

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

DIPLOMSKI STUDIJ

AMBALAŽNI POLIMERNI MATERIJALI

Izv. prof. dr. sc. Zvonimir Katančić
katancic@fkit.unizg.hr

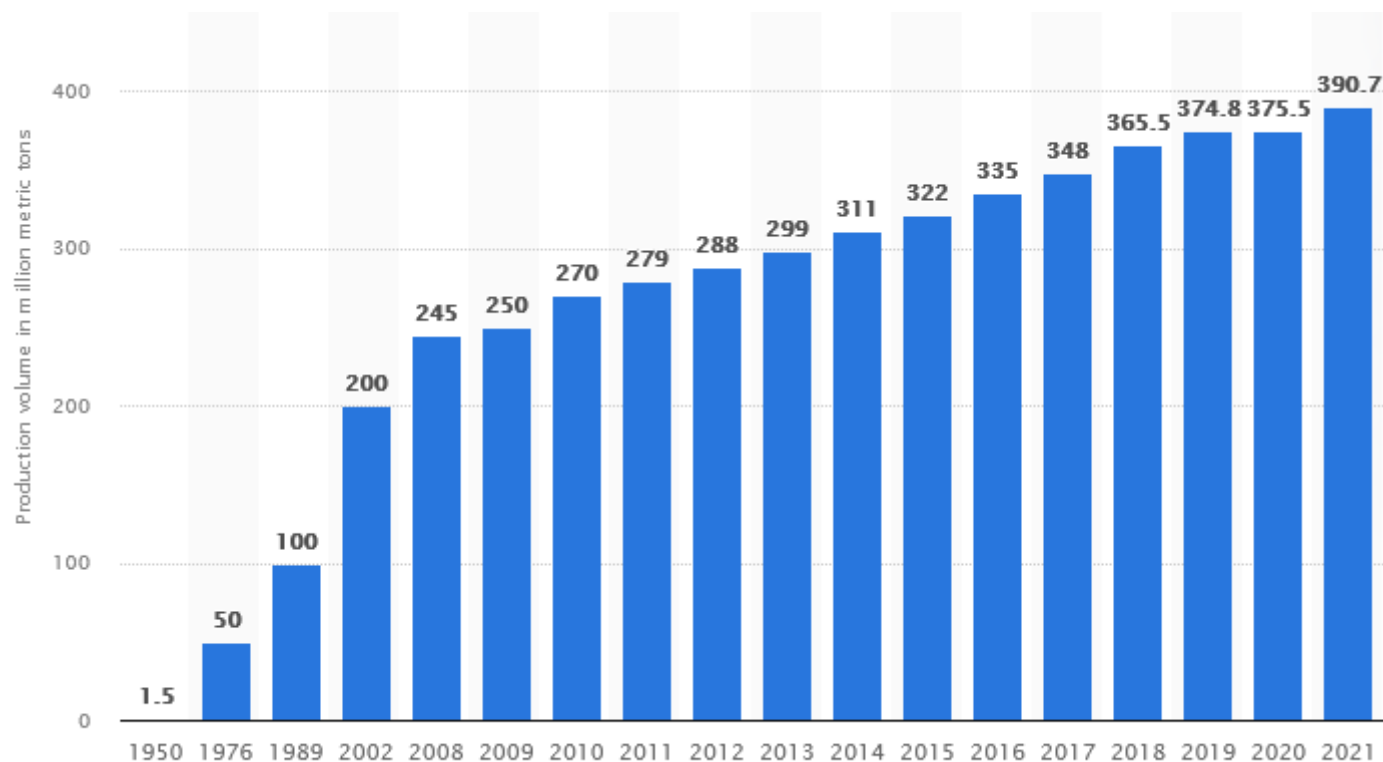
Okolišni aspekti polimerne ambalaže

- Od sredine dvadesetog stoljeća dolazi do **značajnih promjena u načinu života** u razvijenim zemljama
- One su imale veliki utjecaj na način pakiranja robe
- To se posebno odnosi na hranu i piće, ali i na svu ostalu robu široke potrošnje
- **Smanjenje veličine obitelji jedinice**, zbog smanjenog nataliteta. To je povećalo broj obitelji s jednim djetetom i povećalo broj jednočlanih i dvočlanih kućanstava nego ranije. To znači **zahtjev za manjim pakiranjima, tj. više pakiranja po kg hrane**
- **Porast broja kućanstava** u kojima su svi odrasli, **rade izvan kuće**. To znači manje formalnih obroka gdje su svi zajedno. Obroci su potrebni u različito vrijeme i s minimalnim pripremama. Ovo donosi veću potražnju za praktičnošću u smislu veličine porcije i hrane koja se može pripremiti za jelo u kratkom roku. **Potreba za gotovim jelima i različitim formatima pakiranja**
- **Rast vlasništva nad kućanskim aparatima** poput hladnjaka i zamrzivača je potrošačima omogućila **kupnju većih količina svježih namirnica**, koje će ostati u dobrom stanju dulje vrijeme. Razvoj jeftine domaće mikrovalne pećnice sa sobom je donio **zahtjev za pakiranje prikladno za mikrovalnu pećnicu**

- **Oko 70 % ambalaže koristi se za hranu i piće**, ostali sektori su zdravstvena njega, kozmetički proizvodi, kemikalije, odjeća, električna i elektronička oprema → svi trebaju pakiranje kako bi se osiguralo da potrošaču ostanu u prihvatljivom stanju
- Današnja **globalna industrija pakiranja procijenjena je na više od 400 milijardi US \$**, grubo podijeljeno na 36 % papira i kartona, 34 % plastike, 17 % metala (čelik i aluminij) i 10 % stakla, ostatak se sastoji od materijala kao što su drvo i tekstil
- Od navedenih **staklo je najstariji materijal** koji se koristio kao ambalaža, 1500. pr. n. e., puhanje stakla je razvijeno oko 100. pr. n. e.
- **Metal (čelik) se počeo koristiti kao ambalaža u 18. stoljeću**, aluminij 1950.-ih
- **Papir se koristio u Kini od 2. stoljeća**, u 19. stoljeću razvijeni strojevi za izradu papira slaganjem slojeva celuloznih vlakana različite debljine
- Prvi plastični materijali otkriveni u 19. stoljeću (PS, PVC), **široka upotreba kao ambalažni materijal od 1940.-ih**

