

Trend kružne privrede dobija sve više na značaju, posebno u Evropi. Podrazumeva maksimalno očuvanje resursa i minimiziranje nastajanja otpada. Postiže se dugotrajnom upotrebom proizvoda, dizajnom, popravkom i reciklovanjem. U oblasti plastike, osnova kružne privrede sastoji se u reciklovanju plastike i ponovnom korišćenju reciklata za nove proizvode, iste ili druge

Problemi u korišćenju reciklata



Korišćenje reciklata u proizvodnji zasniva se na proceni korisnika da li će konačni proizvod imati minimalni potreban kvalitet da opravda razliku u ceni između čistog i reciklovanog materijala. Pre svega, treba definisati šta je **reciklat**. To je regranulisana plastika izrađena od otpadne i isporučuje se u formi granulata, tj. kao regranulat. Proizvode ga firme koje se bave reciklovanjem plastike, ali i kompaunderi koji otkupljuju regenerat i kompaundiraju ga, samog ili uz dodatak čistog materijala i aditiva. U ovaj posao ulaze i neke evropske petrohemijske fabrike koje otkupljuju reciklerske firme i računaju na novi izvor sirovina, kako bi ublažile buduću manju tražnju izvorne plastike. Time bi se iskoristila velika znanja i logistika kojom raspolažu proizvođači plastike, a koje bi uložili u proizvodnju reciklata pod svojim poznatim robnim markama.

Otpad koji nastaje tokom proizvodnje i koji se usitnjava u firmi i vraća u proizvodni proces (u udelima koje preporučuje isporučilac materijala, obično do 20%) jeste **regenerat** i interne je namene. Njegovo korišćenje uobičajeno je u svim postupcima prerade, a pouzdanost kvaliteta zasniva se na poznavanju osnovnog materijala od koga je dobijen. Prilikom nabavke **reciklata** obično je ključno pitanje

cena, a često i njegova raspoloživost, odnosno, gde se može pronaći. Kvalitet je često nepoznat i svodi se na ranije reference ili preporuke drugih korisnika.

Evropska asocijacija prerađivača plastike (EuPC), uz podršku Evropske komisije, započela je seriju istraživanja na ovu temu. Naime, ako je osnovni princip u kružnoj privredi da se mora ugrađivati reciklat (često propisanog udela), postavlja se pitanje kakav je trenutno na raspolaganju u Evropskoj uniji, kakav bi trebalo da bude i kako je izvodljivo sve ovo proveravati u bliskoj budućnosti. Poseban razlog za užurbane pripreme za novu situaciju jeste činjenica da će se u Evropskoj uniji od 2030. godine morati reciklovati 55% plastičnog otpada. Problem je u tome što ne postoje relevantni podaci o količinama koje se kreću na tržištu i ugrađuju. Jedino je poznat cilj, a

to je ugrađivanje oko 10 miliona tona reciklata u nove proizvode do 2025. Sve to je dovelo do pokretanja akcije pod nazivom **MORE (MONitoring Recyclates for Europe)**, koju **EuPC** obavlja u vidu stalnog praćenja kretanja na tržištu reciklovanje plastike.

Stavovi evropskih prerađivača plastike

Asocijacija **EuPC** anketirala je 2018. preko 370 firmi iz 23 zemlje EU. Prethodno istraživanje, sprovedeno 2017, pokazalo je da 74% firmi kao glavni razlog za nekorisćenje reciklata navodi loš kvalitet ovog materijala, a 39% firmi navodi nestabilnost tržišta i isporuka reciklata. Godine 2018, 57% anketiranih firmi izjavilo je da kupuju kompaunde koji sadrže reciklovanu plastiku, dok 47% uopšte ne kupuje ovakav materijal.

