = 0, 1, \dots, T$ . Pretpostavimo da je stanje sistema u vremenu  $t$  označeno realnim brojem  $x_t$ . Npr.,  $x_t$  može označavati količinu žita na zalihamu u vremenu  $t$ . Pretpostavimo da je dato početno stanje  $x_0$ , i da se od tada sistem razvija vremenom pod utjecajem niza kontrola  $u_t$ , koje se mogu birati slobodno iz nekog datog skupa  $U$ , kojeg zovemo oblast kontrole. Npr.,  $u_t$  može označavati mali dio žita koji je uklonjen iz zaliha  $x_t$  za vrijeme perioda  $t$ . Ponašanje sistema zavisi od kontrola  $u_t$  i prethodnog stanja sistema. U mnogim slučajevima se evolucija sistema opisuje diferentnom jednačinom

$$x_{t+1} = g(t, x_t, u_t), \text{ gdje je } x_0 \text{ dato, } u_t \in U \quad (1)$$

gdje je  $g$  data funkcija. Na taj način pretpostavljamo da stanje sistema u vremenu  $t+1$  eksplicitno zavisi od vremena  $t$ , od stanja  $x_t$  u prethodnom periodu  $t$  i od vrijednosti  $u_t$  odabrane kontrole u vremenu  $t$ . Takve kontrole  $u_t$  koje zavise samo od vremena, često se zovu *kontrole otvorene petlje*.

Pretpostavimo da smo izabrali vrijednosti za  $u_0, u_1, \dots, u_{T-1}$ . Tada iz relacije (1) dobijamo  $x_1 = g(0, x_0, u_0)$ . Pošto je  $x_1$  sada poznato, to su poznati  $x_2 = g(1, x_1, u_1)$ ,  $x_3 = g(2, x_2, u_2)$ , itd. Na ovaj način relacija (1) može nam poslužiti da izračunamo, sukcesivno ili rekursivno, vrijednosti ili stanja  $x_1, x_2, \dots, x_T$  u zavisnosti od početnog stanja,  $x_0$  i vrijednosti,  $u_0, \dots, u_{T-1}$  odabranih kontrola. Svakom izboru  $(u_0, u_1, \dots, u_{T-1})$  odgovara niz  $(x_1, x_2, \dots, x_T)$ , npr. put 1 na slici 1. Drugi izbor od  $(u_0, u_1, \dots, u_{T-1})$  daje drugi put, kao put 2 na istoj slici.



Sl. 1

Različiti putevi će obično imati različitu korisnost ili vrijednost. Pretpostavimo da imamo funkciju  $f(t, x, u)$  od tri promjenljive takvu da se korisnost pridružena datom putu prikazuje sumom

$$\sum_{t=0}^T f(t, x_t, u_t) \quad (2).$$

Navedena suma (2) se zove funkcija cilja, i ona predstavlja sumu korisnosti (vrijednosti) dobijenih u svakoj tački vremena.

Navedena suma (2) se zove funkcija cilja, i ona predstavlja sumu korisnosti (vrijednosti) dobijenih u svakoj tački vremena. Funkcija cilja ponekad ima oblik

$$\sum_{t=0}^{T-1} f(t, x_t, u_t) + S(x_T), \text{ gdje je } S \text{ vrijednost}$$

pridružena krajnjem periodu. Vidimo da je ovaj oblik specijalan slučaj oblika (2) u

kojem je

$f(T, x_T, u_T) = S(x_T)$ . Vrijednost  $S$  se često zove krajnja vrijednost funkcije  $f(t, x, u)$ .

Pretpostavimo da smo izabrali vrijednosti za  $u_0, u_1, \dots, u_{T-1}, u_T$  iz skupa  $U$ . Početno stanje  $x_0$  je dato i, kako je prethodno objašnjeno, relacija (1) daje  $x_1, x_2, \dots, x_T$ . Označimo odgovarajuće parove  $(x_1, x_2, \dots, x_T), (u_0, u_1, \dots, u_T)$  sa  $(\{x_i\}, \{u_i\})$ . Ove parove zovemo dopustivim nizom parova. Za svaki takav niz parova funkcija cilja ima određenu vrijednost. Proučavat ćemo sljedeći problem:  $(\{x_i\}, \{u_i\})$  treba naći jedan par  $(\{x_i\}, \{u_i\})$  za koji će vrijednost funkcije cilja biti što je moguće veća.

Takav nađeni dopustivi par nizova zovemo optimalan par, a odgovarajući niz kontrola  $\{u_i\}_{i=0}^T$  zovemo optimalnom kontrolom. Ukratko formulirano, problem je sljedeći:

Naći

$$\max \sum_{t=0}^T f(t, x_t, u_t) \text{ pod uslovom da je } x_{t+1} = g(t, x_t, u_t), x_0 \text{ je dato, } u_t \in U \quad (3)$$

Primjer 1.

Neka sa  $x_t$  označimo bogatstvo neke individue u vremenu  $t$ . U svakoj tački vremena  $t$ , individua treba da odluči da konzumira neki proporcionalni dio  $u_t$  od  $x_t$ , ostavljajući proporcionalni dio  $1-u_t$  za štednju. Pretpostavimo da bogatstvo donosi neki prihod sa kamatnom stopom  $\rho - 1 > 0$

Poslije uzimanja  $u_t x_t$  za potrošnju, zaliha bogatstva je  $(1 - u_t)x_t$ . Uzimajući u obzir kamatnu stopu, ovaj dio će narasti na iznos  $x_{t+1} = \rho(1-u_t)x_t$  na početku perioda  $t + 1$ . Neka je  $x_0$  pozitivna konstanta, i neka  $t$  uzima vrijednosti  $t = 0, \dots, T-1$ .

Pretpostavimo da je  $U(t, c_t)$  korisnost potrošnje  $c_t = u_t x_t$ , gdje je  $U(t, c)$  rastuća i konkavna funkcija po  $c$ . Tada je ukupna korisnost svih perioda  $t = 0, \dots, T$ ,  $\sum_{t=0}^T U(t, u_t, x_t)$

Prema tome, individua se suočava sa sljedećim problemom :

Naći

$$\max \sum_{t=0}^T U(t, u_t, x_t) \text{ pod uslovom da je } x_{t+1} = \rho(1-u_t)x_t, t=0, \dots, T-1$$

gdje je  $x_0$  dato i  $u_t \in [0,1]$  za  $t = 0, \dots, T$ .

Primijetimo da je ovo standardni dinamički optimizacioni problem o kojem smo govorili ranije.



Primjer 1.

Neka sa  $x_t$  označimo bogatstvo neke individue u vremenu  $t$ . U svakoj tački vremena  $t$ , individua treba da odluči da konzumira neki proporcionalni dio  $u_t$  od  $x_t$ , ostavljajući proporcionalni dio  $1 - u_t$  za štednju. Pretpostavimo da bogatstvo donosi neki prihod sa kamatnom stopom  $\rho - 1 > 0$ . Poslije uzimanja  $u_t x_t$  za potrošnju, zaliha bogatstva je  $(1 - u_t)x_t$ . Uzimajući u obzir kamatnu stopu, ovaj dio će narasti na iznos  $x_{t+1} = \rho(1 - u_t)x_t$  na početku perioda  $t + 1$ . Neka je  $x_0$  pozitivna konstanta, i neka  $t$  uzima vrijednosti  $t = 0, \dots, T-1$ . Pretpostavimo da je  $U(t, c_t)$  korisnost od potrošnje  $c_t = u_t x_t$ , gdje je  $U(t, c)$  rastuća i konkavna funkcija po  $c$ . Tada je ukupna korisnost svih perioda  $t = 0, \dots, T$ ,

$$\sum_{t=0}^T U(t, u_t, x_t).$$

Prema tome, individua se suočava sa sljedećim problemom :

Naći

$$\max \sum_{t=0}^T U(t, u_t, x_t) \text{ pod uslovom da je } x_{t+1} = \rho(1 - u_t)x_t, t = 0, \dots, T-1$$

gdje je  $x_0$  dato i  $u_t \in [0, 1]$  za  $t = 0, \dots, T$ .

Primijetimo da je ovo standardni dinamički optimizacioni problem o kojem smo govorili ranije.

1. (Optimalna) vrijednost funkcije i njene osobine

Navest ćemo metod koji se može koristiti i u općim slučajevima.

Pretpostavimo da je u vremenu  $t = s$  stanje sistema  $x$  neki dati realan broj. Najbolje što možemo da uradimo u ostatku perioda je da izaberemo  $u_s, u_{s+1}, \dots, u_T$  (i prema tome također i  $x_{s+1}, \dots, x_T$ ) koji maksimiziraju sumu

$$\sum_{t=s}^T f(t, x_t, u_t) \text{ gdje je } x_s = x. \text{ Definišimo}$$

(optimalnu) vrijednost funkcije za problem u vremenu  $s$

$$J_s(x) = \max_{u_s, \dots, u_T \in U} \sum_{t=s}^T f(t, x_t, u_t)$$

Navest ćemo metod koji se može koristiti i u općim slučajevima.

Pretpostavimo da je u vremenu  $t = s$  stanje sistema  $x$  neki dati realan broj. Najbolje što možemo da uradimo u ostatku perioda je da izaberemo  $u_s, u_{s+1}, \dots, u_T$  (i prema tome također i  $x_{s+1}, \dots, x_T$ ) koji maksimiziraju sumu

$$\sum_{t=s}^T f(t, x_t, u_t) \text{ gdje je } x_s = x. \text{ Definišimo}$$

(optimalnu) vrijednost funkcije za problem u vremenu  $s$

$$J_s(x) = \max_{u_s, \dots, u_T \in U} \sum_{t=s}^T f(t, x_t, u_t)$$

(4)

gdje je  $x_s = x$  i  $x_{t+1} = g(t, x_t, u_t)$  za  $t > s, u_t \in U$

(5)

Naravno, pretpostavljamo da maksimum u (4) postoji. To će sigurno vrijediti ako su funkcije  $f$  i  $g$  neprekidne, a skup  $U$  kompaktan, što je najčeće slučaj u primjenama ove teorije.

Kontrole  $u_s^*, \dots, u_T^*$  koje

maksimiziraju vrijednost u (4) pod u slovom (5) će zavisiti od stanja  $x = x_s$ , gdje je  $x_s$  stanje sistema u vremenu  $s$ . Ovakve kontrole koje zavise od stanja sistema u prethodnom vremenu nazivaju se *kontrole zatvorene petlje*, odnosno *povratne kontrole*. (Sjetimo se da smo, u slučaju otvorene petlje kontrole,  $u_0, u_1, \dots, u_T$  odabrali unaprijed, dakle nezavisno od stanja u vremenu  $s = 0, 1, \dots, T$ )

Pretpostavimo da smo našli kontrolu  $u_s^*(x)$  za svako  $s = 0, 1, \dots, T$ . Tada smo stvarno našli rješenje početnog problema (3). Stvarno, pošto je  $x_0$  stanje u vremenu  $t = 0$ , najbolji izbor od  $u_0$  je  $u_0^*(x_0)$ . Poslije nalaženja  $u_0^*(x_0)$  pomoću diferentne jednačine (1), određujemo odgovarajuće  $x_1$  kao  $x_1^* = g(0, x_0, u_0^*(x_0))$ . Tada je  $u_1^*(x_1^*)$  najbolji izbor od  $u_1$  i ovaj izbor određuje  $x_2^*$  koristeći (1). Tada ponovo,  $u_2^*(x_2^*)$  je najbolji izbor od  $u_2$ , itd.

Dokazaćemo važnu osobinu vrijednosti funkcije.

Pogledajmo najprije  $J_T(x_T)$  koji odgovara posljednjoj vrijednosti T vremena t. Tada suma (4) ima samo jedan član  $f(T, x_T, u_T)$  tj. imamo da je

$$J_T(x) = \max_{u_T \in U} f(T, x_T, u_T). \text{ Jasno je da } u_T$$

koji maksimizira izraz  $f(T, x_T, u_T)$  zavisi od  $x_T$ . Ako ga označimo sa  $u_T^*$ , onda je  $u_T^* = u_T^*(x_T)$ . Pogledajmo sada pretposljednji  $J_{T-1}(x_{T-1})$ . Tada suma (4) ima dva člana i izgleda ovako

$$f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + f(T, x_T, u_T). \text{ Odavde i iz } x_T = g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) \text{ imamo da ova suma, ustvari, ima oblik}$$

$$f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + f(T, g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}), u_T).$$

Za  $J_{T-1}(x_{T-1})$  imamo

$$J_{T-1}(x_{T-1}) = \max_{u_{T-1}, u_T \in U} [f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + f(T, g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}), u_T)]$$

Pošto prvi član u uglatoj zagradi ne zavisi od  $u_T$ , možemo pisati

$$J_{T-1}(x_{T-1}) = \max_{u_{T-1} \in U} [f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + f(T, g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}), u_T)] =$$

$$= \max_{u_{T-1} \in U} \max_{u_T \in U} [f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + f(T, g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}), u_T)] = \max_{u_{T-1} \in U} f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) +$$

$$+ \max_{u_T \in U} f(T, g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}), u_T) = \max_{u_{T-1} \in U} [f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + J_T(g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}))]$$

Tako smo dobili

$$J_{T-1}(x_{T-1}) = \max_{u_{T-1} \in U} [f(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}) + J_T(g(T-1, x_{T-1}, u_{T-1}))]$$

Ako sada uzmemo za  $t = T - 2$  i ponovimo slična razmišljanja, koristeći posljednju jednakost dobijamo

$$J_{T-2}(x_{T-2}) = \max_{u_{T-2} \in U} [f(T-2, x_{T-2}, u_{T-2}) + J_{T-1}(g(T-2, x_{T-2}, u_{T-2}))]$$

Nastavljajući ovako korak po korak dobijamo da za sve  $s = 0, 1, \dots, T$ , vrijedi

$$J_s(x) = \max_{u \in U} [f(s, x, u) + J_{s+1}(g(s, x, u))]$$

i  $J_T(x) = \max_{u \in U} f(T, x, u).$

Prema tome dokazali smo sljedeću teoremu:

**Teorema 1** (Osnovne jednačine dinamičkog programiranja)

Neka je  $J_s(x)$  vrijednost funkcije (4) za problem:

Naći

$$\max_{t=0}^T f(t, x_t, u_t) \text{ poduslovom da je } x_{t+1} = g(t, x_t, u_t), \quad u_t \in U$$

(6)

sa datim  $x_0$ . Tada  $J_s(x)$  zadovoljava jednačine

$$J_s(x) = \max_{u \in U} [f(s, x, u) + J_{s+1}(g(s, x, u))] \quad s = 0, 1, \dots, T-1$$

(7)

$$J_T(x) = \max_{u \in U} f(T, x, u)$$

(8)

*Primjedba 1*

Kako se vidi, oznake u teoremi 1 smo pojednostavili: umjesto  $x_{T-2}$ ,  $u_{T-2}$  pisano je  $x$ , odnosno  $u$ , a umjesto  $T-2$  pisano je  $s$ .

*Primjedba 2*

Teorema 1 se koristi kao rekurentna formula za izračunavanje svih  $J_s(x)$ , a to je, kao što je ranije rečeno, dovoljno da bi se dobilo rješenje našeg problema.

Primijetimo da se, po ovoj teoremi, pri svakom koraku  $\max$  traži po jednoj varijabli.

*Primjedba 3*

Navedena teorema vrijedi kada se „ $\max$ “ zamjeni sa „ $\min$ “ u (7) i (8), pošto je traženje maksimuma funkcije  $f$  ekvivalentno traženju minimuma funkcije  $-f$ .

*Primjedba 4*

Neka  $\chi_t(x_0)$  označava svih mogućih vrijednosti stanja  $x_t$  koja su generisana sa diferentnom jednačinom (1), ako polazimo sa stanjem  $x_0$  i tada idemo kroz sve moguće vrijednosti  $u_0, \dots, u_{t-1}$ . Naravno potrebno je da  $J_t$  bude samo definisano na  $\chi_t(x_0)$ .

Prema tome, kako je rečeno u primjedbi 2, teorema 1 je osnovni alat za rješavanje dinamičkih optimizacionih problema. Ona se upotrebljava kako slijedi: Prvo nađemo funkciju  $J_T(x)$  pomoću (8). Maksimalna vrijednost od  $u$  zavisi (obično) od  $x$ , i nju smo označili  $u_T^*(x)$ . Sljedeći korak je pomoću (7) odrediti  $J_{T-1}(x)$  i odgovarajuću vrijednost  $u_{T-1}^*(x)$ .

Vraćajući se nazad u oblik (7) odredićemo sve vrijednosti funkcija  $J_T(x), \dots, J_0(x)$  kao i maksimalne vrijednosti  $u_T^*(x), \dots, u_0^*(x)$ . Kao što je gore objašnjeno, tako ćemo konstruisati rješenje polaznog optimizacionog problema.

se nazad u oblik (7) odredićemo sve vrijednosti funkcija  $J_T(x), \dots, J_0(x)$  kao i maksimalne vrijednosti  $u_T^*(x), \dots, u_0^*(x)$ . Kao što je gore objašnjeno, tako ćemo konstruisati rješenje polaznog optimizacionog problema.

### Primjer 2

Upotrebom teoreme 1 riješi ti sljedeći problem

$$\text{Naći } \max \sum_{t=0}^3 (1 + x_t - u_t^2), \text{ pod}$$

uslovom da je

$$x_{t+1} = x_t + u_t, \quad t = 0, 1, 2, \quad x_0 = 0, \quad u_t \in R$$

### Rješenje

Ovdje je  $T = 3$ ,  $f(t, x, u) = 1 + x - u^2$ ,  $g(t, x, u) = x + u$ . Razmotrimo najprije relaciju (8) pa uočimo da je  $J_3(x)$  maksimalna vrijednost od  $1 + x - u^2$  za  $u \in (-\infty, \infty)$ . Očigledno da se maksimalna vrijednost postiže za  $u = 0$ . Saglasno sa navedenom notacijom, imamo da je

$$J_3(x) = 1 + x, \text{ za } u_3^*(x) \equiv 0$$

Za  $s = 2$ , funkcija u relaciji (7) čiji maksimum treba tražiti, ima oblik  $h_2(u) = 1 + x - u^2 + J_3(x + u) = 1 + x - u^2 + (x + u) = 2 + 2x + u - u^2$ .

Lahko se vidi da je funkcija  $h_2(u)$  konkavna po  $u$  (jer je  $h_2''(u) = -2 < 0$ ) i da je  $h_2'(u) = 1 - 2u = 0$  za  $u = 1/2$ , što znači da smo našli optimalnu vrijednost za  $u$ . Maksimalna vrijednost funkcije  $h_2(u)$  je  $h_2(1/2) = 2 + 2x + 1/2 - 1/4 = 9/4 + 2x$ .

Otuda je

$$J_2(x) = 9/4 + 2x, \text{ za } u_2^*(x) \equiv 1/2$$

Za  $s = 1$ , funkcija u relaciji (6) čiji maksimum treba tražiti, ima oblik

$$h_1(u) = 1 + x - u^2 + J_2(x + u) = 1 + x - u^2 + 9/4 + 2(x + u) = 13/4 + 3x + 2u - u^2.$$

Pošto je  $h_1$  konkavna i  $h_1'(u) = 2 - 2u = 0$  za  $u = 1$ , maksimalna vrijednost funkcije  $h_1(u)$  je  $h_1(1) = 13/4 + 3x + 2 - 1 = 17/4 + 3x$ , pa je

$$J_1(x) = 17/4 + 3x, \text{ za } u_1^*(x) \equiv 1.$$

Na kraju, za  $s = 0$  treba tražiti maksimum funkcije

$$h_0(x) = 1 + x - u^2 + J_1(x + u) = 1 + x - u^2 + 17/4 + 3(x + u) = 21/4 + 4x + 3u - u^2.$$

Funkcija  $h_0$  je konkavna i  $h_0'(u) = 3 - 2u = 0$  za  $u = 3/2$ , pa je maksimalna vrijednost funkcije  $h_0(u)$  jednaka  $h_0(3/2) = 21/4 + 4x + 9/2 - 9/4 = 15/2 + 4x$ . Tako je

$$J_0(x) = 15/2 + 4x, \text{ za } u_0^*(x) \equiv 3/2$$

Kako se vidi, u ovom slučaju optimalni izbori kontrola su konstante koje ne zavise od stanja. Odgovarajuće optimalne vrijednosti stanja varijabli su  $x_1 = x_0 + u_0 = 3/2$ ,  $x_2 = x_1 + u_1 = 5/2$ ,  $x_3 = x_2 + u_2 = 5/2 + 1/2 = 3$ . Za ove vrijednosti stanja i kontrola, maksimalna vrijednost funkcije cilja je 7.5.

Navedimo drugo alternativno rješenje.

U jednostavnijem slučaju kao što je ovaj, dinamički optimizacioni problem može se riješiti sasvim lahko upotrebom uobičajnih metoda kalkulusa. Stavljajući za  $t = 0, 1$  i  $2$  u diferentnu jednačinu  $x_{t+1} = x_t + u_t$ , dobivamo

$$x_1 = x_0 + u_0 = u_0, \quad x_2 = x_1 + u_1 = u_0 + u_1, \quad \text{i} \quad x_3 = x_2 + u_2 = u_0 + u_1 + u_2. \text{ Upotrebom ovog rezultata funkcija cilja postaje funkcija od } u_0, u_1, u_2 \text{ i } u_3:$$

$$I = (1 - u_0^2) + (1 + u_0 - u_1^2) + (1 + u_0 + u_1 - u_2^2) + (1 + u_0 + u_1 + u_2 - u_3^2) = 4 + 3u_0 - u_0^2 + 2u_1 - u_1^2 + u_2 - u_2^2 - u_3^2$$

Problem se sastoji u tome da treba maksimizirati funkciju  $I$  u odnosu na kontrolne varijable  $u_0, u_1, u_2$  i  $u_3$ . Vidimo da je funkcija  $I$  suma konkavnih funkcija, pa je kao takva također konkavna. Otuda će stacionarna tačka maksimizirati funkciju  $I$ .

Prve parcijalne derivacije funkcije  $I$  su

$$\frac{\partial I}{\partial u_0} = 3 - 2u_0, \quad \frac{\partial I}{\partial u_1} = 2 - 2u_1, \quad \frac{\partial I}{\partial u_2} = 1 - 2u_2, \quad \frac{\partial I}{\partial u_3} = -2u_3$$

Izjednačavajući parcijalne derivacije sa nulom dobivamo jednu jedinu stacionarnu tačku

$(u_0, u_1, u_2, u_3) = (3/2, 1, 1/2, 0)$  koja je rješenje problema, koje je isto kao što smo dobili upotrebom teoreme 1.

U principu, svi konačno dimenzionalni dinamički problemi mogu se riješiti upotrebom običnog kalkulusa, ali metod postaje neprimjenljiv ako je horizont T velik.

Posmatrat ćemo sljedeći primjer u kojem je konačno vrijeme proizvoljan dati prirodan broj i optimalne kontrole zavise od stanja sistema.

*Primjer 3*

Neka  $x_t$  označava vrijednost imovine investitora u periodu t, a  $u_t$  potrošnju u toku perioda t. Pretpostavimo da je imovina u periodu t + 1 proporcionalna štednji  $x_t - u_t$  u periodu t, sa faktorom proporcionalnosti koji zavisi od t, tj.

$x_{t+1} = a_t(x_t - u_t)$ ,  $a_t$  su dati pozitivni brojevi.

Pretpostavimo da je početna imovina,  $x_0$ , pozitivna. Pretpostavimo da je korist pridružena potrošnji na nivou  $u$  za vrijeme jednog perioda jednaka  $u^{1-\gamma}$ , dok je korist od imovine na kraju perioda T jednaka  $Ax_T^{1-\gamma}$ . Ovdje je A pozitivna konstanta i  $\gamma \in (0,1)$ . Investitor želi da maksimizira diskontnu vrijednost sume korisnosti od potrošnje i krajnje imovine.

Definišimo  $\beta = 1/(1+r)$ , gdje je r diskontna stopa. Pretpostavimo da nije dopušteno posuđivanje, tj. neka je  $0 < u_t < x_t$ . Problem investitora je :

Naći  $\max \left[ \sum_{t=0}^{T-1} \beta^t u_t^{1-\gamma} + \beta A x_T^{1-\gamma} \right]$ , pod uslovom da je  $x_{t+1} = a_t(x_t - u_t)$ ,  $u_t \in (0, x_t)$  (9)

*Rješenje*

Ovdje oblast kontrole zavisi od (t,x), pa je  $U(t,x) = (0,x)$ . Teoremu 1 možemo primjeniti na ovaj problem. Vidimo da je funkcija korisnosti  $f(t, x, u) = \beta^t u^{1-\gamma}$  za  $t = 0,1,\dots,T-1$ , dok je  $f(T, x, u) = \beta^T A x^{1-\gamma}$ . Pošto ova funkcija ne zavisi od promjenljive  $u$ , iz relacije (8) imamo

$J_T(x) = \max_{u \in (0,x)} \beta^T A x^{1-\gamma} = \beta^T A x^{1-\gamma}$  (10)

gdje je bilo koje  $u_t$  u  $(0,x)$  optimalno. Međutim, iz jednačine (7) imamo  $J_s(x) = \max_{u \in (0,x)} \left[ \beta^s u^{1-\gamma} + J_{s+1}(a_s(x-u)) \right]$  (11).

Specijalno, iz relacije (10) dobivamo  $J_T(a_{T-1}(x-u)) = \beta^T A a_{T-1}^{1-\gamma} (x-u)^{1-\gamma}$ , pa je  $J_{T-1}(x) = \beta^{T-1} \max_{u \in (0,x)} \left[ u^{1-\gamma} + \beta A a_{T-1}^{1-\gamma} (x-u)^{1-\gamma} \right]$  (12).

Stavimo da je  $g(u) = u^{1-\gamma} + \beta A a_{T-1}^{1-\gamma} (x-u)^{1-\gamma}$  za  $u$  iz  $(0,x)$ .

Izračunavanjem  $g'(u)$  i rješavajući jednačinu  $g'(u) = 0$  po  $u$  dobivamo da je

$u_{T-1} = u = \frac{x}{C_{T-1}^{1/\gamma}}$ , gdje je  $C_{T-1}^{1/\gamma} = 1 + (\beta A a_{T-1}^{1-\gamma})^{1/\gamma}$  (13).

Pošto je  $\gamma \in (0,1)$  i  $\beta A a_{T-1}^{1-\gamma} > 0$ , funkcija g je konkavna nad intervalom  $(0,x)$ . Prema tome, vrijednost za  $u$  dato relacijom (13) maksimizira funkciju g(u). Njena maksimalna vrijednost iznosi

$g\left(\frac{x}{C_{T-1}^{1/\gamma}}\right) = x^{1-\gamma} C_{T-1}^{-(\gamma-1)/\gamma} + \beta A a_{T-1}^{1-\gamma} \left(x - \frac{x}{C_{T-1}^{1/\gamma}}\right)^{-\gamma}$   
 $= x^{1-\gamma} C_{T-1}^{-(\gamma-1)/\gamma} + x^{1-\gamma} (C_{T-1}^{1/\gamma} - 1)^\gamma \frac{(C_{T-1}^{1/\gamma} - 1)^{1-\gamma}}{C_{T-1}^{(1-\gamma)/\gamma}}$   
 $= x^{1-\gamma} C_{T-1}$

Odavde i na osnovu relacije (12), imamo

$J_{T-1}(x) = \beta^{T-1} C_{T-1} x^{1-\gamma}$  (14).

Uočimo da  $J_{T-1}(x)$  ima isti oblik kao  $J_T(x)$ . Nastavljajući dalje sa supstitucijom za  $s = T-2$  u (11) dobivamo:

$J_{T-2}(x) = \beta^{T-2} \max_{u \in (0,x)} \left[ u^{1-\gamma} + \beta C_{T-1} a_{T-2}^{1-\gamma} (x-u)^{1-\gamma} \right]$

Upoređujući ovo sa relacijom (12), vidimo da se maksimalna vrijednost postiže za

$u_{T-2} = u = \frac{x}{C_{T-2}^{1/\gamma}}$ , gdje je  $C_{T-2}^{1/\gamma} = 1 + (\beta C_{T-1} a_{T-2}^{1-\gamma})^{1/\gamma}$  i da je  $J_{T-2}(x) = \beta^{T-1} C_{T-2} x^{1-\gamma}$ .

Ponavljajući isti postupak vraćajući se nazad, dobit ćemo da je za svako t

$J_t(x) = \beta^t C_t x^{1-\gamma}$  (15)

Iz (10) imamo da je  $C_T = A$ , dok je  $C_t$  za  $t < T$  određeno rekursivno po

sljedećoj linearnoj diferentnoj jednačini prvog reda po  $C_t^{1/\gamma}$ :

$$C_t^{1/\gamma} = 1 + (\beta C_{t+1} a_t^{1-\gamma})^{1/\gamma} = 1 + (\beta a_t^{1-\gamma})^{1/\gamma} C_{t+1}^{1/\gamma} \quad (16).$$

Optimalna kontrola je

$$u_t^*(x) = \frac{x}{C_t^{1/\gamma}}, \quad t < T \quad (17).$$

Sukcesivnim ubacivanjem  $u_0^*, u_1^*, \dots$  u diferentnu jednačinu (9) za  $x_t$  nalazimo optimalan put, a time i maksimalnu vrijednost funkcije cilja.

Pretpostavimo da je  $a_t = a$  za sve  $t$ .

Tada se diferentna jednačina prvog reda (16) reducira na

$$C_{t+1}^{1/\gamma} - \frac{1}{\omega} C_t^{1/\gamma} = -\frac{1}{\omega}, \quad \text{gdje je}$$

$$\omega = \beta^{1/\gamma} a^{1/\gamma-1} \quad (18).$$

Ovo je linearna diferentna jednačina prvog reda sa konstantnim koeficijentima. Uzimajući da je  $C_T = A$ , i rješavajući jednačinu po  $C_t^{1/\gamma}$ , dobijamo da je

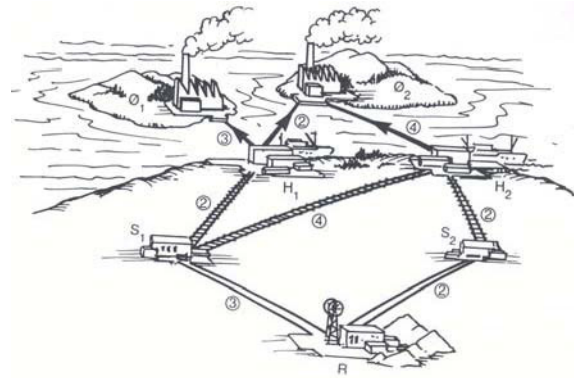
$$C_t^{1/\gamma} = A^{1/\gamma} \omega^{T-t} + \frac{1-\omega^{T-t}}{1-\omega}, \quad t = T, T-1, \dots, 0.$$

Upotrebom teoreme 1 riješimo jedan transportni problem.

#### Primjer 4

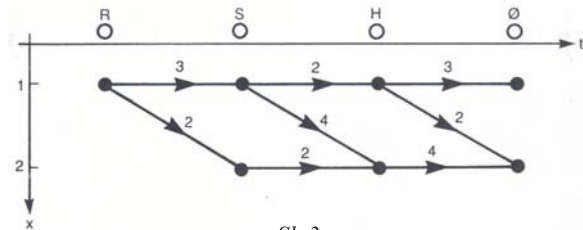
Jednu fabriku treba izgraditi na jednom od dvaju ostrva. Fabrika zahtijeva da se resurs kojeg ona koristi prevozi autom od nalazišta resursa R do jedne od dvaju stanica S1 i S2. Dalje se resurs mora prevoziti vozom do jedne od luka H1, odnosno H2 i na kraju brodom do izabranog ostrva. Troškovi transporta po jedinici resursa navedeni su sa brojem u unutrašnjosti kružnice posmatrane slike 2. Gdje bi se trebala fabrika izgraditi da bi minimizirali troškove transporta resursa?

#### Rješenje



Sl. 2

Prikažimo problem šemom na slici 3.



Sl. 3

U vremenskoj tački 1, vrijednost  $x_1$  znači da se nalazimo na jednoj od dvije stanice. U vremenskoj tački 2, vrijednost  $x_2$  znači da se nalazimo u jednoj od dvije luke, dok u vremenskoj tački 3,  $x_3$  znači da se nalazimo na jednom od dva ostrva.  $x_0$  je dato kao 1 sa vremenskom tačkom  $t = 0$ , koja pokazuje da mi polazimo od datog resursa.

Što se tiče kontrola, pretpostavimo također da imaju dvije vrijednosti. Kad smo kod resursa, vrijednost kontrole 1 dovodi nas do stanice br. 1, a vrijednost kontrole 2 dovodi nas do stanice br. 2. Ako smo na stanici br. 1 ili u luci br. 1, vrijednost 1 za kontrolu znači da idemo do luke ili ostrva br. 1, dok vrijednost 2 za kontrolu znači da idemo do luke ili ostrva br. 2. Ako smo u stanici ili luci br. 2, obe kontrole 1 i 2 dovode nas do luke ili ostrva br. 2.

Vidjet ćemo sada da je stanje vezano sa kontrolom diferentnom jednačinom:

$$x_{t+1} = g(t, x_t, u_t).$$

Navedenu funkciju  $g$  možemo opisati tabelom

$$\begin{matrix} & u = 1 & u = 2 \\ \begin{matrix} x = 1 \\ x = 2 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

koja se čita na sljedeći način: Neka je  $t = 1$ . (Tada smo u jednoj od stanica.) Ako je  $x_1 = 1$  i  $u_1 = 1$ , tada nalazimo da je

vrijednost od  $g(1, x_1, u_1) = g(1, 1, 1) = 1$  u mjestu  $(1, 1)$  u tabeli. Ovo znači kada smo u stanici br. 1 i upotrebljavamo kontrolu  $u_1 = 1$ , tada dolazimo do luke br. 1. Na odgovarajući način je  $g(1, 1, 2) = 2$ ,  $g(1, 2, 1) = 2$  i  $g(1, 2, 2) = 2$ .

Pretpostavimo da je  $t = 2$ . Sa iste tabele imamo da je  $g(2, 1, 1) = 1$ ,  $g(2, 1, 2) = 2$ ,  $g(2, 2, 1) = 2$  i  $g(2, 2, 2) = 2$ .

Za  $t = 0$  samo je prva linija u tabeli aktuelna, i  $g(0, 1, 1) = 1$ ,  $g(0, 1, 2) = 2$ .

Na osnovu podataka u zadatku nalazimo da su vrijednosti funkcije troškova  $f(t, x_t, u_t)$  dati sa  
 $f(0, 1, 1) = 3$ ,  $f(0, 1, 2) = 2$   
 $f(1, 1, 1) = 2$ ,  $f(1, 1, 2) = 4$ ,  $f(1, 2, 1) = f(1, 2, 2) = 2$   
 $f(2, 1, 1) = 3$ ,  $f(2, 1, 2) = 2$ ,  $f(2, 2, 1) = f(2, 2, 2) = 4$

Sada se problem može formulisati na sljedeći način:

Naći

$$\min_{u_t} \sum_{t=0}^2 f(t, x_t, u_t) \text{ kada je } x_{t+1} = g(t, x_t, u_t), \quad t=0, 1, 2 \text{ gdje je } u_t \in \{1, 2\} \text{ i } x_0 = 1.$$

Problem možemo riješiti na sljedeći način: Možemo uzeti sve moguće vrijednosti od  $u_0$ ,  $u_1$  i  $u_2$  (ima ih ukupno 8), pa naći odgovarajuće vrijednosti za  $x_1$ ,  $x_2$  i  $x_3$  i tada izračunamo sumu  $\sum_{t=0}^2 f(t, x_t, u_t)$ . Npr. neka je  $u_0 = u_1 = u_2 = 1$ , tada nalazimo da je  $x_1 = x_2 = 1$  pa u ovom slučaju suma iznosi

$$f(0, x_0, u_0) + f(1, x_1, u_1) + f(2, x_2, u_2) = f(0, 1, 1) + f(1, 1, 1) + f(2, 1, 1) = 3 + 2 + 3 = 8.$$

Izbor od  $u$  koji daje najmanj u sumu rješava problem.

Uzimajući sve moguće vrijednosti za  $u_0$ ,  $u_1$ , i  $u_2$ , doći ćemo do vrijednosti za  $x_1$  i  $x_2$ , a time do najmanje sume, što je rješenje problema. Za veće probleme ova metoda će voditi do nemogućih izračunavanja, pa je u takvim slučajevima nepraktična.

Pogledajmo kako se ovaj problem može riješiti upotrebom teoreme 1.

Najprije treba naći

$$J_2(1) = \min_{u_2 \in \{1, 2\}} f(2, 1, u_2) = \min_{u_2 \in \{1, 2\}} \begin{cases} f(2, 1, 1) = 3 \\ f(2, 1, 2) = 2 \end{cases} = \min\{3, 2\} = 2$$

. Odavde zaključujemo da je  $u_2^*(1) = 2$ . Na gotovo isti način nalazimo da je  $J_2(2) = 4$ , gdje je  $u_2^*(2) = 1$  ili  $2$

Upotrebom relacije (6) dobivamo dalje da je

$$J_1(1) = \min_{u_1 \in \{1, 2\}} \{f(1, 1, u_1) + J_2(g(1, 1, u_1))\} = \min\{f(1, 1, 1) + J_2(g(1, 1, 1)), f(1, 1, 2) + J_2(g(1, 1, 2))\} = \min\{2 + J_2(1), 4 + J_2(2)\} = \min\{2 + 2, 4 + 4\} = 4$$

gdje je  $u_1^*(1) = 1$  optim. vrijednost

Dalje nalazimo da je

$$J_1(2) = \min\{f(1, 2, 1) + J_2(g(1, 2, 1)), f(1, 2, 2) + J_2(g(1, 2, 2))\} = \min\{2 + J_2(2), 2 + J_2(2)\} = \min\{2 + 4, 2 + 4\} = 6 \text{ gdje je } u_1^*(2) = 1 \text{ ili } 2.$$

Konačno dobivamo da je

$$J_0(1) = \min\{f(0, 1, 1) + J_1(g(0, 1, 1)), f(0, 1, 2) + J_1(g(0, 1, 2))\} = \min\{3 + 4, 2 + 6\} = 7$$

gdje je  $u_0^*(1) = 1$ .

Prema tome našli smo vrijednosti za kontrole:

$$u_0^*(1) = 1, u_1^*(1) = 1, u_1^*(2) = 1 \text{ ili } 2, u_2^*(1) = 2 \text{ i } u_2^*(2) = 1$$

Nađimo vrijednosti za  $x_1$ ,  $x_2$  i  $x_3$  koristeći jednačinu  $x_{t+1} = g(t, x_t, u_t)$ .

$$\text{Za } t = 0, 1 \text{ i } 2 \text{ imamo } x_1 = g(0, x_0, u_0) = g(0, 1, 1) = 1, x_2 = g(1, x_1, u_1) = g(1, 1, 1) = 1 \text{ i } x_3 = g(2, x_2, u_2) = g(2, 1, 2) = 2.$$

Vrijednost odgovarajuće funkcije cilja tj. sume je:

$$\sum_{t=0}^2 f(t, x_t, u_t) = f(0, x_0, u_0) + f(1, x_1, u_1) + f(2, x_2, u_2) = f(0, 1, 1) + f(1, 1, 1) + f(2, 1, 2) = 3 + 2 = 7$$

Za  $t = 0, 1$  i  $2$  možemo dobiti druge vrijednosti za  $x_1$ ,  $x_2$  i  $x_3$

$$x_1 = g(0, x_0, u_0) = g(0, 1, 2) = 2, x_2 = g(1, x_1, u_1) = g(1, 1, 2) = 2 \text{ i } x_3 = g(2, x_2, u_2) = g(2, 2, 2) = 2.$$

Odgovarajuća vrijednost sume je:

$$\sum_{t=0}^2 f(t, x_t, u_t) = f(0, x_0, u_0) + f(1, x_1, u_1) + f(2, x_2, u_2) = f(0, 1, 2) + f(1, 1, 2) + f(2, 2, 2) = 3 + 4 + 4 = 11$$

Pošto se radi o problemu minimuma, to je rješenje problema prethodna suma koja

predstavlja minimalne troškove koji u ovom slučaju iznose 7.

Prema tome zaključujemo da je najbolje rješenje problema da se izvrši prevoz resursa do stanice 1, dalje do luke br. 1 i dalje do ostrva br. 2. Znači, fabriku treba izgraditi na ostrvu br. 2. Ukupni troškovi u tom slučaju, kako smo naveli, će biti 7.

### Zaključak

U radu se testira fundamentalna teorema za rješavanje dinamičkih optimizacionih problema koji se opisuju sa diskretnim varijablama. Posebno, teorema se testira na jednom transportnom problemu.

### Literatura

1. Chipman, J. S. (1950): „Ehe multi-sector multiplier“, *Econometrica*, 18.
2. Simon, C. P., L. Blume (1994): *Mathematics for Economists*, Norton & Company, New York – London.
3. Sydsaeter, K., P. Hammond, A. Seierstad, A. Strom (2005), *Further Mathematics for Economic Analysis*, Prentice Hall Financial Times.
4. Sydsater, K., J. P. Hammond (1995), *Mathematics for Economic Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
5. Sydsaeter, K., S. Atle, S. Arne (1994), *Matematisk analyse, bind II*, Universitetsforlaget, 3. opplag, Oslo.

# STOHAŠTIČKO RASTRIRANJE

## STOCHASTIC GRATING METHOD

Mr. sc. Zoran Gazibarić, dipl. ing., Grafički fakultet u Kiseljaku

### Sažetak

*Da bi se višetonska slika reprodukovala, tehnikom visoke ili ravne štampe, neophodno je da se prevede u jednotonsku sliku. Mnoge metode, kao što su duborezi u drvetu, radirunzi, graviranje u bakru i čeliku, korištene su da se dobije iluzija tona. Osnovni cilj ovih metoda je da se površine sa bojom nanijetom na papir naizmjenično isprekidaju nizom površina na koje nije nanijeta boja i koje ljudsko oko vidi kao bijelu boju papira. Cilj je da su te površine dovoljno male kako ih ljudsko oko ne bi pojedinačno registrovalo, tako da dobijamo iluziju tona.*

**Ključne riječi:** raster, rastriranje, rasterska tačka.

### Abstract

*In order to reproduce multi tone image, by the technique of high or flat printing, it is necessary to turn it into the monotonically image. Many methods, such as wood engravings, etching, engraving in copper and steel, were used to get tons of illusion. The main objective of these methods is to cut the surface of the paint applied to paper with series of alternating surface on which paint is applied and which the human eye sees as white color paper. The aim is that these areas are small enough to be individually registered by human eye, so we get the illusion of tons.*

**Keywords:** *grating, grating method, grating point.*

### Uvod

Pojava fotografije je dovela do mogućnosti fotomehaničkog pretvaranja više-tonske u jednotonsku sliku. Fox Talbot je 1852. godine patentirao postupak pomoću kojeg se različiti tonovi neke slike mogu pretvoriti u tačkice različitih veličina snimanjem kroz tekstilnu mrežicu, koja se postavlja između objektivu i fotomaterijala. Kasnije je tekstilna mrežica zamijenjena staklom sa ugraviranim ukrštenim linijama. Staklo sa ugraviranim linijama je korišteno za rastriranje sve do pojave elektronskog rastera.

Ovim načinom rastriranja dobijale su se rasterske tačke različitih veličina, ali jednakog rastojanja, što je kasnije bilo vodilja za stvaranje elektronskog rastera koji ima istu karakteristiku. Upravo to amplitudno-modularno rastriranje koristi se u konvencionalnoj pripremi i za sada je najrasprostranjenije. Gustina rastera izabrana je tako da ljudsko oko nije sposobno da opazi individualne rasterske tačke sa normalne distance posmatranja, već da stekne uisak višetonske kolorne slike kroz integraciju elemenata slike. Amplitudno-modularno rastriranje ima nekoliko nedostataka u primjeni koji su uglavnom otklonjeni metodom *stohastičkog* rastriranja koje je poznatije pod nazivom *frekventno-modularno rastriranje*.