- Porast plastičnih materijali u ambalaži zbog razvoja **jeftinih procesa** za proizvodnju i **materijala sa širokim rasponom svojstava** koje je moguće prilagoditi različitim potrebama
- Plastika je zamijenila tradicionalnije materijale (staklo, metal)
 - Ambalaža za vodu i gazirana pića od PET-a umjesto stakla
 - Boce od HDPE za mlijeko umjesto stakla
 - Savitljive plastične vrećice za juhe, umake, hranu za kućne ljubimce
- Plastika je donijela veću otpornost na lom od stakla, omogućila **manju masu pakiranja, što se odrazilo na ukupne manje troškove pakiranja i troškove prijevoza**
- Npr. staklena boca od 500 mL ima oko 400 g, PET boca od 500 mL ima masu oko 10 g

Porast godišnje proizvodnje plastike



u milijunima tona

Upotreba plastike po sektorima



- 40 % - ambalaža
- 20 % - građevina
- 10 % - auto industrija
- 6 % - elektronika
- 4 % - zabava i sport
- 3 % - agrikultura
- 17 % - ostalo

	% upotrebe	% u otpadu nakon 1. godine
Ambalaža	40	82
Elektronika	6	48
Auto industrija	10	31
Građevina	20	13
Ostalo	24	45



- 1) **Vizualno onečišćenje okoliša**
- 2) **Razgradnja uslijed utjecaja okoliša** (temperatura, UV zračenje, mehaničko naprezanja,...) vodi fragmentaciji plastike i nastanku **mikroplastike**
- 3) **Ispiranje niskomolekularnih spojeva - aditiva** koji se dodaju u plastiku
 - antioksidansi, UV stabilizatori, omekšavala (npr. ftalati u PVC-u) se mogu ispirati (*leaching*) u zemlju i vode
- 4) **Plastični ambalaža može biti i opasni otpad**
 - ambalaža sredstava za čišćenje sadrži lužine i klorirane spojeve
 - sredstva za zaštitu biljaka i uništavanja nametnika
 - ostaci motornih ulja
 - medicinski otpad - šprice, kateteri, sistemi za infuziju
 - ostaci ljepila, boja i lakova - sadrže visoke udjele organskih otapala, pigmente na bazi teških metala

Zbrinjavanje i recikliranje ambalažnog polimernog otpada

➤ Recikliranje (materijalna uporaba)

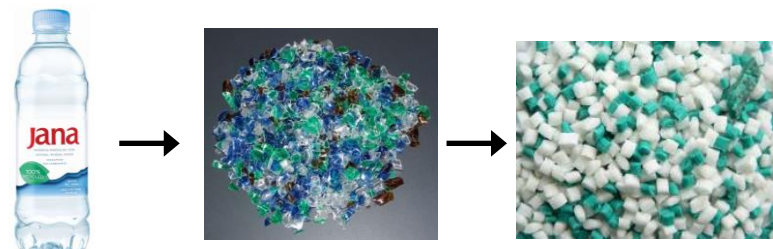
- ❑ Mehaničko recikliranje
- ❑ Kemijsko recikliranje
- ❑ Biorazgradnja (vrlo mali dio polimera je biorazgradljivi - većina prirodnih polimera, polikaprolakton, polimljična kiselina)

➤ Energetska uporaba

- ❑ Spaljivanje u energanama za dobivanje energije

Mehaničko recikliranje

- Prerada otpadnog materijala ekstruzijom, gdje se tali na visokoj temperaturi i dobiva svježa sirovina
- Najjednostavnija i relativno najjeftinija metoda reciklaže



- Otežano je zbog velikog broja različitih polimera koji se nalaze u primjeni, a najčešće nisu kompatibilni
- Polimeri imaju različito talište i time različite temperature prerade
- Nužno je razdvajanje plastične ambalaže nakon prikupljanja



- Najveći problem uspješnijem mehaničkom recikliranju predstavlja miješana plastika
- Npr. višeslojni film LDPE/adh/PVDC/adh/LDPE
- LDPE se ne može odvojiti od PVDC, a ne mogu se ekstrudirati zajedno

Mehaničko recikliranje

➤ Razdvajanje polimera

➤ Ručno razdvajanje

- vizualno razlikovanje prema broju, boji, prozirnosti
- niska čistoća odvojenog otpada
- niski kapacitet, 60-80 kg/h
- uobičajeno se koristi nakon, u barem nekoj mjeri, automatskog razdvajanja ili u slučaju relativno homogenog otpada