TABELA 1. Razlozi zašto firme ne kupuju kompaunde koji sadrže reciklat

Odgovori (moguće je bilo dati više od jednog odgovora)	%
Kvalitet kompaunda nije zadovoljavajući za primene	40
Specifikacija proizvoda ne dozvoljava korišćenje reciklata	49
Zahtevani propisi i nesigurnost su prepreka	30
Raspoložive količine su nedovoljne	12
Nedovoljna tražnja/prihvatanje na tržištu	12
Cene nisu konkurentne	10
Ostalo	16

Jasno je da bez veće tražnje reciklata od strane prerađivača plastike, tržište reciklata ne može rasti i razvijati se. S druge strane, za to je neophodan bolji i standardni kvalitet reciklata.

U potrazi za razlogom niske tražnje reciklata, postavljeno je pitanje **firmama koje ga uopšte ne koriste**. Prikaz odgovora dat je u tabeli 1. Zakonski propisi čest su razlog nekorišćenja reciklata. Ovo se posebno odnosi na primene u kontaktu s hranom gde su propisi u EU neusaglašeni. Pored toga, u nekim slučajevima propisi ne dozvoljavaju korišćenje reciklata, kao npr. u medicinskim primenama. Postoje mnoge barijere koje sprečavaju firme da koriste reciklat. Veliki broj njih odnosi se na izuzetno zahtevne i kompleksne specifikacije koje su u oblasti primena konstrukcionih termoplasta i zabranjuju primenu reciklata. Pored propisa, razlozi se nalaze i u nedovoljnom kvalitetu za zahtevne primene, tako da je neophodna konkretna akcija u industriji s ciljem razvoja standarda kvaliteta.

Jedno od pitanja postavljeno i onima koji kupuju i onima koji ne kupuju kompaunde koji sadrže reciklat bilo je **zašto ne koriste više reciklata**. Od 10 ponuđenih odgovora, veliki broj firmi bio je nezadovoljan iz više razloga. Najveći broj primedaba odnosio se na nedovoljnu stabilnost svojstava od lota do lota reciklovanog materijala. Nakon toga slede nedovoljna mehanička svojstva, estetski problemi i boja. Odgovori su dati u tabeli 2. Pored poznatih problema s kvalitetom, vizuelni zahtevi predstavljaju veliku barijeru za primenu reciklata. Kada bi vlasnici robnih marki snizili svoje estetske zahteve i izmenili specifikacije, primena reciklata mogla bi biti povećana, ali bi i potrošači morali pristati na ovakve izmene.

Raspoloživost reciklata na tržištu. Istraživanje je obuhvatilo kako kvalitet reciklata, tako i raspoloživost na tržištu, tj. mogućnost nabavke. Kod kompaunda na bazi reciklata najveći udeo u kupovini ima polietilen visoke gustine (PE-HD) sa učešćem od 40%, a iza njega slede PP (33%) i PE-LD sa udelom od 33%. Ostali termoplasti zastupljeni su mnogo manje.

TABELA 2. Problemi koji sprečavaju veće korišćenje reciklata

Odgovori (moguće je bilo dati više od jednog odgovora)	%
Nedovoljna mehanička svojstva reciklata	36
Boja reciklata	39
Miris reciklata u finalnim proizvodima	31
Miris reciklata tokom proizvodnje ugrožava zdravlje	11
Vizuelni aspekti finalnog proizvoda	36
Funkcionalnost	20
Kvalitet ulaznog reciklata previše varira po lotovima	47
Sve veći zahtevi kvaliteta na tržištu sužavaju primenu	39
Nema kvalitativnih problema	6
Ostalo	6

Ispitivane firme navode da samo za dva termoplasta, od 10 uzetih u obzir, postoji dovoljna mogućnost snabdevanja. Situacija je još lošija kada se posmatra kvalitet reciklata, što je prikazano u tabeli 3. Jedini materijal za koji je ocenjeno da poseduje dovoljan kvalitet jeste PET. To potvrđuje činjenicu da je bolje sakupljanje i sortiranje otpadne plastike ključno za postizanje kvalitetnog reciklata, što je upravo slučaj kod PET-a. Pored kvaliteta, reciklat PET-a ocenjen je kao prilično raspoloživ na tržištu. Takođe, otpadni PET se obično sakuplja po posebnoj šemi odvojenog sakupljanja i sortiranja.