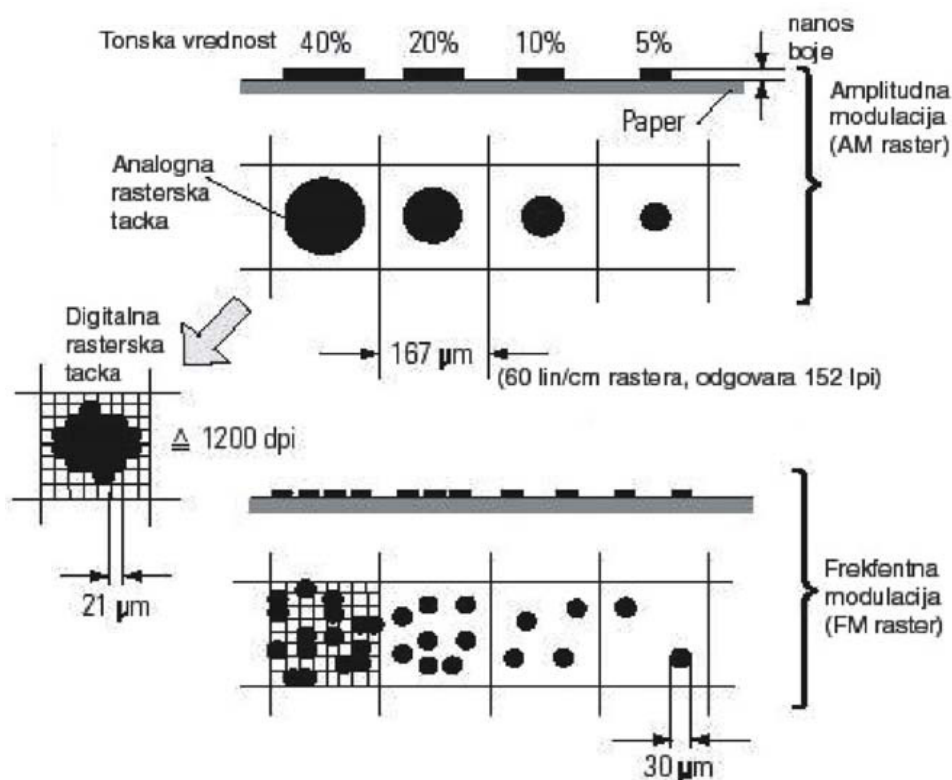
Definicija FM digitalne rasterske tačke  
Stohastičko rastriranje karakteristično je po



tome što individualne tačke imaju isti prečnik, ali različita rastojanja. Kada se koristi FM rastriranje, tonovi originala se konvertuju u određenu količinu tačaka koje se smještaju u rastersku ćeliju gdje prored između tačaka mora biti određen veličinom rasterske tačke, što se definiše preko različitih algoritama. Rasto-

janja za određene tonske vrijednosti su različita od tačke do tačke i njihov raspored je slučajan. Upravo iz tog razloga FM rastriranje nazivamo slučajno ili stohastičko rastriranje.

Na slici 1. prikazano je FM rastriranje u poređenju sa AM rastriranjem sa digitalnom strukturom tačke.



sl. 1.

Na slici se vidi kako su laserski spotovi digitalne rasterske tačke kod AM rastriranja grupisani u ćeliji bez međusobnog razmaka, kako bi sačinili rastersku tačku. Razmak između rasterskih tačaka je definisan linijaturom, koja može da se zadaje u zavisnosti od vrste podloge na koju se štampa. Kod FM rastriranja laserski spotovi prave rasterske tačke koje nisu grupisane po nekoj definiciji, nego su sa proizvoljnim razmacima i ne mogu se definisati linijaturom, pa samim tim kažemo da nemamo rasterske frekvencije (lpi).

Kod FM rastriranja ne postoji rasterski ugao jer nema definisanih pravaca za rastere. Mogućnost prikaza detalja kod FM rastriranja

određena je fizičkom veličinom mikrotačkice u mikronima. Npr. 21-mikronsko FM rastriranje slično je prikazu detalja s 400lpi u AM rastriranju. Zbog toga što nema ugla polutonskog rastriranja, nema frekvencije, pa tako nema ni pojave rozeta koje su prisutne kod AM rastriranja.

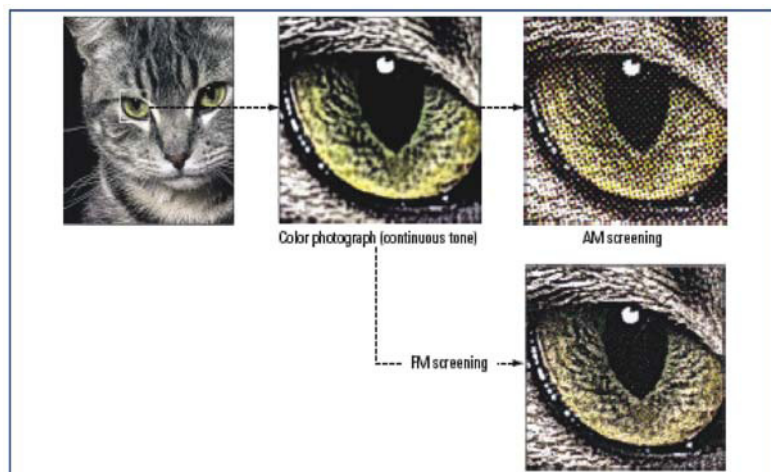
Ilustrovana usporedba FM i AM rastriranja

Na slici 2. ilustrovana su oba procesa: amplitudno-modularni i frekventno-modularni. Reprodukacija jednobojne fotografije pokazuje da kod reprodukovanja originala malih veličina FM rastriranje daje bolju reprodukciju u detaljima od AM rastriranja.



Sl. 2. a) AM rastriranje, b) FM rastriranje

Na slici 3 imamo prikaz oba procesa pri reprodukciji višetonskog originala u boji. Konkretno se vidi da FM rastriranje daje veću rezoluciju i sprečava pojavu rozeta.



Sl. 3. Reprodukcijska višebojnog višetonskog originala

Prednosti FM u odnosu na AM rastriranje FM rastriranje kao tehnologija postalo je dostupno krajem osamdesetih godina prošlog vijeka. Sa svim svojim prednostima, nije bilo podržano od strane štampara. Glavni razlog je bio što su FM mikrotlačice bile prezahtjevne u štampi i bilo je teško održati njihovu dosljednost na štamparskim pločama. Svaka promjena u procesu izrade štamparske forme poremetila bi konačne vrednosti FM tona, čineći tako čitav proces nepouzdanim i nestabilnim. Primjenom CTP tehnologije ovi problemi su uveliko smanjeni.

Iskustva u radu sa FM rasterom otkrila su do sada jedinstvene litografske odlike specifične za FM, a to su;

- šira skala boja: FM mikrotlačice koje se uobičajeno koriste kod rotacione štampe iz tabaka (21 do 25 mikrona) prenose štamparsku boju i reflektuju spektar bolje od uobičajenih (133 do 200 lpi) AM rastera. Rezultat je veća dinamika u srednjim tonovima te manji uticaj boje papira na kolore.

- stabilnost štampe: tipične FM tačkice veličine 21 do 25 mikrona nose tanki sloj filma boje kroz većinu opsega tonova, pa se bitno smanjuju promjene nastale prirastom prisutnom u rasponu 150-200 lpi kod AM rastera.

Povećana tonska vrijednost kod FM rastera prvenstveno je optička, a ne mehanička, što rezultuje manjim promjenama u štampi kad se dogode promjene karakteristika papira, ili podešavanja otvorenosti bojanika tokom pro-

cesa štampe. Sama priroda mikrotačkice FM rastera omogućuje efektivniju i bržu raspodjelu boje i smanjuje mehanički prirast na polutonsku rastersku tačku. Rezultat je veća tonska stabilnost i stabilnost boje.

- brže sušenje boje: tanji film boje automatski znači i brže sušenje nego kod AM rastriranja. To doprinosi ubrzanju kompletnog procesa štampe, a posebno je značajno na mašinama sa okretanjem tabaka u toku rada.

- vizualna stabilnost: kada su AM rasteri krivo postavljeni, prikaz i priroda polutonskog uzorka se mijenja. FM rastriranje međutim održava isti izgled bez obzira na postavljen raster.

- stabilnost boje: ako se jedna od boja u rozeti kod AM rastriranja pomakne sa svoje pozicije zbog malih poremećaja prilikom upisivanja ili širenja papira, rezultat je mijenjanje tona i/ili boje. Ova promjena je potpuno uklonjena kod FM rastriranja zato što nema pojave rozeta.

## Zaključak

Postoji i tzv. tehnika hibridnog rastriranja koja koristi i AM i FM rastriranje prilikom reprodukcije višetonskih originala. Ova tehnika se zasniva na pokušaju približavanja korišćenja

FM rastriranja za veoma svijetle i veoma tamne tonove i AM rastriranja za ostatak tonskih vrijednosti.

Iz prethodno iznesenih karakteristika FM rastriranja očigledno je da uvođenje ove tehnologije zahtijeva određena hardverska i softverska ulaganja, a takođe i obuku kadrova. Neminovna su dodatna ulaganja u kontrolu kvaliteta, ulaganja u samu štampu i kontrolu kvaliteta gotovih proizvoda. Veoma je bitno da se ostvari uska saradnja između operatera u pripremi i operatera u štampi. Takođe je veoma bitno da se kupac upozna sa realnim mogućnostima novih tehnologija kako bi znao koliko su realni i moguće izvodljivi postavljeni kriterijumi u pogledu kvaliteta gotovog proizvoda.

Trenutno je FM rastriranje u porastu, i u bližoj budućnosti se očekuje da će preuzeti vodeću ulogu u štampi zbog svoji litografskih i estetskih osobina.

## Literatura

1. Grafik.Net d. o. o., Grafik.Net News, broj 2/2002. (stručna brošura)
2. Pešterac, Č.: Reprodukciona tehnika, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
3. Tectus d. o. o., Ambalaža, Stručni časopis za ambalažu i pakiranje, godina VIII, broj 1, mart 2003.

# STVARANJE VIZUELNOG IDENTITETA

## CREATING VISUAL IDENTITY

Vesna Valjarević, dipl. ing.

### Sažetak

Vizuelni identitet je bitan deo odnosa sa javnošću u čiji bazični sistem spadaju znak i logotip koji svojim izgledom, odnosom i primenom formiraju imidž kompanije. Stvaranje vizuelnog identiteta podrazumeva sagledavanje i razumevanje sadržaja zadataka, nakon čega se vrši njihova redukcija na najbitnije elemente putem asocijativnog mišljenja. Često su logotipi prvi i jedini koji kod korisnika doprinose kupovini ili korišćenju usluga. Korisnici biraju šta kupuju, retko kupuju nešto za šta nikada nisu čuli, tako da neki proizvodi brzo prestaju da se proizvode čime se izbor ponude smanjuje.

Ključne riječi: *vizuelni identitet, logotip, korisnici.*

### Abstract

The visual identity is an important part of public relations in the basic system which includes a sign and logo to form the image of the company by their appearance, attitude and application. Creating a visual identity involves observing and understanding the contents of the task which is performed after which they would be reduced to the most important elements through associative thinking. Logos are often the first and the only code that the user contribute to the purchase or service use. Users choose what to buy, often buying something never heard, so some products soon cease to be produced which reduces the choice of bids.

Keywords: visual identity, logo, customers.

### Uvod

Poznavanje osobenosti, težnji, tržišta i klijenta mora da bude od presudne važnosti da bi se došlo do odgovarajućeg i ciljanog dizajnerskog rešenja. Morate biti odličan vizuelni detektiv da biste našli najbolje dizajnersko rešenje. Uspešan i upečatljiv vizuelni identitet proizvod je talenta i iskustva dizajnera, kao i njegovog razumevanja i odnosa sa klijentom. Za izradu vizuelnog identiteta ne postoji pravilo ili šema koje se mora pridržavati, ali na osnovu uspešnih rešenja i susreta sa pojedinim poteškoćama formirano je ovo uputstvo za kreiranje zaštitnog znaka i logotipa koje će, nadam se, mnogima biti od koristi.

### Uspostaviti zadatak

Prvi i osnovni zadatak kreiranja zaštitnog znaka i logotipa je uspostaviti svoj zadatak, definisati šta se želi postići dizajnom i odrediti na koji način to uraditi:

- potrebno je identifikovati cilj (glavnu uslugu, prodaju, servis, povlastice, ime preduzeća),

- mora da se zna ko su korisnici usluga ili proizvoda, kojoj socijalnoj i obrazovnoj grupi pripadaju (kako će reagovati na dizajn),

- neophodno je znati gde će se sve logo i znak koristiti u štampi (da li su u primeni male ili velike dimenzije znaka),

- broj boja, jer znak mora biti jasan u koloru i jednoj boji,
- gde će još imati primenu (mašine, kamioni, ambalaža, prezentacija, odeća, TV),
- naći par kolega dizajnera jer su neophodna njihova mišljenja i reakcije,
- sagledati budžet, vreme za izradu, računare za rad, štampače, probe...
- napraviti neku vrstu rasporeda, sagledati koliko je minimalno vremena potrebno za pojedine operacije tokom kreiranja.

Na osnovu ovako uspostavljenog zadatka pristupa se razradi. Pri kreiranju osnovne ideje zaštitni znak ne mora da svojim likovno-grafičkim rešenjem govori o osnovnoj delatnosti, već je to najčešće slobodno izabran motiv ili simbol. Zbog takvih shvatanja u prošlosti išlo se na vrlo lošu simboliku po svaku cenu, što više nije slučaj. Znak mora biti što jednostavniji, tako da se brzo uoči i lako pamti, specifičan i originalan po izgledu, da bi se razlikovao od drugih sličnih znakova. Likovno-grafičko rešenje zaštitnog znaka, a pre svega njegov osnovni oblik, predmet su brojnih psiholoških istraživanja, čiji je cilj da se utvrdi koliki je uticaj oblika i načina rešenja zaštitnog znaka na pamćenje i prepoznavanje. Pošto je neophodno smanjenje i primena na obrascima i vizit kartama, ono se mora vršiti proporcionalno, i to do te mere da se ne ugrozi njegova čitljivost. Boja preduzeća se određuje tako da odgovara svim kriterijumima i zahtevima koji se zasnivaju na pozitivnim istraživanjima o asocijativnim vrednostima pojedinih boja. To znači da se mora prilagoditi vrsti i karakteru delatnosti preduzeća koje obeležava i da se harmonično uklapa u sve oblike vizuelnog i grafičkog identiteta preduzeća. Ukoliko znak ima široku upotrebu, mora biti usklađen prema ciljevima i zahtevima koje ova vrsta grafičkog dizajna kao vizuelne komunikacije definiše.

### Istraživanje i praćenje trendova

Dizajneri često dolaze do sličnih rešenja zato što pri istraživanju dolaze do identičnih saznanja i konstatacija. Za izradu dizajnerskog rešenja neophodno je što više podataka od poručioaca i ispitivanje konkurencije. Čak i najbolji dizajneri uz pomoć drugih rešenja

dolaze do uspešnog dizajna. Na osnovu toga potrebno je pregledati web sajtove sa drugim rešenjima, ispitati usluge poručioaca, sagledati aktuelni dizajnerski trend, materijale, fontove, izgled, boje... te odgovoriti na osnovna pitanja: ko? šta? gde? kad? i zašto?, a potom na osnovu činjenica napraviti koncept i organizaciju.

### Kreiranje imena i biranje alatke

Ova stavka deluje veoma jednostavno, ali se na njoj mora dosta raditi. Naziv preduzeća i negov izbor ima veliki značaj, jer se njime čitavo preduzeće i njegova delatnost objašnjavaju u procesu različitih vizuelnih i verbalnih komunikacija. Naziv preduzeća treba da bude jasan, likovno čitljivo kreiran, dovoljno informativan i što je moguće više prilagođen preduzeću, odnosno da asocira na njega. Uočeni identitet u velikoj meri zavisi od naziva. Bitno pri izboru imena je: mogućnost prevođenja te reči na druge jezike, da njeno značenje nije negativno, da nije teška za izgovor, da je lako pamtljiva, da nije već viđena i korišćena, da ne bude suviše ljupka ili smešna, da nije vlastita (ime ljudi, grada), da ne limitira budućnost (rast). Izbor naziva ponekad ima veze i sa emocijama, a često se dugačke reči zamenjuju početnim slovima jer su na taj način vizuelne prezentacije pristupačnije. Ime treba testirati sa kolegama, poručiocima i korisnicima, pri čemu pozitivan efekat predstavljaju bilo kakve njihove reakcije. Zatim treba napraviti listu i nakon izvršene selekcije registrovati ime. Veoma je bitno da pri zastupanju, odnosno prezentovanju dizajna postoji prisutna priča koja objašnjava izbor imena, izgled znaka i celokupnog vizuelnog identiteta. Priča mora biti čvrsta, dopadljiva i pozitivna, a za mnogobrojna pitanja trebalo bi imati spreman odgovor. Nakon rada olovkom, papirom i idejama prelazi se za kompjuter i pristupa odabiru alatke. Ovo se odnosi na program u kome će se raditi dizajn. Grafički priznati programi za izradu logotipa su: Adobe Photoshop, Illustrator, CorelDraw, Macromedia FreeHand i koriste se u okviru kompjuterskog sistema Apples Macintosh i PC-a



Slika 1. Primeri kreiranja znaka uz pomoć simbola

## Dizajn znaka, logotipa i biranje stila

Ovaj deo predstavlja evolucionalni proces pri čemu jedna ideja sledi drugu. Postoje mnogobrojne mogućnosti za izradu znaka i logotipa, a to možemo zahvaliti savremenim dizajnerskim programima koji imaju velike mogućnosti. Za postizanje željenih efekata (deformacija, rotiranje, senke, koloriti, providnost, razni filteri, refleksija...) neophodno je poznavanje rada na računaru u nekom od navedenih grafičkih programa. Lettering predstavlja karakterističan izbor slova – tipografiju koja se definiše u okviru ukupnog kreiranja lika preduzeća, prema modelima koji su poznati u savremenoj tipografiji. Poželjno je da karakteristika slova bude usklađena prema delatnosti koju određeno preduzeće obavlja. Tipografija treba da je čista, odnosno jednostavnog izgleda, jasno čitljiva i da štampanim materijalima daje savremen izgled. Mnogo lakše se pamti zaštitni znak čije je rešenje prikazano u obliku simbola, nego znak koji je sastavljen od više elemenata, što više podseća na vinjetu koja, kad se smanji, nije ni čitka ni vidljiva. Pogrešna su rešenja zaštitnog znaka koji sadrži mnogo teksta jer kada se smanje, što je inače realna potreba prilikom aplikacije zaštitnog znaka na proizvode, ne može se pročitati i razumeti tekst. Na taj način funkcija zaštitnog znaka gubi svoj smisao i nanosi više štete nego koristi samom preduzeću čiju delatnost treba da afirmiše. Znak se može

kreirati pomoću simbola, slova, crteža (Clip art-a), fotografije i senki. Prva faza su skice na osnovu kojih se kreće u realizaciju. Prvo se i kod samih grubih skica vrši eliminisanje od kojih se pristupa, uglavnom, detaljnoj izradi dva-tri najdopadljivija dizajna. U okviru kompjuterskog sistema koriste se Macromedia FreeHand, Apple's Macintosh i PC.

Za kreaciju znaka se mogu koristiti pojedini simboli, recimo, za slova vezati neki simbol u obliku lista, telefona, pisma ili staviti ih u vezu sa suncem i pahuljom ako su u pitanju rashladni uređaji i slično. Pojedine simbole treba zaobići jer imaju različito značenje (zvezda je za izvesne ljude prokletstvo, pas može biti za neke ljubimac, a za neke hrana). Znak može biti sastavljen od slova, jedino treba voditi računa da se u njemu ne koristi više od dve vrste pisma. Dobrom kombinacijom kontrasta, veličina, povezivanjem, samostalnim kreiranjem slova i pre svega odgovarajućim razmakom između njih može se doći do odličnog dizajnerskog rešenja.

Znak kreiran od Clip art-a je veoma popularan, a čak se možemo sresti i sa kombinacijom nekoliko crteža. Pri takvom dizajnu mora se voditi računa da crtež bude što jednostavniji zbog primene i ukoliko se koriste već gotovi crteži izmeniti im poneki detalj, jer tu mogućnost korišćenja ima svako, pa je samim tim i verovatnoća pojavljivanja istih rešenja velika. U tom pogledu je najbolje rukovoditi se postojećim.

Znak iz fotografije, kao i kod korišćenja crteža, verovatno je nečije delo; zato treba izraditi sopstvenu fotografiju ili angažovati fotografa za taj posao, a svakako sliku treba na neki način i doraditi. Kod ovog dizajna se javlja problem pri smanjenju znaka gde se narušava njegova čitljivost i pri prevođenju u crno belu kombinaciju koja je teško izvodljiva pa se ova vrsta znaka uglavnom izbegava. Ono što je još primenjivo za dizajn znaka su senke, siluete, konture i sl. Treba napomenuti i to da logo i znak bez pune boja (odnosno crno-beli) može biti veoma atraktivan, a vrednost dobrog dizajna meri se na osnovu njegovog jednobojnog rešenja. Kreiranje vizuelnog identiteta podrazumeva mnogobrojne izmene i uklapanje boja, odnosa znaka i logotipa, uz stalno puštanje otiska na papiru jer ekranski prikaz nije meroda-

van pri donošenju odluka. Konačan dizajn treba da sadrži ravnotežu, sklad i mentalnu zvučnost koja će se sigurno urezati u pamćenje.



Slika 2. Primeri kreiranja znaka LIZ pomoću slova

Tokom rada prisutan je timski rad, savetovanje sa kolegama, kao i vođenje računa o reakcijama amatera u ovom poslu nakon pokazanog rešenja. Pri prvom susretu sa dizajnerskim rešenjem uspeh predstavlja bilo kakva reakcija, negativna je upravo ravnodušnost. Vizuelna poruka koja sadrži značenje mora da izazove i intelektualne i emotivne reakcije. Biranje stila podrazumeva primenu znaka i logotipa na osnovna dokumenta (memorandume, vizitkarte i sl.). Za dizajn reklamnog i kancelarijskog materijala neophodni su podaci vezani za firmu, izbor pisma, formata, proporcije i boja. Ono što je bitno pri izradi celokupnog materijala je atraktivan stil koji mora pratiti reklamni materijal, da na neki način bude povezan i prepoznatljiv. Na osnovu izgleda reklamnog materijala donosimo i sud o nekome. To je isto kao kad bi pričali sa biznismenom koji je u majici i sa drugim koji je u odelu.

Odabir štamparije, tehnike štampe i vrste papira.

Reklamni materijali se štampaju u ofset tehnici koja je najzastupljenija na tržištu, najisplativija i daje najbolji kvalitet te vrste materijala. Boje koje se koriste mogu biti procesne ili iz Pantone palete. Procesne boje su CMYK i na osnovu njih se dobijaju skoro sve ostale boje. Pri korištenju Pantone boja neohodan je katalog sa oznakom na osnovu koga se boja kupuje ili pravi po ispisanoj recepturi. Papir koji se koristi treba klasifikovati po ekskluzivnosti, po nameni i gramaturi koja zadovoljava željene karakter-

istike. Tu već postoje neka pravila: gramatura memoranduma obično ne prelazi 80 gr/m<sup>2</sup> jer se koristi u štampačima i faksovima koji rade sa navedenom gramaturom. Takođe se za memorandume ne koriste premazni sjajni papiri (kustdruk) jer se po njima teže piše i razmazuje se pečat. Vizit karte se štampaju na papirima veće gramature (recimo 300 gr/m<sup>2</sup>), a zbog boljeg kvaliteta i duže postojanosti obično se plastificiraju. Papiri su sastavni element dizajna i prilikom izbora treba voditi računa o premazima, izboru teksture, providnosti i činjenici da boje na kolornim papirima izazivaju različite efekte, tonalitete i teškoće prilikom određivanja konačnog izgleda. Korišćenjem kolornih papira neophodne su probe ili uzorci sa štampom koje nude pojedini proizvođači, ali ih treba kreirati na svoj način ili sa nekog crteža iskoristiti detalj, iscertati ga i primeniti.



Slika 3. Primeri kreiranja znaka pomoću fotografije i senčenja



Slika 4. Primeri kreiranja znaka pomoću crteža

U ovom delu vrši se još jedna detaljna provera dizajna i spremanje kompletnog materijala za štampu. Ono što ne treba zaboraviti je pretvaranje fontova u krive jer svi računari nemaju instalirane iste vrste pisma. Puštanje kolor printa identičnog sa željenom štampom i još jedna detaljna provera separacija i ostalih karakteristika vrši se pre slanja materijala na štampu. Posao dizajnera još uvek nije završen, jer je on taj koji odobrava štampu, pri čemu mora voditi računa o greškama koje se mogu javiti, a mogu biti sledeće:

- slaba ili jaka jačina boje na otisku,
- neujednačen nanos boje,
- nepasovanje boje,
- peckice i tačkice pri štampi,
- iskrivljenje pri lošoj montaži,
- loše sečenje već odštampanog materijala,
- dupliran otisak,
- loša separacija boja i sl.

Sve te greške, ukoliko se jave, lako je ispraviti i treba voditi računa da se odobri korektan otisak na osnovu kojeg će se štampati ostali materijal.

## Zaključak

Elementi lika preduzeća i široki izbor različitih sredstava predstavljaju osnovu putem koje se obezbeđuje i sprovodi politika identifikacije jednog preduzeća. Ovi elementi treba da na likovno-grafički način i kroz različite postupke i materijale obuhvate sve oblike javnog i poslovnog predstavljanja delatnosti preduzeća radi povećanja njegovog ugleda, a samim tim i postizanja boljih poslovnih rezultata na tržištu.

Život je postao dizajniran našom ili zbirom nekih drugih odluka kroz oblikovanje svesti, projektovanje budućnosti i modelovanje pogleda na svet. Najbitnije je ostvariti komunikaciju između proizvođača i ciljne grupe kroz što manje elemenata, jakih kontrasta boja, te brzu i direktnu komunikaciju. Zastupam mišljenje da ponekad treba rizikovati jer izbegavanjem negativnih uticaja i pogrešnih tumačenja, kreativna i efektivna rešenja svodimo na banalnost. Sa druge strane, činjenica da neočekivano i neprirodno budi pažnju, reakciju i uznemirenje, pored opasnosti na komercijalnom nivou, a uz rizik, može sagraditi veliki uspeh.



# BUDUĆNOST GRAFIČKOG DIZAJNA U BiH?!

## THE FUTURE OF GRAPHIC DESIGN IN BiH?!

Branka Turkić

### Sažetak

Već odavno postoji trend brisanja granica između umjetnosti i dizajna (ako su ikada i postojale).

Ako razmišljamo o grafičkom dizajnu kao o veoma bitnoj i cijenjenoj djelatnosti u svijetu, ne možemo a da se ne zapitamo u kojoj mjeri je značaj ove grane dizajna prepoznat i u našoj zemlji. Budući da živimo u potrošačkom društvu u kojem nema vremena za ispitivanje kvalitete baš svakog proizvoda koji se pojavi na tržištu, instinktivno kupujemo proizvod o kojem već imamo dovoljno podataka koje smo dobili putem vizuelnih elemenata.

Rad bosanskohercegovačkih dizajnera je odavno svrstan među vodeće u regionu, ali i šire, ali se postavlja pitanje da li su dovoljno cijenjeni i u Bosni i Hercegovini?

Ključne riječi: *grafički dizajn, komunikacijski procesi, vizuelni identitet, reklama, promocija.*

### Summary

Erasing borders between art and design is an ongoing trend for quite some time (if the borders existed in the first place). If graphic design is globally recognised as valuable and important line of work, one must wonder whether the designers are truly acknowledged in our country as well. Living in a consumer society leaves no room for testing quality of each product entering the market, therefore we instinctively purchase those products we are familiar

with: familiarity being the result of data collected via visual elements.

In the last few decades, B&H designers became renowned in the region as one of leaders in their respective field; however, do they, if truth be told, receive the similar appreciation in Bosnia and Herzegovina?

Keywords: graphic design, communication processes, visual identity, promotion, advertisement.

Iako je po definiciji dizajn čvrsto određen tržišnom razmjenom između proizvođača i kupca, te komunikacijskim procesima u savremenom društvu, smatra se da su njegove odrednice funkcionalizam i uspostavljanje komunikacije. Nekada oštra podjela na umjetnost i dizajn se danas ublažila jer obje navedene djelatnosti imaju jednu dodirnu tačku: komunikaciju, iako dizajn pokušava uspostaviti dvosmjernu komunikaciju, za razliku od umjetnosti. Dizajn nastaje iz potrebe naručioca, a umjetnost iz potrebe umjetnika, proces dizajniranja počinje sa umjetnošću i potrebom za estetiziranjem poruke koju prenosi, a savremena umjetnost je često inspirisana postavkama dizajna. Ukratko, danas su ove dvije djelatnosti veoma povezane i teško je odrediti granicu, a još teže odrediti koja je od njih starija. Kako bilo, dok se svijet bavi brisanjem svih vrsta ograničenja, ograda i granica, pa i onih koje su tradicionalno dijelile umjetnost od dizajna i dok je u savremenom svijetu, nemoguće zamisliti bilo koju vrstu ~~pe~~ slovanja bez prepoznatljivog vizuelnog iden

polako budi. Budući da živimo u potrošačkom društvu u kojem nema vremena za ispitivanje kvalitete baš svakog proizvoda koji se pojavi na tržištu, instiktivno kupujemo proizvod o kojem već imamo dovoljno podataka koje smo dobili putem vizuelnih elemenata. Ovaj princip se odavno prepoznao kao najmoćnije oružje u borbi za prevlast na tržištu, te stoga ne iznenađuje podatak da većina vodećih svjetskih kompanija iz različitih domena i djelatnosti više novca troše na reklamu i dizajn nego na unaprjeđivanje proizvodnje i kvalitetu proizvoda. Poznata je izjava Henry Ford-a, osnivača moćne auto industrije, kad su ga pitali na šta bi potrošio zadnji dolar. Jednostavno je rekao: „Na reklamu!“. Uspješni ljudi i vizionari su još prije stotinjak godina prepoznali značaj promocije, a u našem društvu, na žalost, još uvijek nije u obimu u kojem se očekuje. Bosna i Hercegovina je u periodu rata i periodu poslije rata očigledno usporila razvoj i ulaganja u sve sfere privrednog i kulturnog života. Paradoksalan je i podatak da su bosanskohercegovački grafički dizajneri bili nagrađivani na prestižnim takmičenjima u svi-

jetu, kako u periodu rata (dizajnerski „Trio“ za plakate o Sarajevu), tako i danas (Ajna Zlatar, dobitnica prestižne nagrade Emilija za 2009. godinu), a da smo istovremeno zemlja koja jako malo ulaže u razvoj ove grane primijenjene umjetnosti, ali i kulture u cijelosti. Sve dok nam je ekološka situacija izgovor za zanemarivanje kulture i svih njenih segmenata, nećemo moći uhvatiti korak sa Evropom koja živi u 21. vijeku. Međutim, da nije sve tako crno pokazuju mladi dizajneri čiji se kvalitet prepoznao i izvan granica Bosne i Hercegovine, kao što su navedeni dizajneri ili tim koji čini postprodukcijску kuću „Prime time“, a čiji rad je cijenjen i nagrađivan u regionu, ali i šire. Zadovoljstvo je vidjeti kako se u Bosni i Hercegovini stvari počinju mijenjati, što je za direktnu posljedicu imalo i javljanje potreba za školovanjem grafičkih dizajnera. Fakultet koji je u cijelosti odgovorio na ovu potrebu i predvidio ono što je neminovna budućnost naše zemlje je Grafički fakultet u Kiseljaku, koji će iznjedrati kadar dostojan da stane uz vodeća imena dizajnera na svjetskoj sceni.

# VODA KAO NEOPHODNA SIROVINA ZA PROIZVODNJU VLAKNA, PAPIRA I KARTONA

## WATER AS NECESSARY MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF FIBRES, PAPER AND CARDBOARD

Ornela Rezinović, student, Grafički fakultet Kiseljak

### Sažetak

Voda je kemijski spoj dva atoma vodika i jednog atoma kisika i jedan od osnovnih uvjeta života. Kemijska formula vode je  $H_2O$ .

Ima ledište na  $0^{\circ}C$  (273K) i vrelište na  $100^{\circ}C$  (373K). Također se javlja kao tekućina (između  $0^{\circ}C$  i  $100^{\circ}C$ ).

Na Zemlji tvori oceane, rijeke, oblake i polarne kape. Voda pokriva 71% zemljine površine i nužna je za život kakav poznamo. Ona je po težini najobilnija sastavnica stanica i organizama (75-85%), a veliki broj stanica ovisi o izvanstaničnoj okolini koja je također uglavnom vodena. Najveća gustoća vode je pri  $4^{\circ}C$  (anomalija vode).

Ključne riječi: *voda, kemijska svojstva vode, prerada vode.*

### Abstract

Water is a chemical combination of two atoms of hydrogen and one oxygen atom and one of the basic conditions of life. Chemical formula of water is  $H_2O$ .

It has a freezing point at  $0^{\circ}C$  (273K) and boiling point at  $100^{\circ}C$  (373K). It also occurs as a liquid (between  $0^{\circ}C$  and  $100^{\circ}C$ ). On Earth, forming the oceans, the rivers, clouds and polar caps. Water covers 71% of the earth's surface and is essential for life as we know. It is the most abundant element by weight of cells and organisms (75-85%), and a large number of cells depends on the environment outside the cell, which is also mostly water. The greatest density of water at  $4^{\circ}C$  (an anomaly of water).

Keywords: *water, chemical properties of water, water treatment facilities.*

### Kemijska svojstva

Polarnost je neravnomjerna razdioba električnog naboja unutar molekule. Uzrokovana je odjeljivanjem električnog naboja uslijed neravnomjerne raspodjele elektrona u molekuli. Atom kisika na čelu molekule je elektronegativan (teži privlačenju elektrona), pa jedan kraj molekule ima parcijalno negativan električni naboj, a drugi kraj molekule, oko vodikovih atoma, parcijalno pozitivan naboj. To uzrokuje asimetričnost molekule vode – dva atoma vodika su pod kutom od  $104.5^{\circ}$  vezana s atomom kisika. Polarnost uvelike određuje ostala svojstva vode.

Kohezija je svojstvo molekule vode da uspostavlja vodikove veze s bliskim molekulama. Vodikova veza nastaje međusobnim privlačenjem i spontanom usmjeravanjem molekula tako da se elektronegativni atom kisika jedne pridružuje elektropozitivnim atomima vodika drugih molekula vode. Vodikove veze među susjednim molekulama neprestano pucaju i ponovno se oblikuju (tipična veza ima životni vijek od nekoliko mikrosekunda), a svaka molekula vode je u tekućem stanju povezana s oko  $3\frac{1}{2}$  susjednih molekula, što rezultira stvaranjem velike trodimenzionalne mreže koja je u čvrstom stanju leda jako pravilna. Kohezivnost uvjetuje: veliku površinsku napetost vode, kapilarnost, visoku točku vrelišta, specifičnu toplinu i toplinu isparavanja.

*Specifična toplina* je količina topline koju gram neke tvari primi da bi mu se temperatura podigla za  $1^{\circ}C$  (za vodu iznosi 1.0 cal/g). Njen je visoki iznos kod vode prouzrokovao širenjem vodikovih veza. Energija, koja

kod drugih tekućina povećava gibanje među molekulama otapala (podiže temperaturu), kod vode se koristi za razbijanje vodikovih veza među susjednim molekulama. Vodene otopine su tako, zahvaljujući vodikovim vezama, izuzete od velikih promjena u temperaturi.

*Toplina isparavanja* je količina energije potrebna da se jedan gram tekućine pretvori u paru. Ova vrijednost je visoka kod vode jer se tokom procesa moraju razbiti vodikove veze. Ovo svojstvo vodu čini izvrsnim rashlađivačem. Voda je dragocjena.

Bakrov (II) sulfat u dodiru s vodom poplavi i nastane modra galica.

Prisutnost vode može se dokazati i kobaltovim (II) kloridom. Bezvodni spoj plave je boje, a u prisutnosti vode postane ružičast. Ponekad se koristi kao dodatak sredstvu za sušenje, silikagelu.

### Priprema tehnoloških voda

Ovdje se podrazumijeva kemizam tehnološke pripreme voda uz dodavanje hemijskih sredstava – flokulanata.

Flokulanti su:

- sredstva za bistrenje vode – flotaciju i flokulaciju
- sredstva za ugušćivanje i dehidraciju mulja

Primjenjuju se za:

- pročišćavanje pitkih voda
- pročišćavanje i obradu otpadnih komunalnih i industrijskih voda
- pripremu tehnoloških voda
- obradu i dehidraciju (prešanje ili centrifugiranje) mulja
- kao retenciono sredstvo u proizvodnji papira

Flokulanti su proizvodi na bazi poliakrilamida.

Anionski flokulant – praškasti i tekući flokulanti različitog naboja, kemijske građe i različitih molekularnih masa

Neionski flokulant – praškasti i tekući flokulanti različitog naboja, kemijske građe i različitih molekularnih masa

Kationski flokulant – praškasti i tekući

flokulanti različitog naboja, kemijske građe i različitih molekularnih masa.

Voda u industriji se uglavnom koristi za hlađenje i napajanje parnih kotlova i kao procesna voda. Oblast upotrebe vode i sastav prirodne vode određuju način njene prerade. Voda za hlađenje ne smije da ima suspedovane čestice, visoku karbonatnu tvrdoću i sastojke koji izazivaju koroziju metalnih površina.

Kotlovska napojna voda ne smije da bude korozivna ni da sadrži soli koje stvaraju kotlovski kamenac, niti da ključanjem stvaraju pjenu.

Na kotao korozivno djeluju mineralne i organske kiseline, slobodni kisik,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ , masti, ulja... Kiseline nagrizažu kotlovski lim ravnomjerno, a kiseonik nagrizažući po dubini stvara kratere. Na višim temperaturama masti i ulja se razlažu na proizvode koji djeluju korozivno, a  $CaCl_2$  i  $MgCl_2$  u tim uslovima oslobađaju klorovodičnu kiselinu.

Zbog djelovanja kiselina korozija se održava na minimumu prisustvom alkalnih materija da bi pH bio 9. Ovaj alkalitet smanjuje i rastvorljivost jedinjenja željeza tako da se  $Fe(OH)_2$  kao proizvod korozije izdvaja iz rastvora i taloži na površini stvarajući zaštitnu prevlaku.

Kotlovski kamenac nastaje zbog termičkog uparavanja vode i nastanka koncentracije hidrogenkarbonata. Kamenac je nepoželjan jer snižava toplotnu provodljivost zida kotla i povećava utrošak goriva po jedinici pare, a može da dovede do pregrijavanja kotla, podizanja pritiska i eksplozije. Sastav i struktura kamenca zavise od osobina napojne vode i uslova njenog obrazovanja. U početku se u rastvoru pojavljuju klice koje se kasnije ukрупnjavaju, što dovodi do nastanka kompaktnog sloja kamenca i rastresitog taloga. Od soli koje građe kamenac najnepoželjnija je so kalcijuma jer njena rastvorljivost opada rastom temperature. Amorfni silikatni kamenac je nepoželjan jer ima malu toplotnu provodljivost.

Taloženjem  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $Na_3PO_4$  i  $Na_2CO_3$  nastaje samo rastresit mulj.

Pjena u vodi koja ključa je nepoželjna jer može da zagadi paru iz koje se nečistoće talože na lopaticama turbine. Pjenušanje

## Poboljšanje kvaliteta vode

Prirodna voda rijetko zadovoljava zahtjeve industrije i zbog toga se prethodno pročišćava i prerađuje radi poboljšanja kvaliteta i dovođenja na onaj nivo koji je nekom industrijskom postupku potreban.

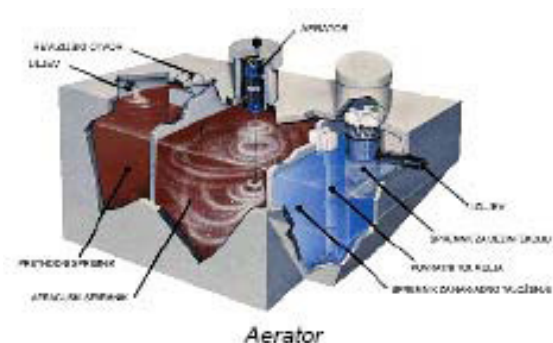
*Gruba filtracija* se vrši i cijedenjem vode kroz nepomična i pokretna sita. Fina filtracija se vrši u specijalnim sudovima – filterima napunjenim zrnastim materijalom (kvarcnim pijeskom, mramornim komadićima, antracitom...). Prema brzini filtracije, filteri mogu da budu spori  $v_f = 0,2-0,3$  m/h, brzi  $v_f = 5-10$  m/h i superbrzi  $v_f = 25-50$  m/h. Prema konstrukciji filteri mogu da budu otvoreni ili gravitacioni, ili zatvoreni – sa pritiskom, izrađeni od metala ili armiranog betona.

*Filtracijom* se iz vode u potpunosti uklanjaju suspendirane i koloidne čestice, mijenja se hemijska priroda vode i donekle smanjuje sadržaj bakterija. Tokom filtracije dolazi do cijedenja, taloženja, adsorpcije i elektrostatičkih i bioloških efekata. Cijedenjem se na površini filtera odvajaju krupne čestice i one sitnije koje dođu u neposredni dodir sa filtracionim materijalom. Sedimentacijom, adsorpcijom i elektrostatičkim privlačenjem uklanjaju se sitnije čestice i dio bakterija. U prostorima između zrna filtera pod utjecajem gravitacije i elektrostatičkog privlačenja između suprotno naelektrisanih čestica dolazi do njihovog taloženja po zidovima šupljina i prijanjanja na želatinozni sloj nastao od prethodno uklonjenih čestica.

Kada otpori filtracije dosegnu određenu vrijednost, filteri se moraju prati. Pranje se vrši vodom i vazduhom koji služi za rastresanje pijeska u smjeru suprotnom od filtracije. Zavisno od osobina vode i oblika u kom se u njoj nalaze željezo i mangan, koriste se razni načini njihovog uklanjanja.

*Aeracija* je postupak uklanjanja  $CO_2$ . Provodi se obavezno za podzemne vode jer one imaju visok postotak  $CO_2$ . Tokom aeracije se voda raspršava i u nju se uvodi kiseonik potreban za oksidaciju, a istovremeno eliminiše  $CO_2$  što pogoduje izdvajanju željeza i mangana. Aeracija mora da se izvede pažljivo da se ne ukloni više  $CO_2$  nego je potrebno, jer to izaziva taloženje  $CaCO_3$ .

*Deferizacija i demanganizacija* se provode u svrhu uklanjanja željeza i mangana iz prirodne vode.



Aerator

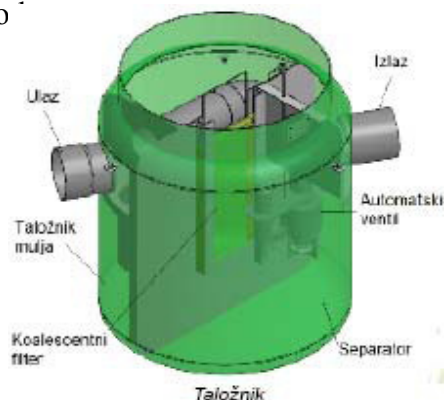
vode za piće, jer daju bljutav okus, i iz industrijske vode, zbog određenih bakterija koje ih troše i mogu napraviti presjeke cjevovoda i druge komplikacije na sistemu.