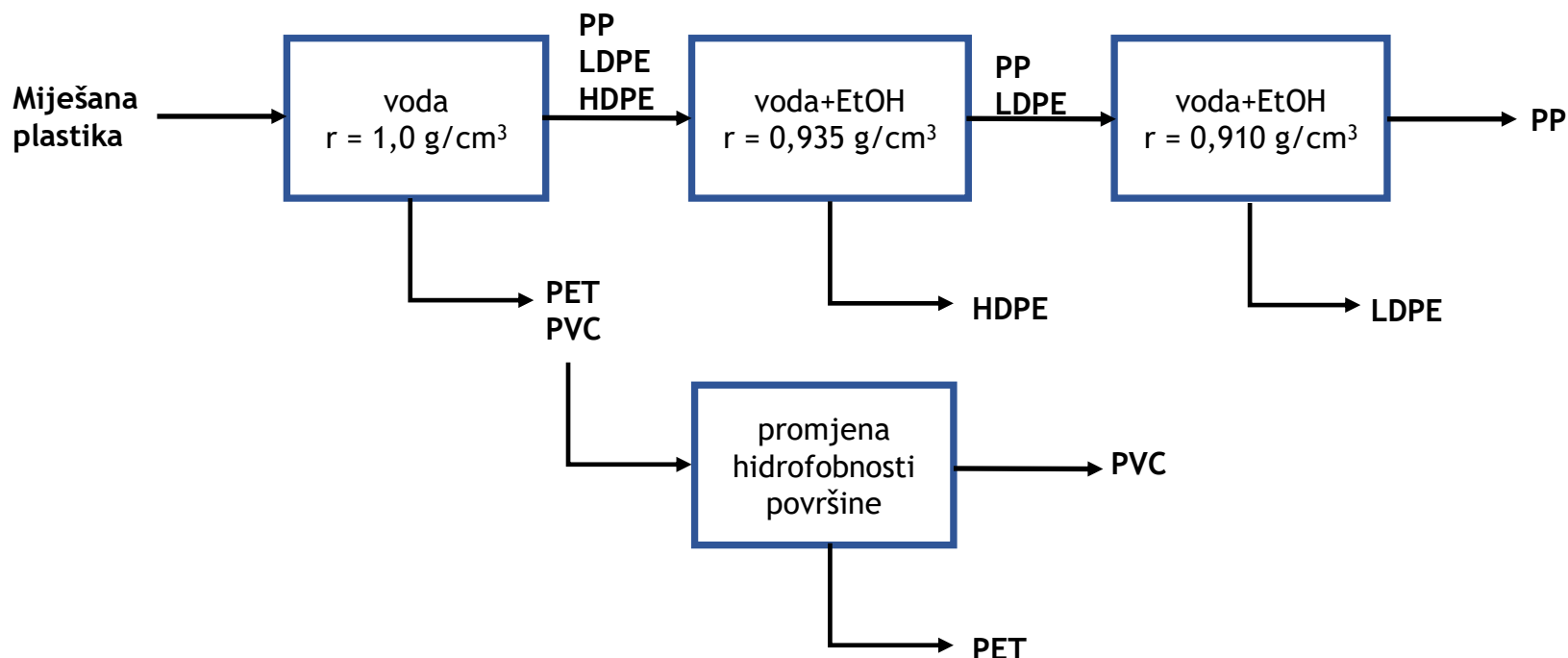
➤ Automatsko razdvajanje

- temelji se na svojstvima materijala (fizikalna - gustoća, kemijska - sastav)
- visoka čistoća otpada
- veliki kapacitet, preko 1000 kg/h
- znatno veći početni investicijski troškovi

Mehaničko recikliranje

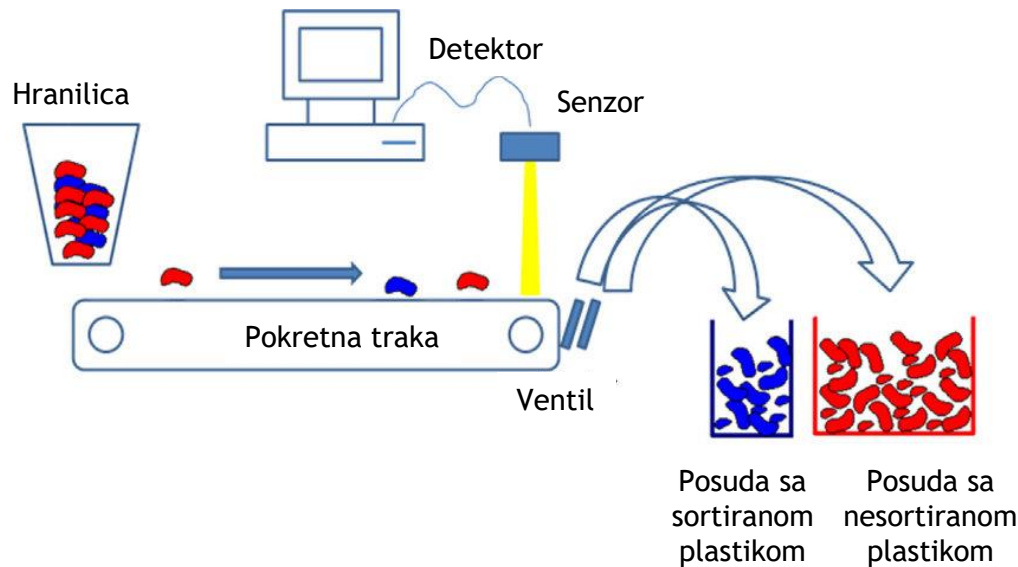
➤ Automatsko razdvajanje, flotacijski - po gustoći

□ PP	0,88-0,91 g/cm ³	□ PS	1,04-1,06 g/cm ³
□ LDPE	0,92-0,93 g/cm ³	□ PET	1,37-1,41 g/cm ³
□ HDPE	0,94-0,97 g/cm ³	□ PVC	1,38-1,45 g/cm ³



Mehaničko recikliranje

- **Automatsko razdvajanje, spektroskopski - po kemijskom sastavu**
 - najčešće IR spektroskopija (svaka plastika ima drugačiji IR spektar)
 - kada detektor prepozna ciljanu plastiku na pokretnoj traci otvara se ventil koji ju strujom komprimiranog zraka odvaja od ostale plastike
 - moguće i dodatno sortiranje po boji i prozirnosti



<https://www.youtube.com/watch?v=bH28yuwMl58>

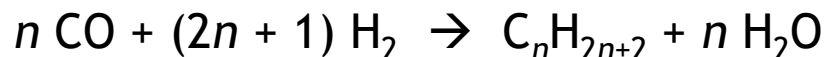
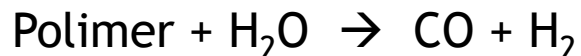
Kemijsko recikliranje

- **Katalitički proces** u kojem se polimerna molekula razgrađuje (depolimerizira) na sastavne dijelove - monomere i/ili oligomere (polimeri niskih mol.masa) ili neke druge niskomolekularne spojeve
- Dobiveni oligomeri i monomeri se mogu koristiti za sintezu novih polimera ili nekih drugih spojeva
- **Značajno skuplje od mehaničkog recikliranja** (katalitički proces)
- Proces potpune depolimerizacije do monomera nije ekonomski održiv pa se ne provodi na industrijskoj razini
- Provode se procesi **rasplinjavanja i pirolize**

Kemijsko recikliranje

1) Rasplinjavanje

- Proces **zagrijavanja plastičnog otpada** s parom u prisutnosti zraka (500-1300 °C), **produkt** važna industrijska plinska mješavina “**sintetski plin**” (CO₂ + H₂)
- Sintetski plin se može dalje koristiti kao gorivo ili intermedijar za proizvodnju vodika, amonijaka, metanola i sintetskih ugljikovodičnih goriva



plinoviti alkani (propan, butan,...)
Kompleksni ugljikovodici,
n može biti od 1 do 40

2) Piroliza

- **Kemijska razgradnja polimera** inducirana toplinom **bez prisustva kisika** (200-700 °C)
- **Produkt je većinom mješavina ulja slična sirovoj nafti**, može se dalje prerađivati u goriva
- Nastaju i manje količine plina, vodik, metan, ugljikov monoksid, ugljikov dioksid

