

PVC – ekološka katastrofa ili ekološka izvrsnost?*

Igor Čatić

Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Sažetak

Za poli(vinil–klorid) vrijedi iskaz: to je materijal burne prošlosti i ekološke izvrsnosti. PVC je jedan od najproučenijih materijala suvremene materijalne kulture (civilizacije). Po svim pokazateljima radi se o tvorivu koje u cijelosti zadovoljava zahtjeve održivog razvoja, dogovorene na konferenciji u Rio de Janeiru 1992. Stoga je isključivo ekološki dvojbena je li to materijal koji izaziva ekološku katastrofu ili tvorivo budućnosti. Zaključak da je to materijal budućnosti temelji se na nizu podataka o tom materijalu, koji tijekom svojeg razvoja bilježi uspone i padove.

Ključne riječi: ekologisti, održivi razvoj, PVC, rizik

Ljudi u zemljama u razvoju imaju pravo koristiti blagodati PVC-a i njegov doprinos poboljšanju njihova života

Marion Axmith (Axmith, 1995)

UVOD

U svjetskoj su javnosti, pa tako i u našoj, ekologisti okupljeni oko *Greenpeacea* stvorili problem poli(vinil–klorida), pučanstvu poznatom pod kraticom PVC. To se zbilo u trenutku kada za to više nije bilo valjana razloga.

Danas je PVC vrlo proširen, ali i vrlo osporavan plastični materijal, burne prošlosti. Istodobno to je materijal čija bi zamjena – objektivno lošijim materijalima, ali onima po željama »zaštitara prirode« – koštala godišnje samo SR Njemačku 6,6 milijardi DEM (Sauer, 1995).

Kako ne postoji proizvodnja »nultog rizika«, već niz godina u Hrvatskoj ne postoje stručni razlozi za uznemirivanje javnosti zbog proizvodnje i preradbe poli(vinil–klorida). Istodobno, moguće je dokazati da je hrvatska stručna javnost reagirala pravodobno, kada su za to postojali valjani razlozi. Naime, još je 1974. Društvo plastičara i gumaraca osnovalo Stručnu komisiju za zaštitu čovjeka i okoliša. Ta se komisija tada u prvom redu bavila problemom izazvanim utjecajem produljenog dodira zaposlenih s vinil–kloridom.

Tržište PVC-a u svijetu posljednjih godina pokazuje vrlo pozitivne tendencije, rast između 2 i 6% godišnje, a grade se i brojni novi kapaciteti (npr. Venezuela i Saudijska Arabija).

* Članak se temelji na autorovu izlaganju na znanstveno-stručnom kolokviju *Hrvatsko društvo pred ekološkim izazovima*, Zagreb, 29. ožujka 1996.

U Hrvatskoj su poslije napada na prvijenac proizvodnje PVC–a na ovim prostori-
ma, današnji INA–VINIL, optužbe protiv PVC–a gotovo prestale. Zahvaljujući, iz-
među ostalog, određenom broju stručnjaka koji su bili građanski dovoljno hrabri,
javnost je došla do zanimljivog zaključka. U Kaštelanskom zaljevu postoje brojni
onečišćivači koji bitnije utječu na ekološku opterećenost toga područja od onečišćenja
pri proizvodnji PVC–a. Međutim, objektivno, INA–VINIL onečišćuje okoliš, ali ne
zbog PVC–a, već zbog neriješenog energenta – ugljena, koji upotrebljava energana.

Najšira javnost priznaje da postoji »dobra« plastika. Jedino je »loš« PVC, pri čemu
argumenti zagovornika takve teze nisu čvrsti. Iskustvo stečeno diljem svijeta pokazuje
da pri donošenju nekih odluka to i ne mora biti bitno. Često su politički i emocionalni
razlozi iznad onih racionalnih i znanstveno utemeljenih. Najsvježiji je slučaj s koksa-
rom u Bakru.

OBILJEŽJA PVC–A

PVC je najstarija i vrlo proširena plastika. Razlog sadašnje i sve proširenije buduće
primjene PVC–a temelji se na nekim jednostavnim činjenicama.