Sistem za deferizaciju i demanganizaciju vode

*Oksidacija* jona željeza izvodi se brzo i lako pomoću kisika rastvorenog u vodi. Za oksidaciju mangana je potrebno neko jako oksidaciono sredstvo, ozon, hlor-oksidi ili kalijum-permanganat.

*Taloženje.* Vertikalni taložnici izrađuju se od metala ili od armiranog betona. U njima se brzina podizanja vode kreće u granicama od 2 do 4 m/A, zavisno od temperature vode.



Taložnik

Metoda suspenzionog prečišćavanja sastoji se u filtraciji vode kroz sloj lebdećeg taloga, što potpomaže povećanje čestica koje lebde i njihovo padanje u taložnik. U aparatima ovog tipa brzina podizanja vode iznosi 7-10 m/s, a vrijeme provođenja vode u aparatu iznosi 0,75-1,5 h.

Voda koja treba biti prečišćena pušta se kroz cjevovod u komoru za odvajanje zraka, odakle se preko sistema rupičastih cijevi ravnomjerno raspoređuje po površini prečišćivača. Voda se podiže gore kroz rupičasto dno i poslije prolaza kroz zonu lebdećeg taloga udaljava se kroz prstenasti žlijeb. Suvišak taloga pada u skupljač taloga i periodično se uklanja kroz drenažni cjevovod.

Koagulacija se koristi za oslobađanje vode od organskih i mineralnih koloidno disperznih materija putem njihovog ukрупnjavanja. Koagulacija se ostvaruje dodavanjem elektrolita u vodu koji neutralizuju naelektrisanje koloida zbog čega se koloidi sljepljuju i padaju u talog pod djelovanjem gravitacije.

Ipak, priprema vode se prvenstveno sastoji u uklanjanju tvrdoće i rastvorenih gasova. Tokom zagrijavanja se iz vode uklanjanja dio karbonatne tvrdoće koja je u obliku hidrogenkarbonata. Zagrijavanje, tzv. termička dekarbonizacija (termičko omekšavanje) se rijetko koristi samo, već je dio postupka omekšavanja koji se izvodi na dva načina:

- hemijskim postupkom – taložnim sredstvima

- joskim izmjenjivačima. *Omekšavanje* vode taložnim sredstvima izvodi se tako da se soli kalcija i magnezija rastvorene u vodi prevode u teže rastvorne oblike, i to u  $\text{CaCO}_3$  ili  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  i u  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ili  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$  koji se potom uklanjaju filtriranjem. Voda se može omekšati djelimično (uklanjanje samo karbonatne tvrdoće) i potpuno (uklanjanje i karbonatne i nekarbonatne tvrdoće).

Ovim postupkom se dobija relativno loš efekat omekšavanja, višak alkalnih soli u omekšanoj vodi i nezadovoljavajući kvalitet vode za razne svrhe u mnogim slučajevima. Međutim, bez obzira na to, dekarbonizacija vode hemijskim taloženjem se često koristi kao prvi stepen omekšavanja. Kao taložna sredstva se koriste kreč ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) u obliku krečne vode ili krečnog mlijeka, soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), natri-

jev hidroksid ( $\text{NaOH}$ ) i soli fosforne kiseline ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  i dr.). Najčešće postupci omekšavanja taložnim sredstvima su: kreč, kreč-soda, natrijev hidroksid, natrijev hidroksid soda, kreč-natrij-hidroksid i soda.

Postupak s krečom se koristi za djelimično omekšavanje vode na hladno (oko  $20^\circ\text{C}$ ) ili na toplo (oko  $80^\circ\text{C}$ ), ako se raspolože otpadnom toplotom ili ako je voda mehanički nečista i visoke karbonatne tvrdoće. Na hladno se uklanjaju  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  i slobodan  $\text{CO}_2$ . Pošto se za uklanjanje magnezija mora upotrijebiti višak kreča, to se omekšana voda koja ima višak jona  $\text{Ca}_2+$  i  $\text{OH}^-$  podvrgava rekarbonizaciji, tj. uvođenju  $\text{CaCO}_3$ . Postupak kreč-soda se koristi za vode visoke karbonatne i nekarbonatne tvrdoće. Veći efekat omekšavanja se postiže na toplo nego na hladno.

Sodom se uklanja kalcijeva stalna tvrdoća.

Primjena nemodificiranog postupka kreč-soda i kod dovoljnog smanjenja tvrdoće stvara velike teškoće zbog izdvajanja taloga u cjevovodima kroz koje protiče omekšana voda. Da bi se spriječilo obrazovanje kamenca i povećala stabilnost omekšane vode, postupak se može poboljšati na više načina:

- rekarbonizacijom, uvođenjem  $\text{CO}_2$  poslije konvencionalnog omekšavanja,
- obradom s viškom kreča uz rekarbonizaciju,
- podijeljenom obradom,
- primjenom koagulacije i flokulacije,
- primjenom aktivnog  $\text{SiO}_2$ ,
- recirkulacijom mulja,
- upotrebom polifosfata radi inhibiranja procesa nastanka kalcij-karbonatnog kamenca i
- zamjenom sode kationskim mjenjačem za uklanjanje nekarbonatne tvrdoće.

Pod podijeljenom obradom se podrazumijeva obrada većeg dijela tvrde vode svom potrebnom količinom kreča i poslije izdvajanja nastalih  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  i  $\text{CaCO}_3$ , dodavanje ostatka sirove vode, miješanje i taloženje.

Postupak sa natrijevim hidroksidom se koristi kada je zbir karbonatne tvrdoće i sadržaj slobodnog  $\text{CO}_2$  približno jednak nekarbonatnoj tvrdoći. Natrijev hidroksid reaguje s karbonatom i magnezijumovom tvrdoćom

Nastali  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , reaguje s ekvivalentnom količinom nekarbonatne tvrdoće. Ako bi KT bilo veće od NT, nastala bi veća količina sode koja bi zbog hidrolize oslobodila korozivni  $\text{CO}_2$ .

Natrijev hidroksid se koristi i u kombinaciji sa sodom (ako je visoka nekarbonatna i magnezijeva tvrdoća i mala karbonatna tvrdoća) ili s krečom (kada je  $\text{KT} > \text{NT}$  i visoka magnezijeva tvrdoća).

Nijednim od navedenih postupaka ne može se izvršiti potpuno omekšavanje vode. Radi uklanjanja zaostale tvrdoće koriste se soli fosforne kiseline, npr.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , koje brzo i potpuno reaguju sa zaostalom kalcijevom i magnezijevom tvrdoćom, dajući praktično nerastvorene fosfate. Termički je stabilan i ne podliježe hidrolitičkom raspadanju, dosta je skup i koristi se samo za uklanjanje zaostale tvrdoće.

Amorfni talozi  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  i  $\text{Mg}_4(\text{PO}_4)_2$  su voluminozni i pahuljičasti i zato tokom svog taloženja povlače za sobom i silicijevu kiselinu, čime se sprječava obrazovanje silikatnog kamena.

Potrebna količina taložnog sredstva za omekšavanje vode određenim postupkom se proračunava na osnovu tvrdoće vode i navedenih reakcija koje se odvijaju tokom omekšavanja. Obično se uzima i izvjestan višak taložnog sredstva u odnosu na stehiometrijsku potrebnu količinu.

Omekšana voda se kontroliše preko: m- i p- alkaliteta, natronskog broja, alkalnog broja, koncentracionog broja i gustine kotlovske vode. Natronski ili sodni broj predstavlja mjerilo alkaliteta napojne vode kotlova niskog pritiska. Alkalni broj daje ukupan alkalitet vode izražen u mg  $\text{NaOH/l}$  i izračunava se na osnovu m-alkaliteta. Koncentracioni broj ili broj ugušćenja je dat odnosom sadržaja rastvorenih soli u vodi u kotlu prema istom sadržaju u napojnoj vodi, izraženim u mg  $\text{NaCl/l}$ .

U termičkim omekšavačima, koji se koriste za smanjenje karbonatne tvrdoće, voda se zagrijava svježom ili već upotrijebljenom parom do  $100^\circ\text{C}$  i više.

Termohemijski omekšavači koriste se za snižavanje karbonatne i nekarbonatne tvrdoće vode. Smanjenje nekarbonatne tvrdoće postiže se dodavanjem različitih reagensa termičkim omekšavačima. Kao reagens u termohemijskim omekšavačima koriste se kalcinirana soda, aktivni natrij ili voda koja je prošla kroz Na-kationski filter i zato je obogaćena lužinom.

Mjenjači iona u tehnologiji vode potiskuju taložna sredstva zbog niza prednosti: bolji efekat omekšavanja, uz mogućnost dobijanja potpuno omekšane ili i potpuno deminer-

alizovane vode, odvijanje procesa na hladno, jednostavno rukovanje uređajima i mali prostor njihovog smještanja, relativna neosjetljivost na promjenu sastava sirove vode i protoka, neproblematično odlaganje mulja itd.

Mjenjači jona su čvrste, u vodi nerastvorne materije, organskog i neorganskog porijekla koje imaju sposobnost izmjene svojih jona sa ekvivalentnom količinom jona neorganskih soli iz vodenog rastvora (u ovom slučaju iz vode). Moraju da budu što homogenije granulirani, a protok vode takav da pad pritiska pri procjeđivanju bude prihvatljiv. Dije se na kationske i anionske u zavisnosti od toga da li izmjenjuju katione ili anione. Mjenjači neorganskog porijekla izmjenjuju samo katione i koriste se još samo u izvjesnom broju instalacija.

Do izmjene iona dolazi pri prolazu (filtraciji) vode kroz sloj mjenjača koji ima strukturu umrežene organske rešetke ili složene neorganske kristalne rešetke. Na određenim mjestima rešetke postoje funkcionalne grupe za koje su jonskim vezama vezani kationi ili anioni koji se zamjenjuju. Disocijacijom kiselih funkcionalnih grupa rešetka dobija pozitivno naelektrisanje, a baznih negativno, i ono se kompenzuje suprotno naelektrisanim izmjenljivim jonima. Pošto se za vrijeme izmjene iona struktura ne mijenja, mjenjač se može regenerirati dovođenjem u dodir s rastvorom regeneracionog sredstva.

Kod kationskih mjenjača aktivne grupe su najčešće: sulfonska  $-\text{SO}_3\text{H}$ , karboksilna  $-\text{COOH}$ , fenolna  $-\text{OH}$  i u obliku neutralne soli  $-\text{SO}_3\text{Na}$ . Mjenjači sa  $-\text{SO}_3\text{H}$  grupom disociraju kao jake kiseline pa im sposobnost izmjene ne zavisi od pH, što nije slučaj sa mjenjačima koji imaju karboksilne grupe.

Amino grupe:  
primarna  $-\text{NH}_2$ ,  
sekundarna  $-\text{NHR}$ ,  
tercijarna  $-\text{NR}_2$  i  
kvarternerna  $-\text{NR}_3$

su najčešće aktivne grupe kod anionskih mjenjača. Mjenjači se mogu koristiti na četiri načina:

- za uklanjanje kalcijevih i magnezijevih soli tokom neutralne izmjene,
- za dekarbonizaciju,
- za omekšavanje vode poslije prethodne dekarbonizacije i
- za potpunu demineralizaciju vode.

Proces ionske izmjene nastaje propuštanjem vode kroz sloj mjenjača, pri čemu se određeni ioni iz rastvora vezuju za mjenjač, a iz mjenjača prelaze u rastvor. Izmjenjivač i proces izmjene karakterišu

sljedeće veličine:

- *Kapacitet izmjene* (ili moć izmjenjivanja) koji odgovara količini iona koja se može izmijeniti fiksiranjem po jedinici zapremine razmatranog izmjenjivača. Razlikuju se ukupni kapacitet, koji je jednak maksimalnoj količini iona koja se može izmijeniti, i korisni kapacitet, koji čini upotrebljivi dio prethodnog, zavisan od hidrauličnih uslova u svakom posebnom slučaju primjene.

- *Zapreminska opterećenost* jednaka je odnosu zapreminskog protoka tečnosti po času i zapremine izmjenjivača.

- *Stopa regeneracije* data masom reaktivna potrebnog da se regeneriše jedinica zapremine mjenjača iona.

- *Učinkovitost regeneracije* definisan odnosom količine upotrijebljenog regeneracionog sredstva i stehiometrijski potrebne količine koja odgovara izmijenjenim ionima.

- *Gubitak* iona koji predstavlja odnos koncentracije iona koji se izmjenjuje poslije i prije tretiranja iskazan u %.

- *Habanje* koje opisuje mehaničko trošenje zrna izmjenjivača tokom njegovog rada.

Pri potpunom omekšavanju vode neutralnom izmjenom iz vode se uklanjaju ioni  $\text{Ca}_2^+$  i  $\text{Mg}_2^+$ , a u nju uvode ioni  $\text{Na}^+$  koji s karbonatnom tvrdoćom daju odgovarajuću količinu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , što je nepoželjno. Zbog toga se ovim postupkom omekšava direktno samo ona voda čija je karbonatna tvrdoća ispod 100 mg  $\text{CaCO}_3$ /l.

Termohemijski omekšavači koriste se za snižavanje karbonatne i nekarbonatne tvrdoće vode. Smanjenje nekarbonatne tvrdoće postiže se dodavanjem različitih reagenasa termičkim omekšavačima. Kao reagens u termohemijskim omekšavačima koriste se kalcinisana soda, aktivni natrij ili voda koja je prošla kroz Na kationski filter i zato je obogaćena lužinom.

Pri hemijskom načinu omekšavanja kao sredstvo za taloženje se koriste gašeni kreč  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , kalcinisana soda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , kaustična soda  $\text{NaOH}$ , fosforni oksid natrijuma  $\text{Na}_2\text{PO}_4$  i dr. U zavisnosti od odnosa karbonatne i nekarbonatne tvrdoće u vodi, mogu se koristiti kombinacije ovih reagenasa.

Shema termokationskog uređaja je prikazana na slici. Osnovna masa neprečišćene vode upućuje se prema termičkom omekšavaču 7. Jedan dio vode se odvaja na Na-kationskom filtru 2, poslije čega također dopijeva u termički omekšavač.

Potpuna demineralizacija vode u principu zahtijeva dva filtera. U prvom je jako kiseo kationski mjenjač koji vezuje sve katione ostavljajući samo soli kiseline koje su bile u početku. Pošto je pH vode ispod 4, ugljena

kiselina je sva u obliku  $\text{CO}_2$  koji se uklanja degazacijom. Drugi filter sadrži anionski mjenjač u kome se izdvajaju kiseline po reakciji:  
 $\text{R} - \text{NOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{R} - \text{NCl} + \text{H}_2\text{O}$

#### Sistemi za obradu otpadnih voda

U zadnjih deset godina, troškovi sirovina, uključujući i energiju, rasli su kao i jačanje zakonskih propisa o ispuštanju otpada u okolinu.

To je utjecalo na industriju da ponovo razmotri tekuće metode proizvodnje, a ponuđeno joj je da iskoristi maštu i genijalnost i dođe do ekonomski atraktivnih alternativnih rješenja za regeneraciju otpada. U tom smislu, Evropski koncept se zasniva na tri cilja kada je u pitanju zagađenje: manje zagađenja ispuštanjem u prirodnu okolinu, manje otpada i manje potrebe za prirodnim resursima. U ovaj koncept se naravno morala uklopiti i proizvodnja papira i celuloze, pogotovo što ova industrijska grana koristi trenutno dva najdeficitarnija resursa na zemlji, drvo i vodu.

Procesi proizvodnje celuloze troše velike količine vode pa je potrebno obratiti pažnju da:

- proces bijeljenja celuloze bude s malim otpadom vode,
- dođe do dezintegracije procesa proizvodnje celuloze zbog malih zagađivača,
- se razvije do savršenstva denking postupak jer reciklira otpad.

Pod otpadnom vodom se podrazumijeva svaka voda koja je promijenila svoje karakteristike. Otpadne vode mogu biti gradske i industrijske. Nečistoće u gradskim otpadnim vodama čine suspendirane ili rastvorene neorganske i organske materije koje vodeni tok nosi sa sobom.

U nečistoće spadaju i mikroorganizmi koji su sposobni da izvrše razgradnju organskih materija i truljenje. Zagađenost gradske kanalizacije vode cijeni se prema koncentraciji materija u suspenziji i biohemijskoj potrebi za kiseonikom. Industrijske otpadne vode mogu da izazovu veliku štetu. Raznovrsnost materija u otpadnim vodama, bile one toksične ili da troše mnogo kisika, zahtijeva da se za svaki tip industrije koristi specifičan proces njihove prerade.

Osnovna zagađenost potječe od sirovine koja se prerađuje, međuproizvoda, konačnog proizvoda i reagenasa, kao i od načina sprovođenja procesa. Inače, za vode za hlađenje se može reći da su praktično nezagađene.

Prema kemijskom porijeklu štetne komponente u industrijskim otpadnim vodama se dijele na:

- mineralne (neorganske) kojih ima u



otpadnim vodama mašinske i metalurške industrije, preradi uglja i ruda, proizvodnji mineralnih đubriva i dr. i

– organske koje su prisutne u otpadnim vodama pogona za preradu mesa, ribe, mlijeka, celuloze, za proizvodnju plastičnih masa, kaučuka i dr.

Neke industrijske otpadne vode sadrže u većim količinama primjese i organskog i neorganskog porijekla, kao što su one iz naftoprerađivačke, petrohemijske, tekstilne, farmaceutske i drugih industrija. Da bi se odredio odgovarajući način prečišćavanja industrijske otpadne vode, potrebno je poznavati:

– kvantitativne i kvalitativne karakteristike otpadnih voda, tj. količinu vode koja treba da se tretira u određenom vremenu i sadržaj karakterističnih štetnih primjesa,

– vrstu i stepen štetnog djelovanja otpadnih voda na recipijent i potreban stepen prečišćavanja i

– način i metod prečišćavanja uz eksperimentalnu provjeru mogućnosti dostizanja potrebnog efekta prečišćavanja.

Osnovni zadatak svake obrade otpadne vode je što potpunije uklanjanje neželjenih sastojaka-zagađivača, čija se veličina kreće u širokom opsegu od jona do krupnih plivajućih komada. Ovaj zadatak se postiže primjenom jednog ili više procesa obrade koji se po prirodi mogu podijeliti na fizičke, hemijske i biološke.

Danas se teži da se otpadne vode, naročito industrijske, ne prerade samo djelimično, kako bi se mogle ispustiti u recipijent, već potpuno, kako bi se mogle reciklirati u proizvodni proces ili u sistem vodosnabdijevanja.

Za modernu obradu otpadnih voda karakterističan je i sve češći zajednički tretman gradskih i industrijskih voda. Naime, sve je češći slučaj da se industrijska voda djelimično prečišćava do nekog zahtijevanog nivoa i da se potom ispušta u kanalizacionu mrežu, gdje se miješa sa fekalnom otpadnom vodom i potom konačno pročišćavaju u istom postrojenju.

Čvrsti zagađivači, izdvojeni u toku obrade otpadne vode, prikupljaju se u obliku koncentrovanih suspenzija – otpadnih muljeva. U većini slučajeva ovi muljevi sadrže suspendirane čvrste materije, koloide, organske materije i neorganske soli i čitav niz reagenasa i aditiva, dodatih radi obezbjeđivanja efikasnog prečišćavanja. Obrada i konačno odlaganje ovih muljeva je danas jedan od najsloženijih problema u obradi otpadnih voda.

Posebno je složena i skupa obrada biološkog mulja koji nastaje u procesu biološke filtracije tzv. aktivnog mulja. Osnovni razlozi leže u visokom sadržaju organske materije podložne biohemijskom raspadanju – truljenju, što stvara niz sanitarnih i higijenskih problema,

i u visokom sadržaju vode, čak i 99%, koja je veoma čvrsto vezana pa njeno izdvajanje zahtijeva utrošak izuzetno velike energije. Stoga su osnovni ciljevi obrade mulja stabilizacija (smanjenje sklonosti ka truljenju) i obezvodnjavanje (smanjenje zapremine).

Savremeni sistemi za preradu otpadnih voda podijeljeni su na linije prema veličini čestice zagađivača. Naime, na osnovu pL vrijednosti formalno analogne veličini pH definisane kao:

$$pL = -\log L$$

gdje je L karakteristična dimenzija čestice u metrima, zagađivači su podijeljeni u tri grupe:

- a) krupne, grube čestice,
- b) suspendirane čestice i
- c) rastvorene čestice.

U grupu krupnih, grubih zagađivača spadaju čestice čije su vrijednosti  $pL < 4$ , tj. čija je karakteristična dimenzija manja od 10 A/m, kao što su krupni i sitni kamen, šljunak, flokulentne i suspendirane čestice. Kategorija suspendiranih čestica ima  $4 < pL < 6$  (suprakoloidni materijal, koloidne čestice, bakterije), a grupa rastvorenih čestica je ona kod koje je  $pL > 6$  (subkoloidni materijali). U sklop pojedine linije obrade mogu, a ne moraju, ući svi procesi obrade. S druge strane za obradu otpadnih voda mogu da se koriste i drugi procesi pored navedenih osnovnih, koji zajedno mogu da se kombiniraju i dopunjuju.

Osnovni procesi kod posebne linije obrade mulja su:

- zgušnjavanje radi smanjenja zapremine,
- anaerobna stabilizacija radi razgradnje biološke organske materije,
- kondicioniranje, tj. obrada poslije koje se voda lakše i efikasnije uklanja,
- obezvodnjavanje vakuum filtracijom, centrifugiranjem, filter presom ili pomoću polja za sušenje radi uklanjanja vode,
- sušenje radi smanjenja vlažnosti i
- spaljivanje radi sagorijevanja organske materije.

Pregledom ostalih industrijskih grana možemo doći do zaključka da proizvodnja celuloze i nije tako strašan zagađivač. Njen problem je u velikim količinama upotrijebljene vode koju treba prečistiti prije puštanja u prirodni okoliš. Razlikuje se crni i bijeli mulj, ali s ekološkog gledišta ovaj podatak je nebitan, zagađenje je zagađenje. Biološka razgradnja organske materije u mulju može da se izvede i posebnom stabilizacijom. Redoslijed linija obrade je posebno značajan, i obično je isti: lini-

ja uklanjanja grubih čestica, linija uklanjanja suspendiranih čestica i linija uklanjanja rastvorenih čestica. Principi na kojima se zasnivaju osnovni procesi obrade otpadnih voda poznati su od ranije, izuzev za aerobni biološki postupak prečišćavanja na kome počivaju biološka filtracija i aktivni mulj.

Aerobni biološki postupci prečišćavanja temelje se na principima samoprečišćavanja i odvijaju se u prisustvu kisika u:

- procesima s aktivnim muljem,
- procesima biološke filtracije i
- procesima u aeracionim jezerima ili lagunama.

U ovim procesima se uklanjaju biorazgrađivači suspendirane organske materije biološkim djelstvom aerobnih mikroorganizama.

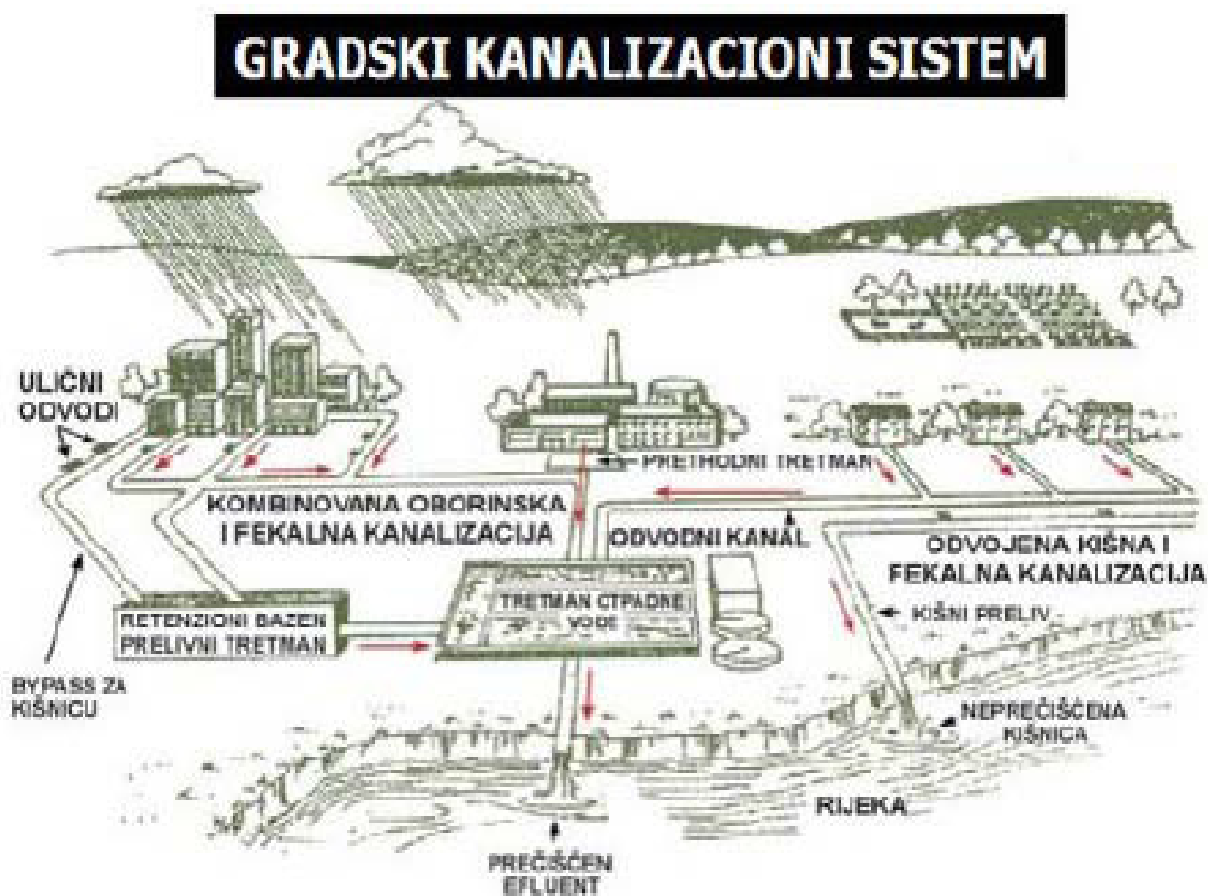
Kod postupka s aktivnim muljem aerobni mikroorganizmi se nalaze u pahuljici aktivnog mulja. Aeracijom smješe mulja i otpadne vode u bioaeracionom bazenu obezbjeđuje se izmjenjena supstrata i produkata metabolizma, kao i potrebna količina kisika za život, odnosno djelatnost mikroorganizma. Prečišćena voda se

u sekundarnom taložniku odvaja od aktivnog mulja, poslije čega se jedan dio mulja vraća u proces, a drugi dalje obrađuje. Najvažniji mikroorganizmi u aktivnom mulju su bakterije, protozoe i metazoe. Efekat prečišćavanja zavisi prije svega od temperature, pH, kisika, intenziteta miješanja i stvaranja pahuljica.

Bioaeracioni bazeni prema načinu uvođenja otpadne vode mogu biti s klipnim proticanjem i s potpunim miješanjem. Na osnovu opterećenja, koje predstavlja odnos hrane i biomase, bioaeracioni bazeni se dijele na visokopterećene, konvencionalno i niskopterećene,

U procesu biološke filtracije se ne vrši mehaničko filtriranje ili cijedenje, već biološko prečišćavanje aerobnim mikroorganizmima koji se razvijaju i rastu na površini punjenja biofiltera, slično kao kod postupka s aktivnim muljem. Otpadna voda teče u tankim mlazovima preko punjenja filtera, pri čemu supstrat i kiseonik difundiraju u biološku opnu koja je učvršćena na filtracionom materijalu i u kojoj nastaje razgradnja organskih materija.

Prijenos supstrata, kiseonika i produkata metabolizma obavlja se uglavnom molekularnom difuzijom.



Biološka opna se prema dominantnim procesima koji se u njoj odigravaju dijeli na tri sloja:

– spoljašnji aerobni sloj u kome se zbog dobrog snabdijevanja kiseonikom i supstratom mikroorganizmi nalaze u fazi rasta,

– središnji aerobni sloj dobro snabdjeven kisikom, a slabije supstratom i

– unutrašnji anaerobni sloj koji se nalazi uz samu površinu nosača opne u koji ne dospijeva ni supstrat ni kiseonik.

Za proces prečišćavanja najbitniji su prvi i treći sloj. U prvom se vrta razgradnja organske materije, a u trećem se razvijaju gasovi koji slabe vezu između opne i čvrste podloge, tako da se opna otkida i na taj način reguliše količina biomase u fiteru.

Biomasu čine bakterije koje su istovjetne s bakterijama u pahuljicama aktivnog mulja, zatim gljive, alge, protozoe i izvjestan broj makroorganizama. Od makroorganizama najrasprostranjenije su muhe, zatim ima i crva, pauka, vodenih insekata, pa čak i riba.

Za aerobnu biološku razgradnju pogodni su i „biološki diskovi“. Naime, na istu zonalnu osovinu postavljani su dovoljno blizu jedan do drugog diskovi na kojima se formira sloj biomase. Diskovi su djelimično potopljeni u otpadnoj vodi i pri obrtanju osovine naizmjenično prolaze kroz vazduh i vodu čime se intenzifikuje apsorpcija kisika i sama biorazgradnja.

#### Tretiranje otpadnih voda u BiH

Kada se govori o odvođenju i tretiranju otpadnih voda u BiH, stanje je više nego alarmantno. Iz sljedećih tabela se može vidjeti kakva je pokrivenost kanalizacijom i prečišćivačima bila prije rata, mada ni danas nije bolja situacija.

Sve otpadne vode bi se po pravilu trebale tretirati u postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, međutim, u praksi to nije slučaj. Dok u razvijenim zemljama postoji čitav niz različitih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, u našoj zemlji se većina otpadnih voda ispušta u vodotoke bez prethodnog prečišćavanja.

Otpadne vode iz naselja znatno utječu na zagađivanje vodotoka. Kontrola izliva kod mnogih naselja je dosta teška, jer se ispuštanje vrši na više mjesta. Cijeni se da se preko gradskih kanalizacija unosi u vodotoke teret

zagađenja od oko 1,5 miliona ekvivalentnih stanovnika.

Zagađenje voda od poljoprivrede također postaje sve značajnije, zbog sve veće primjene pesticida i herbicida. Ipak, najveći teret zagađenja prirodnih vodotoka dolazi od otpadnih voda industrije, koje ispuštaju otpadne vode bez ikakvog prečišćavanja, ili nedovoljnog stepena prečišćavanja. Pored površinskih voda, i kvalitet podzemnih voda ugrožen je posljednjih godina razvojem urbanizacije, industrije i intezivne poljoprivrede. U ovisnosti o hidrogeološkim prilikama, unose se otpadne tvari u podzemne vode, bilo procjeđivanjem sa površine, transportom riječnih i jezerskih voda u podzemlje, direktnim unošenjem u ponore (krš), iz napuštenih šljunkara, iz vodopropusnih kanalizacionih sistema, s nekontroliranih deponija (smetlišta).

U Federaciji BiH donesen je Zakon o vodama, objavljen u Službenim novinama br. 18/98. Ovaj zakon nije usklađen sa Zakonom o vodama EU.

#### Literatura

1. Dokumentacija Zavoda za zaštitu spomenika FBiH
2. Ibrahimefendić, S., H. Duraković, I. Havić (2005): Mogućnost smanjenja uticaja industrije celuloze i papira na zagađenje okoline, Fojnica.
3. Inženjersko tehnički priručnik, druga knjiga, Beograd, 1979.
4. [www.e-turizam.com](http://www.e-turizam.com)
5. [www.ekologija.ba](http://www.ekologija.ba)
6. [www.pbf.hr](http://www.pbf.hr)
7. [www.vijeceministara.gov.ba](http://www.vijeceministara.gov.ba)
8. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
9. Zakon o vodama, „Službene novine Federacije BiH“, broj: 18/98.
10. Zakon o zaštiti voda, „Službene novine Federacije BiH“, br. 33/03. i 54/04.

# STARI PAPIR KAO SIROVINA ZA PROIZVODNJU PAPIRA I KARTONA

## WORLD PAPER LIKE MATERIALS FOR PRODUCTION OF PAPER AND CARDBOARD

Nedim Sinanović, Grafički fakultet u Kiseljaku

### Sažetak

Drvo je osnovna sirovina za proizvodnju celuloze, zato su šume na udaru drvoprerađivača koji moraju tražiti supstituciju drugim sirovinama i pomoćnim materijalima. Jedan od najsigurnijih izvora sirovina za proizvodnju papira i kartona je stari papir, čija je potrošnja u usponu uz primjenu inovacija tehnologije prerade i postrojenja na kojima se vrši prerada. Kao limitirajući faktori se javljaju razna onečišćenja organskog i anorganskog karaktera, koja se, i pored visokog stepena odstranjenja iz materijala, ipak dijelom zadržavaju u papiru i na taj način bitno utječu na obim korištenja u prehrambenoj industriji i drugim industrijama čiji proizvodi su pod higijenskom kontrolom u okviru datih standarda. Također, neprestano povećanje korištenja polimernih materijala u tehnološkim procesima proizvodnje celuloze i papira, zatim u dodatnim radnim operacijama na papiru i kartonu (punjenje, površinsko keljenje i premazivanje) u daljnjim postupcima prerade otpadnog papira, predstavlja poteškoću zbog fizičko-mehaničkih reakcija s prirodnim vlaknima i tako ekonomski i tehnološki opterećuje proces pripreme sirovina. Stari papir je postao strateška sirovina i u proizvodnji novog papira može puno participirati uz adekvatne stimulacije proizvođačima, sakupljačima i prerađivačima.

Ključne riječi: *papir, stari papir, reciklaža, polimeri, strategija.*

### Abstract

Wood is the basic raw material for production of cellulose, and that's the reason why the forests have come under fire of wood processors, who must seek substitution of other raw materials and additional materials. One of the most secure sources of raw materials for paper and cardboard is an old paper, whose consumption is rising with the use of innovation of processing technology and plant where the processing is done. As limiting factors occur various organic and inorganic pollution, which despite the high degree of removal of material, still stay in part of the paper and thus significantly influence the scope of use in the food industry and other industries whose products are under the control of hygiene in the given standard. Also, continually increasing the use of polymeric materials in technological processes of manufacture of cellulose and paper, then in additional working operations on paper and board (filling, surface sticking and coating) for further proceedings of processing waste paper, become difficulties because of the physical and mechanical responses of natural fibers and in this way economically and technologically cumber the process of preparing materials. Waste paper has become a strategic raw material so in the production of the new paper it may participate a lot with adequate stimulation of producers, collectors and processors.

Keywords: *paper, waste paper, recycling, polymers, strategies.*

## Uvod

Ovaj rad se bavi nekim aspektima značaja starog papira i upotrebe polimera u razvoju industrije papira, uključujući osvrt na stanje šumskog fonda u Bosni i Hercegovini. Važno je istaknuti da je Bosna i Hercegovina donijela setove zakona kojim bi se ova grana industrije postavila u realan konkurentski odnos s inostranstvom. Indolentnost vlasti, kao i cjelokupnog društva, dovela je do toga da je drvo, kao osnovna sirovina za proizvodnju papira i kartona, postalo deficitarna roba. Cijelo društvo bi putem svojih instrumenata države trebalo staviti poseban akcenat na edukaciju i promociju zajednice u rješavanju nagomilanih problema, pogotovo što se akcenat postavlja na rješavanje ekološke problematike. Stimulacija i sankcionisanje putem državnih organa bi pokrenulo kako državne tako i lokalne zajednice da uzmu aktivno učešće u akcijama sakupljanja sekundarnih sirovina – kako staklenih, plastičnih materijala, tako i starog papira

Reciklaža je idealan izbor za izlaz iz nastale situacije. Prevashodna namjera ovog izlaganja je da upoznamo čitaoce koliko je važno sakupljati sirovine iz otpada koje se mogu reciklirati, a što je po zakonima Evropske unije obaveza svih članica, štaviše, predviđeno je da se više od 50% otpada mora sortirati i reciklirati. Kod nas u BiH doneseno je puno zakona iz ove oblasti, ali implementacija je na niskom nivou, kao i cijene otkupa sirovina. Drvo se neprestano komercijalizuje putem sječe drveta i izvoza trupaca, kao i korištenje drveta za grijanje. Pojavila se potreba za traženjem supstitucija drugim sirovinama i dodavanjem pomoćnih materijala, a jedan od najsigurnijih izvora sirovine je svakako stari papir, čija je potrošnja u usponu uz kontinuirani rad na inovaciji tehnologija prerade i postrojenja na kojima se vrši prerada.

## Stanje u Bosni i Hercegovini

Vlasti u Bosni i Hercegovini nemaju izgrađen pristup tretiranju industrije celuloze, papira i kartona. S obzirom na to da poslije rata nisu izrađene sve šumskogospodarske osnovne niti je izvršena inventura šumskog fonda, koristiće se podaci o stanju šuma u Bosni i Hercegovini za period od 1986. do 2000 go-

dine. Šume i šumska zemljišta se rasprostiru na površini od oko 2.709.800 ha, što čini 53% površine Bosne i Hercegovine. U vlasništvu države je 2.186.300 ha ili 21%, a u privatnom vlasništvu je 523.500 ha ili 19%. Izdanačke šume su posljedica golih sječa na velikim površinama u visokim šumama za vrijeme austrougarske vladavine i stare Jugoslavije od 1918. do 1941. godine, čestih ratova na ovim prostorima i poslijeratnih obnova. Posljedica zadnjeg rata je i velika minirana površina od preko 100.000 ha, koja je za duži vremenski period izgubljena za gospodarenje, a s obzirom na oštećenost predstavlja potencijalno žarište za razvoj biljnih bolesti i insekata. Drvna zaliha svih šuma se procjenjuje na oko 291 milion, od čega četinara oko 108 miliona m<sup>3</sup>, a lišćara oko 183 miliona m<sup>3</sup>. Godišnji zapreminski prirast je 7.942.200 m<sup>3</sup>, od čega četinara 3.123.100 m<sup>3</sup>, a lišćara 4.819.100 m<sup>3</sup>. Mogući godišnji obim sječa je 7.235.500 m<sup>3</sup>, od čega četinara 2.589.200 m<sup>3</sup>, a lišćara 4.646.300 m<sup>3</sup>. Nakon rata nijedne godine nije realiziran mogući obim sječa. Iz sječive drvene mase godišnje se može proizvesti neto drvene mase 5.351.000 m<sup>3</sup> šumskih drvnih sortimenata, od čega četinara 2.191.000 m<sup>3</sup>, a lišćara 3.160.000 m<sup>3</sup>, za hemijsku preradu drveta 635.000 m<sup>3</sup>, rudnog i sitnog tehničkog drveta 244.000 m<sup>3</sup> i ogrjevnog drveta 447.000 m<sup>3</sup>.

Visoke šume s prirodnom obnovom	40,09%
Visoke degradirane šume	1,32%
Šumske kulture s procjenjivom drvnom masom	4,00%
Šumske kulture bez procijenjive drvene mase	1,03%
Izdaničke šume	19,70%
Goleti sposobne za pošumljavanje	14,48%
Goleti nesposobne za pošumljavanje	9,47%

Tabela 1. Stanje šumskog fonda u BiH

Vrsta sastojine	Četinari / m <sup>3</sup>	Lišćari / m <sup>3</sup>	Ukupno / m <sup>3</sup>	%
Visoke šume	68.827.644	75.348.896	144.176.541	88
Izdaničke šume	0	19.027.455	19.027.455	12
Ukupno	68.827.644	94.376.351	163.203.996	100

Tabela 2. Stanje drvnih zaliha

Industrija prerade papira raspolaže kapacitetima za proizvodnju natron i ambalažnih papira (55.000 t), štamparski, pisaći, toalet papir i sl. (oko 135.000 t), valoviti karton (35.000 t), natron vreće i vrećice (220.000.000 kom), ostala papirna ambalaža (15.000 t), ambalaža od valovitog kartona (35.000 t) ambalaža od hromog kartona (10.000 t), mada u sadašnjim uslovima fabrike rade sa približno 15-20% kapaciteta. U BiH postoje mogućnosti za proizvodnju oko 4.500 t novina i časopisa, 4.000 t knjiga i brošura, 9.000 t raznih tiskanica, obrazaca, trgovačkih knjiga i oko 1.500 t etiketa, štampanih omotnih papira i ostalih štampanih stvari.

Godina	2005. – ukupno uvoz	2006. – ukupno uvoz	2007. – ukupno uvoza
Kraft papir	1.160 1.160	3.054 3.054	2.345 2.345
Papir i karton	1.501 941	3.361 2.284	2.993 1.728
Otpaci, ostaci	50.799 35.038	86.200 24.772	121.376 22.902

Tabela 3. Proizvodnja celuloze, papira i proizvoda od papira

### Reciklaža

Bez uvođenja reciklaže u svakodnevni život nemoguće je zamisliti bilo kakav cjelovit sistem upravljanja otpadnim materijalima koji su svuda oko nas. U recikliranje ubrajamo sve što može ponovo da se iskoristi, a da se ne baci. U svijetu postoje centri za reciklažu koji iskorištavaju materijal od starih stvari da bi napravili nove.

Rijetke su fabrike u Evropi koje proizvode celulozu, papir i karton od čiste nereciklirane sirovine, ali taj proizvod je dosta skup i kreće se oko 1.000 EUR za tonu. Reciklirani karton, zavisno od gramature, košta između 500 i 600 EUR po toni, a ne koristi se jedino u farmaceutskoj industriji, kozmetici i za pakovanje hrane kse isporučuje velikim štamparijama u Evropi koje potom štampaju i oblikuju ambalažu za te kompanije ili se u spomenutoj fabrici izrađuje i štampa ambalaža. Zanimljivo male količine papira su sakupljene i reciklirane kod nas jer ne postoji volja i želja za čistiju sredinu, kao ni zakonska regulativa za stimulaciju onih koji bi

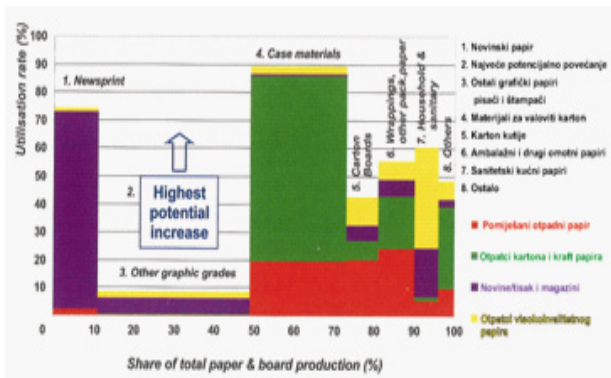
to radili, kao ni sankciju onih koji neprestano zagađuju okolinu bez ikakve odgovornosti.