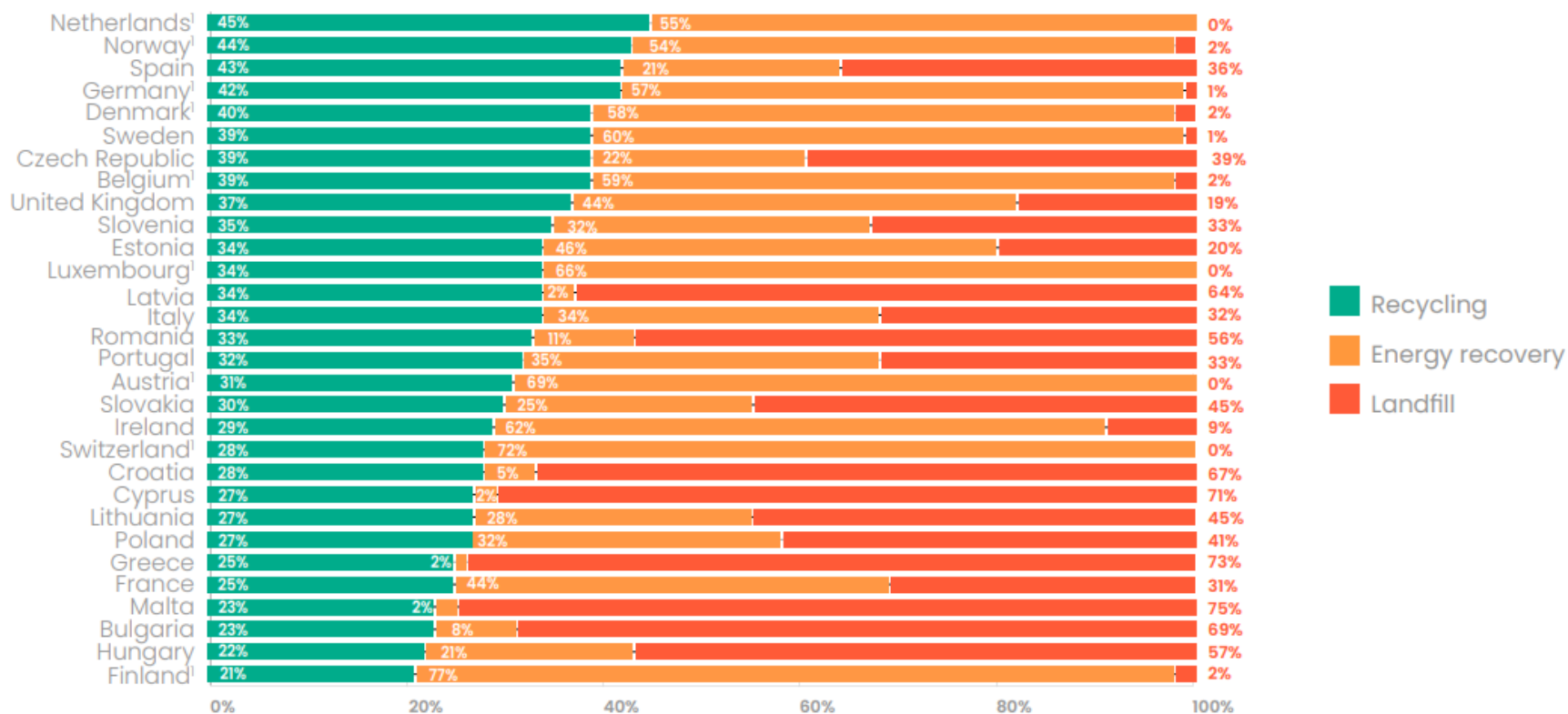
Energetska uporaba

- Proces u kojem **se spaljuje plastični otpad i oslobađa se toplina**
- Spaljivanje se odvija na **visokim temperaturama (>850 °C)**, dobivena para se koristi za grijanje ili proizvodnju električne energije
- Kontrolirani uvjeti spaljivanja minimiziraju nastanak toksičnih plinova (Cl_2 , H_2S , NO , NO_2 , ...), nekontroliranim spaljivanjem na nižim temperaturama se oslobađaju dodatni toksični plinovi poput dioksina i furana
- Plastični otpad ima visoku ogrjevnu vrijednost

Gorivo	ΔH (MJ/kg)
Metan	53
Benzin	46
Nafta	43
Ugljen	30
Polietilen	46
Miješana plastika	30-40

Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada

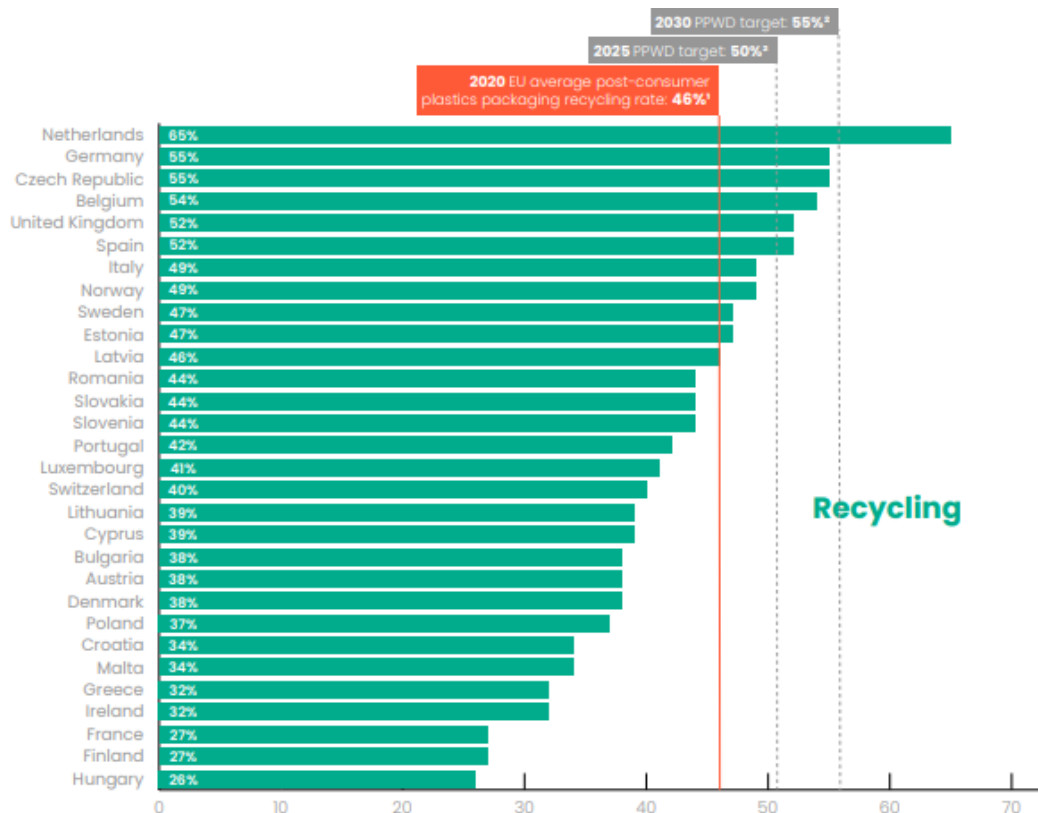
➤ Zbrinjavanje plastičnog otpada u EU27+3 (NO/CH/UK) u 2020.