Taj je materijal višestruko zanimljiv. Njegove tehničke odlike jesu: visoka nepro-
pusnost za plinove, teško je zapaljiv i ne podržava gorenje, izvrsnih je mehaničkih,
električnih i toplinskih svojstva. Postojan je na mnoge utjecaje i kemikalije, fiziološki
je inertan, a moguća je i njegova svestrana i ponovljena preradba. Sa stajališta zaštite
okoliša posebno je važno da se radi o vrlo trajnom materijalu. Najveći dio troši se za
proizvode čija je trajnost između 10 (tapete) do 50, pa i više godina (cijevi, kabelne
izolacije i plaštevci). Pri spaljivanju PVC–a razvija se manje CO₂ u usporedbi s drugim
tvarima. Za gospodarstvenike je to također vrlo zanimljiv materijal niske cijene,
korisni nusproizvod klorne kemije, a i preradba je gospodarski vrlo opravdana.

Naziv PVC–materijal »pokriva« vrlo raznoliku paletu materijala usmjerenih svoj-
stava, pa ipak to je i razmjerno jeftin materijal. Osobito će to biti u budućnosti, jer je
pronađen novi postupak njegove proizvodnje, koji će bitno sniziti njegovu cijenu u
idućih nekoliko godina. Stoga zbog povoljnog omjera cijene i svojstava potiskuje
mnoge plastične ali i ostale materijale.

Zbog raznovrsnosti namjene, postoji vrlo mnogo tipova PVC–materijala, od kojih
neke prave sami prerađivači. Zato nije moguć jednoznačni odgovor na javno postav-
ljeno pitanje – koliko može izdržati a da se ne raspadne u prirodi odbaćeni PVC–
–proizvod? Bitno je da je on biološki inertan, pa ni tvorevina ni razgrađeni ostaci ne
zagađuju zrak, vodu i tlo, jedino je tako odbaćena stvar ružna.

Valja navesti i neke nedostake toga tvoriva. Pri izgaranju razvijaju se otrovni,
korozivni plinovi i zagušljivi, gusti dim. Od gospodarskih nedostataka valja navesti
dva. Potrebne su skupe zaštitne mjere tijekom postojećeg načina proizvodnje. Trenut-
no o PVC–u, premda neopravdano, javnost ima loše mišljenje, a to je suprotno jednom
od temeljnih marketinških zahtjeva o »dobrom« proizvodu. Navodi se opasnost od
ostatnog vinil–klorida (VC) koji je zaostao pri polimerizaciji, mogućnost oslobađanja
klorovodika i posebno se naglašava stvaranje dioksina pri spaljivanju. Na tome se
temelje mnogi napadi na PVC, a kao što će se to u nastavku pokazati, upravo su to
najslabiji argumenti ekologista.

PVC se najčešće rabi za: cijevi, filmove, folije i ploče, zaštitne prevlake za iskaznice itd. Zatim, od PVC-a se prave profili poput onih za okvire za prozore itd. i gipke cijevi za medicinsku uporabu. Izrađuju se i plastenke, izolacije kabela i vodova te podne pločice. Vrlo prošireni proizvodi svakodnevne od PVC-a jesu, među ostalim, čuvena lutka Barbie, umjetna koža («skaj») i plastične kreditne kartice.

CJELOVITA BILANCA PVC-A I ODRŽIVI RAZVOJ

Načini li se cjelovita bilanca PVC-a, koja uključuje tehničko i gospodarsko »bilanciranje« te ono sa stajališta zaštite okoliša, jednoznačni je rezultat da je PVC vrlo pogodan materijal. Pritom to tvorivo pokazuje osobito svoju ekološkijsku izvrsnost. Troši među ostalim malo energije: za proizvodnju 1 tone PVC-a potrebno je svega 53 GJ energije, dok je za najbliži sličan materijal, polietilen, potrebno 70 GJ/t. Vrlo lako se mehanički, kemijski i energijski oporabljuje (reciklira) (Plastverarbeiter, 1994).

I sa stajališta održivog razvoja PVC je izvrstan materijal. Slijedeći podaci potječu iz članka »PVC i Rio« (Eckstein, 1995). PVC se sastoji od 57% soli koje ima u gotovo neograničenim količinama. Za taj se materijal troši samo 43% sastojaka kojima je sirovina nafta, što je posvemašnja iznimka među plastičnim materijalima, jasno u korist PVC-a. Zbog samo 43% derivata nafte, to je materijal koji je povoljan i sa stajališta emisije CO₂. Dopunski se smanjuje razvijanje CO₂ pri mehaničkoj uporabi jer je potrebno manje uporabne energije nego kod drugih materijala. PVC pakovanja, koja su najčešća u mješovitom otpadu, mogu se mehanički ili kemijski uporabiti. PVC proizvode koje se ne može mehanički uporabiti bit će uskoro moguće novim visokotemperaturnim postupkom dekompozicije pretvoriti u solnu kiselinu (HCl) podobnu za ponovnu izravnu upotrebu u proizvodnji novog PVC-a. Tako proizvedena HCl smanjit će potrebu za klorom. Dio materijala koji se ne može pretvoriti u HCl može se iskoristiti energijski. Prvo takvo postrojenje već je u izgradnji u SR Njemačkoj, a gradi ga BUNA. Postrojenje će biti pušteno u pogon 1998. Zato se smatra da će u idućih pet godina u SR Njemačkoj PVC u potpunosti ispuniti zahjeve koje »održivi razvoj« postavlja pojedinim materijalima. Jasno, uz uvjet da se plate troškovi zbrinjavanja.