U fabrikama se proizvodi originalan ekološki papir, reciklirani papir i karton. Originalni ekološki papir se bez izbjeljivanja i farbanja uz minimalan utrošak energije i vode proizvodi iz 100% starog papira. Reciklirani papir proizvodi 80-100% starog papira i nove celuloze uz dodatak hemijskih pomoćnih sirovina. Karton se u prosjeku pravi 90% od starog papira. Reciklirani papir se koristi se za sve kopir aparate, ima veliki stepen opaciteta, 4-5 puta manje opterećuje okolinu i vijek trajanja mu je preko 100 godina. Upotrebljava se u industriji papira, građevinarstvu (kao izolacioni materijal) i industriji namještaja (zamjena za ivericu). Proces reciklaže započinje razvlaknjivanjem papira u vodi, zatim slijedi grubo prosijavanje vlaknastog materijala. Jedan od najvažnijih dijelova procesa je uklanjanje otisnute boje sa papira, odnosno deinking flotacija. Poslije uklanjanja boje slijedi čišćenje, fino prosijavanje, ispiranje, te eventualno ugušćivanje i konzerviranje vlaknaste mase. Svojstva budućeg recikliranog papira zavisna su o gotovo svakom dijelu postupka prerade. Zato se tokom čitavog postupka kontrolišu uzorci i prate svojstva vlaknastog materijala, kako bi se dobila zadovoljavajuća kvaliteta, koja je uslov za izradu papira. [1]

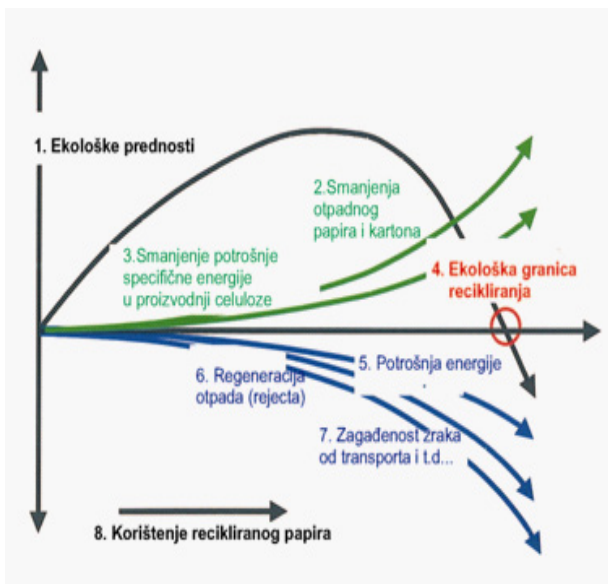
Flotacija predstavlja ključni dio procesa prerade staroga papira. Tim postupkom odstranjuje se štamparska boja od vlaknaste suspenzije. Deinking flotacija je proces selektivne separacije, koji koristi mjehuriće vazduha da odstrani čestice boje iz razvlaknjene papirne mase. U flotacijskoj ćeliji čestice boje se prihvaćaju na mjehuriće vazduha, koji ih nose prema površini. Dodavanjem hemikalija u masu povećava se hidrofobnost čestica boje i poboljšava uspješnost flotacije. Na površini se koncentrira pjena, koja se odstranjuje kao flotacijski otpad. Uspješnost flotacije zavisi od tri uslova: sudar čestice boje i mjehurića, prihvaćanje čestice boje na mjehuriću i uklanjanje mjehurića sa česticom boje iz pulpe.

Reciklirani papiri su obično sivkaste boje. Ovisno o količini dodatka recikliranih vlakana, bjelina papira ne prelazi 80% ISO bjeline. [2]

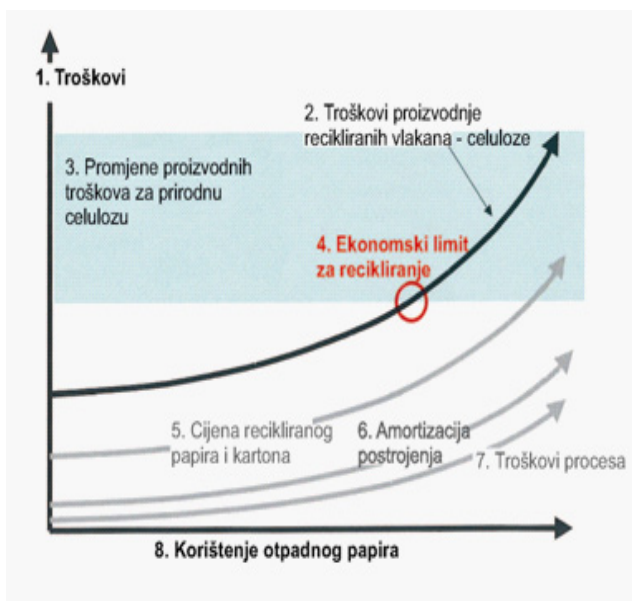
Stari papir može se i do sedam puta iskoristiti kao sirovina za proizvodnju novoga papira, poslije toga može ići u organski otpad koji se u prirodi lako razgrađuje.



Sl. 1. Ekološki aspekti recikliranja



Sl. 2. Ekonomski aspekti recikliranja



Na slici 1. je prikazan ekološki efekat kod korištenja starog papira koji ima i ekonomsku vrijednost, između ostalog i zbog nastalih troškova sanacije okoline. Na slici 2. je dat odnos troškova proizvodnje celuloze-vlakna iz prirodnih izvora i reciklaže, s jasnim pokazateljima prednosti reciklaže.

Na slici 3. je dat prikaz udjela vlakana iz recikliranog papira, kao i prognoze rasta učešća recikliranih vlakana u proizvodnji pojedinih vrsta papira. [3]

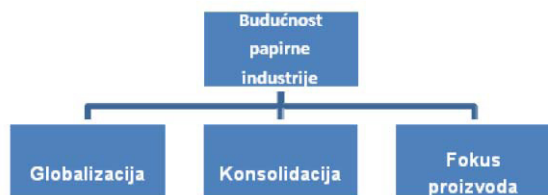
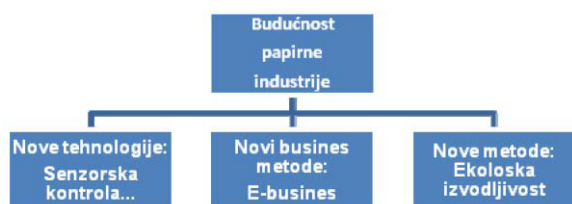
Zakon o zaštiti okoliša predstavlja rijedak slučaj kada su zakoni u FBiH i RS-u usklađeni. Sredinom 2003. godine u FBiH (u RS-u 2002. g.) donesen je set okolinskih zakona. Tekst ovih Zakona se zasniva na zakonodavstvu EU iz oblasti zaštite okoline i na pristupu koji koriste EU i njene zemlje članice prilikom regulisanja i upravljanja zaštitom okoline. Time su se u Bosni i Hercegovini željele stvoriti pretpostavke za djelotvornu zaštitu okoline u skladu sa najsavremenijim saznanjima i evropskim tendencijama. Na ovaj način, dva bh. entiteta su dobila primarno zakonodavstvo u oblasti zaštite okoline. Da bi se zakoni u potpunosti primjenjivali potrebno je uskladiti kantonalne zakone (u FBiH), te donijeti niz podzakonskih akata. Kyoto protokol je donesen 1997, a 16. februara 2005. je stupio na snagu. Industrijske zemlje se ovim protokolom obavezuju da u periodu 2008-2012. svoje emisije stakleničkih plinova u prosjeku smanje za 5,2% u odnosu na referentnu 1990. Zemljama u razvoju nisu predviđene nikakve nove obaveze u odnosu na one koje su utvrđene konvencijom. Bosna i Hercegovina je ratifikovala

Kyoto protokol 16. aprila 2007. dok je za BiH isti protokol stupio na snagu 15. jula 2007. Kyoto protokol uvodi sljedeće mehanizme u cilju smanjenja emisije stakleničkih plinova:

- mehanizam zajedničke implementacije,
- mehanizam čistog razvoja (CDM mehanizam) i
- mehanizam trgovine emisijama.

Pozitivan primjer je firma „Natron-Hayat“ iz Maglaja. U 2007. godini u firmi „Natron Hayat“ iz Maglaja je proizvedeno 10.500 tona celuloze, 48.000 tona papira, 18.000 tona

kartona, što je 44% više u odnosu na plan. Bh. proizvođač papira i papirne ambalaže, „Natron-Hayat“ Maglaj, u proteklih godinu dana uložio je 60 miliona eura u rekonstrukciju i modernizaciju postrojenja. Više od polovine gotovih proizvoda iz ove kompanije je završilo na inostranom tržištu. U pogonima ove maglajske kompanije lani je prerađeno 52.500 tona starog papira, a 40 posto od ove količine je uvezeno, dok su preostale količine osigurane na bh. tržištu. „Natron-Hayat d. o. o.“ Maglaj osnovan je 15. aprila 2005. godine od strane Natrona iz Maglaja i Kastamonu Entegre, članice međunarodno poznate grupe „Hayat Holding“ iz Turske.



STRATEGIJA – Vizija bez akcije je sanjarenje, akcija bez vizije je noćna mora. – japanska poslovica

## Zaključak

Stanje sirovina za proizvodnju celuloze, papira i kartona ne nudi svijetlu budućnost vezanu za ukupnu sliku kako grafičke industrije, tako i društva u Bosni i Hercegovini. Bosna i Hercegovina je složena država, s brojnim otvorenim procesima i potrebama da se na unutrašnjem i

vanjskopolitičkom planu reformira i pređe put standardizacije i pridruživanja zajednici evropskih zemalja. Svi segmenti društva moraju zauzeti čvrst stav u pogledu budućnosti zemlje. Budućnost proizvodnje celuloze, papira i kartona mora biti vezana za niz strateških promjena koje su vezane za upotrebu novih tehnologija (senzorska kontrola, automatizacija), novih biznis metoda (E-biznis) i novih metoda vezanih za izvodljivost sve većih ekoloških zahtjeva. Budućnost proizvodnje mora biti vezana za strukturne promjene te jedan novi odnos prema globalizaciji, konsolidaciji industrije i fokusiranju na potrebe društva. Prateći svjetski trend u korištenju sekundarnih sirovina i naše društvo treba preduzeti akciju prikupljanja i reciklaže tih sirovina. Potrebno je podići svijest svake i jedinke društva mijenjajući navike življenja.

Papir je vrijedna sirovina i velika je šteta ako ga se tretira kao smeće koje završava na našim prepunim neprimjerenim odlagalištima.

## Literatura

1. Čorlukić, F. (1984): Tehnologija papira, Zagreb [1]
2. Ibrahimefendić, S. (2006): Papir i informatika, Zenica [2]
3. Pulp and paper Bulgaria, 2/2007. časopis [3]

### Internet izvori:

1. <http://www.dnevniavaz.ba/>
2. <http://www.fbihvlada.gov.ba/bosanski/zakoni/2007/uredbe/43.htm>
3. <http://www.fzs.ba/Ind/ind050607>
4. <http://www.pksa.com.ba/natron/>
5. Investitor.ba



# STARI PAPIR – SIROVINA ZA RECIKLAŽU I PROIZVODNJU NOVOG PAPIRA

## OLD PAPER – RAW MATERIAL FOR RECYCLING AND PRODUCTION OF THE NEW PAPER

Nusret Hajrović, Grafički fakultet u Kiseljaku

### Sažetak

Okolina /okoliš/ sredina je okruženje (okružujući prostor) u kojem neka organizacija djeluje, uključujući zrak, vodu i tlo, prirodne resurse, floru, faunu, ljude i njihovo međudjelovanje. Okruženje u ovom kontekstu se rasprostire od unutrašnjosti date organizacije sve do globalnog sistema (ISO 14000)<sup>1</sup>.

Prevažodna namjera ovog izlaganja je da upoznam čitaoce koliko je važno sakupljati sirovine iz otpada koje se mogu reciklirati, a što je po zakonima Evropske Unije obaveza svih članica, štaviše, predviđeno je da se više od 50% otpada mora sortirati i reciklirati. U Bosni i Hercegovini je doneseno više zakona iz ove oblasti, ali je implementacija na niskom nivou, kao i cijene otkupa sirovina.

Ključne riječi: *zaštita okoline, sirovine, stari papir, reciklaža, prerada, očuvanje prirode.*

### Abstract

Environment is a surrounding area in which some organization operates, including air, water and soil, natural resources, flora, fauna, humans and their interactions. The environment in this context extends from the interior of some organization to the global system (ISO 14000).

<sup>1</sup> u skladu s definicijom iz „Leksikona /okoline/okoliša/životne sredine“, autori: A. Knežević, J. Čomić

The first intent of this presentation is to introduce the readers how important is collecting raw materials that can be recycled from waste, which is by law the duty of all European Union member states, moreover, it is anticipated that more than 50% of the waste must be sorted and recycled. In Bosnia and Herzegovina several laws in this area has adopted, but implementation is low, as well as the price of purchasing raw materials.

Keywords: protecting the environment, raw materials, waste paper, recycling, processing, preservation of nature.

### Uvod

Tehnološki napredak povlači za sobom veću proizvodnju i potrošnju papira, koji se ranije proizvodio od starih tkanina. Danas se papir proizvodi od celuloze, koja se dobija iz drveta, pri čemu je potrebno sasjeci puno šume da bismo proizveli celulozu. Kako se radi o prirodnom resursu, papir postaje strateška sirovina, koju je moguće dobiti i recikliranjem starog papira, pri čemu se štedi šuma, a šta to predstavlja u brojkama, može se vidjeti iz priloženih tabela.

Bitno je sačuvati svako stablo šume jer biljke:

-oslobađaju kisik u procesu fotosinteze (hektar šume dnevno potroši oko 4.000 kg CO<sub>2</sub>, a oslobodi oko 3.000 kg O<sub>2</sub>),

-apsorbuju plinove, sedimentiraju prašinu,

-filtriraju čvrste i radioaktivne čestice (stablo divljeg kestena staro oko 30 god. može zadržati 120 kg prašine i 80 kg aerosola godišnje),

-filtriraju vodu (šumski zrak je bogat eteričnim uljima koja uništavaju mikrobe),

-sprečavaju eroziju i klizišta, smanjuju buku, ublažavaju klimatske promjene, smiruju tišinom i odvojenošću ambijenta, vizuelno djeluju...

Zato je edukacija djece važan faktor u jačanju ekološke svijesti građana i održivosti recikliranja uopšte. Reciklažom 1,2 tone otpadnog papira se može uštedeti 2 tone prirodnog drveta.

Reciklaža otpadnog papira 74% manje zagađuje vazduh i 35% manje zagađuje vodu nego njegova proizvodnja od sirovog drveta.

Sa 100 kg sakupljenog starog papira spašavamo život dva drveta koja će nam zauzvat proizvoditi kiseonika koliko je potrebno za 40 godina našeg života.

Bez uvođenja reciklaže u svakodnevni život nemoguće je zamisliti bilo kakav cjelovit sistem upravljanja otpadnim materijalima koji su svuda oko nas.

Recikliranje je postupak kojim izdvajamo sve što može ponovo da se iskoristi, a da se ne baci. U svijetu postoje centri za reciklažu koji iskorištavaju materijal od starih stvari da bi napravili nove, kod nas takvih centara još nema.

Rijetke su fabrike u Evropi koje proizvode celulozu, papir i karton od čiste nereciklirane sirovine, ali taj proizvod je dosta skup i kreće se oko 1.000 EUR za tonu. Reciklirani karton, zavisno od gramature, košta između 500 i 600 EUR po toni, a ne koristi se jedino u farmaceutskoj industriji, kozmetici i za pakovanje hrane koja nije prethodno zaštićena celofanskom ili alufolijom. Karton iz „Natron-a“ najčešće se primjenjuje u konditorskoj, duhanskoj, mašinskoj i tekstilnoj industriji. Zapravo, naš karton se isporučuje velikim štamparijama u Evropi koje potom štampaju i oblikuju ambalažu za te kompanije ili se u spomenutoj fabrici izrađuje i štampa ambalaža.

Zanemarljivo male količine papira se sakupljaju i recikliraju kod nas jer ne postoji volja i želja za čišćom sredinom, kao ni zakonska regulativa za stimulaciju onih koji bi to radili, kao ni za sankciju onih koji neprestano

zagađuju okolinu bez ikakve odgovornosti.

*Stari papir može se i do sedam puta iskoristiti kao sirovina za proizvodnju novoga papira, poslije toga može ići u organski otpad koji se u prirodi lako razgrađuje.*

U fabrikama se proizvodi originalan ekološki papir, reciklirani papir i karton. Originalni ekološki papir se bez izbjeljivanja i farbanja uz minimalan utrošak energije i vode proizvodi iz 100% starog papira. Reciklirani papir se proizvodi od 80-100% starog papira i nove celuloze uz dodatak hemijskih pomoćnih sirovina. Karton se u prosjeku pravi 90% od starog papira. Reciklirani papir se koristi se za sve kopir aparate, neprovidan je, 4-5 puta manje opterećuje okoliš i vijek trajanja mu je preko 100 godina. Upotrebljava se u industriji papira, građevinarstvu (kao izolacioni materijal) i industriji namještaja (zamjena za ivericu).

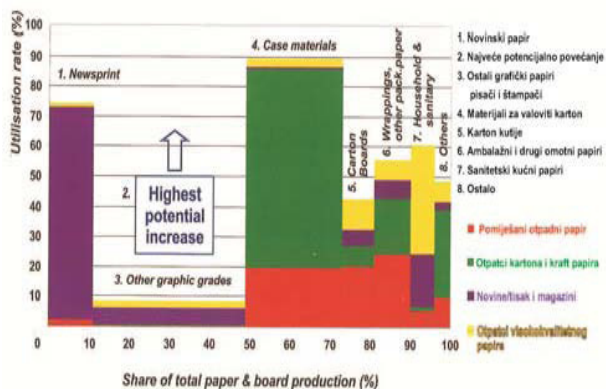
Proces reciklaže započinje razvlačnjivanjem papira u vodi, zatim slijedi grubo prosijavanje vlaknastog materijala. Jedan od najvažnijih dijelova procesa je uklanjanje otisnute boje sa papira, odnosno deinking flotacija. Poslije uklanjanja boje slijedi čišćenje, fino prosijavanje, ispiranje, te eventualno ugušćivanje i konzerviranje vlaknaste mase. Svojstva budućeg recikliranog papira ovisna su o gotovo svakom dijelu postupka prerade. Zato se tokom čitavog postupka kontroliraju uzorci i prate svojstva vlaknastog materijala, kako bi se dobila zadovoljavajuća kvaliteta, koja je uvjet za izradu papira.

Flotacija predstavlja ključni dio procesa prerade staroga papira. Tim postupkom odstranjuje se tiskarska boja od vlaknaste suspenzije. Deinking flotacija je proces selektivne separacije, koji koristi mjehuriće zraka da odstrani čestice boje iz razvlaknjene papirne mase. U flotacijskoj ćeliji čestice boje se prihvaćaju na mjehuriće zraka, koji ih nose prema površini. Dodavanjem hemikalija u masu povećava se hidrofobnost čestica boje i poboljšava uspješnost flotacije. Na površini se koncentrira pjena, koja se odstranjuje kao flotacijski otpad. Uspješnost flotacije ovisi od tri uvjeta: sudar čestice boje i mjehurića, prihvaćanje čestice boje na mjehurić i uklanjanje mjehurića sa česticom boje iz pulpe.

Reciklirani papiri su obično sivkaste boje. Ovisno o količini dodatka recikliranih vlakna, bjelina papira ne prelazi 80% ISO

bjeline. Na Sl. 3 je prikazano sadašnje stanje i prognoze korištenja starog papira za proizvodnju različitih vrsta papira.

Sl. 3. Udio recikliranog papira u savremenoj proizvodnji papira<sup>2</sup>



Razvoj Bosne i Hercegovine bio je baziran na prljavoj industriji (metalurgija, hemijska industrija, drvoprerađivačka itd.). Rat je utjecao na to da ova država bude skladište za razne vrste medicinskog, hemijskog i drugog otpada koji je u obliku humanitarne pomoći dolazio. Pojačana sječa šume koja se u bescijenje izvozila potpuno je promijenila većinu bosanskih pejzaža i izazvala brojna klizišta.

Zakon o zaštiti okoliša predstavlja rijedak slučaj kada su zakoni u FBiH i RS-u usklađeni. Razlog za ovo je činjenica da su pri donošenju ovog zakona učestvovali strani eksperti, koji su prilagodili ovaj zakon standardima EU iz oblasti zaštite okoliša. Sredinom 2003. godine u FBiH (u RS-u 2002. g.) donesen je set okolinskih zakona. Tekst ovih Zakona se zasniva na zakonodavstvu EU iz oblasti zaštite okoliša i na pristupu koji koriste EU i njene zemlje članice prilikom regulisanja i upravljanja zaštitom okoliša. Time su se u Bosni i Hercegovini željele stvoriti pretpostavke za djelotvornu zaštitu okoliša u skladu s najsavremenijim saznanjima i evropskim tendencijama.

Na ovaj način, dva bh. entiteta su dobila primarno zakonodavstvo u oblasti zaštite okoliša. Da bi se zakoni u potpunosti primjenjivali potrebno je uskladiti kantonalne zakone (u FBiH), te je potrebno donijeti niz podzakonskih akata.

Kyoto protokol je donesen 1997, a 16. februara 2005. je stupio na snagu. Industrijske zemlje se ovim protokolom obavezuju da u periodu 2008-2012. svoje emisije stakleničkih plinova u prosjeku smanje za 5,2% u odnosu na referentnu 1990. Zemljama u razvoju nisu predviđene nikakve nove obaveze u odnosu na one koje su utvrđene konvencijom. Bosna i Hercegovina je ratifikovala Kyoto protokol 16. aprila 2007. dok je za BiH isti protokol stupio na snagu 15. jula 2007.

Kyoto protokol uvodi sljedeće mehanizme u cilju smanjenja emisije stakleničkih plinova:

- mehanizam zajedničke implementacije,
- mehanizam čistog razvoja (CDM mehanizam) i
- mehanizam trgovine emisijama.

Zemlje u razvoju (među koje se ubraja i Bosna i Hercegovina) mogu učestvovati u mehanizmu čistog razvoja – CDM. U poznatoj paroli se kaže da se razmišlja globalno, a djeluje lokalno, a to znači da svako od nas mora preduzeti mjere u njegovom domenu. Kada bismo tako postupali, rezultati bi bili evidentni, a ova divna zemlja bi bila evropski biser kojem su date mnoge blagodati

U finansiranju ovih i sličnih projekata treba iskoristiti, u prvom redu, programe podrške međunarodne zajednice CARDS, LIFE, podrška Svjetske Banke – program NEAP, Evropska banka za obnovu i razvoj – program BAS, USAID i mnoge druge. Ovi izvori stoje na raspolaganju i treba ih iskoristiti.

Razgradnja različitih vrsta otpada traje različito dugo. Organski otpad se razgrađuje najbrže, a ostale vrste otpada prema tabeli:

Staklene boce 4000 godina  
Plastične vrećice, boce i korpe za boce 100-1000 godina

Al limenke 10-100 godina  
Filter cigarete 1-2 godine  
Stari papir 3-12 mjeseci  
Drvene šibice 6 mjeseci

<sup>2</sup> Dijagrami preuzeti iz Biltena konferencije o reciklaži Zemalja EU u Bugarskoj



Sl. 4. Kontejneri za odvojeno odlaganje otpada

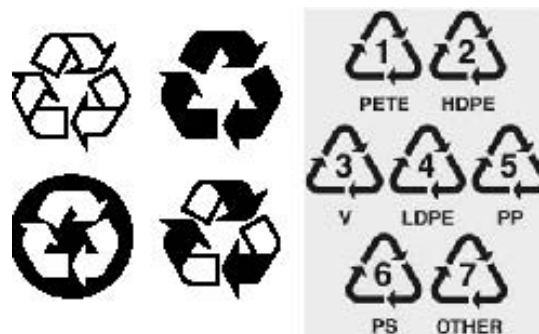


Sl. 5. Slogan za naslovnice novina

Na gotovo svim proizvodima ili njihovoj ambalaži otisnuti su znakovi koji nas upozoravaju da se taj predmet/ambalaža može reciklirati. Na novinama koje čine veliki dio našeg otpada nema piktograma koji bi nas upozorio da postoji bolje mjesto za njihovo odlaganje od kante za otpatke.

Odgovarajućim označavanjem potaknuli bismo mnoge čitatelje da ovu vrijednu sirovinu ne bace u kantu za otpatke, već u spremnik za odvojeno prikupljanje papira. Bilo bi dobro kad bi zakonodavstvo uvelo obavezu da svaki proizvod na ambalaži mora imati znak koji ukazuje na ekološki i gospodarski najprihvatljiviji način postupanja s ostacima korištenog proizvoda.

Papir je vrijedna sirovina i velika je šteta ako ga se tretira kao smeće koje završava na našim prepunim neprimjerenim odlagalištima.



Sl. 6. Simboli recikliranja raznog otpada koji se nalaze na ambalaži. Na nama je da ih uočimo i po njima postupimo. Nekad su sitno ispisani kao malo važni, međutim, vrijeme koje dolazi će zahtijevati da tome pridamo više pažnje, inače ćemo se čuditi šta nam se dešava, a u stvari to priroda samo uzvraća udarac, odnosno što smo sijali to sada beremo...

## Literatura

1. Ibrahimefendić, S. (2008): Osnove grafičkih materijala i tiskarskih strojeva, Tomislav Kosić, Zagreb.
2. <http://sr.wikipedia.org/wiki/Recikliranje>
3. <http://www.brandsoftheworld.com/download/brand/34707.html>
4. <http://www.ekologija.ba>
5. <http://www.nagyeshettichkft.hu/se/magunkse.htm>
6. <http://www.sekopak.com>

# MOLEKULARNE POJAVE U TEČNOSTIMA

## MOLECULAR PHENOMENA IN LIQUIDS

Dr. sc. Hrustem Smailhodžić, Grafički fakultet Kiseljak, Univerzitet Travnik  
 Mr. sc. Smajo Sulejmanović, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli  
 Mr. sc. Azamela Mazgalj, Grafički fakultet Kiseljak, Univerzitet Travnik

### Sažetak

Tijela se sastoje od molekula. Između molekula postoje međumolekularne sile. Te sile su i odbojne i privlačne. Sile između molekula jedne supstance su sile kohezije, a sile između molekula različitih supstanci su sile adhezije. Mnoge pojave u prirodi mogu se objasniti preko međumolekularnih sila. Ovaj rad se odnosi na međumolekularne pojave u tečnostima.

Ključne riječi: *sile kohezije, sile adhezije, sila trenja, kapilarnost, površinski napon tečnosti.*

### Abstract

The bodies are composed of molecules. Between molecules are intermolecular forces. These forces are repulsive and attractive. The forces between molecules of one substance are the forces of cohesion and the force between molecules of different substances are the forces of adhesion. Many phenomena in nature can be explained by intermolecular forces. This paper refers to the intermolecular phenomena in liquids.

Keywords: *cohesion force, adhesion force, the force of friction, capillarity, surface tension of liquids.*

Privlačne i odbojne međumolekularne sile

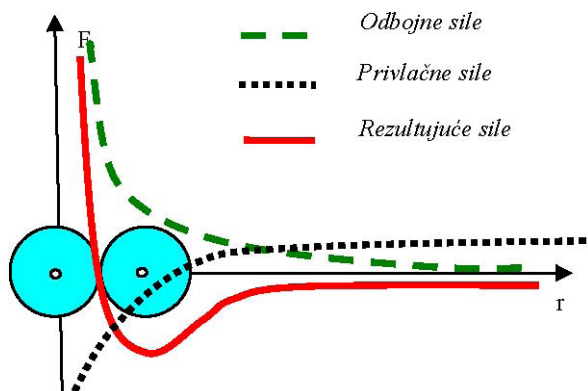
Tijela su građena od molekula. Molekule su u tijelima ravnomjerno raspoređene i nalaze

se na određenim rastojanjima jedna od druge. Svako promjeni rastojanja između molekula opiru se međumolekularne sile. One su istovremeno i privlačne i odbojne. Na svako djelovanje vanjskih sila na tijelo reaguju molekule međumolekularnim silama iz unutrašnjosti tijela. Tijelo se opire jednako i stiskanju i rastezanju (Slika 1.).



Slika 1. Svakom smanjenju ili povećanju rastojanja između molekula suprotstavljaju se međumolekularne sile

Grafički prikaz međumolekularnih sila u zavisnosti od rastojanja dat je na Slici 2.

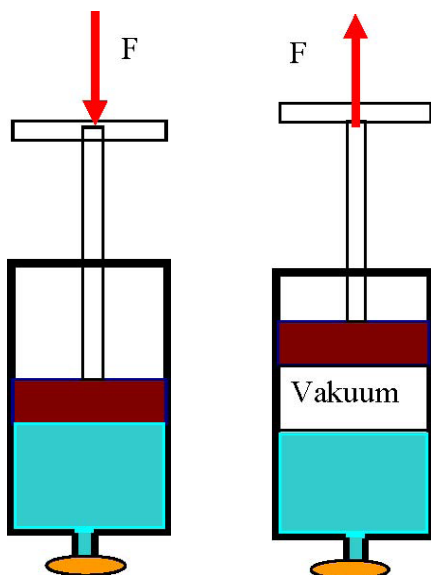


Slika 2. Međumolekularne sile u funkciji međusobnog rastojanja

### OGLED 1

Efekat međumolekularnih sila može se demonstrirati pomoću medicinske šprice (Slika 3.). Postavimo klip medicinske šprice na sredinu cilindra. Zatvorimo prstom otvor za iglu i pokušajmo sabiti, a zatim razvući zrak. Šta je uočljivo?

Naspimo u špricu vode do polovine cilindra. Istisnimo zrak iz šprice. Zatvorimo prstom otvor za iglu. Pokušajmo klipom sabiti vodu. Kako ide? Pokušajmo razvući vodu. Klip se pomjera. Stvara se vakuum iznad površine vode. Da li se voda širi? Ne. Zašto?



Slika 3

- Tečnosti se suprotstavljaju sabijanju,
- Tečnosti ne popunjavaju slobodni prostor u cilindru iznad površine, ne rastežu se

### Sile kohezije i sile adhezije

Sile između molekula jedne supstance zovu se sile kohezije.

Sile između molekula različitih supstanci zovu se sile adhezije.

Odnos sila kohezije i sila adhezije određuje ponašanje jedne supstance prema drugoj, na granici faza. Supstance mogu da nastupe vrlo agresivno jedna prema drugoj. Tako se ponašaju kiseline prema drugim supstancama. Sile adhezije, između molekula kiselina i Takve

i molekula neke druge supstance, vrlo su jake. Takve osobine imaju ljepila i boje.

Neke supstance su vrlo inertne prema drugim tijelima. One imaju jake kohezijske sile. Te osobine posjeduju boje i lakovi prema supstancama iz atmosfere.

Da bismo prelomili školsku kedu treba uložiti određeni rad. Taj rad se troši na kidanje međumolekularnih sila. Sastaviti dva komada krede u jednu cjelinu praktično je nemoguće. Ma koliko se trudili stiskanjem dva komada teško je ostvariti jednu cjelinu. Zašto?

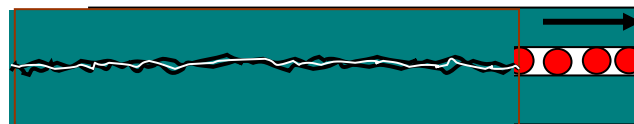


Slika 2. a) Suhe staklene ploče lako se odvajaju jedna od druge,  
b) nakvašene vodom, staklene ploče teško se odvajaju jedna od druge.

### OGLED 3

Trenje klizanja između dvije suhe staklene ploče je uočljivo. Zašto?

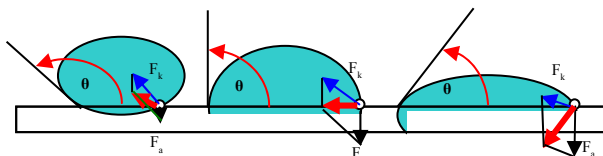
Staklene ploče nakvašene vodom lako klize jedna preko druge. Zašto? (Slika 3.)



Slika 3. Suhe staklene ploče teško klize jedna po drugoj, a nakvašene lako

### Kvašenje

Kapljice tečnosti na podlozi mogu imati jedan od sljedeća tri oblika. Od čega to zavisi?



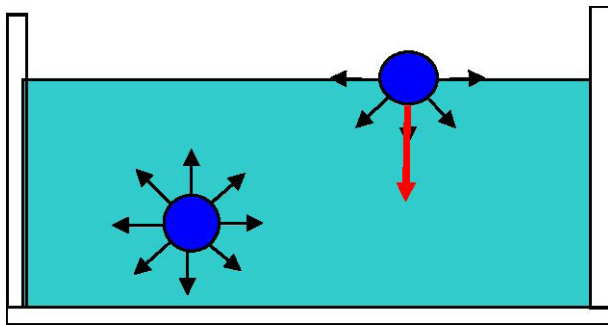
Slika 4. a) Tečnost ne kvasi podlogu,  
b) tečnost i kvasi i ne kvasi podlogu  
c) tečnost kvasi podlogu.

## Površinski napon tečnosti

Molekule u unutrašnjosti tečnosti i molekule na površini tečnosti nisu pod istim međumolekularnim uslovima. Svaka molekula u unutrašnjosti tečnosti okružena je simetrično susjednim molekulama sa svih strana. Međumolekularne sile međusobno se poništavaju, pa je rezultujuća sila jednaka nuli.

Molekule praktično lebde u tečnosti. Najmanje pomjeranje jedne molekule izaziva lančano kretanje svih molekula u tečnosti. Molekule se neprekidno kreću, „kotrljaju“, po cijeloj zapremini tečnosti.

Molekule iz površinskog sloja tečnosti okružene su susjednim molekulama samo sa donje strane. Sabiranjem međumolekularnih sila koje djeluju na jednu molekulu dobiće se rezultujuća sila koja je okomita na površinu tečnosti i usmjerena je u unutrašnjost tečnosti.



Slika 5. Molekule u unutrašnjosti tečnosti i molekule u površinskom sloju tečnosti

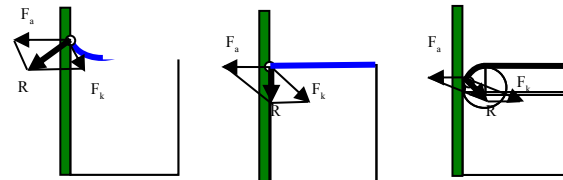
Mnoge molekule iz površinskog sloja tečnosti odlaze u unutrašnjost tečnosti zbog sila kohezije. Površinski sloj tečnosti postaje rjeđi nego slojevi ispod površinskog sloja, što ima za posljedicu povećanje rastojanja među molekulama. To opet povlači povećanje privlačnih međumolekularnih sila između molekula u površinskom sloju. Površinski sloj tečnosti se ponaša kao zategnuta elastična membrana, koja teži da se što više zategne i skupi. Sila zatezanja površinskog sloja raste dok se ne izjednači sa silom koja djeluje ka unutrašnjosti, okomito na površinu tečnosti. Površinski sloj vrši pritisak na tečnost. Taj pritisak zove se površinski napon tečnosti. Preko površinskog napona tečnosti mogu se objasniti mnoge pojave u prirodi.

Površina vode je potpuno ravna i horizontalna. Zašto?

Izolovane tečnosti (rezultanta spoljnih sila je nula) su sfernog oblika. Zašto?

### OGLED 4

Naspimo u staklenu čašu vode. Pogledajmo dodirnu liniju površine vode i čaše. Pogledajmo kako izgleda linija dodira površine žive i zidova staklene cijevi. Šta je uočljivo?



Slika 6. a) Tečnost kvasi, b) tečnost i kvasi i ne kvasi c) tečnost ne kvasi zidove posude

## Koeficijent površinskog napona tečnosti

Površinski sloj tečnosti teži da se što više zategne i skupi. Sila zatezanja površinskog sloja tečnosti pod određenim uslovima se ne mijenja. Da bi se slobodna površina tečnosti povećala, mora se izvršiti određeni rad. Izvršeni rad direktno je proporcionalan povećanju slobodne površine tečnosti potrebno je izvući molekule iz unutrašnjosti na površinu tečnosti. Tome se suprotstavljaju kohezivne sile tečnosti, a

$$A \dot{=} \Delta S$$

$$A = \sigma \Delta S$$

$$\sigma = \frac{A}{\Delta S}$$

$$A - \text{rad sile površinskog napona}$$

tečnosti

$$\sigma - \text{koeficijent površinskog napona}$$

tečnosti

$$\Delta S - \text{povećanje površine}$$

površinskog sloja tečnosti

Zaključak:

Koeficijent površinskog napona tečnosti brojno je jednak radu kojeg treba izvršiti da bi se slobodna površina tečnosti povećala za jediničnu vrijednost.

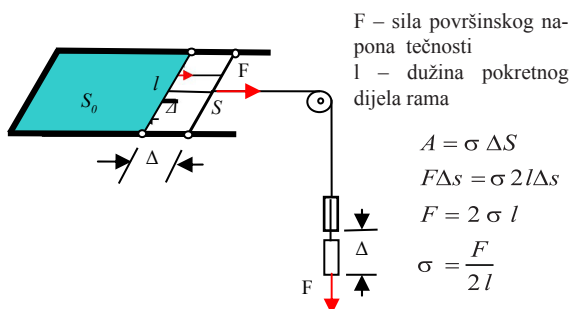
$$[\sigma] = \frac{[A]}{[S]} = \frac{1J}{1m^2} = 1 \frac{J}{m^2}$$

Jedinica za koeficijent površinskog napona tečnosti je jedan džul po kvadratnom metru.

Vrijednost koeficijenta površinskog napona tečnosti izražava se u milidžulima po kvadratnom metru.

**OGLED 5**

Razvucimo sloj sapunice pomoću pokretne stranice rama od žice i pustimo pokretnu stranicu. Šta uočavate? Objasnite ovu pojavu.



Slika 7. Rad sile površinskog napona tečnosti

Koeficijent površinskog napona tečnosti jednak je sili površinskog napona tečnosti po jedinici dužine dodirnog sloja tečnosti sa zidom posude.

Sila površinskog napona uvijek djeluje po površini tečnosti okomito na liniju dodira površinskog sloja i zidova posude.

$$[\sigma] = \frac{[F]}{[l]} = \frac{1N}{1m} = 1 \frac{N}{m}$$

Jedinica za koeficijent površinskog napona tečnosti je jedan njutn po metru

Površinski napon tečnosti izražava se u milinjutnima po metru.

Koeficijent površinskog napona tečnosti zavisi od vrste, čistoće i temperature tečnosti.

S porastom temperature koeficijent površinskog napona tečnosti opada.

Zašto se pjena od kafe (kapućina) skuplja na površini uz zidove šolje, a ne na sredini?

**Kapilarnost**

**OGLED 6**

Uronimo staklenu cjevčicu u obojenu vodu. Šta se uočava?

Uronimo jednu tanju i jednu deblju staklenu cjevčicu u vodu. Šta ste uočili?

U staklenim kapilarama živa se spušta niz kapilaru.

Pojava spuštavanja ili penjanja tečnosti u vrlo uskim cjevčicama (kapilarama) zove se kapilarnost. Pojava je više izražena kod tanjih kapilara.

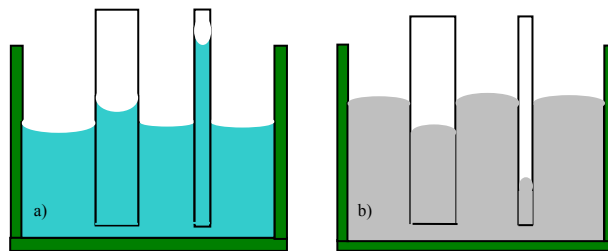
Ispupčeni i udubljeni površinski sloj tečnosti zove se meniskus.

$$A = \sigma \Delta S$$

$$F \Delta s = \sigma 2l \Delta s$$

$$F = 2 \sigma l$$

$$\sigma = \frac{F}{2l}$$



Slika 8. a) Kapilarna atrakcija b) Kapilarna depresija

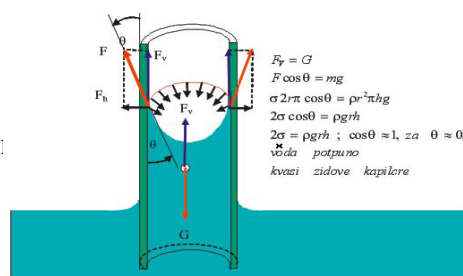
Penjanje tečnosti uz kapilaru zove se kapilarna atrakcija. Slobodna površina za sobom vuče stub tečnosti naviše. Uz kapilaru se penje tečnost sve dok se njena težina ne izjednači s vertikalnom komponentom sile površinskog napona.

Spuštanje tečnosti niz zidove kapilare zove se kapilarna depresija. Slobodna površina potiskuje stub tečnosti naniže.

Objasnite navedene pojave.

Na Slici 9. predstavljena je kapilara. Pomoću nje može se odrediti koeficijent površinskog napona tečnosti.

Objasni:



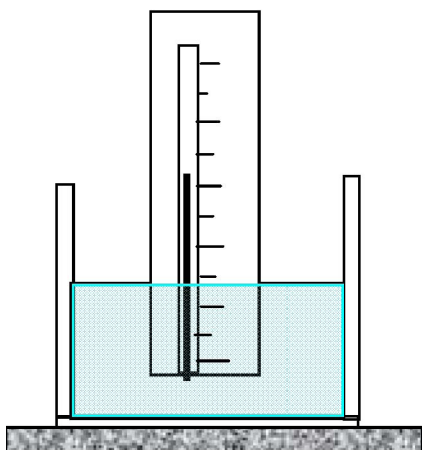
Slika 9. Kapilara



Koeficijent površinskog napona tečnosti zavisi od vrste tečnosti, poluprečnika kapilare, visine tečnosti u kapilari i ubrzanja Zemljine teže.

Određivanje koeficijenta površinskog napona nepoznate tečnosti pomoću kapilare

Koeficijent površinskog napona nepoznate tečnosti određuje se tako što se kapilara uroni u vodu i izmjeri visina stuba vode u kapilari, a zatim se kapilara zaroni u nepoznatu tečnost i izmjeri visina stuba nepoznate tečnosti. Iz odnosa relacija:



Slika 10: Određivanje visine stuba tečnosti u kapilari

$$\frac{2\sigma_x}{2\sigma} = \frac{\rho_x r g h_x}{\rho g r h} \text{ slijedi:}$$

$$\sigma_x = \sigma \frac{\rho_x h_x}{\rho h}$$

$$\text{Za vodu je: } \rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3},$$

$$\text{a } \sigma = 73 \frac{\text{mN}}{\text{m}} \text{ na sobnoj temperaturi.}$$

Uzmimo alko hol kao nepoznatu

$$\text{tečnost: } \rho_x = 0,79 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Mjerenjem  $h$  i  $h_x$  može se odrediti

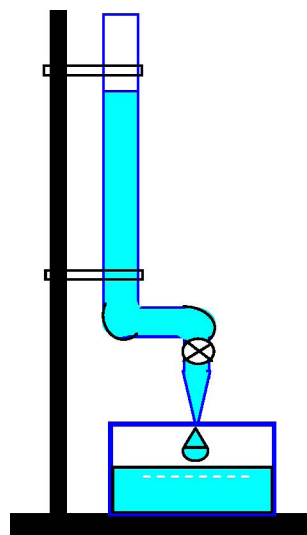
koeficijent površinskog napona alkohola  $\sigma_x$

Određivanje koeficijenta površinskog napona nepoznate tečnosti pomoću birete

Koeficijent površinskog napona tečnosti može se odrediti pomoću birete (Slika 11.).

Bireta je staklena menzura sa kapilarom na

dnu i ventilom kojim se reguliše protok tečnosti kroz kapilaru. S gornje strane kapilare se sipa tečnost. Ispod kapilare se postavlja staklena posuda u koju kapa tečnost. Brzina kapanja reguliše se ventilom. Do otkidanja kapljice dolazi onda kada njena težina postaje veća od sile površinskog napona (Slika 12.).



