

Priredila: Maja RUJNIĆ-SOKELE



Građevinska industrija i PVC - uzajamna ljubav koja traje već desetljećima

Plastika u graditeljstvu

Od svih područja primjene plastičnih materijala, građevinska industrija drugo je najveće područje njihove primjene (prvo je ambalaža), s udjelom od 23 %. Kada bi se plastični proizvodi u graditeljstvu zamijenili tradicionalnim građevnim materijalima, njihova bi masa vjerojatno bila deset puta veća. Prosječni životni vijek svih plastičnih dijelova u graditeljstvu je oko 35 godina, a ovisno o pojedinoj uporabi, raspon vijeka trajanja je od 5 godina (tapete) do 80 godina (cijevi).¹

Najstariji plastični proizvodi, proizvedeni u velikom obujmu i uporabljeni u građevinskoj industriji, kao što su cijevi, u uporabi su već 60 godina i još uspješno obavljaju svoju funkciju.¹

Plastični materijali u graditeljstvu se najviše primjenjuju za izradbu cijevi, slijede izolacije i podne obloge. Vrlo važan udio imaju prozorski okviri, što je najmlađa primjena u graditeljstvu (od 1965.), no plastika je već osigurala udjel na tržištu prozorskih okvira veći od 50 % u većini europskih zemalja. Iako su procjene životnoga vijeka pokazale da je prosječni životni vijek prozorskog okvira 40 godina, stvarni tehnički kraj životnoga vijeka još nije dosegnut.¹ Materijali za primjenu u građevinarstvu moraju zadovoljiti određena svojstva ovisno o uporabi, a najvažnija su mehanička svojstva, utjecaj atmosferilija, permeabilnost, gorivost i toplinska provodnost. Naravno, ne treba zaboraviti niti utjecaj na okoliš, koji sve više dobiva na važnosti zbog globalne brige za okoliš, smanjenje energijskih izvora i ponovnu uporabu, odnosno oporabu otpada.²

PVC i dalje materijal broj 1 u graditeljstvu

Uz iznimku izolacije i podnih primjena, PVC je najviše rabljeni plastični materijal u svim područjima graditeljstva,¹ s udjelom većim od 50 %, što je uglavnom posljedica sve veće zamjene drvene građe, ali i izradbe cijevi, kabela i podnih obloga.⁴

Svjetska potražnja za PVC-om prelazi 32 milijuna tona na godinu.⁵ U zemljama Europske unije (EU 25+2) 2006. se proizvelo 6,95 milijuna tona PVC-a, a potrošilo 6,45 milijuna tona.⁶ U europskoj PVC industriji (od pro-

izvodnje materijala do izradbe gotovog proizvoda) zaposleno je 530 000 ljudi, a industrija obuhvaća:⁷

– proizvođače PVC-a: 10 vodećih europskih poduzeća pokriva 98 % ukupne proizvodnje. Rade u 50 tvornica i zapošljavaju oko 10 000 ljudi.

– proizvođače stabilizatora: 11 poduzeća proizvodi više od 98 % svih stabilizatora prodanih u Europi, a zapošljava oko 5 000 ljudi.

– proizvođače omekšavala: 11 europskih proizvođača zapošljava oko 6 500 ljudi.

– prerađivače: više od 21 000 poduzeća bavi se preradbom PVC-a u gotove kućanske i industrijske proizvode, a većinom je riječ o malim i srednjim poduzećima, u kojima je zaposleno više od pola milijuna ljudi.

Najvažnije primjene PVC-a prikazane su na slici 1.