RIZICI PRI PROIZVODNJI PVC-A

PVC-materijal sastoji od PVC-polimerizata i niza dodataka. U nastavku ćemo se osvrnuti, i to vrlo skraćeno, samo na rizike tijekom proizvodnje PVC-polimerizata (opširnije u: Čatić, 1994).

Pri analizi PVC-a »od kolijevke pa do groba« kriteriji prosudbe potrebni za cjelovitu bilancu jesu: energija, zrak, tlo, tvar, klima, otpad i otpadne vode.

U Hrvatskoj se u DINI proizvodi vinil-klorid (VC), dok se PVC-polimerizat proizvodi u INAVINILU i POLIKEMU.

U Hrvatskoj se od 1988. više ne proizvode natrijeva lužina, a time ni klor. Dakle Hrvatska nema onog dijela proizvodnje koji je najrizičniji tijekom pravljenja PVC-polimerizata. Više se niti u jednom dijelu proizvodnje ne upotrebljava ni živa.

Stoga analiza zapravo započinje s proizvodnjom VC-a. Zbog kancerogenosti VC-a, sve faze proizvodnje provode se u hermetiziranim uvjetima uz trajnu kontrolu nazočnosti VC-a i ostalih ugljikovodika. Zbog spoznaje o štetnosti VC-a, granične su

vrijednosti ostatnog monomera drastično snižene. Koncentracije kojima su radnici danas izloženi u polimerizaciji niže su od 500 do 1000 puta od onih sredinom šezdesetih godina. Čišćenje je autoklava automatsko. Danas PVC–polimerizat pri prodaji najčešće sadrži svega 1 g/t ostatnog VC–a, deset puta nižu vrijednost od dopuštene.

Tijekom polimerizacije VC–a dobiva se PVC–polimerizat i koliko je poznato, u toj fazi nema ekoloških poteškoća. Sigurnosne mjere u proizvodnji PVC–polimerizata toliko su pooštrene da više nema potrebe da se o tome posebno govori. Konačno, VC se proizvodi u DINI na Krku. Poslije 10 godina proizvodnje službeni iskaz glasi: »Rezultati desetogodišnjeg praćenja pokazuju da je zdravstveno stanje radnika vezanih za rad i uvjete rada zadovoljavajuće, te da rad u petrokemijskoj proizvodnji u DINI nije do sada izazvao pojavu poremećaja zdravlja, bolesti u vezi s radom i profesionalnih bolesti u smislu utjecaja procesnih agensa«. Valja pridodati da su stvarne dopuštene koncentracije ostatnog VC–a u DINI znatno ispod propisanih granica (Čatić, 1994).

Analiza potvrđuje da pretežni dio emisije tvari u zrak ne potječe od proizvodnje VC–a ili PVC–polimerizata, već posredno od potrebnih energenata: dobivanja nafte te posebno od proizvodnje električne energije i topline. Iz ovih vrlo šturih podataka proizlazi da su optužbe protivnika PVC–a neutemeljene, jer suvremena proizvodnja PVC–a zadovoljava iznimno stroge uvjete koje propisuju nadležne državne službe diljem svijeta.

Zato je moguć slijedeći zaključak: uz nužne mjere opreza tijekom proizvodnje PVC–polimerizata a zatim i PVC–materijala, nema opasnosti za okoliš, a posebno ne za čovjeka.