Slika 11. Bireta

$$\sigma l = mg, \sigma 2r\pi = mg$$

Koeficijent površinskog napona nepoznate tečnosti određuje se tako što se u menzuru birete naspe voda, a zatim se reguliše kapanje. U posudu se ukapa 50 kapi i izmjeri masa  $M$ . Iz birete se ispusti voda i naspe nepoznata tečnost. U posudu se ukapa 50 kapi i izmjeri njihova masa  $M_x$ .

$$\text{Iz odnosa: } \frac{\sigma_x l}{\sigma l} = \frac{m_x g}{mg} \text{ slijedi da je:}$$

$$\sigma_x = \sigma \frac{100m_x}{100m}, \text{ odnosno: } \sigma_x = \sigma \frac{M_x}{M}$$

$\sigma_x$  - koeficijent površinskog napona nepoznate tečnosti

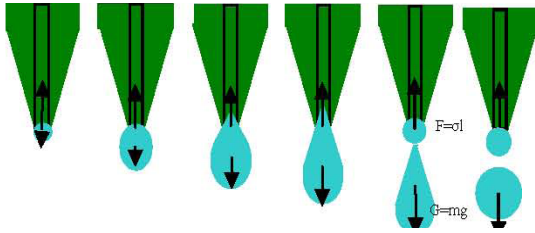
$\sigma$  - koeficijent površinskog napona vode;  $73 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$

$M$  - masa 50 kapi vode

$M_x$  - masa 50 kapi nepoznate tečnosti

$g$  - ubrzanje Zemljine teže

## OGLED 7

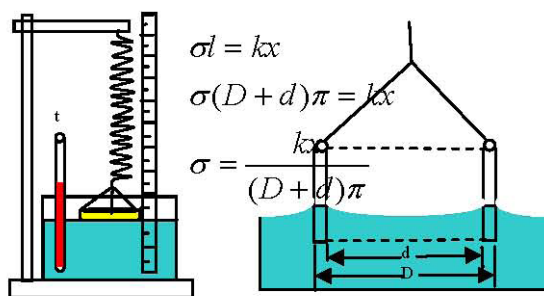


Slika 12. Otkidanje kapljice od kapilare

Pojava kapilarnosti prisutna je u svim biljnim i životinjskim tijelima. Putem kapilarnosti biljke crpe vodu iz zemlje zajedno sa svim mineralima neophodnim za njen život

Za vrijeme padavina voda putem kapilarnosti zemljišta odlazi u dubinu, a za vrijeme suše izlazi na površinu zemljišta. Na ovaj način biljni svijet se održava za vrijeme sušnog perioda. Putem kapilara voda zajedno s mineralima odlazi iz zemljišta u list. Tu se vrši fotosinteza. Lišće je okrenuto prema Suncu i ima veliku površinu, da bi zahvatilo što više sunčeve energije i da bi efekat fotosinteze bio efikasniji. Putem kapilara biljke transportuju šećer i ostale hranjive sastojke iz lista u stablo, cvijet, plod i korijen. U ljudskom organizmu putem kapilara krv stiže do svakog organa donoseći neophodne hranjive sastojke i odnoseći štetne materije iz organa.

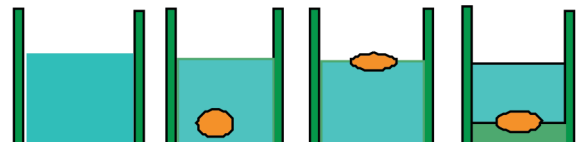
Pojava vlage u zidovima veoma je štetna. Ona razara zidove kada se voda zamrzne u zidu. Vlažne prostorije su neuslovne i nezdrave za stanovanje. Ovaj problem se rješava hidroizolacijom i termičkom izolacijom objekta. Ljudi pokrivaju kuće da bi zaštitili objekat od atmosferskih padavina. Fasada daje objektu estetski izgled i štiti objekat od nepovoljnih klimatskih uslova i aerozagađenja.



Slika 13. Određivanje koeficijenta površinskog napona tečnosti metodom otkidanja prstena

- Ako se u tečnost u posudi ukapa nekoliko kapi obojene tečnosti veće gustoće, gdje su sile kohezije veće od sile adhezije, na dnu posude formira se kapljica elipsoidnog oblika (Slika 14. a).
- Ako se u posudu ukapa nekoliko kapi obojene tečnosti iste gustoće, gdje su sile kohezije veće od sile adhezije, dobiće se kapljica sfernog oblika koja lebdi (Slika 14. b).
- Ako se u tečnost ukapa tečnost manje gustoće, gdje su sile kohezije veće od sile adhezije, formiraće se kapljica elipsoidnog oblika na površini tečnosti (Slika 14. c).
- Ako u dvije tečnosti različitih gustina ukapamo obojenu tečnost, čija gustina ima vrijednost između gustina te dvije tečnosti, onda će se formirati elipsoidna kapljica između te dvije tečnosti (Slika 14. d).

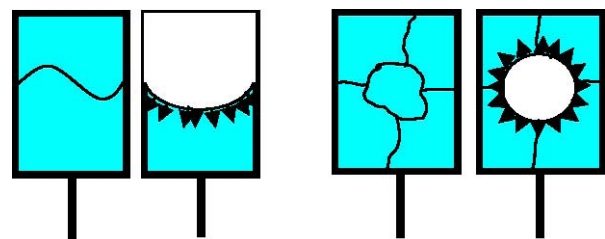
Napomena: Gustina tečnosti može se mijenjati. Kako?



## OGLED 8

Opna od sapunice probijena na jednom dijelu rama zateže konac. Zašto?

Na drugom ramu probijanjem opne u petlji konac formira kružnicu pravilnog oblika. Zašto?



Slika 15. Položaj konca na opni od sapunice

## OGLED 9

Proizvedite mjehuriće od sapunice.  
Kako objašnjavate pojavu mjehurića od sapunice?

## PRAKTIČNI DIO

## 1. LABORATORIJSKE VJEŽBE

## OBLAST: POVRŠINSKI NAPON TEČNOSTI

*Laboratorijska vježba broj 1*

*Naziv vježbe: Odrediti koeficijent površinskog napona alkohola pomoću birete metodom otkidanja kapljica*

*Pribor: Plastična bireta, četiri male plastične čaše (po 1 dl), vaga, voda i alkohol*

*Napomena: Koeficijent površinskog napona vode na sobnoj temperaturi je 73 mN/m.*

*Laboratorijska vježba broj 2*

*Naziv vježbe: Određivanje koeficijenta površinskog napona tečnosti pomoću kapilare*

*Pribor: Kapilara, milimetarska traka, dvije staklene posudice, alkohol i voda*

*Napomena: Koeficijent površinskog napona vode na sobnoj temperaturi je 73 mN/m.*

*Laboratorijska vježba broj 3*

*Naziv vježbe: Određivanje koeficijenta površinskog napona tečnosti metodom otkidanja prstena*

*Pribor: Metalni stativ, opruga, aluminijski prsten, nonijus, posuda sa vodom, posuda za prihvatanje vode koja ističe*

*Napomena: Silu otkidanja prstena od površine tečnosti očitati sa priloženog grafikona*

## 2. OGLEDI IZ POVRŠINSKOG NAPONA TEČNOSTI

## OGLED 1

a) Povucite klip medicinske šprice do sredine cilindra. Zatvorite otvor za iglu prstom pa pokušajte sabiti zrak. Kako ide?

b) Sada pokušajte sabiti zrak. Kako ide?

c) Sada napunite medicinsku špricu vodom do polovine. Pokušajte sabiti klipom vodu. Kako ide?

d) Sada pokušajte razvući vodu. Klip se pomjera, a da li se volumen vode povećava? Napunite medicinsku špricu vodom do polovine. Zatvorite dodatak za iglu prstom.

*Izvedite zaključak*

## OGLED 2

a) Prislonite dvije staklene ploče jednu uz drugu, a zatim ih razdvojte. Da li je teško?

b) Suhe staklene ploče vucite jednu preko druge. Kako ide? Zašto?

c) Spojte nakvašene staklene ploče vodom. Pokušajte ih sada razdvojiti. Kako ide? Zašto?

d) Nakvašene staklene ploče vucite jednu preko druge. Kako ide? Zašto?

*Objasnite ove pojave.*

## OGLED 3

- Stavite u vodu svijeću i izvadite je.
- Stavite školsku kedu u vodu i izvadite je.
- Stavite u vodu kocku šećera i izvadite je.
- Stavite u vodu komad bitumena i izvadite ga.
- Stavite u vodu komad maltera i izvadite ga.
- Stavite u vodu komad cigle i izvadite ga.
- Stavite u vodu kamen i izvadite ga.
- Stavite u vodu palomu i izvadite je.

*Koja su tijela mokra, a koja nisu? Objasnite ove pojave.*

## OGLED 4

Na stolu imate ramove od žice s labavim koncem. Uronite ram u vodu sa sapunicom. Na ramu će se formirati opna od sapunice. Kakav oblik zauzima konac? Probijte jednu polovinu opne. Šta se dogodilo s koncem? Šta možete zaključiti?

Formirajte opnu od sapunice na ramu koji u sebi ima petlju. Probijte petlju u sredini. Šta ste zapazili? Kakav zaključak možete donijeti?

Formirajte opnu na ramu sa poretnom stranicom. Razvucite opnu preko pokretne stranice rama, a zatim je pustite. Šta se dogodilo s pokretnom stranicom rama? Kakav je zaključak?

*Objasnite pojave koje ste uočili.*

## OGLED 5

a) Naspite u staklenu posudu sa vodom nekoliko kapi ulja.

Šta primjećujete?

Dodajte u vodu pažljivo alkohol.

Šta sada primjećujete?

*Opišite pojavu koju ste uočili.*

b) Naspite u staklenu čašu HN izol masu.

Dodajte u čašu vode.

Šta primjećujete?

Dodajte u vodu kuhinjske soli.

Šta primjećujete?

*Opišite pojave koje ste uočili.*

## 3. PITANJA

### *I Biljni svijet*

1. Na koji način biljke obezbjeđuju vodu i minerale za život?

2. Zašto trava ne može da izraste visoko kao drvo?

3. Kako biljni svijet uspije opstati za vrijeme sušnog perioda?

4. Gdje nestaje voda sa površine zemljišta poslije obilnih kiša?

5. Koja je uloga lista na biljkama?

### *II Građevinarstvo*

6. Otkud vlaga u zidovima prizemnih prostorija?

7. Je li vlaga u zidu štetna ili korisna pojava po građevinski objekat?

8. Zašto duže traju plastične vodovodne i kanalizacione cijevi od metalnih?

9. Zašto ljudi postavljaju ljepenu ili katran na temelj kuće?

10. Zašto ljudi postavljaju fasade na kuće?

11. Zašto ljudi pokrivaju kuće?

### *III Ekologija*

12. Zašto je staklo, najlon, celofan, PET ambalaža, keramika i guma nepoželjan otpad?

13. Zašto je opasno izlivanje nafte u moru ili okeanu?

14. Zašto je zabranjeno izlivanje nafte, ulja i benzina u kanalizaciju?

15. Zašto je zabranjeno prosipanje nafte, ulja i benzina u zemljište?

16. Na kom principu funkcioniše lampa petrolejka i fenjer?

17. Zašto ljudi premazuju drveno kolje prerađenim uljem?

### *IV Medicina*

18. Zašto se kiseonik veže za krv?

19. Na koji način kiseonik dolazi do organa u organizmu?

20. Na koji način se organi oslobađaju štetnih materija iz organizma?

21. Zašto mast u krvi može biti štetna po zdravlje?

22. Zašto ljudi prije operacije moraju regulisati šećer na normalu?

23. Kako se organi u živim organizmima oslobađaju štetnih materija?

### *V Praksa*

24. Zašto morate svjedočanstva ispunjavati administrativnim mastilom?

25. Koje zahtjeve treba da ispune lotos maramice, papir za pisanje i papir za pakovanje namirnica?

26. Zašto se neki materijali teško kidaju?
27. Na kom principu funkcionišu ljepila?
28. Zašto metali oksidiraju?
29. Na kom principu funkcionišu boje i lakovi?
30. Zašto premazujemo metal temeljnom bojom?
31. Koja je razlika između temeljne boje i laka?
32. Zašto ljudi farbaju automobile?
33. Zašto kiselina nagriza materijale?

### Literatura

1. Smailhodžić, H., S. Sulejmanović (2005): Fizika kroz jednačine i

tabele, Harfo-graf d. o. o., Tuzla.

2. Kulenović, E. (2002): Fizika za 7. razred osnovne škole, Svjetlost, Sarajevo.
3. Vučić, V. (1994): Osnovna mjerenja u fizici, Naučna knjiga, Beograd.
4. Backe, H., R. Backe, H. Giegengack (1987): Das Physik-Experimentierbuch, Verlag Harri, Deutsch.
5. Varičak, M., E. Vernić (1974): Vježbe iz fizike za srednje škole, Školska knjiga, Zagreb.
6. Gajić, S., N. Gabela, A. Vrcelj (1974): Eksperimentalni zadaci iz fizike, Svjetlost, Sarajevo.
7. Čajkovski, D., T. Čajkovski, A. Vrcelj (1990): Praktikum iz fizike, Svjetlost, Sarajevo.
8. Giancoli, D. C. (2005): Physics, Pearson Educacion International.



# POSTMODERNA UMJETNOST

## POSTMODERN ART

Jasmin Kukavica

### Sažetak

Riječ postmoderna, u semantičkom smislu umjetnički pravac suprotan "ortodoksnom modernizmu", postaje aktualan u periodu 1976. godine, a usvojeni izraz primjenjivan je za svaku građevinu koja je izgledala drugačije od, kako bi to rekao Charles Jencks, "pravolinijskih kutija internacionalnog stila". Do 1979. godine postmodernost je bila predmetom rasprava na području arhitekture književnosti, dok filozofsko razmatranje postmoderne započinje izvještajem o stanju u nauci u najrazvijenijim društvima kojega je J. F. Lyotard podnio Savjetu Univerziteta pri Quebeskoj Vladi i od tog trenutka diskusija o moderni i postmoderni dobila je specifičnu "ontološku dimenziju". Uslavno rečeno, s područja estetike i pragmatike svakodnevnice prešlo se na područje filozofije i sve što se u historiji ljudskog roda dešavalo od kada se moderni, emancipacijski model mišljenja počeo ustanovljavati kao najveći civilizacijski domet, na izvjestan način je dovedeno u pitanje razaranjem strukture svijesti čovjeka s kraja 20. st.

Veoma složen zadatak jeste odrediti trenutak hronološkog poretka, gdje započinje, a gdje prestaje moderna i kada postmoderna izlazi na vidjelo. Francuska buržoaska revolucija 1789. godine smatra se početkom moderne epohe iz razloga što je imala velikog udjela u konstituiranju moderne građanske strukture svijesti. Ova buržoaska revolucija, nasuprot "radikalnom projektu prosvjetiteljstva" u okviru kojega je utemeljena moderna filozofska

misao, otvorila je mogućnost čovjeku da vlastiti usud preuzme u svoje ruke.

Međutim, uzimajući čovjeka kao biće primarno predodređeno njegovom racionalnošću, optimizam moderne zanemario je njegovu duboku ukorijenjenost u svijet nagonskih determinanti, svijet prirodnih bića i svih atavizama kojima se čovjek sve do današnjih dana nije uspio izmaknuti. Situacija koju je prosvjetiteljstvo željelo nametnuti jednostavno nije odgovarala dotičnom trenutku historijskog razvoja ljudskog roda u posljednjih dvije stotine godina. Priča o čovjeku kao mjeri svih stvari pokazala je i svoje mračno naličje, a projekat "prosvjetiteljstva" pokazao je sklonost prema raznim oblicima totalitarizma i terora. Stoga je upravo tu sadržana pretpostavka koja u samom nastanku moderne, kao i u njoj samoj, vidi proturječnost koja će dovesti do prvih jasnih postmodernih impulsa.

Ključne riječi: *arhitektura, građanska struktura svijesti, totalizam, postmoderni impuls.*

### Abstract

Word of postmodernism, the semantic meaning of the artistic direction opposite to "orthodox modernism", become actual in the period 1976th year, and the adopted term was applied to each building which looked different from what it says Charles Jencks, "rectilinear box of International Style". Until 1979. the postmodernity has been the subject of discussion in the literature, architecture, and philo-

sophical considerations of postmodernism begins with a report on the state of science in the most developed societies, which was filed by J. F. Lyotard to University Council for Government of Quebec and from that moment discussion of modern and postmodern received a specific “ontological dimension”. Conditionally speaking, from the field of aesthetics and pragmatics of everyday life it moved to the area of philosophy and everything which in the history of mankind took place since the modern, emancipatory model of thought, began to establish as the highest achievement of civilization, and in a way has been challenged by the destruction of the structure of human consciousness with late 20th st. Very complex task is to determine the moment of chronological order, where modern started, where stops, and when postmodernism emerges. Bourgeois French Revolution of 1789. is considered as the beginning of the modern era because it had a large stake in the constitution of the modern civil structures of consciousness. The bourgeois revolution against the “radical Enlightenment project” under which the modern philosophical thought was founded, opened the possibility of man to take over their own destiny in their hands.

However, taking the man as being primarily destined by his rationality, optimism of modern neglected his deep rootedness in the world of instinctive determinants, the world of natural beings and of all of a throwback to that man to this day has not managed to escape. The situation which the Enlightenment wanted to impose just did not fit the relevant point of historical development of mankind in the last two hundred years. The story of man as the measure of all things showed her dark downside, and the project of “enlightenment” has shown a preference for various forms of totalitarianism and terror. Therefore, precisely in it there is the assumption which in the emergence of modernity, as well as in herself, sees the contradiction that will lead to the first clear postmodern impulses.

Keywords: *architecture, civil structure of consciousness, totalitarianism, postmodern impulses.*

## O postmodernoj arhitekturi

Naznake postmodernog se nalaze u promatranju novije arhitekture. Prema Charlesu Jencksu, postmoderna arhitektura bi se morala shvatiti kao poseban arhitektonski jezik oblika.



*Aerospace Museum Frank O Gehry, Los Angeles, California, 1982/84.*

Arhitektura pokazuje dvostruko kodiranje. Jedan kod se sastoji u korištenju popularnih predodžbi o gradnji, bile one receptivne historijski ili pak kontekstualno utemeljene.

Istovremeno, jedna od specifičnosti postmoderne arhitekture jeste da ona pokazuje ironijsko otuđenje, oblikovano na bilo koji proizvoljan način. C. Jencks smatra da je postmoderna arhitektura eklekticistička postmoderna kao radikalni eklekticizam (primjeri građevina Charlesa Moorea i Hansa Holleina).

Piazza d' Italia, Charles Moore, New Orleans, 1975/78.

Prema Hainrihu Klotzu, postmoderna arhitektura se ne smije shvatiti kao produžetak moderne. S jedne strane patos historičnosti, a s druge uvođenje fikcionalnih i „narativnih elemenata” markiraju značajan raskid s funkcionalizmom moderne.

Postmoderna arhitektura ne iskazuje neposredno svoj upotrební smisao promatraču i korisniku, doživljavanje bi trebalo da se zaplete u estetskim nadražajima. „Postmoderna arhitektura želi s predumišljajem iritirati naše shvatanje prostora” – C. Jencks. Ono što postmodernu arhitekturu dijeli od građevina pionira moderne, kao što su Walter Gropius, Mies van der Rohe, Alvo Aalto i Le Corbusier, jeste okolnost da se arhitekturu ne želi promatrati ni kao temelj neke obnovljene kulture, a ni kao društveni projekt.

Mnogo je arhitekata koji se mogu okarakterisati kao „postmoderni”, a koji primjenjuju formalni jezik moderne, npr. Peter Eisenman, Michael Graves, Richard Meier, Oswald Ma-



tias Ungerer, kao i italijanski racionalisti Mario Botta, Giorgio Grassi i Paolo Rossi.

Međutim, taj formalni jezik se suvereno koristi kao citat ili kao pretjerivanje, ali bez ranijih funkcionalističkih zahtjeva. Prema C. Jencksu i H. Klotzu, postmoderna arhitektura bi trebala biti stanovit odgovor na promašaj funkcionalizma. Funkcionalizam kao internacionalni stil doveo je do osiromašenja arhitektonskog lica gradova. Postmoderni teoretičari, tj. propagatori postmoderne, zahvatili su odveć kratko iz razloga što su arhitekturu odijelili od problema grada. Po nekim teoretičarima, život u gradu nije kompleksna shema ponašanja u koju ulaze estetske, psihomotorične, afektivne i socijalne komponente. Što god se prigovaralo „pionirima novog građenja”, oni su vodili računa o dvije stvari koje nedostaju prominentnim zastupnicima postmoderne. Naime, avangarda je građenje shvatala kao društvenu praksu, pa su npr. Hannes Meyer i Ferdinand Kramer oblikovanje i arhitekturu interpretirali kao društvenu refleksivnu i reformatorsku djelatnost. Arhitektura je bila usmjerena na praktično ophođenje sa stvarima, koje se ne poziva samo na optičke, nego i na naptičke i taktilne modalitete iskustva. Naravno, pri tome je trebalo pronaći formalni jezik suprotan idealističkim pretjerivanjima u simbolizmu i historijskoj ornamentici. Avangarda je bila svjesna toga da je arhitektura trenutak u obuhvatnijem građenju gradova, a sam Le Corbusier je bio izložen kritici zbog maksime o građenju gradova iz razloga što su životni sadržaji stanovanja, rada i igre na umjetan način trebali biti razdvojeni.

Najprominentniji postmodernisti ponovo su napustili povezanost arhitekture i grada, koju su „pioniri novog građenja” naslućivali, iako je ona mimoilazila prirodu ljudskih potreba, pa samim tim bila i krivo koncipirana. Charles Moore je inscenirao djelomično optičku arhitekturu kulisa, koja „izvana” zahvata društvenu praksu. Internacionalni stil '50-tih i '60-tih godina se sastojao od neokapitalističke zemljišne politike i arhitekture koja je vodila računa samo o tehničkim zahtjevima i stoga bila apstraktna. U SAD - u je društveno neobavezan Bauhaus, u osobi Miesa van der Rohea, izbacivao formalni jezik tehnooidnih gigantizama koje su postmodernisti izložili kritici. Međutim, već je i sam Walter Gropius kritikovao taj razvoj.

Urbano građenje bi trebalo zamisliti tako da ostane u koordinaciji s plastičnim potrebama čovjeka – grad, kao polivalentni životni prostor, s mjestima tišine, parkovima, dugim stazama za hodanje i javnim mjestima.

Teoretičari postmoderne arhitekture čine kombinaciju svega da bi obrazložili raskid s avangardom, npr. barokna kulisna arhitektura jednog Holleina i Charlesa Moorea, populistička arhitektura jednog Venturia, kao i participacijska, urbanistička arhitektura Ersikinea, Leya, braće Krier, Krolla, grupe Arau, Hertzbergera itd. Po mišljenju Heinza Paetzolda trebao bi se provesti diferencirajući rez. Arhitekturu Holleina i Moorea, koja jednostrano apeluje na optičko opažajno polje i ponovo etablira arhitekturu kao savremenog umjetnika, treba razlikovati od arhitekture participacije, orijentirane na mnogostruku upotrebu stvari, koja vodi računa o urbanoj praksi. Arhitektura kulisa, zapravo, lomi emancipatorske norme moderne, dok se participacijska arhitektura, kao i ekološki informirana arhitektura, čvrsto drže moderne.

U svjetlu ovog posljednjeg navoda pokušao bih posmatrati rad holandskog arhitekta Rema Koolhasa.



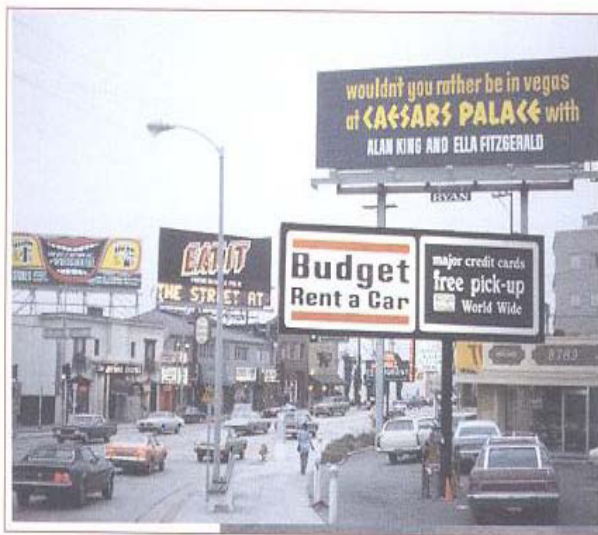
Kolhas je možda najdarovitiji arhitekta-polemičar od vremena Le Corbusiera koji, kao i on, posjeduje jednako raskošan talent za projektovanje i pisanje, te medijsku karizmu.

Rođen je u Holandiji 1944. godine, a radio je kao novinar i pisac scenarija u Amsterdamu, pa je njegov pristup arhitekturi i urbanizmu ostao istaživački i kinematografski.

Nakon studija na Architecture Association (AA) u Londonu ranih '70-tih, 1975. godine je s trojicom prijatelja osnovao Office for Metropolitan Architecture (OMA), čije sjedište je od 1978. godine u Rotterdamu. Za prvih deset godina postojanja broj izdatih publikacija je znatno nadmašio broj građevina, a „mrtva trka”

nastavlja se voditi do danas. Mega-knjige poput S, M, L, XL (1995) su doprinijele transformaciji izdavaštva na polju projektovanja.

Također su obimne i nove publikacije o „mutacijama” modernog grada, nastale kao rezultat istraživanja koje je R. Koolhaas vodio na Harvardu od 1995. godine. U vrijeme magistriranja na Institute for Architecture and Urban Studies, sredinom '70-tih godina, Koolhaas je doživio svoje „bogojavljenje” metropolisa, objavivši manifest *Delirious NY* (*Delirični Njujork*), te je shvaćeno da je u smislu žanra ispred svog vremena. Dosta OMA radova je embriono začeto u *Deliričnom Njujorku*. Godine 1978. bližio se vrhunac postmoderne arhitekture, urbane sheme su primane s nepovjerenjem, dok je Njujork bio u finansijskoj krizi, kao i ostali američki gradovi. Suprotstavljeni modeli bića grada ipak su Koolhasu ostavljali prostor za manevar. Na jednoj strani bila su braća Krier koji su insistirali na povratku historijskog kvarta, kao temeljne osnove urbanizma u Evropi. Na drugoj strani su bili Rober Venturi, Denis Skot Braun i Stiven Izenour, koji su prihvatili komercijalni strip („džambo plakati su gotovo prihvatljivi” objavili su 1972. u manifestu „Učenje od Las Vegasa”, kojemu je *Delirični New York* indirektan odgovor).



*Strip arhitecture, Las Vegas, Nevada 1970.*

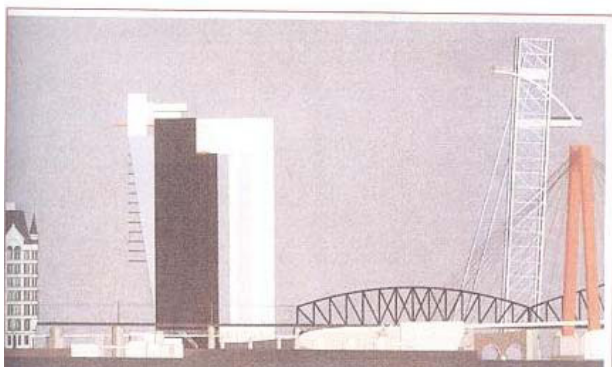
I dok je u to vrijeme evropski modernizam poput La Courbisierovog i Gropiusovog bio potcjenjivan, posebno zbog svog utopijskog aspekta, američki modernizam nije bio žigosan jer je istovremeno ambiciozan i popularan.



*Strip architecture, Los Angeles, California 1990.*

Koolhaas je kasnih '70-tih ponio kuću u Evropu, taj pragmatični primjer koji mu je omogućio da nađe sredinu između dva različita stava i da povede OMA prema „polemičkoj demonstraciji” koja upućuje na to da se aspekti modernizma, kako u Americi, tako i u Evropi, mogu dovesti u koegzistenciju s historijskom sredinom – biti, da je novu urbanost, a koja se odriče pretenzija harmonije i koherencije, moguće zahvaljujući tenzijama i kontradikcijama koje „cijepaju” historijski grad, pretvoriti u novi kvalitet. Pravilno je procijenio pogodan momenat: Evropa je bila pred iskustvom „druge modernizacije”. U Americi je politička moć ustupila kontroli ekonomskoj moći kada je Reagan Vall Street prebacio u Bijelu kuću, a socijalnim životom su sve više upravljale multinacionalne korporacije. One su tražile da budu simbolično predstavljene, a postmoderna se dobro prilagodila toj logo-arhitekturi. U Evropi su vlade još uvijek bile zainteresovane za velike projekte okrenute budućnosti, posebno za građenje „nove Evrope” nakon 1989. godine.

„Mi smo se solidarisali sa ovim pragmatičnim avanturama”, upozorava Koolhaas u S, M, L, XL, „činilo se da se desila nemoguća konstelacija potrebe, htijenja i naivnosti, koja je stvorila njujorška „čuda”. Iako je predviđao da bi se to ponovno otkrivanje arhitekture moglo pretvoriti u „Faustovski gambio”, bilo je nemoguće oduprijeti se primamljivosti velikog foto-printa koji se po prvi put ozbiljno javio u Evropi. tičnim avanturama”, upozorava Koolhaas u S, M, L, XL, „činilo se da se desila nemoguća konstelacija potrebe, htijenja i naivnosti, koja je stvorila njujorška „čuda”. Iako je predviđao da bi se to ponovno otkrivanje arhitekture moglo pretvoriti u „Faustovski gambio”, bilo je nemoguće oduprijeti se primamljivosti velikog foto-printa koji se po prvi put ozbiljno javio u Evropi.



*Apartment Building and Observation Tower, Rem Koolhaas, Rotterdam, Netherlands 1982.*

OMA je učestvovala na više državnih natjecaja i pobjedila na nekoliko. Za terminal u Zeebrugge predložena je inovativna struktura koja u obliku stošca siječe nebeski svod, ispod kojeg saobraćaju feriboti; s autobuskom stanicom u centru, parkingom iznad nje i panoramskim restoranom na vrhu. Njegov projekat velike biblioteke u Parizu bio je blistavi blok od kojeg se mogu formirati oblici prema potrebi. Centar za umjetnost i medijsku tehnologiju u Karlsruheu obuhvatao je studio i laboratoriju, pozorište, biblioteku, predavaonicu i dva muzeja iza fasade na kojoj se mogu prikazivati filmovi. Iz nepoznatih razloga su propala sva tri projekta, ali je zato OMA dobila najveću moguću nagradu za projekat Euralile (1990/94), novi centar za Novu Evropu u Lili, gradu koji je vratio značaj svojom pozicijom na Eurostaru i mjestom na ruti TGV-a. OMA je uradila TGV stanicu, dva trgovinska centra i jedan gradski park, čiji autori su bili drugi arhitekti, ali je za sebe ostavila „Congrexpo”, moderni Grand Palais u obliku iskrivljene zdjele sa velikom koncertnom dvoranom, tri auditorija (kongresni dio) i izložbenim prostorom (expo dio). Godinu dana nakon završetka projekta Lila, dakle 1995., štampana je S, M, L, XL, raskošni – ekstravagantni kompedij eseja, manifesta, dnevnika, ilustrovanih putopisa. Ciklus meditacija o savremenom gradu sa OMA radovima nastalim tokom dvadeset godina, kategorizovanim prema skali S, M, L, XL počeo je kopijama računa (grafičkim prikazima) prihoda i rashoda, milijama zračnih linija, hotelskim noćenjima – Koolhasov retroaktivni manifest vlastitog rada. Kasnih '80-tih sve manje govori o prenatrpanosti – gomilanju kao u „Deliričnom New Yorku”, a sve više o „praznini i ništavilu”. Biblioteka u

Parizu bila je zamišljena kao izrazito „pusta”; projekat Lila je okrenut urbanim modelima (kao što je koncert Broadacre City – grad širokog prostranstva ili prostranog polja) Franka Loida Rajta. Možda je Koolhas osjetio da nova ekonomija medija i komunikacije neće poticati daljnu disoluciju grada, njegovu konačnu smrt, kao što su predviđali arhitekti futuristi poput Paula Virilija, nego prije njegovu veću nagomilanost, njegov metastatički život, na čemu su ubrzo počeli insistirati politički ekonomisti poput Saskija Sasena. Iz tog razloga su njegove publikacije pune alarmantnih statističkih podataka: 1950. godine su jedino Njujork i London imali preko 8 miliona stanovnika, dok danas postoje 22 megapolisa. Od 33, koliko se predviđa da će ih postojati 2015., 27 će ih biti u nerazvijenim zemljama, uključujući 19 u Aziji. Koolhas je 1995. godine počeo predavati na Harvard Graduate School of Designe, gdje je pokrenuo „projekat o gradu”, istraživanje bazirano na tezi studenata: „dokumentovati i shvatiti mutacije urbane kulture... više se ne može unutar tradicionalnih kategorija arhitekture, krajolika i urbanizma”. Svi projekti su kulminirali novom mega-knjigom s ilustracijama, statističkim podacima i tekstovima. Prva je objavljena Harvard Design School Guide to Shopping i ubrzo ju je slijedila Great Leap Forward, koja se bavi intenzivnom urbanizacijom Pearl River delte na potezu Hong Kong – Makao. Slijedi studija urbanizacije Zapadne Afrike, s posebnim osvrtom na Lagos, te proračun „operativnog sistema” rimskog grada (bazilika, forum, hram itd.), kao i prototip empire building, uključujući u idiom Mihaela Hardta i Antonia Negria naše vlastito carstvo nadnacionalnog suvereniteta i globalnog kapitalizma. Harvard Design School Guide to Shopping je kompendij četrdeset pet eseja petnaest različitih autora, s uobičajenim „ubojitim” ilustracijama i statistikama. Istovremeno tehnološko, ekonomsko, socijalno i kulturno istraživanje prati post-industrijsku potrošnju koja transformira grad jednako kao što je to učinila industrijska proizvodnja. Šoping je toliko uspješan parazit da je preuzeo ulogu domaćina i on je posljednja preostala javna aktivnost. U jurišu sve agresivnijih oblika, šoping je uspio kolonizirati, pa čak i zamijeniti gotovo svaki aspekt urbanog života. Historijski gradski centri, predgrađa, ulice, a sada i željezničke

stanice, muzeji, bolnice, škole, Internet sve više mijenjaju izgled pod utjecajem mehanizama i prostora koji koristi šoping. Pretvaranjem putnika u potrošače, aerodromi su postali visokoprofitabilni. Muzeji se pretvaraju u šoping centre da bi preživjeli. Tradicionalni evropski grad, koji je nekada pokušavao da se odupre šopingu, sada je postao nosilac potrošnje američkog stila.

„Veliki” arhitekti koji se gnušaju svijeta kupovine ipak koriste šoping konfiguraciju kod projektovanja muzeja i univerziteta. Gradovi koji propadaju revitaliziraju se tako što sve više liče na šoping centre. Grad Leap Forward nije šarno poiigravanje sa Maom i njegovom ekonomskom inicijativom, to je ponovno promišljanje „o menhetenizmu” i njegovoj kulturi prenatrpanosti: Azija se nalazi u žestokom procesu gradnje, kakav ranije nije postojao. Vrtlog modernizacije posvuda razara postojeće azijske uslove i stvara potpuno novu urbanu supstancu. Pearl River Delta je izvanredna mješavina komandne i tržišne ekonomije, koju „Njujork tajms” opisuje kao „tržišni lenjinizam”. Tipično za Koolhasa, on traži tipološku ikonu koja bi izrazila tu čudnu kombinaciju narastanja i stabilnosti. Ona neočekivano dolazi u obliku 75 milja dugog autoputa koji spaja neke urbane centre, a u privatnom je vlasništvu hongkonškog biznismena Gordon Vua. Nepovjerljiv prema kineskim vlastima, Vu je cijeli autoput izgradio kao vijadukt koji se spušta samo na raskrsnicama gdje je predvidio buduću urbanizaciju. Prema modelu komunističkih utopija socrealizma, Koolhas ovu vrstu projekta naziva „tržišni realizam” – briljantna formula istovremenog neispunjenja i ispunjenja želja, koja se zasniva na trenutnom prostoru između tržišnog obećanja njegovog ispunjenja. Iako jedinstveno, Pearl River Delta je za Koolhasa karakterističan primjer današnje modernizacije kao što je to Njujork bio '30-tih i nova Evropa '80-tih i '90-tih. Rad Rema Koolhasa, uprkos njegovom angažmanu na drugim kontinentima, mogao bi poslužiti kao primjer današnjeg evropskog moderniste. U Deliričnom Njujorku objedinio je kao protutezu neprijatelje Le Corbusiera i Dalija; njegova neizrečena ambicija bila je da ih pomiri. Koolhas se snalazi u ovoj dijalektici bolje od bilo koga drugog, ali upravo ta vještina je doprinijela nastanku nekih kontradiktornih poteza. Ona ga je navela da kritikuje savremenu apoteozu šopinga, ali je ipak

bio i arhitekta Prade (koja je u mega-knjizi objavila njegove projekte tri nova epicentra: u New Yorku, Los Angelesu i San Franciscu). Navela ga je i na osnivanje inovativnog komplementa OMI, pod nazivom AMO, koji je pripreman da kritički interveniše na širokom polju projektovanja, ali i da stavi svoj potpis kao konsultant na Conde Nast u ponudi za modernizaciju njegovog imperija. Navela ga je i na suprostavljanje spektakularnoj arhitekturi, kakvu su promovisale institucije poput Gugenhajm muzeja, ali i da ipak projektuje Gugenhajm galeriju u Las Vegasu. Danas je teško zamisliti politiku koja na neki način ne pregovara s tržištem, a Koolhas se svakako razumije u kritički osvrt i provokativne sheme. Ako je tendencija da muzeji postaju prodavnice, Koolhas se pita zašto ne bi i prodavnice, bar djelomično, služile kao muzeji?

Jedne prilike Koolhas je uzvratilo svojim kritičarima: „Nikada o našoj djelatnosti nisam mislio kao o nečemu što dovodi do promjene.

Mene zaokuplja to kako se sve mijenja na načine koji su često radikalno suprotni bitnim vrijednostima arhitekture. Uprkos očiglednom uspjehu, ja arhitekturu vidim kao ugroženu vrstu kojoj pokušavam naći novo mjesto. Ironija je da bit naše aktivnosti – ponovno osmišljavanje prihvatljivog odnosa između formalnog i društvenog – ostaje nevidljiva iza mog cinizma, navodnog nedostatka kritičkog stava i naših očigledno vječitih ustupaka”.



*Primjer arhitekture Rema Koolhasa: Građevina Holandske ambasade u Berlinu*

## Historijat

Ranih '90-tih, nakon što je njemačka federalna Vlada odlučila da premjesti svoje sjedište iz Bona u Berlin, rodila se ideja o zgradi holandske Ambasade. Rezultat je jedinstveno holandsko zdanje na obalama rijeke Spree, prije čije realizacije se desilo mnogo toga.

Prije nego što je holandska Ambasada u Bonu preuzela ulogu zastupnika državnih interesa Zapadnoj Njemačkoj nakon drugog svjetskog rata, Holandija je imala svoju delegaciju u Berlinu. Ambasada je bila smještena u Rauchstrasse, u zgradi kupljenoj 1920. Prethodna adresa je bila Vosstrasse 16. Ta zgrada je srušena 1930. da bi se napravilo prostora za gradnju Hitlerovog ureda. 1920. godine, mimo holandske tradicije, kupljeno je nekoliko zgrada za potrebe predstavljanja države u inostranstvu.

Za njihov izbor je bila zadužena komisija na čelu s arhitektom i profesorom Van der Steurom. Van der Steur nije bio nepoznat, među njegove radove spada i Palata mira u Hagu. Zgradu u Rauchstrasse 10 je ocijenio pogodnom, jedino mu se nije dopao interijer. Radovi na uređenju su povjereni berlinskom arhitekti, a zgrada je stradala prilikom bombardovanja u Drugom svjetskom ratu. Holandija 1973. godine lokaciju svoje bivše ambasade prodala jednom privatniku. Nakon napuštanja Bona 1999. godine, privremeni smještaj je nađen u Internationales Handels Centrum (IHZ), ogromnom neboderu iz vremena DDR-a, koji se nalazio u centru Istočnog Berlina.

Kao što je rečeno, Holandija tradicionalno nije gradila niti kupovala zgrade svojih ambasada, da bi potkraj 20. stoljeća došlo do promjene stava – želje za postizanjem većeg međunarodnog priznanja, izražene izgradnjom, renoviranjem i uređenjem brojnih zgrada ambasade. Izbor Rema Koolhasa i njegovog tima kao realizatora projekta djelomično je rezultat ove politike.

Protaklo je mnogo vremena prije nego li je Ministarstvo kupilo zgradu uz rijeku Spree, na prekrasnoj lokaciji u Klosterstrasse, u samom centru Berlina. U početku su nudene parcele daleko od centra, ali je u pismu ambasadora van Walsuma, upućenog generalnom sekretaru Ministarstva vanjskih poslova u Hagu, izričito

navedeno da ambasada može biti smještena ili na mjestu koje se zove Tiergarten ili u centru. Praznu parcelu je pronašlo osoblje tadašnjeg berlinskog ureda. Ambasada je, kao i njemačka Vlada, još uvijek bila u Bonu, a u Berlinu je postojalo istureno odjeljenje pod nazivom Ured ambasade.

Bilo je razloga za ponos pronalaskom tako lijepog komada zemlje. Uspostavljeni su razni kontakti na najvišem nivou, i to u vrijeme dok se još nije znalo kako stoje stvari u vezi sa vlasništvom i postoje li slučajno potraživanja iz Drugog svjetskog rata.

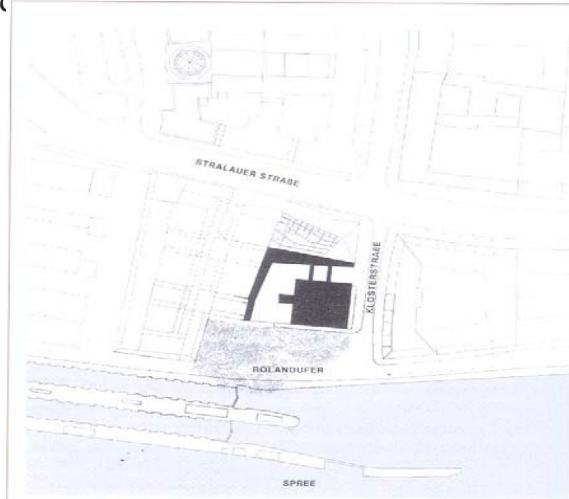
Odjel za nekretnine van zemlje zadužen za osnivanje i održavanje zgrada i rezidencija ambasada bio je zainteresiran da saslušava Ured ambasade u Berlinu. U skladu s arhitektonskim propisima holandske Vlade sastavili su precizan dokument, prema kojem se garantuje podizanje prepoznatljive zgrade koja će odražavati kulturna dostignuća nacije u oblasti arhitekture i unutarnjeg dizajna. Da bi bili sigurni da će dobiti traženo, u dokumentu su detaljno naveli zahtjeve koje zgrada treba da zadovolji, i time utemeljili visoke standarde za gradnju van zemlje. Precizno su definisani bitni elementi u smislu upotrebne i kulturne vrijednosti zgrade, a da se pri tome vodi računa o troškovima korištenja. Jasno je navedeno da država, a posebno Ministarstvo vanjskih poslova, u tome ima bitnu ulogu. Zahtjevi za kvalitetom su se odnosili i na arhitekturu, i na uređenje, i na dizajn unutrašnjosti zgrade. To je, između ostalog, izraženo u obavezi zadovoljavanja visokih standarda kvaliteta materijala i tehničkih instalacija.

Objavljen je poziv arhitektima i arhitektonskim firmama u cijeloj Evropi. U finalni izbor je bio uključen vladin arhitekta Wytze Patijn

Pretpostavka je bila da, ukoliko je moguće, posao realizuje jedna konsultantska firma ili asocijacija. Ovaj oblik konsultacija je poznat kao „totalna gradnja”. Učesnici natjecaja su imali priliku da pokažu svoje vizije i plan pristupa koji su morali biti u skladu s planom zahtjeva. Selekcija je izvršena 1996. godine. Plan zahtjeva je sačinjen u skladu s prethodno spomenutim Vladinim pravilnikom o nekretninama van zemlje i specifičnim zahtjevima Odjela u Hagu u vezi s predstavnicima zemlje u Njemačkoj, koja je svrstana u red zemalja od posebnog značaja. Sama pojava zgrade

treba odražavati gostoljubivost i otvorenost Holandije, kao i njene kulturne standarde. Ove specifične ideje mogu se pročitati kao „deklaracija principa”: agresivno usmjereni prema izgledu i kvaliteti. Citat iz plana zahtjeva: „Obaveza da se bude prirodan najveća je kritika na račun holandske kulture; holandska samodopadnost je rezultirala okretanjem modernizma u stil refleksa.