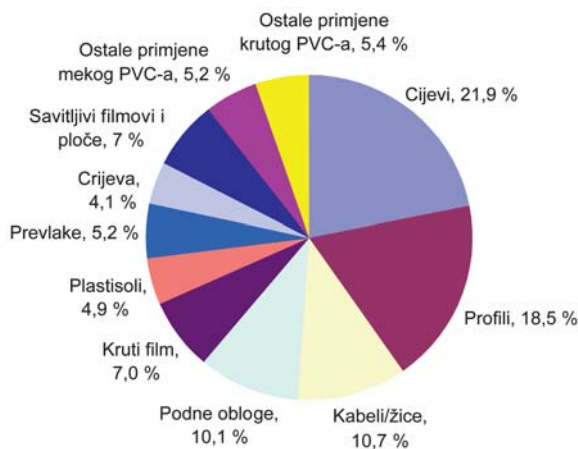
Osnovni su razlozi česte primjene PVC-a u graditeljstvu njegova odlična uporabna svojstva. Najprije, PVC je trajan i lagan materijal, vrlo dobre mehaničke čvrstoće i žilavosti, što ga čini veoma pogodnim za građevinske primjene. Nadalje, vrlo se jednostavno reže, oblikuje, zavaruje i spaja, postojan je na utjecaj atmosferilija, kemijsko truljenje, koroziju, udarce i niske je abrazivnosti. Sva ta svojstva čine ga prvim izborom za izradbu raznih proizvoda za dugotrajnu vanjsku primjenu pa se čak 85 % PVC-a u graditeljstvu troši na izradbu proizvoda koji

trebaju dulje trajati. Primjerice, procjenjuje se da više od 75 % PVC cijevi (slika 2) ima životni vijek dulji od 40 godina, s potencijalnim životnim vijekom i do 100 godina. U drugim primjenama, kao što su prozorski profili i kabelaške izolacije, studije pokazuju da će više od 60 % takvih proizvoda imati životni vijek dulji od 40 godina.³



SLIKA 2. PVC cijevi⁸

Osim navedenih prednosti, PVC je cjenovno vrlo konkurentan, a njegova se vrijednost povisuje izvrsnim svojstvima kao što su trajnost, životni vijek i mala potreba za održavanjem. U provedenim procjenama životnoga ciklusa utjecaj PVC-a na okoliš pokazao se povoljnijim u usporedbi s nekim drugim konstrukcijskim materijalima, budući da troši relativno malo energije za proizvodnju kao i za preradu u gotovi proizvod.³ Jednu od posljednjih analiza objavilo je u veljači 2007. Američko vijeće za zelenu gradnju, a ona pokazuje da se PVC ponaša kao bilo koji drugi materijal vezano uz utje-



SLIKA 1. Područja primjene PVC-a⁷

caje na zdravlje čovjeka i okoliš,³ čime su potvrđene spoznaje iz studije *Procjena životnog ciklusa PVC-a i glavnih konkurentskih materijala* koju je naručila Europska komisija, a provela PE Europa i partneri 2004. godine.⁹

Na slici 3 prikazana je zgrada muzeja *Plagiarius* u Solingenu sa zanimljivim primjerom postavljanja PVC profila.¹⁰

PVC-u je zbog visokog udjela klora svojstvena teška zapaljivost, a prestane gorjeti nakon što se ukloni izvor plamena. U usporedbi s uobičajenim plastičnim alternativama, PVC je niže gorivosti i zapaljivosti, sporije širi plamen i slabo otpušta toplinu. Novi tipovi PVC-a, kao što je PVC smanjene gorivosti (PVC-FR), imaju bitne prednosti kao što je snižena emisija kiselina, stvaranje dima i poboljšana postojanost na vatru.³

Prilikom izgaranja svi organski materijali, pa tako i PVC, proizvode ugljikov monoksid, koji je otrovan, bez mirisa i potencijalno smrtonosan. Gorenjem PVC-a otpuštaju se još i ugljikov dioksid, vodikov klorid i vodena para. Vodikov klorid je iritant, no ne djeluje narkotički pa njegova nazočnost u razvoju vatre može biti upozorenje, dok su njegove razine još uvijek mnogo niže od opasne toksičnosti. Plin klorovodik, koji se otpušta gorenjem PVC-a, velikom brzinom reagira s vodenom parom i stvara korozivnu klorovodičnu (solnu) kiselinu. No mnoge studije pokazale su da je konstrukcijska šteta od požara u zgradama više posljedica stvaranja vrlo visokih temperatura (viših od 1 000 °C) nego djelovanja kiseline. Dioksini i furani mogu se razviti pri slučajnim požarima kada se zapali npr. drvo, papir i mnogo drugih materijala (uključujući i PVC), a praktična mjerenja pokazala su da se spaljivanjem