- Na svjetskoj razini se uspješno reciklira svega 10-ak % plastike!
- Troškovi razdvajanja su visoki, a proizvodnja svježije plastike je jednostavna i jeftina

Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada

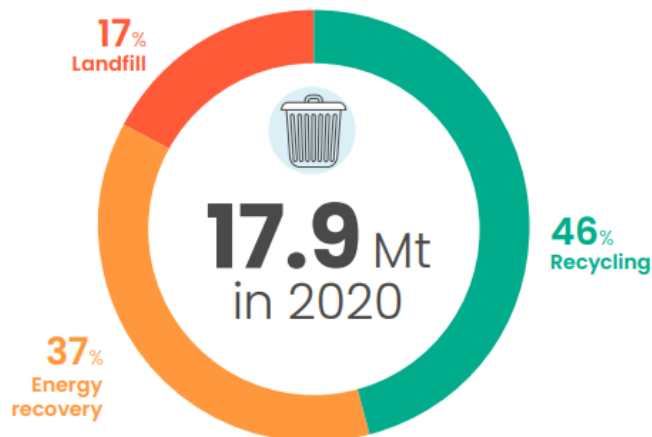
- Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada u EU27+3 (NO/CH/UK) u 2020.



- Stopa od današnjih 46 % recikliranja bi odgovarala 32 % u skladu s novom metodologijom u Direktivi o Ambalaži i ambalažnom otpadu (EU 2018/852)

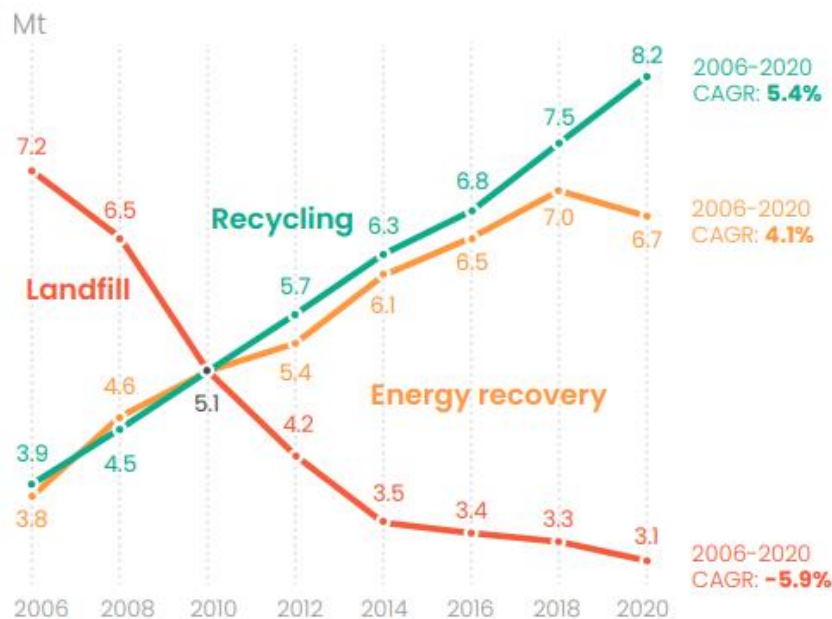
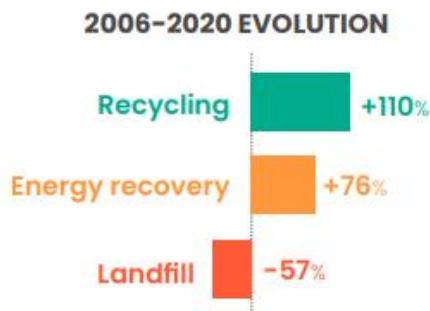
Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada

- Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada u EU27+3 (NO/CH/UK) u 2020.



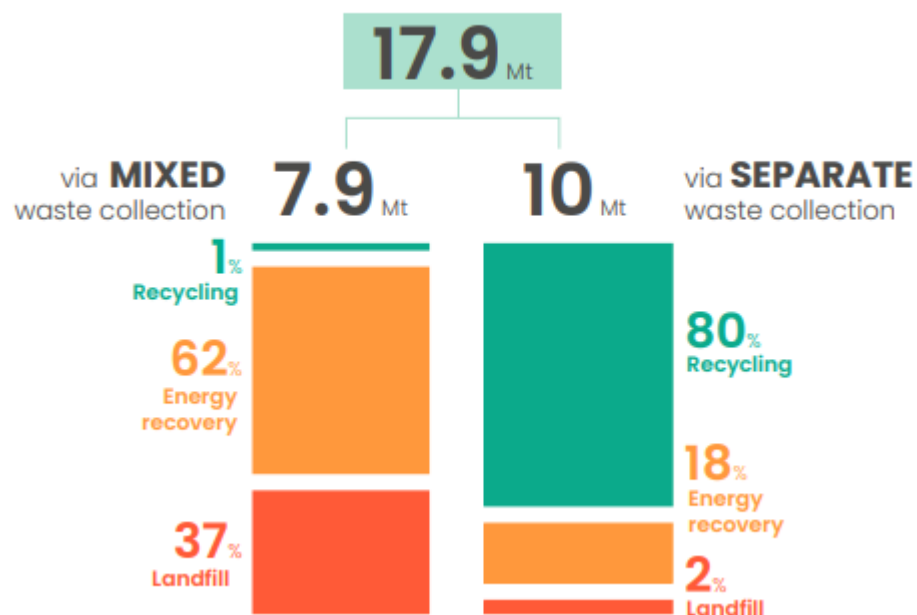
- Rast stope recikliranja s 42 % u 2018. na 46 % u 2020. (prema metodologiji u staroj Direktivi o ambalažnom otpadu)

The 2006–2020 plastics packaging waste recycling evolution in the EU27+3 showed a Compound Annual Growth Rate of 5.4%.



Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada

- Zbrinjavanje plastičnog ambalažnog otpada u EU27+3 (NO/CH/UK) u 2020.



- Važnost odvojenog prikupljanja otpada
- 80x veća stopa recikliranja kod odvojenog prikupljanja otpada

Zbrinjavanje plastičnog otpada

➤ Kružno gospodarstvo

LINEAR ECONOMY



ENERGY FROM FINITE SOURCES

CIRCULAR ECONOMY



ENERGY FROM RENEWABLE SOURCES

Zbrinjavanje plastičnog otpada

➤ Kružno gospodarstvo - kružnost PET ambalaže



https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2022/02/HCIP_summary-HR.pdf

VELIKA ŠKRTICA

Jeste li vidjeli ovaj natpis na boci vode? Ako ste je zato kupili, prevareni ste. To je laž

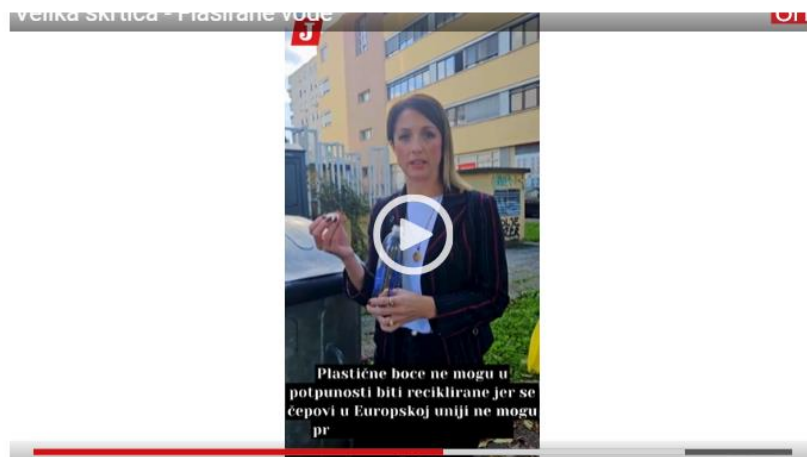
Udruga potrošača BEUC podnijela je prijavu protiv triju proizvođača

Piše: Dora Koretić

Objavljeno: 03. siječanj 2024. 07:39

U trgovinama gotovo da i nema boce na kojoj ne piše barem jedna od dvije tvrdnje - da je boca napravljena od reciklirane plastike te da se ona u cijelosti može reciklirati.

OVDJE POGLEDAJTE VIDEO:



Ti napisi vrište i s boca u domaćim trgovinama, i to podjednako domaćih kao i stranih proizvođača protiv kojih je europska udruga za zaštitu potrošača BEUC podigla prijave jer potrošače obmanjuju tvrdnjama koje nisu točne. Konkretno, prijave su podigli protiv Coca cole, Danone i Nestle tvrdeći kako plastične boce ne mogu u potpunosti biti reciklabilne, a posebno da ne mogu u cijelosti biti izrađene od reciklirane plastike.



Tvrdnja 1.

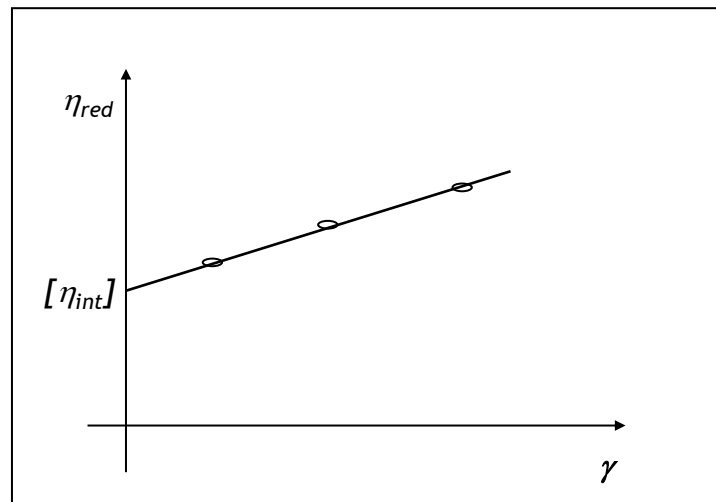
- **Proizvođači ne mogu dokazati da su njihove boce napravljena od 100 % recikliranog materijala**
 - Kemijski ne postoji razlika recikliranog (rPET) i svježeg (djevičanskog - eng. virgin, vPET-a)
 - Nije moguće dokazati da boce nisu napravljene od recikliranog materijala jer ne postoji kemijska razlika između svježeg i recikliranog polimera

Tvrdnja 2.

- **Plastične boce ne mogu u potpunosti biti reciklirane jer se čepovi u EU ne mogu proizvoditi od recikliranih materijala**
 - [Direktiva EU 10/2011](#) o plastičnim materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom
 - [Direktiva EU 2022/1616](#) o materijalima i predmetima od reciklirane plastike koji dolaze u dodir s hranom
 - [Smjernice Komisije](#) o plastičnim proizvodima za jednokratnu uporabu u skladu s [Direktivom \(EU\) 2019/904](#) o smanjenju utjecaja određenih plastičnih proizvoda na okoliš
 - **Niti u jednoj direktivi se to ne navodi**

Tvrdnja 3.

- **Praktički je nemoguće da boca u potpunosti bude reciklabilna. To ovisi o kapacitetima reciklaže svakog tržišta**
 - Kapacitet reciklaže nije u vezi s tehnološkim mogućnostima reciklaže
 - Poli(etilen-tereftalat) (PET) od kojeg se proizvode boce ima mjeru svoje kvalitete, a to je intrinzička viskoznost - mjera veličine molekula
 - Granična vrijednost PET-a koji se može koristiti za boce je oko 0,8 dL/g → Ako je viša od toga PET se može koristiti za proizvodnju boca, ako je niža onda se prerađuje u neke druge proizvode poput tekstilnih vlakana
 - Današnji moderni uređaji za reciklažu vrlo lako mogu proizvesti reciklirani PET koji ima intrinzičku viskoznost veću od 0,8 dL/g