Poboljšanje kvaliteta. Odgovori na pitanje poboljšanja kvaliteta jednostavni su. Za najveći broj ispitanih firmi bolji kvalitet reciklata vezan je s poboljšanjem sistema sakupljanja i sortiranja plastičnog otpada (76%). Nešto manji broj smatra da su potrebne investicije u bolje tehnologije reciklovanja plastike (53%), a potreba uvođenja boljeg dizajna radi poboljšanja recik-

labilnosti plastičnih proizvoda rešenje je za 29% ispitanih firmi.

Druga činjenica jeste da 80% firmi već preduzima mere kako bi poboljšali kvalitet reciklata. Naime, 75% firmi spremno je da se uključi u različite tehničke projekte koji bi ovome doprineli, a isti broj želi da saraduje putem međusobne razmene podataka. Zanimljiv je i stav firmi vezan s podrškom istraživačkih struktura koje bi mogle biti od koristi po ovom pitanju. Više od trećine nema nikakav stav, a 40% firmi misli da im laboratorije, tehnički centri, istraživačke firme i sl. uopšte ovde ne mogu pomoći.



TABELA 3. Ocena kvaliteta i raspoloživosti raznih reciklata (u %)

Materijal	Kvalitet		Raspoloživost	
	Dovoljan	Nedovoljan	Dovoljna	Nedovoljna
Polipropilen – PP	43	57	45	55
Poli(etilen-tereftalat) – PET	71	29	56	44
Polietilen niske gustine – PE-LD	43	57	64	36
Polietilen visoke gustine – PE-HD	49	51	50	50
Poli(vinil-hlorid) – PVC	38	62	24	76
Polistiren – PS	37	63	35	65
Poliuretan – PUR	8	92	50	50
Poliamid – PA	43	57	48	52
Polikarbonat – PC	28	72	43	57
Poli(metil-metakrilat) – PMMA	12	88	33	67

Kontrola kvaliteta. Kvalitet reciklata ključni je parametar, naravno u direktnoj proporciji s cenom reciklata. S obzirom da se kvalitet reciklata pokaže tek u finalnom proizvodu, svaki proizvođač bi želio da ima neke osnovne podatke o materijalu koji prerađuje.

Sistemi sertifikacije

U Evropi i svetu postoji više sistema za sertifikaciju iz oblasti reciklaže. Sertifikacija se može odnositi na **reciklat** i **proizvode sa sadržanim reciklatom** ili na **firmu** koje proizvode ili prodaju ovakve materijale/proizvode. U oba slučaja nezavisna treća strana mora da obezbedi potrebnu sigurnost koja se odnosi na reciklat i proizvode od reciklata. Sertifikovanje firmi mnogo je ekonomičnije jer se radi o firmi, a u suprotnom slučaju o više pojedinačnih proizvoda od kojih svaki zahteva sertifikat.

Više firmi nalazi se u ovom poslu. Tako je sertifikacioni sistem **Eurocertplast** fokusiran na reciklovanje plastike. Razvijan je kao projekat EU i završen 2012. Ideja je potekla od PRE (*Plastic Recyclers Europe*), EPRO (*European Plastic Recycling Organization*), EuPC (*European Plastic Converters*) i drugih. Sistem sertifikacije namenjen je povećanju transparentnosti u oblasti reciklata i obezbeđivanja garantovanog kvaliteta reciklata za prerađivače. Za procenu reciklata korišćeni su svi standardi iz serije EN 15343, 13347, 15342, 15344, 15345, 15346 i 15348. Svi nabrojani standardi usvojeni su kao SRPS. Zasad je najveći broj sertifikata izdat firmama u Nemačkoj (33% od ukupnog broja), Holandiji, Francuskoj i Italiji. U okviru sertifikacije, 58 firmi registrovalo je reciklat od samo jednog tipa materijala.