PVC-a ne emitira ništa više dioksina i furana nego spaljivanjem ostalih materijala,³ odnosno da količina dioksina proizvedenoga tijekom spaljivanja otpada više ovisi o postupku spaljivanja nego o sadržaju klora u otpadu.¹¹

Oporaba građevinskog PVC otpada

Općenito, građevinski PVC otpad može nastati na tri načina. Prvo, od otpada koji se javlja tijekom proizvodnje, odnosno škarta. Već dug niz godina takav vrijedni otpad uspješno se reciklira u samom pogonu pa vrlo mali udjel takvog otpada završava na odlagalištu ili se spaljuje. Druga je vrsta otpad koji se javlja tijekom postavljanja npr. podnih obloga, kabela i cijevi, zbog odrezivanja. Posljednjih godina PVC industrija sve je aktivnija u organiziranju sustava sakupljanja i recikliranja takvog otpada. Treća je vrsta otpad nastao nakon uporabe, koji završava u otpadnim tokovima. Budući da većina PVC proizvoda ima vijek trajanja dulji od 10 godina, a u graditeljstvu i mnogo dulje, količina takvog otpada na odlagalištima je relativno mala, no s vremenom će se sve više povećavati.³

Recikliranje (mehanička materijalna oporaba) odvojenoga PVC otpada tehnički je relativno jednostavno i uobičajeno. Pogodan je onaj otpad koji se može jednostavno karakterizirati i odvojiti iz tokova otpada ili se može održati relativno čistim, što u konačnici dovodi do visokokvalitetnog reciklata za primjenu u postojećem rasponu PVC proizvoda. Primjeri su cijevi (koje se najčešće recikliraju u cijevi), prozorski profili (koji se recikliraju u profile ili cijevi), podovi, krovne membrane i umjetna koža. Proizvodi od

omekšanog PVC-a katkad se recikliraju *Vinyloop* postupkom ili prerađuju u proizvode kao što su prostirači ili prometni čunjevi.³

U *Vinyloop* postupku recikliranja PVC se odvaja od ostalih materijala (drugi plastični materijali, guma, metal, tekstil...) selektivnim otapanjem i filtriranjem i taloži u obliku mikrogranulata. Tako regenerirana PVC smjesa može se dalje prerađivati ekstrudiranjem, injekcijskim prešanjem ili kalandriranjem.¹²

PVC prozori sakupljaju se i recikliraju u mnogim europskim zemljama Austriji, Belgiji, Danskoj, Francuskoj, Njemačkoj, Velikoj Britaniji, Irskoj, Italiji, Nizozemskoj i Španjolskoj. Europsko udruženje proizvođača PVC prozorskih profila i srodnih građevinskih proizvoda *EPPA* 2005. je postavilo kao cilj reciklirati 50 % sakupljenoga PVC prozorskog otpada, što je uspješno postignuto i nadmašeno budući da je reciklirano 72 %, odnosno 11 433 tone prozorskog otpada. Budući da plastični prozori zadržavaju funkciju nekoliko desetljeća, veće količine toga otpada očekuju se tek u budućnosti.¹³

Danas je na raspolaganju više prikladnih sustava za recikliranje. Plastični prozori, uključujući ugradbene elemente i staklo, najprije se drobe u usitnjalici otpada. Posebno se odvajalima svi metalni dijelovi i staklo odvajaju iz toka materijala. PVC otpad u veličinama od 15 do 25 mm u promjeru zatim se usitnjava do veličina od nekoliko milimetara. Slijedi dodatno odvajanje i preradba radi poboljšanja kvalitete, nakon čega se čisti PVC prah zagrijava, preša kroz sito i granulira. Granulat se može koristiti kao sirovina za izradbu novih građevinskih proizvoda.¹³

Ako se ne reciklira, PVC otpad može se sigurno energijski oporabiti ili pohraniti na odlagalište. Mogući su i postupci kemijske uporabe, no zbog svoje neosjetljivosti na nerazvrstani ili onečišćeni otpad, najčešće se primjenjuju za oporabu miješanoga plastičnoga ambalažnog otpada koji sadržava do 10 % PVC-a.³

Što je novo na području PVC dodataka?