- Ako čepovi zaista ne mogu biti od recikliranog materijala to nije nikako prepreka da se taj čep ne reciklira za neku drugu primjenu
- Prema ranije navedenim Smjernicama su i dizajnirani novi čepovi koji nakon otvaranja boce ostaju čvrsto vezani uz nju kako bi se smanjila mogućnost da završe u miješanom otpadu već da se recikliraju zajedno s bocom
- U samom procesu, nakon usitnjavanja boce i čepa, oni se lako razdvajaju na temelju različite gustoće materijala od kojeg je boca napravljena (PET) i čep (HDPE ili PP)
- **Ne postoje nikakve tehnološke zapreke da se plastične boce u potpunosti ne recikliraju**

➤ **A kolika je onda kružnost PET ambalaže?**

https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2022/02/HCIP_summary-HR.pdf

- **Većinom se PET trenutno ne nalazi u kružnom modelu jer se u svim fazama životnog ciklusa PET-a gubi materijal**
- **Ima nekoliko potencijalnih ograničenja koja utječu na trenutnu kružnost PET-a:**
- **Neučinkoviti sustavi prikupljanja** koji dovode do velikih gubitaka PET-a nakon potrošnje
 - **Nedostatak reciklažera** što znači da se dio prikupljenog materijala ne može ponovno obraditi
 - **Nečistoće** u prikupljanju i sortiranju
 - **Dizajn proizvoda i kvaliteta materijala**, uključujući PET u boji i sa više materijala primjene kao i standardi za hranu za rPET
 - **rPET ekonomija**, tj. tržišna stopa rPET-a u usporedbi s vPET-om o kojem ovisi potražnja na krajnjim tržištima
 - **Tehnički i ekonomski je izazovnije ispuniti zahtjeve za kvalitetu proizvodnje od rPET-a nego od djevičanskog PET-a**
 - rPET može prelaziti s jednog toka proizvoda na drugi, obično s više kvalitete na nižu. Nakon prelaska, malo je vjerojatno da će se vratiti na višu kvalitetu te u nekim slučajevima rPET može na taj način i izaći iz kružnog sustava recikliranja

- A kolika je onda kružnost PET ambalaže?
- Procjenjuje se da se boce stavljene na tržište sastoje od **prosječno 17% [1] rPET-a**, s preostalim rPET-om prebačenim u drugi, niži stupanj proizvodne primjene. Stoga se smatra gubitkom iz kružnog toka boce

1) Natural Mineral Waters Europe, Petcore Europe, Plastic Recyclers Europe, and Unesda (2022) PET Market in Europe: State of Play 2022, Siječanj 2022



[JOIN US](#) [NEWS](#) [EVENTS](#) [LIBRARY](#)

[Who we are](#) ▾ [What we do](#) ▾ [Plastic recycling](#) ▾ [Recyc](#)



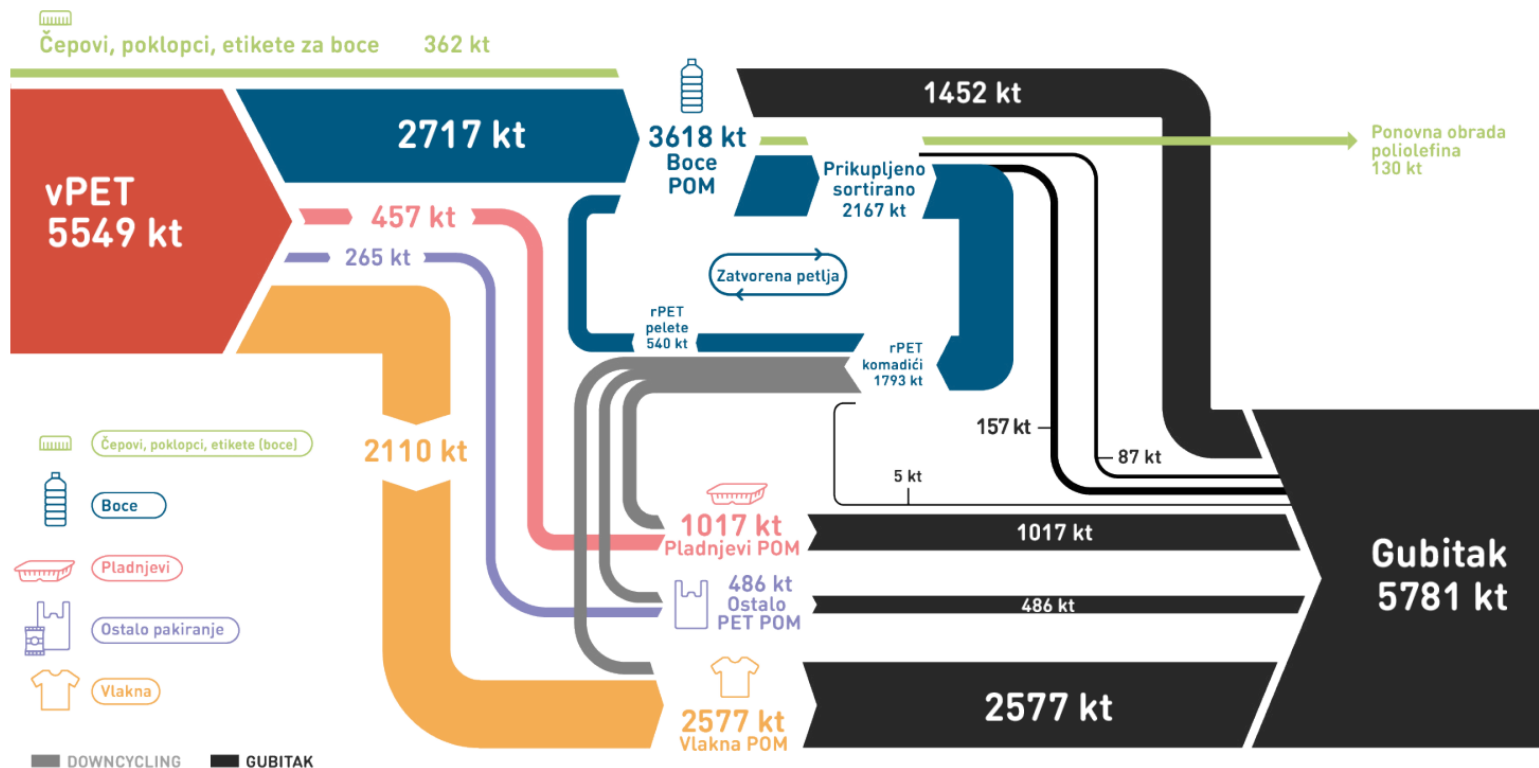
Sorry, this page does not exist or no longer exists.