Sada i ovdje, dublja analiza i razmatranje brojnih tehničkih pitanja može imati obnavljajući efekat i stvoriti jedinstveni profil Holandiji u odnosu prema ostatku Evrope – manje retorike, više akcije”. Postojeći sistem bodovanja u koji su, osim arhitekture, bile uključene i druge profesionalne discipline, donio je pobjednika: OMA – Asocijacija arhitekata predvođena Remom Koolhasom. Komisija je bila impresionirana vizijom Koolhasa i njegovog tima. Oni nisu željeli običnu zgradu, to je bila pobuna protiv običnog i normalnog. Ideja je naišla na odobravanje i razumijevanje Ministarstva u Hagu. Savršeno se uklapala s politikom namjera u pravilniku i nekretninama. Interesantan momenat u vezi s tim je da se Koolhas predhodno distancirao od projekta u Berlinu, jer je osjećao da ideje arhitekture izražene u tom projektu neće voditi do nove „provale prema modernizmu”. U programu zahtjeva za ambasadu Koolhas je vidio priliku za novu šansu i izjavio: „Nova arhitektura, koja ima za cilj da bude advokat izuzetnog unutar svakodnevnice, da bude poziv da se postane toliko ambiciozan da se poželi grad i arhitekturu dovesti u uzajamni balans na višem planu.” Javno predstavljanje projekta u Aedes galeriji predstavljalo je veliki događaj koji je privukao brojne posjetioce.



Lokacija holandske Ambasade u Berlinu

## Holandska ambasada u Berlinu

Holandska Ambasada u Berlinu svakako je rad sam po sebi: virtuozna prostorna fantazija, artikulisana unutar ograničenog kvadratnog prostora, koja neprestano vijuga i uvija se oko sebe. To razigrano istraživanje užitaka zamršenosti predstavlja provokaciju motiva arhitektonske promenade i stvara kontrolisani i veseli kaos. Oblik cik-cak trajektorija koji se iza savršeno jednostavnog staklenog bloka veličine 27 m više puta prepliće, koncentrisana je u nekoliko topoloških igara koje su još ranije razvili Koolhas i njegovi sljedbenici.

Postoji nešto intrigantno u kontrastu između unutrašnje vitalnosti i smirenog izgleda fasade; nešto poput džentlmena koji se uspijeva kontrolisati u napetoj situaciji (diplomata). Koolhas kaže da je htio napraviti zgradu koja bi nam, zahvaljujući osnovnom smjeru koji naglašava nekoliko aspekata, arhitekturu i ambijent grada, omogućila da bolje razumijemo Berlin. Htio je da s jednakom ozbiljnošću pristupi krajnje različitim elementima historijskog konteksta njemačke prijestolnice. Izbjegavajući spektakularni ekspresionizam i ostajući na nekoj vrsti srednjeg tla, čak i kada se zgrada rezonantno izdiže od tla, sakrio je stubove iza njenog spokojnog izgleda, iza holandskog humanizma i otvorenosti. Izbjegavajući svako ponavljanje i distancirajući se od sljedbenika, još jednom nas je iznenadio istraživanjem novog prostora neograničenih mogućnosti, koji izaziva vrtoglavicu već pri samom otvaranju vrata. Taj konstantni bučni izraz beskrajnih mogućnosti danas nas više ne plaši nego fascinira. Prije svega, zgrada Ambasade na neki način predstavlja distanciranu reakciju na političku situaciju i historijski kontekst, ali i odgovor na dva nacionalna imidža, kao i na dva zahtjeva za identitetom, od kojih je jedan mučan. Na jednoj strani stoji ideja otvorenosti, savremenosti i transparentnosti koja bi trebala da karakteriše Holandiju, a na drugoj ponovno ujedinjenu Njemačku koja se, najbolje što može, nosi sa svojom nesretnom prošlošću, s traumom posvuda vidljivom: u ruševinama, u nedovršenosti, u psihičkim ožiljcima, kao i u koegzistenciji potpuno različitih arhitektonskih tipova, stilova i atmosfera. Ima, naravno, određene ljepote u toj sredini oblikovanoj histo-

rijskom tragedijom, koja je življa i spremnija za budućnost za razliku od nekih drugih gradova, koji nisu imali njenu sudbinu i koji uklanjaju svoju drevnu raskoš. Berlin želi ponovo otkriti period kada je, kao baštinik jedne od vodećih evropskih civilizacija, bio otjelotvorenje velikog grada, Grosstadta, bogat i bez krivice. Taj krajolik, sa kojeg su gotovo potpuno nestali tragovi nacizma, sada nastoji zatamniti i tragove komunizma te zapadnog modernizma '50-tih i '60-tih, prema kojima gaji jednaku antipatiju.

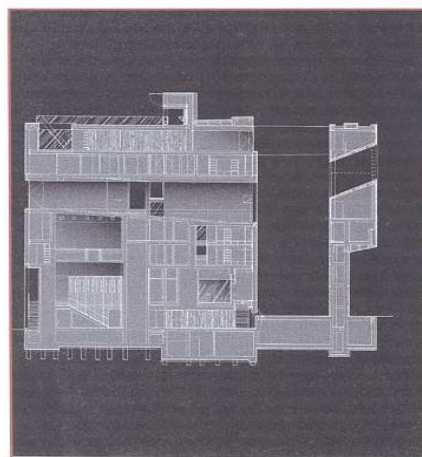
Dugi period hladnog rata, podijeljenost države četrdest godina, od 1949. do 1989. godine, te postojanje Zida preko dvadeset osam godina, donosi dvostruku dezintegraciju duše Berlina, zadajući posljednji udarac poništenju sjećanja Njemačke Drugim svjetskim ratom. Holanđani su željeli autonomnu, jednu čitku zgradu ambasade, i to zasjeniti samu sebe, pa su htjeli da nametnu prilično vještački regulatorni model koji nazivaju kritičkom rekonstrukcijom.

Danas vlasti jednaku odgovornost pripisuju ideologijama modernizma i funkcionalizma, posebno Hansu Scharounu, koji je bio Stadtbaurat, ili glavni arhitekta nakon 1945. Njegov nasljednik Hans Stimmann, direktor Construction and Housing Department, ocijenio je historiju grada kao historiju destrukcije do koje su doveli rat i poslijeratni planeri. Ernest Junger je napisao ocjenu koja može biti moto kartografskog rada: „Naši gradovi su pretrpjeli veća oštećenja od arhitekata nego od bombi. Najgore što bomba može učiniti jeste da ošteti supstancu zgrade i sravni je sa zemljom, dok arhitekta uništavaju njenu bit od tla prema gore”. U decembru 1978. godine princ Charles je u svom govoru u Mancion House, na vrhuncu kampanje protiv moderne arhitekture izjavio da se, u poređenju s engleskim arhitektima, Luftwaffe može pripisati zasluga jer: „Kada je rušio naše zgrade, nije ih zamjenio ničim uvredljivijim od križa”. U Berlinu postoje dva klana urbanista koji se uzajamno negiraju i optužuju za pokušaj brisanja aspekta nasljedstva grada. Jedni govore o vječnom duhu Berlina, nekoj vrsti bića zapisanog u ornamentici njegovih ulica i u njegovoj tipomorfologiji. Protivnici ih optužuju za pokušaj prikrivanja tragova nacizma, za destrukciju grada, komunistički ekperiment i dva postmodernistička postratna perioda, nastala paralelno nakon kratkog peri-

oda socijalrealizma. Obje grupe upućuju na nepomirljivu prošlost; jedna dublje u historiju, druga više u goruću aktuelnost. Hans Stimmann smatra da su postratni arhitekti, planeri i političari živjeli s mržnjom prema prošlosti i vjerovanjem u progres i na Istoku, i na Zapadu. Koolhaas je imao prostora da se infiltrira u tom antagonizmu i krizi stavova. Često je citirao parolu Haus-Rucker grupe iz Austrije: „Amnestija za postojeće”. To je poziv da priznamo da su i drugi periodi i kulture, pa i iz sasvim bliske prošlosti, stvorili fragmente gradova i zgrada koji su danas prihvatljivi i bez obavezne kritike.

Odgovorni za urbanizaciju Berlina zabrinuti su i za izlomljenu strukturu parcela. Stimmann i njegove kolege ne nalaze više nikakvu fabriku koja bi mogla stvoriti koheziju centra. Više ne vidimo niti jednu od onih fino granuliranih struktura, čiji pravilan raspored poznavao ci grada toliko cijene na starim snimcima iz zraka ili na crnim planovima čiji koncept je otkrio Josef Paul Kleiheus na vrhuncu postmoderne i Internacionale Bauanstellung u čuvenom dijelu Collage grad od Colina Rowea i Freda Koettera, objavljenog kratko prije toga 1978. godine. Prema Roweu i Koetteru, urbanisti su zapeli u procjepu između nostalgije prema tradicionalnom gradu i stvarnosti modernog metropolisa, koji je postao zbrka vizualno razbijenih objekata, jer se ulica dezintegrisala.

U toj ikoni postmoderne kuće su bile prikazane crnom bojom, a ulice, trgovi, holo- vi sa stubovima i dvorišta bijelo, kao i palače, crkve i javne zgrade. Colin Rowe je veoma dobro znao da arhitektonski objekti neće odumirati i raspadati se tako lako; pozvao je na njihovu asimilaciju u kontekst.



*Nacrt holandske Ambasade, sjever-jug*

U sklopu Venecijanskog bijenala 2000. godine, Hans Stimmann i Tobias Nofer su postavili izložbu "Physiognomie einer Grosstadt" na kojoj je bila predstavljena kolekcija crnih planova. Senatsbaudirektor ih je vidio kao kritičku analizu prostornih ideja arhitektonskog modernizma nakon 1945. Na njima je dat kontekst Berlina u pet ključnih momenata: na početku rata 1940. godine; neposredno nakon propasti 1945. godine; 1953. podizanje zida; 1989. pad zida; 2000. godine deceniju nakon toga. Plave, crne i crvene linije označavaju za svaki od ovih perioda postojeće i uništene strukture, novoizgrađeno, i projektovano za budućnost. Druga serija planova koristi linijsko crtanje da skicira transformaciju parcela (lot structure).

Stalno pitanje u Berlinu danas je „Ko je ko?“, katalog ili enciklopedija međunarodnih arhitekata, koji su u velikom broju od rata naovamo ostavili svoj trag, s brojnim primjerima stilskih i stilističkih preokupacija, nastalih ne samo značajnim povodom, kakav je Hansa-Viertelinterbau 57, zgrade Internacionalne Bauausstellung, Iba 87, ili građevine podignute '90-tih. U Berlinu danas svoje predstavnike imaju i racionalizam, manje-više participatorni ekspresionizam, postmoderna, dekonstruktivizam i minimalizam. Prisutne su i sve tehnike: hiperbolični paraboloidi, beton, metalni kosturi, fasade od obojene plastike ili kamena sa zidnim zavjesama ili azbestnim cementom, sjajnim aluminijumom itd. Rezultat je čitavo blago primjeraka, svojevrsna arhitektonska kolekcija, koja također pothranjuje nešto poput osjećaja kompleksa kolonizovanog. Zato je Hans Stimmann ocijenio da grad više ne bi trebao slijediti „cilj ponovnog izmišljanja Berlina“, nego ostati na zalihama izgrađene historije, kao što se razvijao prije dolaska brie-a-brae eklekticizma: historije kamenog grada, stejnerne Berlin, kako ga je pomalo podrugljivo nazvao Werner Hegeman u knjizi izdatoj 1930. Evropskom gradu je potrebna tjelesnost (materijalnost), zidovi i otvori koji označavaju tranziciju između zgrade i grada, privatnog i javnog. Ovaj evropski grad, koji više nije primjer internacionalnog stila, trebalo bi da upućuje na oživljenu lokalnu tradiciju: da poziva poslovne zgrade da preuzmu predmodernističku i modernističku tradiciju. Vraćanjem historijskog modela ulica i historijskih linija puteva i trgova, osebujni berlinski

milje bi trebao postati međunarodni arhitektonski idiom, bez obzira što to može biti shvaćeno kao uvreda za arhitekte koji su naučili da rade bez ikakvih ograničenja. Ipak postoji osjetljiv problem s obzirom na sudbine koje je imao

Istočni Berlin. Iznenada se razvila neobična nostalgija prema komunističkom periodu, nazvana „ostaligija“. U javnosti se razbuktava intenzivna rasprava. Projekat holandske ambasade je svoju snagu ispoljio u njenom vječitom obuzdavanju – jednostavnom pojavom staklene kocke s diskretnom fasadom, u čemu će većina vidjeti samo banalnost. Kada se u januaru 2000. godine Berlin pripremao da ponovno preuzme ulogu prijestolnice, jedan manji broj zemalja je odlučio da, umjesto oko Tiergartena ili Pariser Platza, svoje predstavnike smjesti u starom centru, koji je upravo doživljavao rekonstrukciju, pored obala rijeke Spree, uzvodno od ribarskog ostrva. Dugo vremena ono je bilo geografski centar skromne aglomeracije 17. st., opasano šancima, prije nego što se proširilo na neoklasicističke Dorotheenstad i Fridrichstadt, a zatim postalo središte pruskog carstva 1701. godine. Na lijevoj strani kod mosta Janovitz nalazi se zgrada kineske ambasade od nehrđajućeg čelika; blistava i nehajna i paradoksalno germanska; nekoliko koraka dalje uz kej je elegantna brazilska ambasada čiji vitki balkoni više podsjećaju na bogatu privatnu rezidenciju.

U gornjem dijelu keja su stare administrativne zgrade iz nacističkog perioda s atrijem. Imaju kose krovove i tamne mrlje od udaraca; ne tako davno u njima je bilo smješteno Ministarstvo kulture DDR-a, sjedište Jugendarbeita i pratećih službi ministarstva. Malo dalje, na uglu keja i Klosterstrasse, nalazi se finansijska administracija u zgradi jednostavne nacional-socijalističke estetike s izbočenim vijencem, travertinom, svijetlosivom žbukom, kamenim okvirima oko prozora i trijema s pet arkada.

Nekada su ovdje bile prazne parcele, skladišta, garaže i radionice. Prostor je popunjen zgradom centralne berlinske vodovodne kompanije. Na zavoju Stralauerstrasse, gdje je nekada bio pitoreskni Molken Markt trg, nalazi se neka vrsta gotskog trijema u starom češkom kubističkom ili ekspresionističkom stilu s četiri nivoa, čvrsta poput tamne betonske pregrade ispred šestospratnice u obliku bureta s oplatom



od cinka. Jedan dio kompanije se nalazi u velikoj zgradi na čijoj se fasadi smjenjuju sivi kamen i sjajni mramor. Lažne osnove dimnjaka vode ritam do dva nivoa potkrovlja, a tri snažna talasa strukture i brojne staklene izbočine bi trebalo da predstave motiv vode niz ulicu Neuve Judenstrasse. Ovaj kompleks sa znakovima kritičkog rekonstrukcionizma istovremeno je i skroman i bogat, te uredno formiran oko malih kvadratnih atrija ne dužih od 20 metara, sa fasadom čija visina do vijenca iznosi 22 metra, a kruna krova ne prelazi 27 metara. Ovdje se dešava neobičan momenat: rekonstrukcija grada u obliku u kojem ranije nije postojala; potraga za idealnom prijestolnicom koja nikada nije trebalo da iskusi traume rata i Zida; ili koja pokušava da ih zaboravi. Nasuprot keju, iza drvoreda, na drevnom ribarskom ostrvu, nekad ispresijecanom uličicama s nabacanim kućama, sada se uzdiže šest stambenih blokova, šest tornjeva, od kojih neki imaju 25 spratova i koji su ga krajem '60-tih pretvorili u gradsko područje. Mape i snimci iz zraka, nastali prije znakova destrukcije, svjedoče o tome u šta se pretvorila zelena površina. Suočeni s nemogućnošću rušenja nebodera s više stotina stanova i pokušavajući se prilagoditi planovima iz 1990. godine, arhitekti predlažu bar rekonstrukciju ulica, sedam-osam zgrada s atrijem, te dio zgrada poredanih uz Getraudenstrasse i kej Fridichsgracht. Izražajna forma te velike građevine, čijih pet hiperboličkih paraboloida se izdizalo u ime Maple Leaf, sigurno je potjecala iz perioda odbojnog komunističkog modernizma. Diter Hoffman-Axthelm objašnjava kako je Planwerk Innenstadt mozaik projekata koji se odnose na oba bivša sektora grada, Istočni i Zapadni; dva, u stvarnosti različita svijeta u smislu njihove fizionomije i buduće uloge. Jedan, dizajniran buržoaskom kulturom, određen je za povećanje vrijednosti individualnog urbanog prostora dodatnom arhitekturom. Drugi, koji je bio politički centar DDR-a, karakteriše zbijenost zgrada, široke ulice i neproporcionalno velik javni prostor, koji danas nema svrhu.

Uloga historijskog centra kompletnog grada čini neophodnim stavljanje novog teksta preko socijalističkog modernizma istočnonjemačkog centra. Hoffmann-Axthelm priznaje da je plan izazvao brojne kontroverzice, jer su brojni intelektualci iz istočnog dijela

u tome vidjeli samo oblik kolonizacije. I neki projektanti iz zapadnog dijela su ga doživjeli kao napad na različite pozitivne aspekte modernizma za koje su ostali vezani. On tvrdi, ipak, da nema diskriminatornog rušenja, naprotiv, da se plan pridržava principa poštivanja postojećeg. Nema rušenja komunističke arhitekture, ona opstaje zbog toga što samom svojom ekskluzivnošću znači promjenu. Ne mijenja se otvoreni karakter sredine, jednostavno će biti popunjena i zgusnuta građenjem drugog sloja do određene granice, infiltrirat će se novi urbani materijal što će ujednačiti proporcije i skale historijskog grada.

Projekti, koje za ovaj sektor centra Berlina vodi Hans Stimman, nisu ograničeni na rekonstrukciju dijela Ribarskog ostrva. Predviđeno je da se ponovo izgradi Weissen-Brucke, Breite Strasse, čiji otmjeni zavoj ne može biti vraćen, bit će uža na uštrb fasade Bauwessen zgrade. Što se tiče starog dvorca Hohencolen, srušenog 1950. godine, Bundestag je u julu 2002. godine glasao za rekonstrukciju njegove tri fasade, dok je četvrta djelomično ugrađena u komunističku palatu republike, Palast der Republik, koju neki zovu Ballast der Republik, jer je ukrašena azbestom i oštro kritikovana za namjeru da istrijebi osnovne simbole starog režima. Zvanični projekat predviđa reurbanizaciju, popunjavanje cijelog centra i vraćanje na njegovu prijašnju strukturu parcela, a ako ne, onda mu vratiti izgled kakav se može vidjeti na rezbarijama, starim fotografijama ili papir mase modelima koji su vatrene pristalice rekonstrukcije dvorca izložile u izlogu u ulici Unter den Linden, pokazujući raznolikost, slikovitost, gotovo srednjovjekovni karakter kitnjastih fasada, zabata, krovnih prozora, balustrada i kosih krovova. Isti proces primjenjuje se i na desnoj obali rijeke Spree, u distriktu vijećnice Rotes Rathaus, sve do Alexanderplatza, na kojem će se podići nekoliko nebodera, koje je 1993. godine projektovao Hans Kolhof. Buduća holandska ambasada trebalo je da bude rekonstruisana u stilu tradicionalnog berlinskog bloka. Prema Planwerk Innenstadt iz maja 1999. godine, koji su usvojili i Senat i Parlament, blok iza ugla na keju trebalo je da bude kružna organizacija zgrada oko pet manjih atrija uvećanih jednim prostranijim.

Prvi trik koji je OMA izvela prema ovom pravilu – zahvaljujući dobroti lokalnih urbanista, nasljednika tradicije istočnog Berlina, jest jedinstvena kombinacija bloka i odvojene (nezavisne) zgrade. Ambasada nije postavljena direktno na tlo, nego djelomično na postament, neku vrstu pijano nobile ili terase

Nema spojene zidove sa susjednom fasadom, nego ostaje izolovana. Nije od kamena, nego od stakla. Zgrada u obliku slova L, blago zakrivljene linije u tupi ugao, tu je da osigura tranziciju. Uzdiže se naspram centralne vodovodne kompanije i ima pet stanova. Visoka je prema propisu tačno 25 metara s uskom fasadom od samo tri metra (koja samo jednom polovinom ide duž Klosterstrasse), potpuno je prekrivena mrežama perforiranih aluminijskih ploča čije ponavljanje ostavlja pomalo utisak apstrakcije. Njena transparentnost poigrava se sa svjetlom; zavisno od doba dana, mogu se vidjeti sjenke spratova, terasa, stepeništa, podupirača fasade i povremeno dijelovi susjedne zgrade, osvjetljeni zrakom sunca koja se gubi između stabala lipa u malom atriju.



*Istočna fasada rezidencije*

Od kamenog bloka je preostao samo postament i prozirna pozadina, koja je istovremeno zavjesa i volumen. Na planu je staklena kocka blago zakrivljena kao da bježi od otvorene ruke koju čini ugao, kao da berlinski blok odmara svoj stisak. Oko njega je prostor blago zakrivljen u pokretu koji služi kao prilazna rampa za automobile iz Klosterstrasse. Taj prazni prostor oslobađa zgradu kao da je

odvaja od ostale mase; zatim se naglo probija na prvi sprat do foajea i uvija se unutar njega u obliku unutrašnjeg trajektorija, u svom trzavom i neravnomjernom usponu. Od recepcije do krova njegov put iznosi 200 metara. OMA je predstavu o ovoj vrsti plana, ali još organskije, gipkije i vijugavije topologije, imala skoro tri godine prije nastanka projekta. Bilo je to 1993. godine prilikom natjecaja za izradu biblioteka-blizankinja na Univerzity of Jussieu i Parizu.

Određene zone plana svakog sprata se uspinju kako bi nivoe spojile s neprekinutom linijom, presijecajući cjelinu strukture poput zavojitog unutrašnjeg bulevara, dozvoljavajući posjetiocu da ostane u kontaktu s različitim dijelovima biblioteke i okolnim krajolikom. Pokretno tlo, „leteći ćilim” između nagomilanih, zamršeno izmiješanih spratova, probija svoj put kroz kostur zgrade. Na jednom mjestu pravi rampu, na drugom vijugavu strminu, pa zatim šupljinu, zaobljeni brežuljak, a onda ponovo krov, pa svod koji izaziva osjećaj palate. U ovom slučaju trajektorija ne vijuga toliko, izlomljena je i ima niz šupljina, koje kao da su napravljene pijukom u masi kocke; to je lanac sjena i svjetla, refleksija i boja. To je Koolhaasova smirena polemika s trenutnim ukusom za mjehuriće, za bezoblično i šupljikavo. U vijuganju ovih razuđenih svjetova, smišljenom na kompjuterima, nije teško istraživati neprekinuti i pokretni prostor. Ovdje je on i samoidentilan i stalno drugačiji, ali unutar čvršće materijalne ekstenzije, koja je, također, praktičnija i složenija. Ta nagomilanost stvara neočekivane doživljaje, koji kao da su se zapleli unutar šupljina bloka. Pod je istovremeno strop, a svaka rampa ili stubište postaje prilika za koncentraciju ili prostiranje hodnika ili soba, između kojih prostor klizi na svom putu kroz masu kocke, od sprata do sprata. S unutrašnje strane je označen aluminijumom, kojim su prekriveni podovi, zidovi i stropovi. Metalni ambijent vodi do skrovišta i pukotina, te uvodi postojani odnos sa svjetlom. S vanjske strane, gledano iz bilo koje sobe koju dodiruje, osim glavne, obložen je negdje tamnim drvetom – vertikalno postavljenim crvenkastim pločama brazilske copaive širokih šara, negdje još jednim tropskim drvetom, sa žutim kontrastnim šarama postavljenim horizontalno.



*Jedan od trajektorija ambasade  
Ulazni trajektorij Polazni trajektorij*

Posjet po propisu počeo bi u najjavnijem mjestu, u konzulatu, smještenom na prizemlju, u otvorenoj galeriji u obliku vitrine koja ide paralelno s Klosterstrasse. Stolovi su od velikih ploča lakiranih prozirnou, izrazito sjajnom smolou boje limete ili lipe: sto na recepciji je od istog materijala, ali u svijetloružičastou boji, dok je u internoj pošti na sedmom spratu ponovo boja lipe. I pod i plafon su prekriveni mrežastim aluminijom gdje počinje trajektorij.

### Ulazni trajektorij i polazni trajektorij

S obje strane dva uska stepeništa vode do prvog sprata gdje se nalazi recepcija, smještena u dvorištu koje podupire zgradu i preko stabla akacije gleda na rijeku Spree. Do toga vodi kosa ploha, asfaltna rampa okrenuta urbanou prostoru. Na desnoj strani počinje golemi prozor visine 8-10 metara: dijagonalno nakošen u snažnou gesti koji se otvara prema pravcu Stralauer Strasse. Iznad, jedva uočljivo odatle, kroz sjeverno krilo napravljen je još jedan otvor, deformisani četvorokut. Njegova uloga u planu je bitna; on pruža mogućnost pogleda u daljinu, od Rolandufer keja, kroz otvor trajektorije, do amblema komunističkog Berlina, Sputnjika od 356 metara, TV-tornja udaljenog oko 700 metara, podignutog krajem 70-tih na rubu Alexander-

platza.

Nešto više, četiri prolaza od armiranog betona premošćuju prostor, povezujući kocku s apartmanima smještenim na uglu zgrade u obliku slova L. Njihova površina s velikim prozorima, draperijama i roletnama, dijelom je skrivena rešetkama od perforiranog aluminijuma, a dijelom otvorena. Cijevi od galvaniziranog metala naftovodnog stila postavljene su poput tjelesne straže duž stražnjih otvora i terase. Fasadu čine dva velika staklena zida s nepravilnim klizećim elementima i ploče od crnog sjajnog čelika. U gornjoj sobi recepcije, s plafonom od kosog aluminija je namještaj Marcela Wandersa. Nadesno, uzani prolaz u padu od 1,2 metra otkriva ogromnu izbočinu koja se diže gotovo deset metara unutar zgrade. Malo dalje spušta se u višenamjensku sobu, okrenutu prema jugu 14 metara dugim prozorom. Cijelou njegovou dužinom prostire se dvostrana Jacquard zavjesa s botaničkim motivou u otvorenim nijansama; intenzivno zeleno i bijelo na obali rijeke; tamnoplavou na draperiji na drugou zidu u pozadini. Pogled ukoso iz Internet-sobe, smješten je u mezaninu. Letimičan pogled na prostor u ogledalima sa crvenim slojem: trenutak krivudanja trajektorija između dva viša sprata. Izolovani pravokutni masivni stub oslanja se poput titana; izvire iz prizemlja u tamnou garderobi konzulata, prelazi preko nižih spratova i rastvara se na četvrtou i petou spratu. Struktura zgrade je empirijska i nepravilna; praktično ju je nemoguće opisati, teško predstaviti ili nacrtati. Neprizorne i nejasne makete mogu pobuditi samo neodređenu ideju o njoj. To je barokni organizam od armiranog betona, nepravilan, načinjen od neočekivanih zgušnjavanja mase, stezanja, od ploča, nosača, livenih zidova mjestimično veoma debelih, izbačenih greda i kutija kosih rešetaka koje su negdje ravne, negdje okrugle, široke ili tanke sa svim mogućim prekidima i prijelomima. U lijevou uglu ulaza, na rubu recepcije, nalazi se kutija od armiranog stakla za službu osiguranja; znak polazne tačke unutrašnje trajektorije, privatne zone ambasade. Pogled se pruža prema dolje, preko oštarih i tupih uglova, sve do čoškova ispod stepeništa. Liftovi su vertikalni na uobičajen način, a njihova providna stakla klize pored vertikalnih neonskih cijevi, pričvršćenih unutar šahta za osvjjetljenje. Jedna cijev, i stiže sve do prvog sprata.

ta, zatim dvije, pa tri, i tako cijelim putem, do jedanaest cijevi u postepenom vrtoglavom uzlažu. Ovdje počinje putovanje dugo 200 metara. Staza, ponekad nakošena, ponekad ravna, klizi kroz spratove čija visina stropova varira od 2,15 ili 2,3 do približno 6 metara. Trajektorij vodi do dugog odmorišta sa čistim aluminijskim podom, odakle se pogled pruža na prozore stare zgrade iz naci-perioda, s prozorima uokvirenim travertinom. Zatim pogled ide kroz staklenu kutiju koja strši poput lođe na fasadi, prema intenzivnoj zelenoj staklenoj rampi. Potom dolazi široko odmorište, širokokutni nosač, ukošen bez jasnog strukturnog razloga.



*Jedan od trajektorija ambasade*

*Ulazni trajektorij Polazni trajektorij*

Način na koji se razni nivoi svijaju i presjecaju utječe na promjenu fizionomije trajektorije. Izvijaju se njene vlastite kretnje, koje ostavljaju trag na podovima i stropovima obloženim aluminijumom i destabiliziraju prostrane bočne zidove. Unutrašnje staklene pregrade su mjestimično presvučene slojem u boji. Duž narandžastog ogledala dug i vijugav prolaz vodi do arhive na drugom spratu. Iza prozirne crvene pregrade širi se odsjaj prema višenamjenskoj sobi; u donjem dijelu se vidi Internet-soba i kejevi. Na jednom mjestu dio staklenog krova svijetloružičaste boje, koji izgleda poput kasete (polje kasetirane površine) u kancelariji, a na drugom stakleni prolaz u žutom. Trajektorija prati južnu fasadu nekoliko metara, a zatim dospijeva u samo srce kocke

sprema za novi uspon. Stepence u aluminijumu, nepravilna odmorišta, suženja, harmonika-pregrade....



*Pogled na trajektorij izvana. Perforirani aluminijum (presvlaka preko zida) Dio velike sobe za sastanke*

Sve se isprepliće, zgušnjava, zastaje u tajni kineske slagalice; remek djela u drvetu, umetnuti ansambli, usjeci (mortis) i klinovi (tenon). Nalijevo je soba za sastanke u blijedom svjetlu, mračni trokut bez prozora. Okrugli oculus urezan u pod gleda na plafon hola recepcije kroz neku vrstu rupe, nekoliko koraka dalje je kratica koja spaja kancelarije. Soba nadesno pregrađena je debelim vratima koja sliče vratima sefa. Na zidu ispred pip sou (sajamska panorama), tapeta Droog Designa: mreža tačaka različitog promjera koje su probušene u papiru. Kroz rupe se vidi goli beton s kremastim materijalom koji se nenadano pojavljuje na brojnim zidovima, stropovima i gredama, kao i na pojedinim velikim kliznim vratima obojenim u istom tonu. Trajektorij se iznenada širi kada se na šestom i sedmom spratu rastvori u odmorište obasjano refleksijom svjetla fasade od aluminijskih mreža. Potom dolazi prolaz koji vodi do aneksa, povećava se vidljivi dio televizijskog tomja, panorama se širi i obuhvata dio Stadthausa, dodatak gradskoj vijećnici sagrađen početkom prošlog stoljeća po projektu službenog arhitekta Ludviga Hoffmanna. Trajektorij se neočekivano uvija oko tamnog skrivenog ugla, obnavljajući svoj uspon u kocki, u pravcu juga, u obliku nove kosine. Pre-

sijeca je ostakljeni hodnik. Na desnoj strani se nalazi ured ambasadora: travertinski pod s tajanstvenom crnom kutijom koja strši devet spratova iznad tla. Po drugi put trajektorija izlazi na mirnu prozirnu južnu fasadu sa staklenim ojačivačima. Prostrano stepenište se diže u dva odvojka. Na odmorištu između su velika vrata, tj. okretna pregrada koja se otvara prema sobi za odmor i nizu kancelarija. Na samom kraju sprata, u uglu, smješten je mali amfiteatar od tri stepenice.



*Amfiteatar Kancelarije*

*Kubično ogledalo sobe za fitness*

Trajektorij se savija u dugu, stepenice se šire uz blagi nagib i završavaju se rampom koja ide duž fasade i krovova finansijske administracije, prije i negoli se ukaže i posljednji uspon. Put dalje vodi pored fitness kluba, ulaskom u klub otvara se južna fasada gdje je drugi amfiteatar poput finalne rampe koja nestaje u oplati stropa; to je auditorijum.

Dio trakektorija s pogledom na Spree. Na zadnjem odmorištu stubište ide prema ograničenoj perspektivi – to je ulaz u kantine sa stropom koji je po karakteru više industrijski s okvirom (frame) i čeličnim bazenom. Dijelom nepokriveno, ide do otvora gdje čini pristup terasi „šupljikavim” stepeništem. S južne strane pogled obuhvata obližnje krovove od crijepa, stambene komplekse u daljini, dimnjake elektrane, brazilsku i kinesku ambasadu, tamnu ciglu i atiku patinaste bronzne tornjića Markisches Museum, historijskog muzeja Brandenburga koji je početkom prošlog stoljeća

sagradio Ludvig Hoffmann. Sve to gibanje, taj prostorni eksperiment, razvija se u velikoj unutarnoj uzburkanosti bez posebne reakcije kocke-zgrade. Njena fasada je poput niza staklenih sefova (sanduka), razmještenih u rasteru od oko 1,5 metra širine, s prosječnom dubinom od pola metra od jedne do druge staklene ploče. Jedan od dva vertikalna stuba je noseći, a na drugom je manji poklopac (postoji kompletan sistem ventilacije između coffers staklenih sefova, sanduka i tunela trajektorija, čiji neznatno viši pritisak omogućava da služi kao zračna cijev za unutrašnji prostor). Nejednaka visina spratova uvodi nas u neku vrstu horizontalne laminacije, teško vidljive spolja, na kojoj se dešavaju transformacije fasade. Vertikalne strukture nestaju na svakom izlazu unutarnjeg trajektorija na rub zgrade i fasada postaje veliki izlog u jednom obliku od različitih mat-stakala s unutarnjim ojačivačima od metala ili ravnim staklenim pločama. Van linije fasade strši kocka, tamna, glatka i prozirna kutija sa aluminijskim obrubom. Drugi later čini okvir za veliku lođu višenamjenske sobe koja se nalazi ispod, a gdje se vidi odraz rampe i stepeništa, i dobija se utisak pokretljivosti i blage promjenjivosti. Tanak filter od zategnuog metala pričvršćen je na zatvoreni balkon s vanjske strane. On hvata sunčeve zrake, prigušuje kontraste i boji fasadu kremastim tonom. Tamnije mat-staklo naglašava konzulat, kutiju glavne sobe, povremene izbočine trajektorija i stanove gornjeg sprata koji formiraju vijenac. Teško razumljiv na planu, čak i nerazvijenom poput modela od kartona, trajektorij predstavlja čudnovati prostor modeliran u tri dimenzije. Čini se da je Koolhas ovim djelom upravo učinio da njegova građevina bude stvar raznolike arhitektonske promenade koja neprekidno nudi drugačije aspekte, neočekivane i začuđujuće. Koolhas je uradio arhitektonski spektakl; posjetilac prati put na kojem se otvaraju raznovrsne perspektive, igra se sa strujom svjetla koje obasjava zidove i stvara polusjene. Dovršenje holandske ambasade u Berlinu označava kulminaciju jedinstvenog projekta koji je izazvao brojne reakcije. Građevina u potpunosti zadovoljava sve reprezentativne ambicije, koje ne označavaju i ilustruju samo holandsku viziju urbanog dizajna i arhitektonskog izazova. Time Koolhas ne pokazuje samo da je sposoban da smisli i nacрта

divne i smisaone planove, nego i da demonstrira vlastiti kvalitet uspješnog okončanja stvari.

#### Citati žirija Pritzker nagrade

Rem Koolhaas je rijetka kombinacija vizionara i realizatora, filozofa i pragmatičara, teoretičara i proroka; suvremeni arhitekta čije su ideje o građevinama i urbanizmu izazvale mnoge rasprave, čak i prije same realizacije ijednog od njegovih objekata. To je rezultat njegovih rukopisa i diskusija sa studentima, što je često izazivalo kontroverzu zbog lutanja van konvencionalnih granica. Poznat je po svojim knjigama, regionalnim i globalnim planovima, akademskim istraživanjima koje je provodio s grupama studenata, kao i po hrabroj, zvonećoj, namjerno provokativnoj arhitekturi. Njegova pojava kasnih sedamdesetih s knjigom „Delirious New York” bila je početak dviju izvanrednih decenija, u kojima su njegove građevine, projekti, planovi, izložbe i studije odjekivali profesionalnim i akademskim prostorom primajući kako kritike, tako i priznanja. Jedan od njegovih najranijih planova za proširenje holandskog Parlamenta pobudio je dovoljno snažan interes da su uslijedile druge narudžbe. Holandsko Plesno pozorište u Hagu bilo je među prvim završenim projektima koje je naišlo na odobravanje kritike. Nakon toga su uslijedile narudžbe koje su varirale od izuzetno inventivne privatne kuće u Bordeauxu, do regulacionog plana i ogromnog Skupštinskog centra u Lilleu u Francuskoj.

Kuća u Bordeauxu je projektovana tako da bude prilagođena posebnim uslovima potre-

ba klijenata u invalidskim kolicima, a da se pri tome ne ugrozi kvalitet življenja. Da je ovo bilo njegovo jedino djelo, bilo bi dovoljno da mu osigura mjesto u historiji arhitekture. Dodajte tu i živopisni centar za obrazovni život, Edukatorium u Utrechtu, kao i stambene zgrade u Japanu, kulturne centre i druge zgrade u Francuskoj i Holandiji, kao i prijedloge kakav je onaj za otok-aerodrom u Sjevernom moru.

Često je demonstrirao svoj kreativni talent sposobnošću da naizgled nerješive ili ograničavajuće probleme savladava briljantnim i originalnim rješenjima. U svakom njegovom projektu postoji neusiljena i demokratska organizacija prostora i funkcionalnosti, koja nesvjesno doprinosi protoku koji na kraju diktira nastanak nove, dotad nepostojeće, arhitektonske forme. On jednaku pažnju poklanja ideji kao i građevini.

Koolhas je skupio zanimljivu zbirku briljantnih projekata kojim neprestano zamagljuje liniju koja dijeli urbanizam i arhitekturu. On posjeduje rijedak talent i sposobnost da misli u pojmovima projektovanja koji variraju od najsitnijih konstrukcijskih detalja do koncepta za regulacioni regionalni plan. Bill Lacy

#### Literatura

1. Jencks, C., M. Kesvir (1981): Postmoderna arhitektura, biblioteka Zodiak.
2. Jodido, F. (1998): Arhitektura sada, Taschen.
3. Vinis, J. (1992): Zelena arhitektura, Tashen.

# POTREBA OBRAZOVANJA KADROVA U GRAFIČKOJ INDUSTRIJI

## EDUCATIONAL NEEDS OF STAFF IN PRINTING INDUSTRY

dipl. ing. Franjo Soldo, Grafički fakultet Kiseljak

### Sažetak

Obrazovanje je bitan faktor u životu i usavršavanju čovjeka u svakoj oblasti, a posebno oblasti s visokim stupnjem mehanizacije i automatizacije, u koju spada i grafička industrija.

Razvoj grafičke industrije odvijao se vrlo dinamično i uz razvoj elektrike zauzima čelno mjesto. Grafička industrija je među prvim primijenila u praksi laserske uređaje i strojeve sa visokim stupnjem mehanizacije i automatizacije. Pored toga, evidentan je razvoj novih grafičkih materijala i pomoćnih sredstava koji su integralni dio sveopćeg tehničko-tehnološkog razvoja grafičke industrije. Objedinjavanje svih novih elemenata na postrojenjima i tehnologiji obavlja izvršilac na bazi znanja, iskustva i supporta automatizacije i kompjuterizacije. Nivo znanja izvršioca se unazad dvadeset godina podigao na visok stepen, jer se opus radnih operacija obogatio novim i komplikovanijim radnim uputama i zahtjevima i znanjima. Neophodnost kontinuirane obuke izvršilaca je već odavno prihvaćena i vodi se paralelno s izradom razvojnih programa i vođenjem investicionih ulaganja.

Ključne riječi: *obrazovanje, grafička industrija, ekologija.*

### Abstract

Education is an important factor in life and human development in each area and especially areas with a high degree of mechaniza-

tion and automation, which includes the graphics industry.

The development of the graphic industry is very dynamic place and with the development of electricity, takes place butt. Graphics industry is among the first to apply laser devices and machines with a high degree of mechanization and automation in practice. Additionally it is evident the development of new graphic material and other aids that are an integral part of all general technical and technological development of the printing industry. Integration of all of new elements in plants and technology works the executor on the basis of knowledge, experience support of automation and computerization. The level of knowledge of the executor is brought to a high level in last twenty years, because the work has enriched by the new business operations and complicated operating instructions and requirements and knowledge. The necessity for continuous training of employees has already been accepted and goes in parallel with the preparation of development programs and the conduct of investment.

Keywords: *education, graphic industry, ecology.*

## Uvod

Tvornice grafičke opreme mašina i uređaja za grafičku industriju razvijaju se vrlo brzo i zahtijevaju od korisnika dobro obrazovane kadrove kako bi se proizvedena oprema mogla eksploatirati. Školovanje grafičkih kadrova je složen proces, grafička oprema, mašine i uređaji su složeni i veoma skupi te kompletno obrazovanje nije moguće izvesti u Grafičkim školama i na Grafičkim fakultetima kao što je slučaj s ostalim srednjim školama i fakultetima.

Početak obrazovanja grafičkih kadrova gotovo je isključivo vezan uz proizvodnju grafičkih mašina i uređaja i u grafičkim preduzećima. Poznati centar obrazovanja pri fabrici grafičkih mašina u svijetu je „Heidelberg“ u Njemačkoj koji je zadržao ovu praksu obrazovanja i danas. Obrazovanje grafičkih kadrova u grafičkim preduzećima odvijalo se u prošlosti na taj način da su učenici provodili sedam dana u preduzećima na praktičnoj nastavi, a sedam dana u školi na teoretskom i stručno-teoretskom obrazovanju. Faktor brzog razvoja grafičke industrije zahtijeva i promjenu sistema obrazovanja grafičkih kadrova te se u većem dijelu svijeta osnivaju grafičke škole, opremaju se prema mogućnostima grafičkim mašinama, uređajima, opremom i stručnim kadrovima. U svijetu se mijenja način razmišljanja o obrazovanju grafičkih kadrova i dolazi se do zaključka da se kadrovi za potrebe grafičke struke ne mogu obrazovati na zanatski način te dolazi do osnivanja Viših grafičkih škola i Grafičkih fakulteta.