Tijekom godina uporabe PVC-a u svijetu se raspravlja o utjecaju dodataka u PVC-u, posebice ftalatnih omeškavala i spojeva teških metala, na zdravlje čovjeka. Velik je broj studija kojima je praćena svaka moguća opasnost od različitih dodataka.¹⁴ Među ostalima, procjenu rizika najčešće korištenih ftalatnih omeškavala u travnju 2006. objavio je i *Vinyl 2010*, europska inicijativa proizvođača PVC-a, omeškavala, stabilizatora i prerađivača, koji su se dobrovoljno obvezali da će tijekom 10 godina slijediti odgovorno upravljanje proizvodima i otpadom.¹⁵ Anali-



SLIKA 3. Muzej plagijata u Solingenu s PVC mozaikom umjesto prozora¹⁰

za diizonil-ftalata (DINP) i diizodecil-ftalata (DIDP) pokazala je da ne štete ljudskom zdravlju ili okolišu ni u jednoj od sadašnjih primjena. Dibutil-ftalat (DBP) u nekoj je mjeri rizičan za biljke u blizini postrojenja te za radnike zbog udisanja, pa je potrebno poduzeti odgovarajuće zaštitne mjere.¹⁶

Najnovija studija *Međunarodnog instituta za toksikologiju i medicinu* koja je istraživala potencijalne rizike povezane s najviše prozvanim ftalatnim omeškavalom, di(etil-heksil)-ftalatom (DEHP) kao kancerogenom tvari, potvrdila je zaključke drugih, prijašnjih istraživanja, da DEHP ne šteti ljudima čak ni kada su stalno izloženi većim koncentracijama te kemikalije nego što je to uobičajeno. Prema podacima *Svjetske zdravstvene organizacije*, DEHP se ne smatra kancerogenom tvari.¹⁴

Osim omeškavala, problematični su i PVC stabilizatori, koji se, zbog sadržaja teških metala u proizvodu, već dulje vrijeme pomno ispituju. Posljedica toga su mnogobrojna ograničenja koja je postavila sama industrija (*Vinyl 2010*), zakonodavstvo ili, pak, potrošači. Tijekom posljednjeg desetljeća proizvodnja stabilizatora prošla je velike promjene, što je posljedica zakonskih ograničenja opasnih tvari i nastojanja da se proizvod učini pogodnim za uporabu i u skladu s ciljevima održivog razvoja.¹⁷

Na slici 4 prikazano je svjetsko tržište stabilizatora. Olovni stabilizatori i dalje zauzimaju najveći udjel na tržištu, međutim njihova primjena razlikuje se prema regijama. Primjerice, u Sjevernoj Americi vrlo se malo primjenjuju budući da ondje prevladavaju organsko-kositreni stabilizatori.¹⁷

Postoji nekoliko tehničkih mogućnosti zamjene stabilizatora na osnovi teških metala. Primjerice, dobra alternativa olovnim stabilizatorima su Ca/Zn organski stabilizatori, koji su primjenu pronašli u kabelima, automobilskim interijerima te cijevima i profilima. Nordijske zemlje i Nizozemska vodeće su u zamjeni olovnih stabilizatora u cijevima. Ostale ih zemlje, kao što su Njemačka, Veli-

ka Britanija i Francuska, slijede, a zemlje Južne Europe posljednje će ispuniti nove norme.¹⁷

U Europi organsko-kositreni stabilizatori zadržavaju prevlast u transparentnim primjenama kao što je plastični film, ali u ukupnom udjelu stabilizatori na osnovi kositra ne povećavaju udjel, što je posljedica zamjene PVC-a PET-om za izradbu boca te PE/PP-om za izradbu uredskog pribora.¹⁷

Ca/Zn organski stabilizatori dostupni su za gotovo sve primjene. Međutim, njihova strukturna kompleksnost i potreba za primjenom organskih kostabilizatora za poboljšanje boje te antacida kao što je hidrotalcit za dugotrajnu toplinsku postojanost, predstavlja nedostatak. Dodatno, spojevi različitih metala u kapljevitom su stanju te se suočavaju s izazovom smanjenja hlapljivih organskih spojeva koji se javljaju tijekom proizvodnje. Najvažniji izvor hlapljivih tvari je sustav otapala i slobodni fenoli iz fosfatne komponente.¹⁷