U Evropskoj uniji će se 2025. morati reciklovati i ugraditi u nove proizvode oko 10 miliona tona plastičnog otpada. U slučaju harmonizacije propisa u Srbiji s regulativom EU, prerađivači u Srbiji će 2025. morati da ugrade nekoliko desetina hiljada tona reciklata u svoje proizvode.



jala. Najveći broj je za polietilene (18 firmi), po 16 za PET i PVC, 5 za PE-HD i 3 firme za PP.

Standardi predstavljaju osnovu za procenu svojstava reciklata. Tako se, npr. EN 15347:2011 odnosi na karakterizaciju poli(etilentereftalata) – PET-a. Ovaj standard obezbeđuje minimum informacija o reciklatu, što uključuje: šaržu (zapremina ili težina), boju (opisno), formu (prah, granulat, kompaund itd.), poreklo u skladu sa EN 15343, primarni polimer (težinski udeo ako je poznat), prisustvo drugih polimera (ako je poznato) i formu pakovanja (vreće, rasuto stanje, velike vreće itd.).

Prema standardu postoje i opcionalna specifična svojstva koja su poznata i koja treba dati na raspolaganje korisniku reciklata. U specifična svojstva uključeni su: mehanička svojstva merena u skladu sa odgovarajućim standardima, maseni protok rastopa (MFR), udeo aditiva, količina nečistoća, sadržaj vlage itd. Ova svojstva ključna su za svakog budućeg prerađivača reciklata. Nažalost, najveći broj reciklera još uvek nije u stanju da pruži ovako detaljne podatke korisnicima, za razliku od proizvođača izvornih materijala koji za svoje materijale daju detaljne podatke o svim relevantnim svojstvima.

Kvalitet proizvoda od reciklata. Sadržaj reciklata u novom proizvodu može se opisati kao maseni % udela reciklata u proizvodu. Kako bi se garantovala dovoljna stabilnost novog proizvoda, iz reciklata se izuzimaju biodegradabilni, oksorazgradivi i kompostabilni materijali.

Nemoguće je proceniti sadržaj reciklata u gotovom proizvodu putem hemijskih analiza. Jedini način za njegovo određivanje jeste infor-

RAZVOJ POSTUPAKA RECIKLAŽE

Mehaničko reciklovanje plastike zasniva se na principu: „sakupi, sortiraj, samelji, istopi i regranuliši“. Tako je reciklat u velikoj zavisnosti od svake pojedinačne faze, a prati ga i rast „toplotne istorije“ materijala, kao i moguća kontaminacija.

Ubrzano se razvija druga generacija reciklovanja plastike, tj. **hemijsko reciklovanje** (pilot-postrojenja i naznake komercijalnih) koje se temelji na razgradnji otpadne plastike hemijskim putem (pritisak, temperatura i katalizator) i prevođenju materijala u monomere (depolimerizacija) ili u korisna hemijska jedinjenja.

Treća generacija reciklovanja nalazi se u eksperimentalnoj fazi i mogla bi se nazvati **biološko reciklovanje**. Rezultat je analogije kojom se pomoću bakterija dobijaju polimeri (npr. PHA), a predstavlja pokušaj da se neke druge bakterije ili enzimi iskoriste za potpunu biorazgradnju otpadne plastike. Produkti ovakve razgradnje mogli bi biti iskorišćeni kao intermedijeri za nove sinteze.

macija data od strane proizvođača. Kako bi se kupci uverili u tačnost informacije, ona mora biti korektna i garantovana. Sprovodi se putem standarda (SRPS) EN 14021:2017 – Oznake i deklaracije koje se odnose na životnu sredinu – Samodeklarišuće tvrdnje u vezi sa životnom sredinom.

Literatura

1. European Plastic Converters – EuPC (2019), *The Usage of Recycled Plastics Materials by Plastics Converters in Europe – A qualitative European industry survey*, Second Edition.
2. Centexbel-VKC (B. V. Beke et al.) UGent, CPMT (K. Ragaert et al.), *Final report – Research into the use of recycle*, Study conducted on behalf of the Federal Public Service Public Health, Food Chain Safety and Environment, Directorate-General Environment.

Borko Mijucić