Proizvod polimerizacije, PVC–polimerizat, tehnički je **neupotrebljiva** tvar. Stoga ga treba oplemeniti najrazličitijim dodacima i prevesti u tehnički upotrebljiv PVC–materijal, pa u nekim recepturama za PVC–materijale ima svega 30% PVC–polimerizata. To je jedna od posebnosti toga plastomera. Zbog nazočnosti dodataka u PVC–materijalu, može doći do oslobađanja štetnih tvari, stoga je važno pridržavati se određenih mjera zaštite, posebno ako su prerađivački pogoni u blizini kuća za stanovanje. Tada valja, između ostalog, pročišćavati zrak. U prošlosti je bilo određenih teškoća s dodacima. Danas je i taj rizik smanjen na najmanju moguću mjeru. Procjenjuje se da su koncentracije omekšavala po čovjeku oko 500 puta niže od onih koje dopušta Svjetska zdravstvena organizacija, a nije zabilježeno niti njihovo kancerogeno djelovanje. Stoga je razumljiva upotreba PVC–a za izradbu vrećica i cijevi za krv i infuzije. Stabilizatori i omekšavala vezani u PVC–materijalu ne opterećuju okoliš. Ljudi vrlo rijetko reagiraju alergijski na PVC–polimerizat i njegove sastojke.

Pri nekontroliranoj razgradnji PVC–a može doći do oslobađanja klorovodika iz PVC–a, koji djeluje vrlo agresivno na opremu. Pri ispravnoj preradbi dodaci svojim emisijama ne stvaraju teškoće, jer se vrijednosti nalaze u dopuštenim granicama.

ZBRINJAVANJE PVC PROIZVODA

Pozornost javnosti trajno privlači zbrinjavanje otpada, pa tako i neupotrebljivih PVC–proizvoda. Oni se mogu pouzdano mehanički, kemijski ili energijski oporabiti.

PVC–a ima malo u komunalnom otpadu: od 0,57% u Norveškoj, inače velikom proizvođaču PVC–a, do 1,5% u Francuskoj, koja posebno puno upotrebljava PVC ambalažu za pakiranje mineralne vode, vina i jestivog ulja. U ukupnom otpadu

zapadne Europe u 1992. godini od 2,4 milijarde tona, na plastiku je otpalo svega 0,6%, a na PVC oko 0,06%.

Pri energijskoj uporabi moguće je razlikovati spaljivanje uz pridobivanje energije ili samo spaljivanje.

Ako se spali jedna tona PVC-a, razvija se snaga od približno 900 kWh, pri čemu dolazi do emisije oko 3% sadržanog klora, koji se može neutralizirati i pretvoriti u sol koja se odlaže kao posebni otpad ili prodaje.

»Zaštitarima« prirode posebno je kao argument drag iskaz: »Pri spaljivanju razvijaju se dioksini i furani«.

Međutim, brojna ispitivanja pokazala su da se jednaka količina tih tvari razvija, spaljuje li se otpad koji sadrži PVC ili onaj bez PVC-a (Čatić, 1994). »Zaštitari« okoliša tvrde da pri izgaranju PVC-a nastaju: dioksini i furani. Točno je da su neki od 210 vrsta dioksina i furana otrovni, ali emitirane količine tih tvari (40 do 400 g po spalionici) ne upućuju na zaključak da postoji akutna opasnost za pučanstvo. Najnovija tehnička rješenja snizit će i te vrijednosti za faktor 100. Pokusi su pokazali da se pri spaljivanju jednog od najproširenijih prirodnih materijala, drva, razvijaju značajnije količine dioksina nego pri spaljivanju PVC-a. Zato, opravdano je pitanje, ako nema opasnosti od dioksina i furana u SR Njemačkoj, odakle ta opasnost u Hrvatskoj?

Spaljivanje PVC-a pridonosi potencijalnoj kiselosti između 0,02% (Španjolska) do ekstremnih 2,3% (Švicarska), što je još uvijek u toj zemlji dva puta manje od doprinosa kiselosti kamenog ugljena.

Navedeni podaci jasno ukazuju da proizvodnja, oplemenjivanje i preradba PVC-a te uporaba PVC-proizvoda trenutno ne zahtijevaju posebnu brigu društva. Mogu postojati drugi razlozi da se neki pogon zatvori, npr. ekonomski ili onečišćavanje okoliša zbog djelovanja nekog pomoćnog pogona, npr. energane. Ali to nije povezano s PVC-om. Zato je moguće navesti jedan iskaz koji možda najbolje sažima cijeli problem. Upoznati sa stvarnim stanjem, dužnosnici jedne skupine za pritisak u Norveškoj uputili su svom članstvu pismo u kojem, između ostalog, kažu: **U ovom trenutku bi uklanjanje PVC-a bilo ekološki štetnije od njegova zadržavanja** (Čatić, 1994).