Organski stabilizatori, iako i dalje malobrojni, imaju najveći tržišni potencijal. No i oni moraju proći određeni evolucijski proces kao i svaki novi materijal ili postupak i pokazati se konkurentnima na tržištu. Budući da su na tržištu relativno novi, organski su stabilizatori i visoke cijene. Dakako, uvođenjem više proizvoda i ekonomijom razmjera, cijene će postati konkurentnije.¹⁷

Vinyl 2010

Udruge europskih proizvođača PVC-a (ECVM), proizvođača omeškavala (ECPI) i stabilizatora (ESPA) te prerađivača plastičnih materijala (*EuPC*), udružene u program *Vinyl 2010*, od početka rada 2000. do 2006. postigle su sljedeće rezultate:¹⁶

- prestala je uporaba kadmija kao stabilizatora u EU-15 (2001.)
- prestala je uporaba bisfenola A u proizvodima svih članica Udruge europskih proizvođača PVC-a (2001.)

- ostvareno je 25 % recikliranje cijevi, prozora i vodonepropusnih membrana (2003.)

- *UN-ova Komisija za održivi razvoj* prihvatila je *Vinyl 2010* kao ravnopravnog partnera

- objavljena je procjena rizika olovnih stabilizatora (2005.)

- završena je procjena rizika ftalata (2005.), koja je objavljena 2006.

- odlučeno je da će do 2015. u EU-25 prestati uporaba olovnih stabilizatora (2006.)

- 18 077 tona PVC otpada reciklirano je u 2004., 38 793 tone u 2005., a 82 812 tona u 2006.

Što se tiče gospodarenja otpadom, prerađivači PVC-a unutar *EuPC* također su pokrenuli nekoliko projekata:¹⁶

- sustavom *Recovinyl* sakupljeno je 44 690 tona PVC otpada u Belgiji, Francuskoj, Njemačkoj, Irskoj, Italiji, Nizozemskoj, Španjolskoj, Švedskoj i Velikoj Britaniji. U sustav su se uključili i *Europsko udruženje proizvođača plastičnih cijevi i cijevnih priključaka (TEPPFA)* i *Europsko udruženje proizvođača PVC prozorskih profila i srodnih građevinskih proizvoda (EPPA)*.

- *TEPPFA* je iz proizvodnje vodovodnih cijevi izbacila olovne stabilizatore, osim u Grčkoj, Portugalu i Španjolskoj.

- *EPPA* je u 2006. ispunila ciljeve recikliranjem 7 066 tona otpadnih PVC prozorskih okvira u Austriji, Belgiji, Danskoj, Francuskoj, Njemačkoj, Irskoj, Italiji, Nizozemskoj i Velikoj Britaniji.

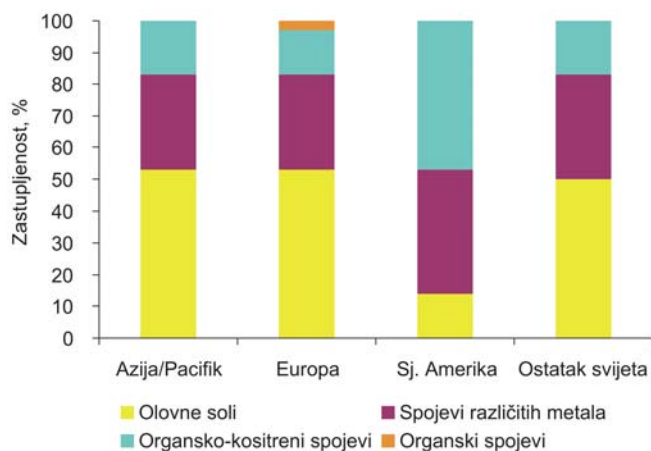
- *Roofcollect* (sustav recikliranja krovnih i vodonepropusnih membrana) uključio je u sustav savitljive PVC ploče koje se rabe za krovne primjene, a reciklirale su se sveukupno 10 504 tone.

- *EPCOAT* (dio *EuPC*-a koji izrađuje umjetnu kožu) povećao je količinu recikliranog PVC-a s 1 346 tona u 2005. na 2 804 tone u 2006.