Naučnoistraživačkim radom osjeća se potreba osnivanja instituta za grafičku tehnologiju kako bi se utvrdili standardi praćenja procesa proizvodnje i kvaliteta grafičkih proizvoda kao što je npr. „Fogra“ u Njemačkoj. Ekonomski moćnije zemlje imaju veću mogućnost ulaganja u razvoj školovanja i stručnog usavršavanja, ali i svijest da nije moguće produktivno koristiti visoko softiciranu opremu bez dobro obrazovanog kadra. Ako analiziramo proces obrazovanja grafičkih kadrova u BiH, na žalost, ne možemo se pohvaliti. Sam sistem obrazovanja kadrova nije loš. Grafička tehnička škola ima savremene programe obrazovanja, čak smo osnovali i

Grafički fakultet, ali problem je u tome što nema gotovo nikakve saradnje između Grafičke tehničke škole, Grafičkog fakulteta i Grafičkih preduzeća. Postavlja se pitanje, ako se ovako nastavi i ubuduće, za koga će se ti grafički kadrovi školovati i zbog čega te grafičke obrazovne ustanove postoje i ko će na tim skupim strojevima raditi. Većina vlasnika grafičkih preduzeća gotovo da i ne razmišlja o grafičkom obrazovanju radnika i za te namjene rijetko ko izdvaja sredstva. Kod većine poslodavaca vlada mišljenje da je najvažnije kupiti stroj i odvajaju ogromna sredstva za njihovu kupovinu, a da pri tome o kadrovima i ne razmišljaju. Kupovinom stroja dolaze do saznanja da treba na njemu znati i raditi, a onda vrbuju postojeće kadrove iz drugih grafičkih poduzeća. Većina grafičkih poduzeća nema uposlenih grafičkih inženjera, a što još više zabrinjava, nema izraženu ni potrebu za istim. Planska i rentabilna proizvodnja nije moguća bez visoko obrazovanih grafičkih kadrova. Tehničko-tehnološki snimci grafičkih proizvoda moraju biti stručno obrađeni, a u proizvodnju lansirani radni nalozi kompletni sa svim tehničko-tehnološkim upustvima, jasni i obrađeni da se čitaju, a ne dešifruju, a za tako nešto kadrovi moraju biti visoko obrazovani i stručni. U proizvodnim procesima, stručni kadrovi koji će raditi na novo nabavljenoj opremi moraju se osposobiti, doobrazovati za istu u centrima za obuku kadrova proizvođača opreme i mašina. Za radnike je potrebno organizirati seminare s dobavljačima osnovnih i repro materijala kako bi se upoznali sa svojstvima i novim dostignućima i uputama za pravilno korištenje. Radnicima koji iskazuju napredovanje i zalaganje treba omogućiti dalje školovanje, dokvalifikacije, prekvalifikacije i stručno usavršavanje. Na održavanju strojeva treba da radi stručno lice, koje će nadzirati pravilno i redovno održavanje, korištenje i servisiranje mašina i opreme od za to stručnih i ovlaštenih lica, servisera, te potrebnog minimuma rezervnih dijelova i uređaja na stanju.

Proces obrazovanja grafičkih kadrova mora se shvatiti kao složen, kontinuiran i važan, i kao jedna cjelina u kojoj moraju učestvovati svi sudionici, Grafička poduzeća, Srednja grafička tehnička škola i Grafički fakultet, i zajednički planirati izradu školskih programa i nastavnih planova, stručnih usavršavanja, dokvalifikacija



i prekvalifikacija, kao i rješavanje složenijih stručnih problema razvoja i modernizacije. Ovakav model obrazovanja grafičkih kadrova pokazao se do sada najefikasniji, a primjenjuje se u svim ekonomskim razvijenim zemljama, a imamo dobar primjer i u našem okruženju.

### Zaključak

Proces obrazovanja je veoma složen proces, mora biti stalan i kontinuiran, izuzetno je važan faktor za ekonomičnu i kvalitetnu proizvodnju. Za proces obrazovanja treba

planirati sredstva, uložena sredstva u obrazovanje su investicija koja desetorostruko vraća. Ulaskom BiH u EU sigurno će se izvršiti i evropsko planiranje svih vidova obrazovanja, uključujući i srednjoškolsko obrazovanje, čime će se mnogi današnji nedostaci u svim vidovima obrazovanja morati prevazići, a time mlade populacije dobivaju šansu validnosti diploma i proširenja oblasti zapošljavanja.

### Literatura

Reg-print, časopis za grafiku i tiskarstvo, 1/2010, god. 5, ožujak 2010, Zagreb.

# ODREĐIVANJE FIZIČKO-KEMIJSKIH KARAKTERISTIKA POLIMERA

## EDUCATIONAL NEEDS OF STAFF IN PRINTING INDUSTRY DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF POLYMER

Sanjin Vreto, student, Grafički fakultet u Kiseljaku

### Sažetak

Polimerni materijali su postali baza za razvoj novih tehnologija koje se zasnivaju na prirodnim i sintetskim materijalima. Tokom upotrebe i vremena dolazi do promjene u njihovoj strukturi, pogoršavanja mehaničkih svojstava što upravo ograničava obim i strukturu.

U seminarskom radu ću izvršiti analizu strukture polimernih materijala, utvrditi kriterije klasifikacije, specifičnost svojstva, podjelu i laboratorijsko ispitivanje fizičko-kemijskih karakteristika polimera i utvrditi relacije kemijske strukture polimera i njegovih karakteristika.

Ključne riječi: polimeri, *fizičko-kemijske karakteristike, klasifikacije polimera.*

### Abstract

Polymer materials have become the basis for the development of new technologies that are based on natural and synthetic materials. During use and the time it comes to change in their structure, deterioration of mechanical properties, which just limits the scope and structure.

The seminar paper will make an analysis of the structure of polymer materials, establish criteria for classification, specific properties, division and laboratory testing of physical-chemical characteristics of polymers and determine the relation of chemical structure of polymers and their characteristics.

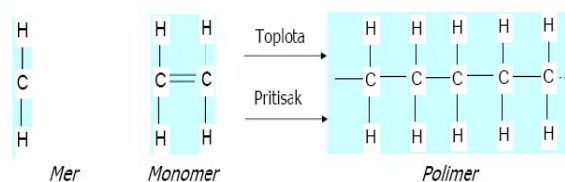
Keywords: *polymers, physical-chemical characteristics, classification of polymers.*

### Uvod

Polimere srećemo na svakom koraku. Dio su nas i svega oko nas. Grade biljni i životinjski svijet i značajni su za njihov opstanak.

Polimeri pripadaju kategoriji visokomolekularnih jedinjenja, čiji se molekuli sastoje od nekoliko stotina ili nekoliko hiljada atoma međusobno spojenih valentnim vezama. Ovako veliki molekuli nazivaju se makromolekulima. Makromolekuli se sastoje u najvećem broju slučajeva od velikog broja strukturnih jedinica koje se višestruko ponavljaju.

Kao što iz naziva proizilazi, ove materije se sastoje iz više mera, koji predstavljaju osnovnu jedinicu jednog molekula-monomera (od grčke reči mono = jedan i meros = dio). Povezivanjem velikog broja monomera u dugačak lančasti molekul dobija se polimer (od grčke riječi polis = mnogo, meros = dio) kako je prikazano na slici. Kad se kaže da su molekuli „polimerizovani“ to znači da su međusobno povezani u veće agregate, tj. makromolekule ili velike molekule.



Slika 1. Prikaz građe polimera

U procesu sinteze polimera, zbog srazmjerno velikog stepena polimerizacije „n“, praktično je nemoguće dobiti sve potpuno jednake makromolekule.

Polimeri se dijele na prirodne i vještačke. Odlikuju se manjom ili većom tvrdoćom, ljepljivošću, sposobnošću omekšavanja na povišenim temperaturama, određenim stepenom poroznosti. Veoma podsjećaju na prirodne materijale za koje se koristi opći naziv „smole“ (vosak, ćilibar, bitumen, prirodni kaučuk i dr.).

Najšira definicija polimera sa stajališta njihove strukture jest da se polimerima nazivaju supstance građene od makromolekula. Osnovna strukturna jedinica polimera je makromolekula (kod metala, osnovna strukturna jedinica je atom).

Makromolekula nije naprosto molekula s velikim brojem atoma, nego molekula u kojoj je veliki broj atoma organizovan tako da je ona sastavljena od velikog broja ponavljanih strukturnih jedinica, tzv. mera. Mer je ponavljana strukturna jedinica od koje je građena makromolekula, može biti samo jedan atom, ali najčešće je to grupa atoma vezanih hemijskim vezama (molekularna grupa). Makromolekula je, dakle, sistem velikog broja mera, što predstavlja nivo strukturiranja supstance viši od molekule. Već sam naziv polimer, koji dolazi od grčke riječi „poli“ = mnogo i „meros“ = čestica, ukazuje na tu njihovu karakteristiku. Za njih je karakteristična vrlo visoka molarna masa reda veličine hiljada i miliona g/mol.

Polimeri su kondenzirani sistemi makromolekula. Kondenzirani znači da postoje u čvrstom i tečnom, ali ne i u gasovitom stanju. Sistemi znači da su strukturne jedinice u interakciji. Polimerne molekule sintetiziraju se iz odgovarajućih supstanci, najčešće nezasićenih jedinjenja s dvostrukim i trostrukim vezama koji su energetski bogatiji i jako reaktivni.

Monomer je supstanca koja reakcijom s molekulama iste ili različite konstitucije daje polimer. Polimerne molekule sintetiziraju se iz odgovarajućih monomera u procesu koji se naziva polimerizacija: monomeri (jednostavnija niskomolekulna jedinjenja, najčešće nezasićena) se vezuju u polimernu molekulu kao složeniju strukturu. n je stepen polimerizacije – broj mera u polimernoj molekuli (makromolekuli). To je promjenjiva veličina i zavisi od uslova polim-

erizacije. Ima veliki utjecaj na osobine nastalih polimera; što je veći stepen polimerizacije, to su i upotrebne osobine nekog polimera bolje (ali ne i preradbene). Kopolimerizacija je istovremena polimerizacija dva ili više bifunkcionalna sistema od kojih je svaki za sebe sposoban za polimerizaciju. Ako je stepen polimerizacije nizak (oko deset), obično se takva molekula naziva oligomer. Prvi stepeni polimerizacije čak imaju svoja imena: dimer, trimer, tetramer, itd. Minimalni broj mera u nekoj makromolekuli nije definiran i za većinu polimera taj broj iznosi oko sto. Za maksimalni broj mera u principu nema ograničenja ali uglavnom se taj broj kreće u intervalu od oko hiljadu do sto hiljada.

Polimolekularnost ili polidisperznost je pojava da se makromolekulni sistemi sastoje od smjese molekula istog kemijskog sastava, ali različitih veličina i masa. Također postoje i adicijska (lančana) i kondenzacijska (postepena) polimerizacija.

## Podjela

Postoji mnogo kriterija podjele polimera. Najopćija podjela je na organske i neorganske. Pored toga mogu se podijeliti i na prirodne i sintetičke.

Primjera za prirodne polimere ima mnogo, jer imaju ključnu ulogu u gotovo svim biološkim procesima. Tako su poznate prirodne makromolekule, npr. proteini, pa nukleinske kiseline. Zatim su vrlo rašireni u primjeni i poznati prirodni polimeri (u primjenu dolaze oplemenjeni): kaučuk (poliizopren), celuloza (polisaharid). 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 oplemenjeni (kaučuk, celuloza)
- sintetski

• Prema reakcijskom mehanizmu nastajanja (reakciji polimerizacije):

- adicijski (lančani)
- kondenzacijski (stupnjeviti)

• Prema vrsti veza između makromolekula i ponašanju pri zagrijavanju:

- plastomeri (termoplasti)
- duromeri (duroplasti)
- elastomeri.

• Prema vrsti ponavljanih jedinica:

- homopolimeri (jedna vrsta ponavljanih jedinica)
- kopolimeri (dvije ili više vrste ponavljanih jedinica)

### Struktura

Osnovne strukturne karakteristike polimera po kojima se polimeri razlikuju od drugih materijala, a i međusobno, jesu veličina makromolekula i neograničena mogućnost strukturnih varijacija. Pod strukturom polimera razumijevaju se najčešće dva nivoa: struktura pojedinačnih makromolekula ili mikrostruktura i struktura ukupnog polimera ili nadmolekulna struktura (morfologija).

Struktura ukupnog polimera zavisit će od:

- vrsta veza između makromolekula
- slaganja makromolekula

Vrste veza kod polimernih materijala:

• Hemijske (međuatomske, primarne): kovalentne

• Fizikalne (međumolekularne, sekundarne): Van der Waalsove (dipola, disperziona, indukovana), vodonikova

S obzirom na vrstu veza između makromolekula i ponašanje pri zagrijavanju, polimere dijelimo u tri grupe:

- Plastomere (termoplaste)
- Elastomere
- Duromere (duroplaste)

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 dobre osobine.

Zagrijavanjem, međutim, te sekundarne veze postepeno slabe i popuštaju. S obzirom na njihov veliki broj nije moguće odmah i registri-rati 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 materijalno reciklirati).

Većina plastomera nastaje adicijskom polimerizacijom, mada se neki plastomeri mogu dobiti kondenzacijskom polimerizacijom.

Plastomeri mogu imati:

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

Od hemijskog sastava polimera zavisi da li će polimer imati kristalnu ili amorfnu strukturu. Ako su makromolekule građene simetrično, imat će pretežno kristalnu strukturu, a ako su makromolekule nesimetrične, imat će pretežno amorfnu strukturu.

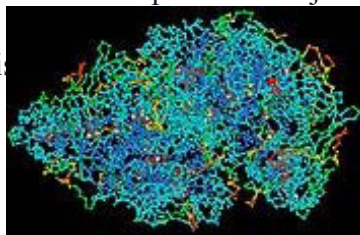
Elastomeri imaju djelomično umreženu strukturu što znači da su makromolekule međusobno povezane i sekundarnim i primarnim vezama. S obzirom na prisutnost sekundarnih veza, elastomere se zagrijavanjem može omekšati. Gdje god postoje sekundarne veze, one će usljed dovodenja toplote popuštati što će dovesti do povećanja pokretljivosti segmenata makromolekula, a to je uzrokom mekšanja. No kako sada između makromolekula postoje i primarne veze, elastomere se više ne može rastopiti. O odnosu primarnih i sekundarnih veza zavisit će 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 previelika 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 posreduju između makromolekula i primarne i sekundarne veze.

Duromeri (duroplasti) imaju potpuno umreženu strukturu, a to znači da su im makromolekule povezane primarnim vezama. Zbog karaktera primarnih veza duromere se zagrijavanjem ne može niti omekšati niti rastopiti. Svojstvo mekšanja i topljenja posjeduju u fazi dobijanja i zato ih se u toj fazi dobijanja treba i oblikovati. Nakon što poprime konačni strukturalni oblik, ne može se kod njih povišenjem temperature izazvati promjena u smislu mekšanja

ili topljenja.

Slaganje strukturnih jedinica (makromolekula)

Polimeri predstavljaju smjesu kristalnih i amornih područja. Međusobni odnos tih područja brojčano se izražava kao stepen kristalnosti ( $\alpha$ ). On zavisi od građe makromolekule i uslova polimerizacije i zavisno od uslova,  $\alpha$  može biti od 0 do 100%. (alpha = udio kristalnosti u ukupnoj strukturi)



Slika 2.

Struktura pojedinačnih makromolekula

Strukturu pojedinačnih makromolekula određuje njena:

- konstitucija: vrsta ponavljanih jedinica i način njihova vezanja (hemijski sastav mera, stepen polimerizacije, blokovi, grananje, dužinu makromolekule i sl.),
- konfiguracija: određeni prostorni raspored atoma ili atomskih grupa u ponavljanoj jedinici (izotaktna, sindiotaktna i ataktna konfiguracija),
- konformacija: predstavlja prostorni raspored atoma ili grupe atoma rotacijom oko jednostruke veze između C atoma (T-konformacija i G-konformacija). Različite konformacije neke molekule nisu energetski ravnopravne pa je većina molekula pretežno u samo jednoj, ili vrlo malom broju konformacija. Stabilni oblik molekule je onaj u kom je potencijalna energija molekule, kao sistema atoma, minimalna. Ostale konformacije su nestabilne i predstavljaju samo prelazne forme od jedne stabilne konformacije u drugu. Ako molekula zbog toplotnog pomjeranja ima energiju veću od minimalne, postoji neka vjerovatnoća i drugih konformacija. Zakretanjem molekularne grupe oko neke hemijske veze mogu se postići konformacije iste potencijalne energije koje su, prema tome, indentične.

Nadmolekularna struktura kondenzirane supstance može imati različite stepene središnjosti, od bliskog poretka kakav je u tečnostima i amorfnim čvrstim supstancama (u njima je definisan samo odnos prvih susjeda – molekula, i to u tečnostima, samo u vrlo kratkom vremenu, dok je kod kristala prisutan daleki poredak). Raspored atoma u kristalnoj rešetki ima osobinu periodičnosti u tri dimenzije. Pošto sistem atoma ima najnižu energiju kad su atomi pravilno raspoređeni u kristalnu rešetku, smatra se da se amorfna supstanca uvijek nalazi u nekom neravnotežnom, metastabilnom stanju i potrebno je određeno vrijeme da se kristalizira.

Makromolekule su već same po sebi vrlo složeni sistemi atoma, one već u sebi sadrže nekoliko nivoa strukturiranja, od kojih je struktura mera uporediva sa strukturom molekule, i to u statičkom i dinamičkom smislu. Složenost strukture makromolekule čini strukturu polimera, kao sistema makromolekula, također vrlo složenom i raznovrsnom. Formalno je vrlo teško razdvojiti u polimeru nivoe strukturiranja u makromolekulu (strukturu makromolekule) od nivoa strukturiranja u čitavom sistemu (nadmolekularna struktura).

Energija interakcije dviju makromolekula može biti vrlo velika, ako se ostvaruje velikim brojem mera. Interakcija po jednom paru mera (interakcija po jedinici dužine) je reda veličine interakcija malih molekula, ali ukupna energija interakcije može premašiti energiju kemijske veze u lancu svake od makromolekula u interakciji, pa je veća vjerovatnoća da se prekine lanac makromolekula nego da se dvije makromolekule odjednom razdvoje. Zato polimer ne može isparavati i nema sistema makromolekula u gasovitom stanju. Mnogi polimeri se ne mogu ni otopiti, a i za one polimere koji su topivi nije uvijek oblik makromolekule u otopini moguće smatrati „pravim“.

Za potpuniju sliku strukture makromolekula potrebno je navesti i sljedeće pojmove:

- Veličina molekule
- prosječna molekularna masa
- raspodjela molekularnih masa

- Broj tipova mera u makromolekuli
- Opći izgled makromolekule
- Konfiguracija makromolekula
  - konfiguracija mera
  - bliski konfiguracijski poredak
  - daleki konfiguracijski poredak
  - konfiguracija makromolekula u cjelini (makromolekularna konfiguracija)
- Konformacija makromolekula
  - konformacija mera
  - bliski konformacijski poredak
  - daleki konformacijski poredak

Molekularna masa je jedinstvena karakteristika pojedine makromolekule, ali polimer je redovno polidisperzni sistem makromolekula, tj. sastavljen je od makromolekula različitog stepena polimerizacije, pa je taj sistem potrebno karakterizirati dvama statističkim parametrima: prosječnom molekularnom masom i raspodjelom molekularnih masa. Ako se u mjerenju određuje broj molekula  $N_i$  od kojih svaka ima molekularnu masu  $M_i$ , definiše se brojno prosječna molekularna masa:

$$\sum N_i M_i$$

$$\bar{M}_w = \frac{\sum N_i M_i^2}{\sum N_i M_i}$$

$N[\text{SUB}]_i/[\text{SUB}] = N$  – ukupan broj makromolekula

$$\sum N_i M_i$$

ukupna masa uzorka

Brojno prosječnu molekularnu masu dat će nam metode koje na neki način prebrojavaju makromolekule s istom molekularnom ma-

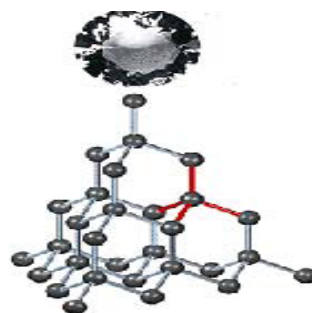
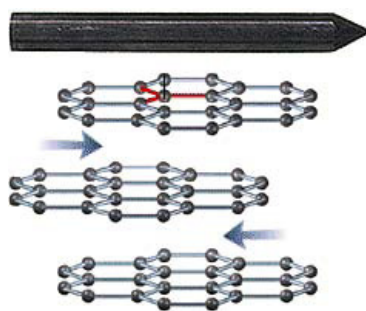
som. Eksperimentalno se češće određuje masa makromolekula koje imaju određenu molekularnu masu, npr. ravnotežnim centrifugiranjem na temelju čega se definiše težinska prosječna molekularna masa  $M_w$ :

$$\bar{M}_w = \frac{\sum N_i M_i^2}{\sum N_i M_i}$$

Najpotpuniju sliku o veličini makromolekula u polimeru daje kriva raspodjele molekularnih masa koju nalazimo frakcioniranjem polimera, određivanjem molekularne mase svake frakcije i postotkom svake frakcije u masi uzorka. Polimeri kojima su makromolekule izgrađene od samo jednog tipa mera nazivaju se homopolimeri, a ako se javljaju različiti tipovi mera kopolimeri (sopolimeri). Različiti tipovi mera mogu se u makromolekuli pojavljivati slučajnim redom (statički kopolimeri) ili nekim definiranim redoslijedom (regularni kopolimeri). Ako meri svakog tipa čine dovoljno dugi neprekinuti dio lanca u makromolekuli, polimeri se nazivaju blok-kopolimeri. Ako se na lanac od jednog tipa mera kemijski veže lanac drugog tipa, polimer se naziva graft-kopolimer.

### Polimorfija ili alotropija

Polimorfija ili alotropija je pojava da se neka supstanca javlja u dva ili više strukturnih oblika pri promjeni vanjskih uslova (pritisak, temperatura). Na primjer, razlikujemo više alotropskih modifikacija ugljenika: dijamant, grafit, karbini i fullereni (fuleriti) (slika 2).

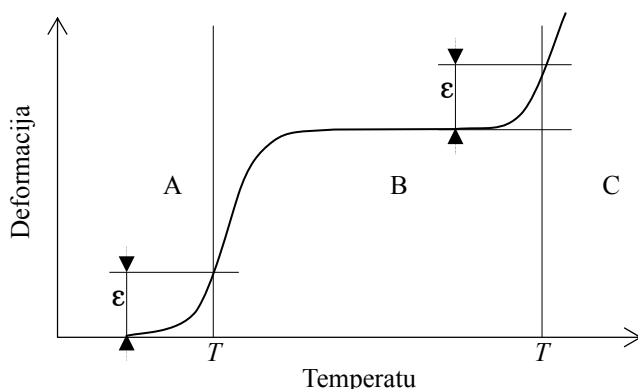


Slika 3. Modifikacije ugljenika

### Osobine

Početak dvadesetog vijeka pojavili su se industrijski proizvodi od kaučuka – materijala vrlo neobičnih osobina, između ostalih otpornost na spoljne uticaje, dugotrajnost i dr. Najvažnija od tih osobina je elastičnost: kaučuk je moguće elastično rastegnuti i do 700%, što je vrlo neobično ako se poredi s metalima, staklom i sličnim materijalima. Još jedna specifičnost je da su za takve deformacije potrebne veoma male sile. Niz eksperimenata pokazao je da deformacija nekog polimera, osim od veličine naprezanja, zavisi i od temperature, vremena u kom se deformacija opaža i brzine kojom se vanjska sila mijenja ili primjenjuje. S obzirom na veličinu i tip deformacije, postoje tri izrazito različite grupe fizičkih stanja, tri deformacijska stanja:

- staklasto stanje,
- viskoelastično (gumasto) stanje i
- viskofluidno (viskoznofluidno, viskoznotečno) stanje.



Dijagram 1. Tipična termomehanička krivulja linearnog amorfnog polimera (poliizobutilen)

A – staklasto stanje

B – gumasto stanje

C – kapljasto stanje

$T_g$  – staklište

$T_f$  – temperatura prijelaza u kapljasto stanje

$\epsilon_g$  i  $\epsilon_r$  – dogovoreni iznosi viskoelastične, tj. viskokofluidne deformacije

U staklastom stanju energija toplotnog kretanja segmenata (kinetičkih jedinica) nije dovoljno velika da segmenti mogu savladati potencijalnu barijeru interakcije s drugim segmentima (vlastite i drugih makromolekula) pa se elastična deformacija ostvaruje promjenama valentnih veza i uglova. Zato je deformacija polimera u staklastom stanju istog tipa kao deformacije stakala i keramika.

U viskoelastičnom stanju je energija toplotnog kretanja segmenata dovoljna za savladavanje potencijalne barijere i makromolekula prelazi u konformaciju istegnutu u smjeru djelovanja vanjske sile. Promjenom

konformacije moguće je ostvariti mnogo veća elastična istezanja nego promjenom valentnih veza i uglova, no za to je potrebno neko konačno vrijeme – konformacijsko vrijeme.

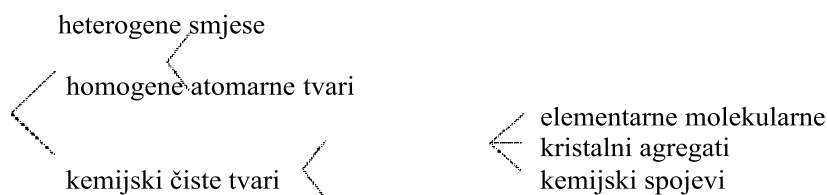
U viskokofluidnom stanju pokretljivost segmenata je tako velika da dolazi do kooperativnosti njihovog kretanja u smjeru djelovanja vanjske sile. Posljedica toga je premještanje centra masa makromolekule u smjeru djelovanja vanjske sile a to je ireverzibilna deformacija. Prijelazi između deformacijskih stanja ne zbivaju se skokovito, nego postoji prijelazna temperaturna područja, obično širine od 20 do 30 stepeni, ali u slučaju niske pokretljivosti makromolekule to može biti i stotinjak stepeni.

Mehaničke deformacije polimera u općem slučaju imaju tri komponente: elastičnu, viskoelastičnu i viskokofluidnu.

Elastična deformacija prati primijenjenu silu, a ostvaruje se reverzibilnim promjenama dužine kemijskih veza i valentnih uglova; moguća je na svim temperaturama.

Viskoelastična deformacija ostvaruje se reverzibilnim promjenama konformacija makromolekula; moguća je samo iznad temperature  $T_g$ , razvija se postepeno i dostiže konačnu vrijednost za dato naprezanje.

Viskokofluidna deformacija je viskozno tečenje, tj. ireverzibilno premještanje centra masa makromolekula, a ostvaruje se kooperativnim toplotnim kretanjem segmenata makromolekule. Moguća je samo iznad temperature  $T_f$  i to za polimere za koje je  $T_g > T_f$  i razvija se potpuno i neograničeno u vremenu. Ako naglo ostvarimo deformaciju koju zatim držimo konstantnom, pokazuje se da opada naprezanje potrebno za održanje te deformacije. To je relaksacija naprezanja, a objašnjava se kao relaksacijska pojava.



Monomer – jedan od naj jednostavnijih je etilen (eten):  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

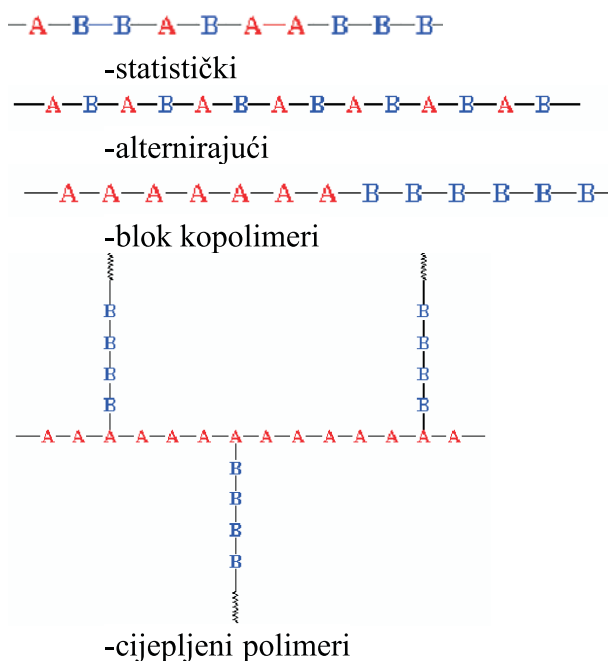


- pucanjem dvostruke veze dobijemo mer -  
 $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$   
 Opća formula polimera -  $(\text{CH}_2 - \text{CH}_2)_n -$

Podjela polimera

1. Prema *tipu mera*:

- a) homopolimeri – 1 vrsta  
 mera  
 b) kopolimeri – 2 ili više  
 vrsta mera

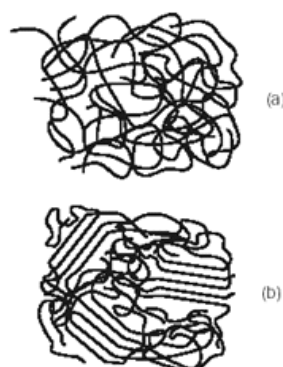


2. Prema načinu povezivanja mera:

- a) linearni – meri nanizani samo u  
 jednom lancu  
 b) granati – uz glavni lanac mera  
 postoje i bočni lanci  
 c) umreženi – meri povezani u 3D  
 mreži

3. Prema nadmolekularnoj orga-  
 nizaciji makromolekule:

- a) amorfni  
 b) kristalasti  
 c) orijentirano kristalasti



Slika 4.

Za konstruktore je značajan niz različitih  
 svojstava polimera:

O uređenosti u prostoru ovise svojstva  
 polimera.

4. Prema podrijetlu:

- a) prirodni:  
 - anorganski – tinjac, azbest, glina (si-  
 likati)  
 - organski – celuloza, lignin, kaučuk,  
 prirodne smole, škrob...  
 b) umjetni:

- anorganski – silikoni (ulja za pod-  
 mazivanje)

- organski – PE, PP, PVC, PS...

Primjena sintetičkih polimera

Sintetički polimeri koji pripadaju sku-  
 pini plastometra su:

• Polietilen (PE) koji se dobiva polimer-  
 izacijom etena pri određenim uvjetima uz katal-  
 izator, a služi za izradu plastičnih folija, vrećica,  
 posuđa, igračaka, boca, cijevi...

• Polivinil-klorid (PVC) koji se proizvo-  
 di iz vinil-klorida, a iz njega se proizvode folije,  
 izolacije električnih vodova, igračke, umjetna  
 vlakna...

Sintetički polimer koji pripada skupini elastomera je:

- Guma koja se dobiva iz drveta kaučkovca ili umjetnim putem, a koristi se prvenstveno u proizvodnji automobilskih guma.

Sintetički polimer koji pripada skupini duroplasta je:

- Bakelit, jedan od najstarijih duroplasta, a od njega se izrađuje alat, telefoni, utičnice, plastične ploče.

#### Osnovna svojstva polimera

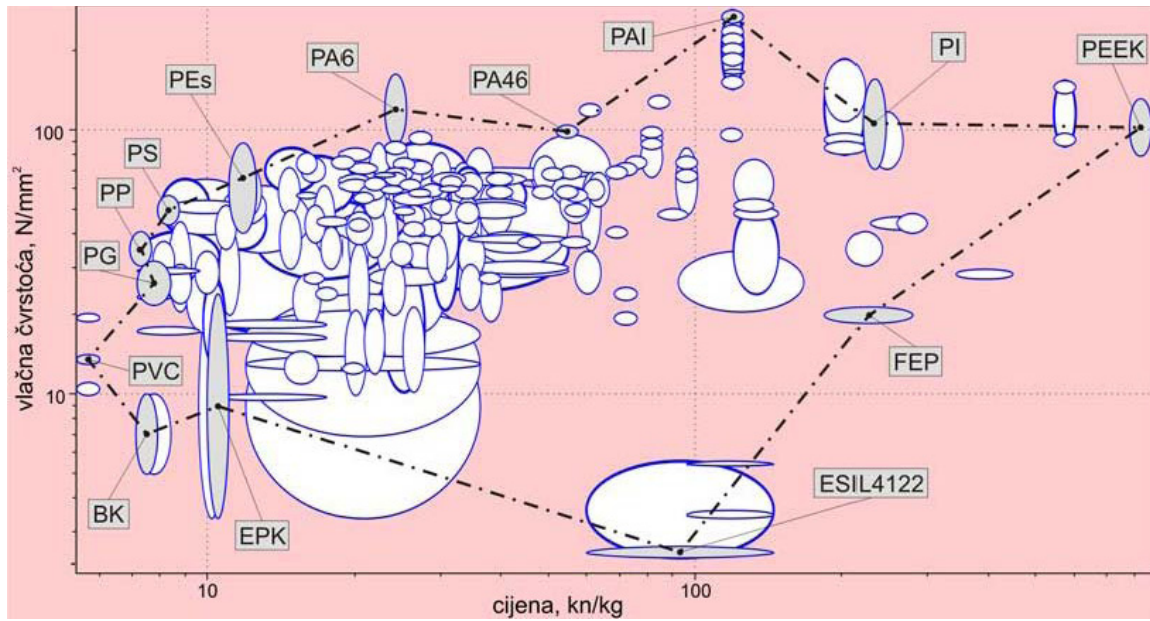
Grupa svojstava	Svojstva
mehanička	čvrstoća, istežljivost, modul elastičnosti, tvrdoća, žilavost, faktor trenja
toplinska	toplinska vodljivost, toplinska rastežljivost, temperatura omekšavanja (plastomeri), postojanost oblika pri povišenoj temperaturi (duromeri)
električna	električna vodljivost, električni otpor, čvrstoća proboja, faktor dielektričnih gubitaka, relativna dielektričnost
kemijska	kemijska postojanost, otpornost na trošenje, temperaturna granica kratkotrajne izloženosti, temperaturna granica dugotrajne primjene
ostala	gustoća, propusnost svjetla, indeks loma, udjeli dodataka

Tabela 1. Osobine i svojstva polimera

Fizikalna svojstva polimera ovise o njegovom kemijskom sastavu, strukturi (oblik makromolekula) i građi (raspored makromolekula i dodaci). Utjecanjem na vrijednost molekulske mase, granatost makromolekula i uređenost građe, mogu se u velikoj mjeri mijenjati svojstva polimera.

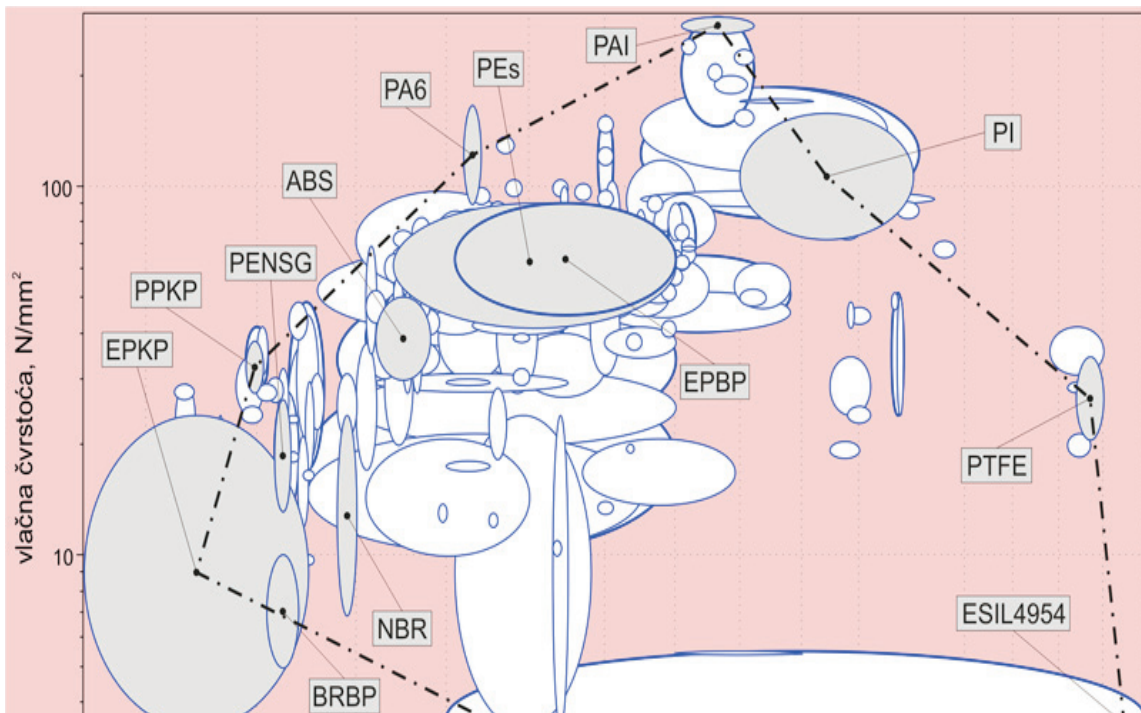
#### Karakteristike polimera

U sljedeća su dva (dijagram 2 i dijagram 3) dijagrama prikazane usporedne karakteristike polimera – cijene i vlačne čvrstoće, te gustoće i vlačne čvrstoće.



Dijagram 2. Cijene i vlačne čvrstoće.

PAI – poliamid-imid	PP – polipropilen
PI – poliimid	PG – prirodna guma
PA6 – poliamid tip 6	FEP – fluorinirani etilen-propilen
PEEK – polieteterketon	PVC – poli(vinil-klorid)
PA46 – poliamid tip 46	BK – butil kaučuk
PEs – poliester	EPK – etilen propilen kopolimer
PS – polistiren	ESIL4122 – silikon Eccosil 4122



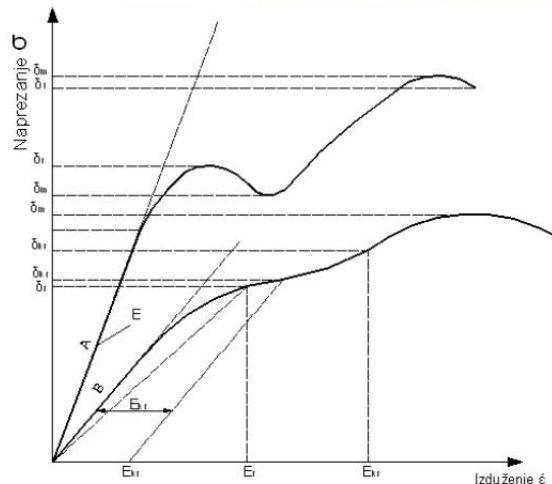
Dijagram 3. Gustoće i vlačne čvrstoće

PEs – poliester PA6  
 – poliamid tip 6 PI –  
 poliimid  
 ABS – akrilnitril/butadien/stiren  
 PENGs – polietilen niske/srednje gustoće  
 PPKP – polipropilen kopolimer

EPKP – etilen-propilen kopolimer  
 EPBP – epoksid bez punila PTFE –  
 poli(tetrafluor-etilen) NBR – akrilo-  
 nitril/butadien kaučuk BRBP – buta-  
 dienski kaučuk bez punila ESIL4954  
 – silikon Eccosil 4954  
 ESIL4122 – silikon Eccosil 4122

Laboratorij Fakulteta strojarstva i brodogradnje za nemetale bavi se razvojem, ispitivanjem i primjenom polimernih konstrukcijskih materijala i polimernih kompozita. Postojeća oprema omogućuje provođenje karakterizacije (kvalitativno određivanje – identifikacija) polimera, određivanje njihove kemijske postojanosti te ispitivanje niza kratkotrajnih i dugotrajnih statičkih i dinamičkih mehaničkih svojstava (čvrstoća, tvrdoća, žilavost, pužanje, dinamička izdržljivost itd.). Također je moguće određivanje nekih preradbenih svojstava (tečenje plastomera i duromera) i toplinsko-mehaničkih svojstava (temperatura omekšavanja plastomera i temperatura postojanosti oblika duromera). Osim polimernih materijala, na spomenute načine moguće je ispitivanje polimernih kompozita, te u ograničenom omjeru metalnih kompozita.

Oprema za ispitivanje osobina polimera



Slika 5. Univerzalna kidalica  
 Dijagram 4. – Dijagram naprezanje-izduženje



Slika 6. Charpy-ev bat

Slika 7. Tvrdomjer s kuglicom za plastomere i duromere



Slika 8. Tvrdomjer za elastomere

U svrhu istraživanja strukture polimernih materijala i polimernih kompozita, u Laboratoriju za nemetale instalirana je nova oprema: optički mikroskop „Olympus BX51-P“, za promatranje preparata u prolaznom polariziranom svjetlu, kao i uređaj za pripremu (brušenje i poliranje) mikroskopskih preparata „Struers LaboPol-5“.



Slika 9. Polarizacijski mikroskop Olympus BX51-P

Slika 10. LaboPol-5, Struers

Podjela polimera prema porijeklu osnovne na ulazu u proces

Ovaj izvorni kriterij podjele polimera je posljedica kulturolozijske upotrebe uzgojina za plastiku i gorivo. Riječ je o društvenom kriteriju procjene nekoga tehničkog rješenja.

Klasična podjela polimera je na prirodne i sintetske, a prirodni mogu biti nemodificirani i modificirani. Takva podjela nije precizna i valja je napustiti. Predlaže se podjela prema porijeklu osnovne na ulazu u proces. Tada je moguće razlikovati modificirane polimere i sintetske polimere. Mogu biti: duromeri (kazeinska plastika), elastomeri (na osnovi prirodnoga ili uzgojenoga) i plastomeri (derivati celuloze). Od prirodnina, sirovina, dakle prirodnih neprerađenih tvari: nafte, plina ili ugljena nizom se procesa prave intermedijeri (međuproizvodi), a od njih procesima polimerizacije polimerizati. Od polimerizata (nečisti polimer i ostatak) te niza dodataka prave se zatim sintetski polimerni materijali. Kod nekih polimernih tvorevina, kod svih duromera, kaučukovih smjesa i nekih plastomera procesima očvršćivanja sastojaka (polimeriziranje i/ili umreživanje i/ili pjenjenje) prethodi pravljenje oblika tijela, praoblikovanje. Zbiva li se to u kalupima, kalup je šaržni reaktor.

Podjela polimera prema temeljnim procesima polimerizacije

Ova podjela pretrpjela je više promjena. Stariji poznavatelji sjećaju se jednostavne podjele na tri vrste procesa: polimerizacije, poliadicije i polikondenzacije. Ta je relativno jednostavna podjela napuštena. Jedan od mogućih razloga jest i taj što je riječ polimerizacija upotrebljavana u općem smislu, a u podjeli iskorištena je za jednu polimerizaciju, onu lančanu, npr. karakterističnu za pravljenje polietilena. Slijedila je podjela za koju se zauzimao npr. P. Flory. Prema toj podjeli, sintetski polimerizati nastaju lančanom reakcijom ili stupnjevitom polimerizacijom. Stupnjevita polimerizacija može biti kondenzacijska ili adicijska (polikondenzacija i poliadicija). Reakcije polimerizacije nazivaju se i polireakcijama. Najnovija podjela prema mehanizmu i kinetici reakcije razvrstava polimere u dvije skupine:

- stupnjevite reakcije polimerizacije (postupne, polikondenzacijske) i
- lančane reakcije polimerizacije.

Polikondenzacijom se prave duromeri, elastomeri i plastomeri, uz odvajanje molekula. Najpoznatiji duromerni polikondenzat je prva sintetska plastika, fenol-formaldehid (PF). Tu je odvojena molekula voda, a proces se odvija tokom reakcijskog praoblikovanja u kalupu. Od plastomera dobivenih polikondenzacijom najpoznatiji su poliamidi (PA) i polikarbonat (PC), gdje se molekule odvajaju kod proizvođača tih plastomera. Polikondenzacijom se pravi i elastomerna tvar, silikonski kaučuk (MQ). Druga vrsta stupnjevite reakcije polimerizacije temelji se na reakciji adicije. Na taj se način prave duromerni poliadukti, npr. epoksidi (EP) i umreženi poliuretani (PUR), od plastomera linearni poliuretan, a elastomerna tvar je poliuretanski kaučuk (TPUR). Primjer proizvoda lančane polimerizacije je plastomer, polietilen (PE), a elastomerna tvar je butadienski kaučuk (BR).

Podijela polimernih materijala prema ponašanju pri povišenim temperaturama

Česta podjela polimernih materijala je ona prema ponašanju polimera pri povišenim temperaturama, preciznije, prema promjeni njihova modula smirnosti u ovisnosti o temperaturi. Na temelju te podjele polimerni materijali (polimerizati s dodacima) dijele se u tri temeljne skupine: duromere, elastomere i plastomere. Posebnu skupinu čine elastoplastomeri.