ZAŠTO JE PVC MATERIJAL »BURNE PROŠLOSTI«?

Tvrdnja je točna: PVC jest materijal »burne prošlosti« (Čatić, 1994). Uz njegovu su proizvodnju vezana dva ozbiljna zdravstvena slučaja: *Minamata bolest* i pojava rijetke vrste raka, *angiosarkoma jetre*.

Međutim ti su zdravstveni problemi u proizvodnji PVC-a uklonjeni već prije dvadesetak godina. Stoga suvremena proizvodnja PVC-a, uz nužne mjere opreza, ne utječe na čovjekovo zdravlje i ne opterećuje okoliš. Nisu poznati slučajevi da je bilo zdravstvenih poteškoća tijekom uporabe PVC-proizvoda. A moguće je i raznoliko konačno zbrinjavanje odbačenih PVC-proizvoda.

Opseg teksta nužno ograničuje iznošenje svih podataka. Zaključujući ova izlaganja, valja navesti još samo jedan podatak i ocjenu. U rujnu 1994. objavljen je sažetak proučavanja utjecaja najrazličitijih tvari na čovjeka i okoliš u SR Njemačkoj, opsega 300 stranica (Wulff, 1994). U tom izvještaju PVC se ne spominje na način koji zaslužuje posebnu pozornost. Slično se raspravljalo i na skupu stručnih novinara s područja polimerstva, održanom u Duesseldorfu 14. veljače 1995.

ZAKLJUČAK

Na temelju iznesenog, a posebno na temelju zaključaka iz navedene studije, moguće je zaključak kakav je stručnjacima poznat već dulje vrijeme. U posljednja dva desetljeća nije bilo i nema razloga za uznemiravanje javnosti zbog PVC-a, kako to uporno i neargumentirano čine ekologisti u svijetu i u ovoj sredini. Najčešće je PVC političko, a ne stručno pitanje (I. Brusić). To nije dobar put u istinskoj zaštiti okoliša, ali i čovjeka.

LITERATURA:

Axmith, M. (1995). *Modern Plastics Int.* 25(1):48.

Sauer, H. D. (1995). PVC vor ungewisser Zukunft. **VDI-N**, 49(6):20.

*** **Plastverarbeiter**, 45(2):16–19.

Eckstein, J. (1995). PVC i Rio – The issue of sustainability. **Modern Plastics Int.** 25(2):72.

Čatić, I. (1994). **Polimeri**, 15(6):224–229.

Wulff, G. (1994). Umweltschutz weniger fuer Menschen – nur fuer den Globus. **VDI-N**, 48(35):2.

PVC – ENVIRONMENTAL CATASTROPHE OR ENVIRONMENTAL EXCELLENCE?

Igor Čatić

Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb

Summary

For Poly(vinyl chloride) a statement is valid: it is a material of tempestuous past (with ups and downs during PVC development) and environmental excellence. PVC is one of the most thoroughly investigated materials of modern material culture. All the indicators show that it is a material that completely meets sustainable development criteria, that have been agreed upon at the Rio de Janeiro conference in 1992. Thereby, only environmentalists have doubts about PVC – is it a material that brings about environmental catastrophe, or a material of the future? Author's conclusion that PVC is a material of the future is based upon a series of data on PVC.

Key words: *environmentalists, PVC, risk, sustainable development*

PVC – UMWELTKATASTROPHE ODER ÖKOLOGISCHE VORZÜGLICHKEIT?

Igor Čatić

Fakultät für Maschinen- und Schiffbau, Zagreb

Zusammenfassung

Für Poly(vinyl Chlorid) gilt die Aussage: es ist ein Material von stürmischer Vergangenheit und ökologischer Vorzüglichkeit. PVC ist eines der am gründlichsten untersuchten Materialien der modernen Materialkultur. Alles weist darauf hin, da es sich um ein Material handelt, die den 1992 auf der Konferenz in Rio de Janeiro vereinbarten Anforderungen anhaltender Entwicklung vollauf genügt. Deshalb beschäftigen sich ausschließlich Umweltschützer mit der Streitfrage, ob es sich um ein Material handelt, das eine Umweltkatastrophe herbeiführt, oder ob es das Material der Zukunft ist. Die Schlussfolgerung, da es das Material der Zukunft ist, begründet sich auf einer Reihe von Angaben über dieses Material, das im Laufe seiner Entwicklung Höhen und Tiefen durchlief.

Grundbegriffe: *anhaltende Entwicklung, PVC, Risiko, Umweltschützer*