Troškovi programa *Vinyl 2010*, uključujući troškove *EuPC*-a i ostalih članica, u 2006. iznosili su 7,09 milijuna eura, u usporedbi s 4,44 milijuna eura potrošena u 2005.¹⁶

Nekoliko riječi za kraj

Bez obzira na pretežno negativan imidž PVC-a u javnosti i mnoge procjene životnog ciklusa sa sasvim suprotnim rezultatima i zaključcima o utjecaju PVC-a na zdravlje čovjeka i okoliš, zbog svojih izvrsnih svojstava PVC i dalje ostaje nezamjenjiv u određenim primjenama, a posebno u graditeljstvu. PVC je materijal i za 21. stoljeće, s vrlo svijetlom perspektivom. Stoga se i zago-



SLIKA 4. Svjetsko tržište stabilizatora¹⁷

vornici i protivnici njegove primjene moraju složiti da je nužno poduzeti sve mjere da proizvodnja, primjena i zbrinjavanje PVC-a budu takvi da u konačnici nepobitne prednosti tog materijala nadvladaju njegove nedostatke.

KORIŠTENA LITERATURA

1. N. N.: *The European Markets For Plastics Building Products*, www.plasticsconverters.eu/organisation/division/construction, 23. 8. 2007.
2. N. N.: *Polymers in Building and Construction*, www.researchandmarkets.com/reportinfo.asp?report_id=224979, 23. 8. 2007.
3. N. N.: *PVC in Building and Construction*, www.ecvm.org, 23. 8. 2007.
4. N. N.: *Le 4 Pages des statistiques industrielles*, www.industrie.gouv.fr/biblioth/docu/4pages/pdf/4p189-anglais.pdf, 23. 8. 2007.
5. N. N.: *Plastics Business Data and Charts*, PlasticEurope Deutschland, www.vke.de, 28. 8. 2007.
6. N. N.: *Annual Report 2006*, www.plasticseurope.org, 31. 8. 2007.
7. N. N.: *European PVC Industry*, www.vinyl2010.Org/Home/About_Vinyl_2010/European_PVC_Industry, 25. 8. 2007.
8. www.texasunitedpipe.com, 26. 8. 2007.
9. N. N.: *Life Cycle Assessment of PVC and of principal competing materials*, europa.eu.int/comm/enterprise/chemicals/sustdev/pvc-executive_summary_lca.pdf, 26. 8. 2007.
10. www.plagiarious.com, 25. 8. 2007
11. McGuire, N.: *PVC: Is It Really a Poison Plastic?*, www.chemistry.org/portal/a/c/s/1/featu-re_pro.html?id=c373e9-00e010c81c8f6a17245d830100, 26. 8. 2007.
12. www.vinylloop.com, 24. 8. 2007
13. N. N.: *The Compelling Facts About Plastics, An analysis of plastics production, demand and recovery for 2005 in Europe*, www.plasticseurope.org, 31. 8. 2007.
14. Kovačić, T., Andričić, B.: *Suspenzijski poli(vinil-klorid) i rizici njegove proizvodnje*, Polimeri 26(2005)3, 128-132.
15. Švob, A.: *PVC tema i dilema*, Polimeri 25(2004)4, 138-141.
16. N. N.: *Vinyl 2010 Progress Report 2007*, www.vinyl2010.org/images/stories/2007/Vinyl%20report%202007.pdf, 25. 8. 2007.
17. Wallenwein, G.: *PVC stabilizers: a contribution to sustainability*, Plastics, Additives and Compounding, 8(2006)5, 26-28.

VIJESTI

Dr. sc. Jelena MACAN - dobitnica Godišnje nagrade za znanstvene novake u području tehničkih znanosti



Dr. sc. Jelena MACAN

Sa zadovoljstvom objavljujemo da je mlada članica uredništva *Polimera*, dr. sc. Jelena Macan, ovogodišnja dobitnica *Godišnje nagrade za znanost za znanstvene novake u području tehničkih znanosti*. Ta vrijedna i ugledna nagrada dodijeljena joj je za samostalan i međunarodno priznat znanstveni rad na razvoju materijala. Prilika je to da čitateljstvo časopisa upoznamo s tom mladom znanstvenicom, nastavnicom i društvenom djelatnicom.