Riječ polimer doslovno znači „mnogo dijelova“. Dva industrijski važna polimerna materijala su plastike i elastomera. Plastike su velika i raznolika skupina sintetičkih materijala koji se obrađuju ili kalupljenjem formiraju u obliku. Kao što imamo mnoge vrste metala, kao što su aluminij i bakar, imamo i mnoge vrste plastike, kao što su polietilen i najlon. Plastika se može podijeliti u dva razreda, a termoplastike u termootporne plastike, ovisno o tome koliko su strukturno i kemijski opterećene. Elastomeri ili guma mogu se puno elastično deformirati kada se primjenjuje sila, a mogu se i vratiti u svoj izvorni obliku (ili skoro), kada je otpuštena sila.



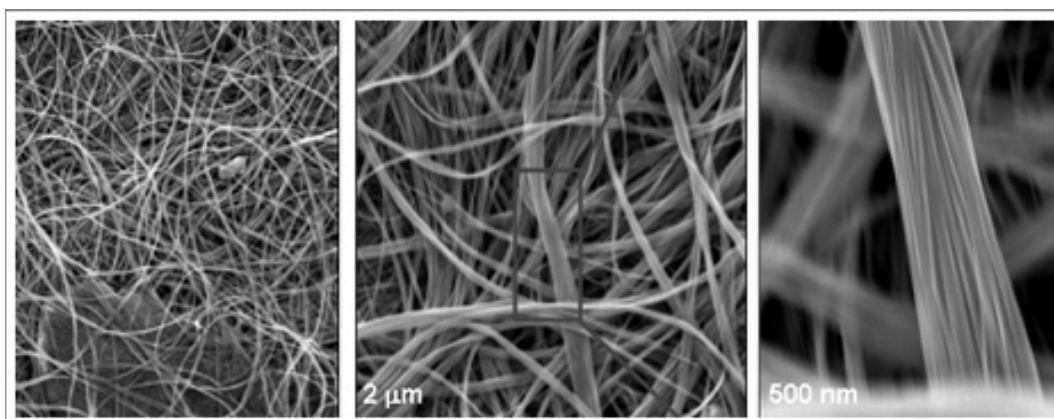
Slika 11. Proizvodi od polimera

## Preporuke instituta

Osnovni element plastike je polimer molekula, u dugom lancu kovalentno vezanih atoma. Sekundarne veze drže skupine polimernih lanaca zajedno u obliku polimernih materijala. Inženjeri diljem svijeta koriste termoskupljajuće cijevi umjesto standardnih pristupa izolacija, kao što je snimanje ili kalupljenje na mjestu. Cijevi dolaze u širokom rasponu veličina, boja i materijala. Kada se zagrije, on skuplja se u skladu s veličinom i oblikom u podlozi materijala. Poznato je da su nedavni tehnološki razvoji doveli do električki vodljivih polimera.

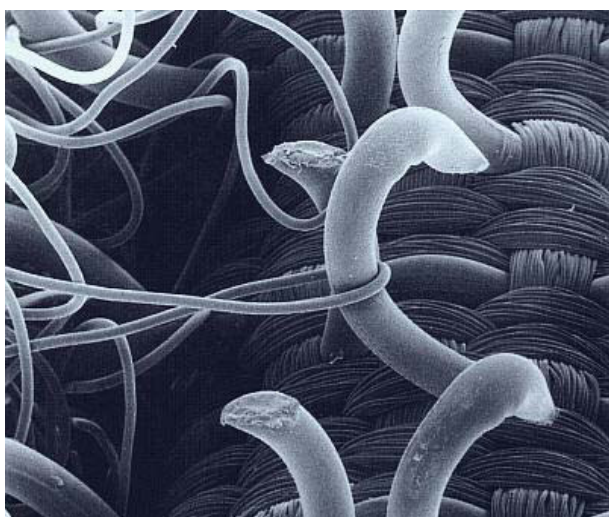
Za poluvodničko ponašanje je sada moguće koristiti polimerne sustave. Na primjer, poluprovodnički polimeri, u sendviču između dvije elektrode, mogu generirati svjetlo bilo koje boje. Ova tehnologija će dovesti do OLED (organic light-emitting diode). Takvim prikazom bi se za svjetlo ostvarila manja potrošnja energije od druge alternative, a možda i fleksibilnije.

Polimeri su materijali koji se sastoje od dugih molekularnih lanaca. Većina polimera je na bazi ugljika i imaju relativno niske tačke topljenja. Polimeri imaju vrlo širok spektar svojstava koja omogućavaju njihovu veliku upotrebu u društvu. Njihovo upotreba podrazumijeva: auto dijelove, čuvanje hrane, pakiranje elektronskih, optičkih komponenti i ljepila.



Slika 12. Izgled snimka vlakana

Sintetske tkanine su kopije prirodnih materijala. Primjeri uobičajenih sintetskih tkanina su poliester, spandex, rayon i čičak. Čičak je u klasi materijala polimera.



Slika 13. Sintetička vlakna

- \* Tvrdća Shore A, D
- \* Ostatak na deformacije - gume
- \* Dimenzije i istezanje lakiranih žica
- \* Adhezija i elastičnosti žica izolacije

#### Električna ispitivanja

- \* Električni otpor
- \* Napon prekidanja
- \* Prekidna snage, smole, specifične otpornosti

#### Kemijski i fizički testovi

- \* Identifikacija (IR-spektroskopija)
- \* Gustoća, kinematička viskoznost, indeks viskoznosti
- \* Plamište
- \* Prodiranja, podmazivanje, stabilnost protiv gubitka vode uslijed isparavanja vode
- \* Prisutnost bakterija i plijesni

Institut Max Planc – laboratorij za testiranje

Svojstva i trajnost proizvoda od plastičnih materijala u prvom redu ovise o sastavu i kvaliteti odabranih materijala i obrade. Sljedećim procedurama testiranja može se doći do podataka koji su osnova za pravilan odabir polimera za nove proizvode, kako bi se osigurala jedinstvena kvaliteta u isporuci materijala za procjenu stanja i kvalitete proizvoda. Oni također omogućavaju pouzdane identifikacije nepoznatih uzoraka, analizu oštećenih i identifikaciju uzroka ozljeda.

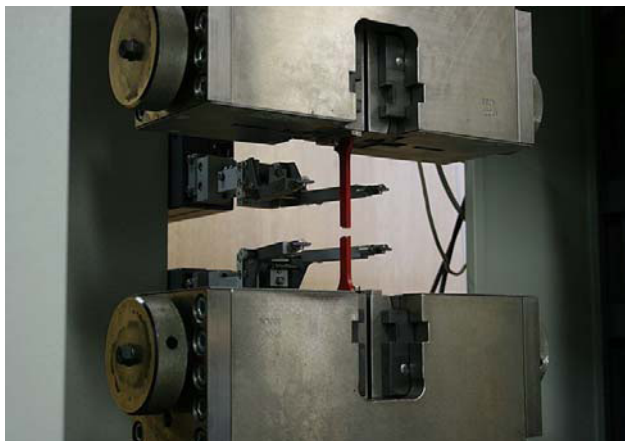
Većina test procedura obavlja se prema međunarodnim standardima. Institut je također uveo neke interne metode – test procedure za projektiranje i prilagođavanje zahtjevima klijenata. Individualni testovi su procedure akreditiranja.

### Mehanička ispitivanja

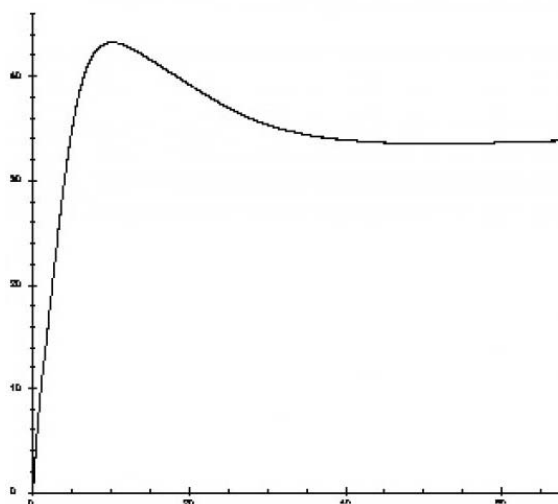
- \* Vlačna – posmična čvrstoća ljepila
- \* Vlačna čvrstoća, istezanje, adhezija ljepila trake, etikete adhezija
- \* Vlačna čvrstoća i istezanje folije, izolacijske cijevi, žice, gume

\* Adhezija i elastičnosti žica izolacije  
Električna ispitivanja

1. Tensile – vlačni test polimera daje snagu svojstva materijala u elastičnim i plastičnim površinama. Epruveta se određenim konstantnom brzinom proteže do loma. Dijagram test nam pokazuje ponašanje polimera od trenutka hvatanja. Od njega se mogu dobiti podaci koji se koriste za vrednovanje polimera, odnosno vlačno naprezanje. Na ordinatama se čitaju svojstva čvrstoće, s apscise i odgovarajuće istezanje. Modul elastičnosti je omjer napona i rastezanja. Linija ili nagib modulus daju karakteristike materijala – kruti materijali su oštre linije, elastičnih materijala i ravnih linija.



Slika 14. Mašina za ispitivanje mehaničkih svojstava polimera

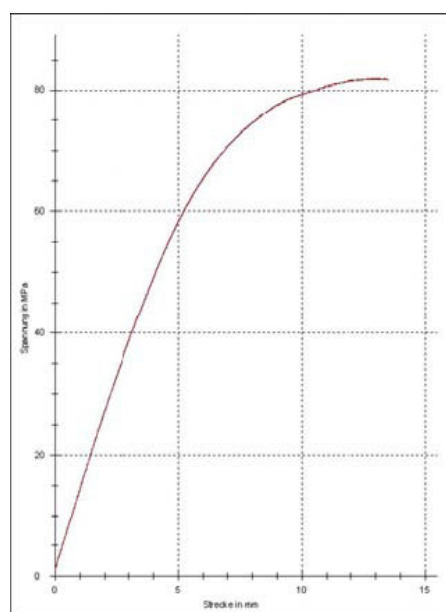


Dijagram 5. Omjer napona i rastezanja

2. Bending – savijanje je test koji se koristi uglavnom za više lomljiv materijal, gdje vlačna čvrstoća nije dovoljno značajna. Ovo je dijagram test i od njega dobivamo podatke koji se koriste za vrednovanje karakteristika opterećenja savijanja polimera.

Najvažniji rezultati testa savijanja su:

- \* Čvrstoća savijanja (MPa)
- \* Obavezna napetost savijanja (MPa)
- \* Savijanje i istezanje na lom (%)
- \* Savijanje i izduženje uslijed savijanja (%)
- \* Savijanje modul elastičnosti (MPa)



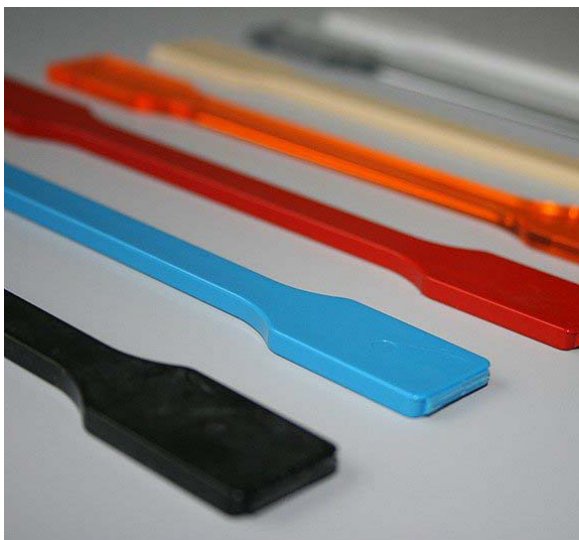
Dijagram 6. Savijanje i istezanje na lom



3. Impact – čvrstoća nam daje informacije o oporu materijala. Ispitni uzorak umetnut je u dršku za materijal, a čekić na mjesto početne pozicije, koja je potencijalna energija. Kada čekić svoju potencijalnu energiju promjeni u kinetičku, Hammer nakon loma raste do određene razine (što je opet potencijalna energija); što je ona manja, više je kinetičke energije se koja se troši na lom uzorka.



Slika 16. Prikaz mašine za ispitivanje udarne čvrstoće



Slika 17. Kušači-uzorci za ispitivanje

## Budući pravci razvoja polimernih materijala

Strategije za budućnost Područja Basic Materials Science

### Uvod

Mekane materijale karakterizira slab, ali ipak dug raspon interakcije među molekularnim ili supramolekularnim sastavnicama. Ove interakcije dovode do stvaranja statičkih i dinamičkih i često hijerarhijskih struktura prirodnih i fizikalnih svojstva koja uvelike ovise o suradnji međudjelovanja na različitim dužinama i vremenskoj skali. Najrelevantnija industrijska klasa materijala u tom kontekstu su sintetički polimeri. Osim toga, svi oblici života izgrađeni su i organizirani od mekih biogenih materijala, a to uključuje i vezivno tkivo, kosti i slične materijale od kojih je kostur ili egzoskelet formiran, strukturne elemente stanica (stanična membrana i skele), materijale na bazi ugljikohidrata u biljkama koji se produciraju (npr. celuloza, škrob). Područje također uključuje materijale napredne tehnologije koji su temeljni kao koloidi, tekući kristali, kompozitni materijali (vlakna armirane plastike), te fotootporni materijali koji su potrebni za stvaranje hardvera informacijske tehnologije.

Većina mekih materijala se temelji na organskim molekulama ili makromolekulama (polimerima). Za njihovo fizičko ponašanje je relevantno jesu li sintetički ili biogeni. U klasi koloida koji se sastoje od međusobno slabih interakcija nano ili mikročestica u tekućini nalazimo anorganske materijale, ali čak i ovdje, interakcija s organskom površinom je često presudna za dobivanje stabilne ili metastabilne situacije. Dakle, tenzidi su sažeti u kontekstu mekih materijala. Modifikacija površine zajedničkog materijala i konstrukcija dijelova od zajedničkog materijala je preduvjet za moderne tehnologije. Izmjene, npr. premazi, služe za zaštitu materijala od korozije ili abrazije, one omogućuju taloženje informacija (tisak tehnologije) ili razlike (oglašavanje, farbanje) i isto tako pomažu spojiti dijelove različitih kvaliteta i funkcija (ljepila).

### Polisaharidi: stanje umjetnosti

Proizvodnja, modifikacija i prerada polimera je najvažnija grana evropske industrije. Svjetska proizvodnja polimera je sada daleko premašila proizvodnju čelika (po težini), a bližu je 180 milijuna tona u 2000. godini. Evropa ima udio od cca. 28% (50 milijuna tona) što je ekvivalentno proizvodnji od cca. 100 milijardi €. Prerada plastike se razlikuje od proizvodnje jer ona ima vlastiti karakter i izbornu jedinicu.

Dok proizvodnja polimera dominira cijelim svijetom, a još više u Evropi, gdje je vrlo malo velikih igrača – kemijska industrija, prerađivačka industrija karakterizira tisuće malih i srednjih industrija (npr. u Njemačkoj nalazimo cca. 2.500 poduzeća s ukupno cca. 220.000 zaposlenika). Oko 60% proizvodnje polimernih materijala koristi se za opskrbu tržišta strukturnim materijalima, dok 40% proizvodnje otpada na funkcionalne materijale.

#### (a) Strukturni polimeri

Većina proizvedenih polimera kao strukturni materijal (standard plastika) se temelji na poliolefinima (polietilen, polipropilen, i slični ugljikovodici, polimeri i kopolimeri). Konačna primjena se nalazi u području ambalaže (41%), izgradnje objekata (20%), električne izolacije (9%), automobilskih dijelova (7%), poljoprivrede (2%) i ostalo (21%). Primjena plastike sve više zamjenjuje konvencionalne materijale (npr. kovinu, staklo, keramiku u ambalažnoj industriji), a u razvijanju novih tehnologija (npr.: audio/video diskovi) je inovativan i stalan izvor industrijske evolucije. Također smo pronašli zamjenu za skuplje „specijalitete” polimera nove generacije. Ovo se odnosi na stalno poboljšanje obradnih svojstava i fizičkih karakteristika koje poliolefinski izum i prilagodba novih katalizatora u procesima polimerizacije nove strukturne varijacije na razini molekularne arhitekture vodi u stalnu evoluciju svojstva u primjeni.

Inovacije u npr. industriji pakiranja hrane, dostupnosti novih ili poboljšanih polimernih materijala neophodne su za razvoj distribucije i sustava za pohranu podataka u Evropi, te pomažu u restrukturiranju i razvoju

poljoprivredne regije. Velika razmjera zamjene stakla na bazi poliesterskih materijala (PET) za spremnike tekućina u industriji pića je još jedan primjer. Početni problem plastičnih masa vezan je za otpad, a riješen je u posljednjih nekoliko godina, kombinacijom pravne radnje i ekonomski održivih sustava prikupljanja i redistribucije.

Potrebno je napomenuti da je specijalnost polimera da imaju čvrsto mjesto u modernoj industriji i često imaju karakter koji omogućava razvoj tehnologije. Primjer je proizvodnja, primjena, te stalna evolucija prema poboljšanju performansi epoksirezina, klase polimera koji služi kao izolacija i ambalažni materijal u električnoj/elektroničkoj industriji. To je osnovna za moderne elektronske industrije.

#### (b) Funkcionalni polimeri

Polimeri nastaju kao funkcionalni materijali koji mogu poslužiti u mnoštvu primjena kao i dodataka, obradi pomagala, ljepila, premaza, viskoznosti regulatora, maziva, i mnogo više. Nalaze se u kozmetici i farmaciji, u svim vrstama polugotove hrane, u tiskarskim bojama i bojama kao što superamortizeri, u higijenskim proizvodima i obradi keramike (veziva) i betonu, kao i flokulantima u otpadnim vodama, kao ljepilo u hardver proizvodnji elektroničke opreme, da spomenemo samo nekoliko.

Novi razvoj funkcionalnih polimera ima revolucionarne posljedice na industriju, u kojoj su polimeri našli primjenu pod uvjetom da tehnološki omogućavaju bazu za nove ili poboljšane proizvodne sustave. Osim toga, u mnogim slučajevima je potpuno nova aplikacija postala dostupna. Primjer je sada široko korištenje super amortizera, proizvoda koji su u sebi stvorili potpuno novi roman industrija s proizvodnim linijama. Biomedicinska primjena polimera treba isto tako biti navedena ovdje. Polimeri igraju sve veću ulogu kao implantata, u stomatologiji, u kirurgiji vezivnog tkiva i arterija, kao i općenito u medicinskoj tehnologiji.

To predstavlja veliko tržište za interdisciplinarnu istraživačku aktivnost. Također treba napomenuti da odredba novih funkcionalnih materijala ima također velike posljedice na stroj

i proizvodnu liniju industrije, dobar primjer je industrija tiskarskih strojeva. Napredak u ovoj industriji uvelike ovisi o pružanju novih tiskarskih boja optimiziranih za visoke brzine ispisa procesa – u velikoj mjeri „problem polimera”. Isto vrijedi i za „lasersku tehniku ispisa”, brzinu koja uvelike ovisi o polimerima na temelju ispisnog procesa.

## Teme istraživanja

Anketa među vodećim evropskim industrijama u proizvodnji polimera u godinama 1998/99. je dala sljedeće ciljeve visokog prioriteta za istraživanja posvećena polimerima:

- Emulzija polimerizacija: naći način da ide iz serije tipa reakcije na kontinuirane reakcije, a za to će trebati razvoj novih, najvjerojatnije polimernih tenzida, stabilnost emulzija i disperziju treba poboljšati, starenje film formacije treba biti bolje kontrolirano; ovo bi imalo ogroman utjecaj na industriju premaza i ljepila.

- Poboljšani napor u pronalaženju i razvoju katalizatora za olefinu polimerizaciju, s naglaskom na metalocene temelje katalizatora. Tako će kopolimerizacijom heterogeni katalizatori biti predmetom lošeg procesa polimerizacije, sinteza elastomera metalkataliznim procesom je ključni cilj.

Bolji podaci o reakcijama i kinetičkim pojavama u polimerima uvelike će pomoći poboljšanju velikih razmjera proizvodnje polimernih materijala.

Oblikovanje i obrada čestica sustava (visoko punjene polimera, oblaganje formulacije, tiskarske boje i sl.) što uključuje razumijevanje kinetike rasta čestica i površine čestice cijepljenja, pomoći će da se značajno unaprijede postojeće tehnologije

„Solvent-free” procesi polimerizacije su procesi kojima se želi smanjiti opasnost za okoliš i smanjenje troškova proizvodnje polimera.

Polimerizacija u vodenim medijima, vodom rođen polimer i premazi na bazi vode također bi smanjili opasnost od sadašnje

ekološke tehnologije.

„Reactive extrusion”, koja je stvaranje primjena ciljanih proizvoda u obradi, čime bi se za korak poboljšala situacija na tržištu za male, srednje i velike industrije.

Daljnji razvoj analitičkih metoda i kvantitativnih metoda karakterizacije strukture i izvedbe polimernih materijala je jako željen, među njima, instituti tehnike određivanja molarne mase distribucije imaju najviši prioritet; ali jednako je važan i razvoj brzih i preciznih metoda za određivanje strukture granajućih, hipergranajućih i umreženih sustava. Analitičke karakterizacije čestica sustava i disperzije treba poboljšati.

Većina polimernih materijala u sadašnjosti je pokazala svoje funkcije u kontaktu s vanjskim svijetom, koji je po svojim svojstvima površine. Ključne riječi, na koje je potrebno posvetiti pozornost u istraživanju u neposrednoj budućnosti su :

Adhezija: razumijevanje i poboljšanje mehanizama adhezije ljepila i neuspjeha, prevencija adhezije prema modifikaciji površine, razvoj ”ljepljivih” polimera (vrijeme/temperatura/tlak, ovisno o procesu ljepljenja), opće studije o vlaženju/ procesima isušavanja/ adhezije između živih sustava (stanica) i polimera.

Polimeri za primjenu u medicini: polimeri osmišljeni kako bi djelovali kao implan-tati, polimer-polimer tkiva i stanice interakcije, starenje polimera izloženih biosistemu, materijali za umjetne organe, materijali u farmaceutskoj i medicinskoj tehnologiji, visoka čistoća polimera, membrane, membrani materijali za hemodijalizu, polimeri u liječničkoj dijagnozi.

Polimeri za napredne tehnologije: polimeri kao medija za pohranu podataka (audio/ videodiskovi); fotootporni i srodni materijali potrebni za izradu naprednog elektroničkog hardvera; polimeri u prikaz tehnologiji: poravnane slojeva, polarizatori u LCD-ima, electroluminescent polimeri za OLED's; razdjelnik membrane i ionski vodovi veziva u power supplies (gorive ćelije, Lilon baterije) za prijenosne ili mobilne aplikacije.

Računska tehnika: unaprijed teorijsko razumijevanje ponašanja polimernih materijala otvara put za povezivanje detalja molekularne strukture i promjene njenog nastupa u obradi i primjeni. Računanje velikih razmjera pomoću

namjenskih softvera je potrebno. Međutim, napredak u simulaciji očekivanih ponašanja na temelju molekularnih arhitektura će uvelike ubrzati istraživanje procesa u proizvodnji polimera, a time dati evropskoj industriji vodstvo nad svojim konkurentima. Evropa je trenutno vodeća u računskoj tehnici u ovom području, ali ovi rezultati moraju biti prebačeni u industriji istodobno, metode simulacije moraju biti poboljšane s obzirom na puni spektar primjene polimernih materijala u praksi.

Perspektive u temeljnim istraživanjima mekih materijala i polimera

Svojstva i primjena „mekih materijala” (polimeri, biopolimeri, kompoziti, tekući kristali, površinski) se temelje na slabim, ali dugim vezama molekularne interakcije među sastavnicama. Boležljivo je razumjeti kako i zašto te interakcije dovode do hijerarhijske strukture i u većini slučajeva vremenski ovisnih fizičkih i inženjering svojstava. Kontrolirano postignuće arhitekture je ključ za aplikaciju.

#### (a) Polimerna sinteza

Sinteza robe ili inženjerskih polimera dominira na utjecaj pronalazača novih katalizatora za poboljšanje procesa polimerizacije. Trebaju se pronaći nova načela katalize kojima će već postojeći veliki objekti za proizvodnju polimera postati bez premca. Osim toga, sinteza je specijalnost polimera koja je usmjerena prema funkcionalnim svrhama

#### (b) Supermolekularne strukture

Svojstva polimera ovise o strukturnoj organizaciji u različitim mjerilima duljine. Odnos između molekularne strukture uvjet je obrade i načela samoorganizacije su u velikoj mjeri nepoznata ili samo empirijska. Daljnji napredak u iskorištavanju prirodnih svojstva polimera tako više ovisi o dobivanju uvida kako kontrolirati interakcije između konstitutivnih makromolekula i drugih sastojaka polimernih materijala (pigmenti, stabilizatori, ojačani elementi) u tijeku obrade. Nove metode za obradu trebaju biti razvijene u slučaju specijalnosti polimera te prilagođene zahtjevima njihove primjene u mikro/macroelektronici, kao medicinski implantati ili prenosivi izvori energije (baterije,

goriva ćelija).

#### (c) Transportna svojstva

Polimeri sve više nalaze važnu primjenu u separacijskim procesima kao aktivne ili pasivne membrane, adsorbencije ili kromatografski materijali. U baterijama i gorivim ćelijama služe kao razdjelnik materijala. Postoji potreba za razumijevanjem relevantnih poboljšanih svojstava, kako se prijevoz i dinamičke pojave odnose na molekularne i supramolekularne strukture te kako se to odražava na sintezu i obradu.

Perspektive u temeljnim istraživanjima u Organic Materials Synthesis

#### (a) Sinteze racionalnim dizajno

Napredak u računarima na temelju simulacija očekuje napredak polimera u njihovim zahtjevima, što će uvelike ubrzati proces istraživanja i razvoja u industriji. Međutim, teorijsko razumijevanje molekularne interakcije u kontekstu primjene je povoljno. Relevantan softver ili ne postoji ili ne može služiti adekvatno svrsi. Isto vrijedi i za teorijska i računska rukovanja katalitičkim procesima.

#### (b) struktura-svojstva korelacije

Daljnji razvoj analitičkih metoda za karakteristične strukture i izvedbe polimera u prostoru i vremenu domena je preduvjet za daljnje poboljšavanje tih materijala. Brze institutske tehnike određivanja molarne mase i distribucije na polimerizaciju i / ili preradu imaju visok prioritet. Slično tome, analitičke tehnike, kako bi se omogućilo precizno određivanje primarne strukture (grananje, hyperbranching, umrežavanja itd.) su trenutno previše neprecizne i nespretno, tako da imaju loš utjecaj na industriju. Dakle, nove brze analitičke metode moraju se pronaći.

#### (c) visoka -čistoća i sinteza materijala

Specijalni polimeri moraju biti prilagođeni specifičnoj svrsi njihove primjene. To u mnogim slučajevima zahtijeva razvoj novih pravaca u sintezi i obradi zbog potrebnih i neophodnih uvjeta čistoće. Primjeri su također sveprisutni u biomedicinskim aplikacijama ili

u elektronici (migracija čak i tragovi nusproizvoda će pokvariti uređaj).

## Zaključak

Prilikom uzimanja teme za seminarski rad izabrao sam ovu temu o kojoj sam znao veoma malo te sam mislio da ću imati problema s izradom. Nakon konsultacija sa cijenjenim prof. dr. sc. Salimom Ibrahimefendićem i njegovim uputama za izradu seminarskog rada, koje su obuhvatile i savjet za konsultacije sa jednim od najvećih instituta na svijetu, tj. Max-Planck institutom u Njemačkoj, mislio sam da neću dobiti tražene informacije o navedenoj temi zbog činjenice da sam ja građanin jedne male zemlje, nama drage BiH. Naravno, iznenađen sam pozitivnim odgovorom od strane instituta u Njemačkoj. Informacije koje sam tražio dobio sam u obliku knjige u elektronskoj formi „Polymer research 2009“. To je dokaz koliko je ozbiljna tema koju sam dobio i sam predmet kao materija. Mogu da zaključim da je ispitivanje fizičko-kemijskih osobina polimera od velike važnosti zbog činjenice da se raznim testovima koji su navedeni u ovom radu dolazi do informacija koje određuju životni put određene vrste polimera, odnosno nakon ispitivanja moguće je odrediti gdje će ispitan polimer imati primjenu, a gdje nije poželjna njegova upotreba. Isto tako je bitno napomenuti da dosta ovih testova mogu da se primijene na polimere koji se koriste u grafičkoj industriji, što je od velikog značaja za našu struku. Značaj polimera svakodnevno raste bez obzira o kojoj industrijskoj grani se radi i upravo iz ovih razloga je neophodno prići izučavanju ove materije kroz sve vidove školovanja, uključujući mogućnost formiranja odjela za plastične materijale u institutu „K. Kapetanović“ u Zenici.

Grafički fakultet će u saradnji sa institutom „K. Kapetanović“ biti nosilac ideje o organizovanju naučnih i stručnih skupova i simpozija o „Polimerima“ čime se edukativno, stručno i naučno pokriva ova veoma važna naučna oblast i time uspostavljaju mostovi saradnje s naučnim institucijama iz Evrope i svijeta.

## Literatura

1. Adamić, K. (1979): Struktura i svojstva polimera, Društvo plastičara i gumaraca, Zagreb.
2. Polymer research, Institut Max-Planck, 2009.
3. Smith, W. F.: Taken from Principles of Materials Science and Engineering, McGraw-Hill, Inc, New York.
4. Španiček, Đ., L. Čurković (2005/2000): Materijali I (autorizirana predavanja), Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb.
5. [www.chemicals.kellysearch.com/profile/bayer+polymers/us/pa/pittsburgh/15205-9741/350034026](http://www.chemicals.kellysearch.com/profile/bayer+polymers/us/pa/pittsburgh/15205-9741/350034026) (Polimerni web “Odsjeka za kemiju Imperial College of Science, tehnologije i medicine u Velikoj Britaniji”)
6. [www.engr.sjsu.edu/wofmate/polymers.htm](http://www.engr.sjsu.edu/wofmate/polymers.htm)
7. [www.mos.org/](http://www.mos.org/)
8. [www.pslc.ws/macrog/index.htm](http://www.pslc.ws/macrog/index.htm)
9. [www.research.philips.com/](http://www.research.philips.com/)
10. [www.tiniusolsen.com/products/melt-indexers/melt-indexers.html](http://www.tiniusolsen.com/products/melt-indexers/melt-indexers.html)

# NOVE FORME KOMUNIKACIJE

## NEW FORMS OF COMMUNICATION

Gorana Maglajlić, Grafički fakultet Kiseljak

### Sažetak

Cilj ovog teksta je objasniti nove trendove u svijetu reklama. Ispitivala sam kako to rade veliki dizajneri danas, nošeni modernim trendovima, i kakav utjecaj ostavljaju na nas kao potrošača/konzumenta.

Dakle: Reklame su danas svuda oko nas. Sve je teže doći do nas, potaknuti nas na kupovinu. U masi teško razaznajemo šta je dobro. Sva pažnja je usmjerena na potrošnju ne samo konkretnih proizvoda: mi smo potrošači i kad čitamo novine, gledamo televiziju ili čitamo knjigu. Suvremena društva su društva neumornih potrošača. Kao dizajneri moramo znati kako se približiti potencijalnom kupcu, kako prodati vlastiti produkt, vlastiti dizajn.

*Ključne riječi: novina, kreativnost, strategije, poruka.*

### Summary

The aim of this paper is to explain new trends in the world of advertisements. I questioned how they do it great designers of today, propelled by modern trends and which is the impact they left on us as consumers.

So: Advertisements are all around us today. It is more and more hard to impress us, encourage us to buy. In the crowd we hardly recognize what is good. All attention is focused on consumption not just specific products: we are consumers even when we read newspapers, watch television or read a book. Modern societies are the companies of tireless consumers.

As designers we need to know how to approach the potential buyer, to sell our own product, our own design.

Key words: novelty, creativity, strategy, message.

### Uvod

Reklamiranje je postalo toliko široko da uključuje sve ono što je u funkciji prodaje, od ispisanih fasada, letaka trgovačkih lanaca s njihovim ponudama, malih oglasa koji se pojavljuju u dnevnim novinama, najave proizvodnje novih deterdženata, novih modela automobila koji se emitiraju na televiziji, plakata koje prikazuju slike političara tijekom izbornih kampanja. Međutim, mnoštvo reklamiranja i ulaganje ogromnih količina novca ne znači i osiguranu prodaju. Da bi reklamiranje ispunilo svoju svrhu, ono mora "ostati viđeno".

Dizajneri sa stručnjacima u marketingu čine sve što je u njihovoj moći da bi privukli našu pažnju. Izmišljaju i postavljaju trendove koje slijedimo. Novi vid komunikacije koja počinje na ulici, koja u sebi krije poruku i šokira posmatrača svojim konceptom, pojavom i idejom naziva se modernim riječnikom "guerilla marketing".

Šta je "guerilla marketing" (gerilja marketing)? Guerilla Marketing ili Extreme Marketing je pojam koji opisuje šokantne reklamne kampanje. Jay Conrad Levinson svoje poimanje Guerilla Marketinga iskazuje riječima: „Gue-

rilla Marketing razlikuje se od tradicionalnog na isti način na koji se tradicionalni način ratovanja razlikuje od gerilskog ratovanja. Umjesto da radi s proračunom koliko pješaka treba da ima divizija, on radi sa svim svojim resursima da bi postigao maksimalan učinak.”. Drugim riječima, ostvaruje marketinške ciljeve na jedan poseban, nekonvencionalan i moderan način, ulažući više energije, strasti i kreativnosti nego novca.

S tačke gledišta gerile oglašavanja sve je moguće i dozvoljeno – ljudi obučeni kao hot-dog ili zalijepljeni u plakatima, izvrsne slike, neobični “dogadaj”. Sve je u igri, pod pretpostavkom da se ne boje zidovi fasada ulica i da se ne izvikuje ime direktora ili firme. Reklamne kampanje imaju savršenu strategiju i plan postizanja ciljeva, isticanja vrijednosti proizvoda. Namjera je jasna: poruka koji se upućuje publici treba biti kreativna i prenesena na originalan način.

Nove tehnologije oblikuju nove trendove i na taj način potpomažu novi vid oglašavanja. Mediji reklama sada postaju digitalni zidovi (digital wallscape), interaktivni zidovi (interactive wallscape), instalacije, performansi, zidovi starih kuća. Poruka glasi: dizajneri koriste novo doba da bi kreirali nove medije.

## Kreativnost u reklamama

Oglašavanje se okrenulo za 360 stupnjeva. Njegova namjera nije više pružiti potrošaču kvalitet proizvoda, nego način života, filozofiju, žudnju.

U današnjem svijetu oglašavanja veliku ulogu igra originalnost. Nije jednostavno kreirati nešto novo što će u moru drugih reklama privući pažnju i stvoriti željeni utjecaj na potrošače. Finalni cilj svake dobre reklame je prodaja. Dobra reklama mora zadržati pažnju potrošača i isprovocirati jake emocije. Strah, šok, glad i seks marketinški stručnjaci vide kao glavne adute uspješnog marketinga.

Kreativnost je jedan od ključnih faktora pri stvaranju interesantne reklame, preduvjet za dobru kampanju, prodaju, prestiž i priznanja. Privući interes publike je glavni cilj bilo kojeg oglašivača, a kreativnost je uvijek aktuelna ako

donosi nove trendove u svijetu oglašavanja.

Za Johna Hegartya kreativnost znači razbiti pravila i ostati na temelju jedinstveno jednostavnih stvari: simpatičnosti (ciljnom grupom), individualnosti, zapaženosti, namjere, lakoće (riječi i slike), ekonomije (u riječima) i iznenađenja, da bi se došlo do javnosti/publike. Ova pravila se odlično mogu primijeniti za oglašavanje, ali ih općenito možemo preporučiti kao učinkovito sredstvo koje svaki kreativac treba koristiti u svom radu.

Istražujući više o kreativnosti, susrećemo se s Bernsteinom. Ovaj autor, kao i Hegarty, također se odlučio za jednostavnost u kreaciji, pretočivši “obični” dizajn u jednostavnost opaženog. Za Bernsteina jednostavan plakat ne znači i običan, jer je njegova funkcija privući pozornost i stvoriti “prijateljski” odnos s javnošću.

## 10 kreativnih guerilla pristupa

1. Južnoafrička udruga, POWA (People Opposing Women Abuse), koja se bori protiv nasilja nad ženama u Južnoj Africi, kreirala je novinsku reklamu gdje se čitatelji susreću s dva zalijepljena lista. Da bi se vidjela reklama, listovi se moraju nasilu odlijepiti. Tada se dobije poruka: “Ako morate koristiti silu, to je silovanje”.

2. Reklamna kampanja za skupljanje prihoda za djecu trećeg svijeta plasirana je u velikim lancima supermarketa u Americi. Radi se o vrlo jednostavnom konceptu printa slike na dnu potrošačke korpe. Reklama je efektivna, jaka i ne ostavlja potrošača ravnodušnim. Skriva poruku “pomozite djeci u Africi.”

3. Grafiti umjetnik Paul Curtis poznatiji kao Moose, s kojim Britanske vlasti ne znaju šta da urade, jer čisti zidove umjesto da ih prlja. Dok Vijeće Leeds Citya još odlučuje, on se šali i govori: „Čekam Vrhovni sud Monty Pythona gdje je dokaz A detrdžent za skidanje fleka, a dokaz B par mojih prljavih čarapa”. Koristeći svoju ideju sjetio se da ideju proda Arielu. Reklama prenosi dvije poruke: čistite zidove umjesto da ih iscrtavate i iskoristite originalnu ideju da biste ostvarili dobru prodaju.

4. Ova jednostavna reklama oglašava

proizvod za čišćenje pod nazivom K2r. To je popularni skidač fleka u Francuskoj. Ideja je bila naći fleke na ulici i iscrtati ih bijelom trakom. Tako mrlja postaje dio odjeće, a ispod je poruka vrlo jasna “Probaj K2r”.

5. Udruga koja se bori protiv raka pluća u Singapuru izbacila je zaista kreativnu, efikasnu, možda pomalo i agresivnu reklamu za pomoć pri odvikavanju od pušenja. U Kini su prostori za pušenje izdvojeni trakom i izbačeni van privatnih i javnih posjeda.

6. Reklama za Vigor votku: soba u obliku boce votke je namještena Ikea namještajem u skali 1:1. Poruka je: ”Absolut New York ”

7. Personalizirani Adidas autobus sa sloganom “ništa nije nemoguće” kojeg vuku ljudi je privremeni performans koji se događao na ulicama Tokia. Reklama je okarakterizirana kao moćna, smjela i inovativna, baš onakva kakvom se Adidas želio predstaviti publici.

8. Časopis “The Economist” odlučio se za vrlo jednostavan 3D plakat. Velika sijalica na crvenoj pozadini se upali svaki put kada prolaznik prođe ispod. Na taj način želi prikazati inteligenciju svojih čitatelja.

9. Dizajneri za Axe dezodorans sjetili su se nečeg doista interesantnog. Na pločicu koja simbolizira izlaz (Exit), dodali su identičnu gdje žene trče za muškarcem koji im bježi.

10. Western union je svjetska kompanija koja korisnicima svojih usluga obezbjeđuje brz i siguran elektronski transfer novca. Jednostavnom i domišljatom intervencijom na pokretnoj traci supermarketa dobili su reklamu vrijednu pomena.

5 osnovnih guerilla marketing strategija (prema Ethan Lyonu)

### 1. Kreativnost

U guerilla marketingu, tvoj svijet je kreacija. Počinje s konceptom “izvan granica”. Potrebno je razviti ciljnu grupu, stvoriti nešto neočekivano, učiniti kampanju drugačijom i učinkovitom, a pri tome sve konvencionalno ostaviti iza sebe. U srcu svake uspješne guerilla reklame stoji kreativnost. Bez nje, ti si konvencionalan ili još gore, dosadan.

### 2. Neočekivanost

Billboardi su postali dio svakodnevnice. Na putu do posla, pored nas su uvijek isti billboardi ugodnih boja i privlačnih linija koji pokušavaju izmamiti vaš osmijeh. To očekujemo. Njemački proizvođač namještaja Miele stvorio je neočekivanu reklamnu kampanju gdje je statičan billboard postao mnogo više od toga. Da bi pokazali moć svojih usisivača, oni su postavili “nasukani” balon preko billboarda s usisivačem gdje se čini da je usisivač usisao balon.

### 3. Više s manje

S guerilla inicijativom lako je postati fantastičan i nepraktičan. Zalijepiti i podijeliti more letaka na glavnoj ulici ne može i ne mora biti najbolji potez. Cilj je biti razuman, inteligentan i neočekivan, iskoristiti svoju kreativnost i razviti odlučnu kampanju bez mnogo sredstava. Majstori su printajući ženu koja radi jogu na dio slamke koja se savija stvorili idealnu i vrlo efektanu reklamu.

### 4. Iskoristiti okolinu

Postaviti na ulici šolje kafe nikako nije dobro. Nije inteligentno, previše je apstraktno, nije logično i pješake dovodi do neugodnosti. Ali ako se okruženje koristiti kao neočekivano i inteligentno na način na koji je to uradio Followers, koji je pare od kanalskih poklopaca iskoristio da prikaže paru iz svoje kafe, to počinje da ima smisla.

### 5. Interakcija

Iako interakcija nije spojnica za sve guerilla reklame, ona donosi jači odnos potrošač-preduzeće. Ako uzmemo za primjer Ikeu, švedskog inovatora i današnjeg velikana u proizvodnji namještaja, onda ćemo se oduševiti ideji „Ikea dnevni boravak”. Autobusno stajalište je transformirano u udobno mjesto – dnevni boravak. Preljepo uređeno autobusno



stajalište postaje udoban interaktivni prikaz.

voljeno.

## Zaključak

Razvitkom kapitalizma i globalizacijom širi se i konzumerizam. Jedina želja svih proizvođača je "prodati". Dizajneri i marketing stručnjaci brinu se da to bude "kupiti".

Pratiti nove trendove, biti inovativan i drugačiji jedini su aduti koje imamo da bismo opstali u okrutnom svijetu gdje je dobar proizvod onaj koji ima dobru reklamu. Guerilla marketing reklame su samo dobar primjer ostvarivanja marketinških ciljeva na poseban i nekonvencionalan način.

One su posebno dobar alat za promoviranje događaja, novih otvaranja, posebne prodaje, odnosno najava novih linija proizvoda. Jedini im je cilj biti i ostati jednostavne.

Pokušati pronaći ideje na koje će ljudi reagirati, koje će olakšati njihov dan, izazvati osmijeh ili strah prava je umjetnost. Ključ leži u kreativnom radu i motivaciji da se uključe sva čula i da se nađu novi izazovi u svemu što se radi. Samo otvoreno, nema ograde, sve je doz-

## Literatura

1. Bernstein, D. (2004): Advertising Outdoors: watch this space, Phaidon, London.
2. Brea Franch, E. (2008): La publicidad exterior. Una mirada de 360°. De la teoría a la acción,
3. Ed. Ciencias Sociales, Madrid.
4. Contreras, F., C. San Nicolás (2001): Diseño gráfico, creatividad y comunicación, Blur
5. Ediciones, Madrid.
6. De Miguel, A. (1997): Manual del perfecto sociólogo, Espasa, Madrid..
7. Dorrian, M., G. Lucas (2008): Guerrilla Advertising: Unconventional Brand Communication, Editorial.
8. Levison, J. C.: Guerrilla Marketing: Secrets for Making Big Profits from Your Small Business, <http://sparxoo.com/2009/06/22/top-5-guerilla-marketing-strategies/>

Materijale pripremio i skupio student Grafičkog fakulteta u Kiseljaku, Sanjin Vreto.