Jelena Macan rođena je 21. srpnja 1977. u Zagrebu, gdje je završila osnovnu školu i gimnaziju. *Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu* upisala je 1995., a diplomirala je 2000. godine. Poslijediplomski studij *Kemijsko inženjerstvo* završila je obranom magistarskog rada 2002. Na istom je fakultetu prije zakonskog roka (2006.) obranila doktorsku disertaciju pod naslovom *Priloga hibridnih materijala za prevlake sol-gel procesom* i postala jednim od najmlađih doktoranada na FKIT-u.

Njezina znanstvena djelatnost započela je već tijekom dodiplomskog studija na matičnom *Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije*, za što je i nagrađena *Rektorovom nagradom* 1998. Sada se bavi organsko-anorganskim hibridnim materijalima, osobito onima na osnovi epoksidne smole pripremljenima *sol-gel* postupkom, proučavajući povezanost strukture i svojstava koja je razmjerno slabo istražena u literaturi i stoga zanimljiva s fundamentalnoga i stajališta primjene. Također se bavi kinetikom nastajanja i razgrađivanja takvih materijala. Dio istraživanja radila je u suradnji s *Brodarskim institutom d.o.o.* iz Zagreba, *Institutom Ruđer Bošković* te *Fakultetom strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu*. Objavila je zapažene i citirane radove o toj temi u časopisima s međunarodnom recenzijom u kratkom razdoblju od 2004. do 2006., što je rezultiralo i pozivom uredništava nekoliko međunarodnih časopisa iz tog područja da sudjeluje u recenziranju radova. Svojim stalnim i izvornim radom znatno je pridonijela razvoju toga područja u Hrvatskoj.

Vrlo uspješno surađuje sa znanstvenicima iz drugih znanstvenih ustanova na multidisciplinarnim istraživanjima. Aktivno surađuje na istraživanju drugih materijala, uključujući nanokompozite punjene slojevitim silikatima te mulitneu i kordijeritne konstrukcijske keramike pripremljene *sol-gel* postupkom. U suradnji s kolegama s *Instituta Ruđer Bošković* radila je na toplinskoj karakterizaciji novih spojeva dehidrobenzoanulena, a u suradnji s *Fakultetom strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu* na pripravi i karakterizaciji tankih cirkonij-oksidnih prevlaka pripremljenih *sol-gel* postupkom.

Tijekom akademske godine 2004./05. boravila je na jednogodišnjem stručnom usavršavanju na *Facoltà di Ingegneria (Università degli studi di Perugia)* u Terni, Italija. Tijekom usavršavanja surađivala je s istraživačkom skupinom prof. dr. sc. J. M. Kennya na istraživanju modificiranja ugljikovih nanocjevčica aminosilanom, što je vrlo važno područje suvremene znanosti o materijalima, jer su primjene izvanrednih mehaničkih i električnih svojstava toga revolucionarnoga novog oblika tvari ograničene ako se ne mogu povezati s nosivim polimerom.

Osim suradnje u ovom časopisu, stalna je suradnica časopisa *Glasnik Društva diplomiranih inženjera i prijatelja KTS*, u kojemu objavljuje osvrt na aktualnu znanstvenu problematiku te prikaze knjiga koje su od interesa znanstvenicima. Članica je nekoliko strukovnih društava: *Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa, Društva za plastiku i gumu, Hrvatskog društva za materijale i tribologiju* te *Društva diplomiranih inženjera i prijatelja kemijsko-tehnološkog studija Sveučilišta u Zagrebu*.

Usporedno sa znanstvenim radom, Jelena Macan sudjeluje u nastavi u organizaciji *Zavoda za fizikalnu kemiju* i *Zavoda za anorgansku kemijsku tehnologiju* i *nemetale Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije*. Njezinim nastojanjem modernizirane su vježbe iz predmeta *Struktura i svojstva anorganskih nemetalnih materijala* uvođenjem računalne obrade mjernih podataka. Za studente *Fakulteta strojarstva i brodogradnje* vodi pokazne vježbe ispitivanja kristalinih i polimernih materijala. Također sudjeluje u vođenju diplomanata pod mentorstvom prof. dr. sc. Hrvoja Ivankovića.

Uredništvo *Polimera* čestita dr. sc. Jelenu Macan i želi joj uspjeh u daljnjem radu i životu.

Marica IVANKOVIĆ