[← Back home](#)

[Sitemap →](#)

➤ A kolika je onda kružnost PET ambalaže?

Slika E-2: Maseni tokovi PET - trenutno stanje



vPET = 5549 kt

Gubitak = 5781 kt (?!?)

- A kolika je onda kružnost PET ambalaže?
- Stvarnu kružnost je teško (nemoguće?) točno utvrditi
- Tehnologija za 100 % recikliranje boca postoji
- Gubitci u svakom koraku postoje
- Tehnologija za održavanje visoke intrinzičke viskoznosti (IV) postoji - polikondenzacija u krutom stanju (eng. solid state polycondensation, SSP)
 - provodi se grijanjem PET-a na 200-220 °C (~40 °C ispod tališta) nekoliko sati u atmosferi dušika
 - rezultat je povećanje molekulske mase (time i IV) i uklanjanje nusprodukata razgradnje poput acetaldehida



<https://doi.org/10.3390/su13137370>

Strategija EU za plastičnu ambalažu

- **Cilj EU koji bi sve države članice trebale ostvariti do 31. prosinca 2025. godine - najmanje 65 % mase ukupnog ambalažnog otpada mora biti reciklirano**
- **Ciljevi recikliranja po materijalima:**
 - **50 % plastike**
 - 25 % drveta
 - 70 % nebojenih metala
 - 50 % aluminijske
 - 70 % stakla
 - 75 % papira i kartona
- **Do 31. prosinca 2030. najmanje 70 % mase ukupnog ambalažnog otpada mora biti reciklirano**
 - **55 % plastike**
 - 30 % drveta
 - 80 % nebojenih metala
 - 60 % aluminijske
 - 75 % stakla
 - 85 % papira i kartona

Strategija EU za plastičnu ambalažu

- EU smjernice za smanjenje ambalažnog plastičnog otpada
 - 3R princip (Reduce, Reuse, Recycle)
 - smanjiti nastajanje otpada smanjenjem veličine ambalaže (Reduce)
 - promicati punjivu ambalažu (Reuse)
 - cilj za 2025. je da se 50 %, a 2030. 55 % plastične ambalaže reciklira
 - do 2030. sva ambalaža mora biti reciklabilna na ekonomski izvediv način
 - obavezni udio 25 % reciklirane plastike do 2025. i 30 % do 2030. u plastičnoj ambalaži
 - uvođenje obaveznog sustava povratne naknade za plastične boce i Al limenke

Prije



Sada



Gospodarenje otpadom u Hrvatskoj

- **Izraženi problemi u gospodarenju otpadom u Hrvatskoj**
- Sporo rješavanje problematike svih vrsta otpada dovelo je do kritične situacije u najvećem broju jedinica lokalne samouprave
- Količine otpada rastu, a **postojeća infrastruktura koja bi taj otpad trebala odgovarajuće zbrinuti nije dostatna**, sustav gospodarenja otpadom ne funkcionira u potpunosti jer se važeći propisi samo djelomično ili neodgovarajuće primjenjuju (nepoštivanje i loša provedba propisa)
- **Financiranje gospodarenja otpadom ni približno ne odgovara potrebama**
- Cijena usluge sakupljanja i zbrinjavanja otpada ne odgovara stvarnoj cijeni pružene usluge pa se iz cijene ne mogu pokriti ukupni troškovi gospodarenja otpadom
- **Stav javnosti prema otpadu pretežno je negativan** → rezultira neprijateljskim stavom prema lociranju građevina i postrojenja za gospodarenje otpadom (reciklažna dvorišta, odlagališta, postrojenja za toplinsku obradu)

Gospodarenje otpadom u Hrvatskoj

- Gospodarenje otpadom uključeno je u sve razine upravljanja (državna, regionalna te lokalna, odnosno mjesna razina)
- **Za donošenje Zakona i Strategija zadužen je Hrvatski sabor, dok Vlada Republike Hrvatske donosi Plan gospodarenja otpadom i uredbe**
- **Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (MZOE) je zaslužno za pripremu novog zakonodavstva, novih standarda te strategije i plana gospodarenja otpadom u RH**
- **Na regionalnoj razini županijske vlasti donose planove gospodarenja otpadom, određuju lokacije te izdaju dozvole za odlagališta neopasnog i inertnog otpada. Osiguravaju uvjete za gospodarenje proizvodnim, ambalažnim, građevinskim i drugim otpadom te prikupljaju podatke o otpadu**
- **Lokalne vlasti čine općine i gradovi koje također donose planove gospodarenja otpadom i određuju lokacije u prostornim planovima. Služe za provedbu mjera za gospodarenje komunalnim otpadom te prikupljanje i dostavljanje podataka**

Zakoni, uredbe, pravilnici...

- Zakoni i odluke koje je donijela Vlada Republike Hrvatske, a vezani su za gospodarenje otpadom, odnosno otpadnoj ambalaži su:
 - Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 84/21)
 - Strategija gospodarenja otpadom RH (NN 130/05)
 - Pravilnik o ambalaži i otpadnoj ambalaži (NN 137/23)
 - Odluka o područjima sakupljanja neopasne ambalaže (NN 88/15)
 - Uredba o gospodarenju otpadnom ambalažom (NN 97/15, 07/19, 140/20)

Zakon o održivom gospodarenju otpadom

- Zakonom se propisuju se mjere u svrhu zaštite okoliša i ljudskoga zdravlja sprječavanjem ili smanjenjem nastanka otpada, smanjenjem negativnih učinaka nastanka otpada, smanjenjem ukupnih učinaka uporabe sirovina te **povećanjem recikliranja i ponovnog korištenja reciklata**
- Zakonom se propisuju se mjere u svrhu sprječavanja i smanjenja utjecaja **određenih plastičnih proizvoda na okoliš**, posebno vodeni okoliš, i na zdravlje ljudi te promicanja prelaska na kružno gospodarstvo s inovativnim i održivim poslovnim modelima, proizvodima i materijalima
- Ovim Zakonom **propisuju se mjere u svrhu sprječavanja proizvodnje ambalažnog otpada** i potiče se ponovna uporaba ambalaže, recikliranje i drugi oblici oporabe ambalažnog otpada
- Proizvođač proizvoda od kojeg nastaje otpad, odnosno proizvođač otpada snosi troškove gospodarenja tim otpadom - „**načelo onečišćivač plaća**”

- Vezano za ambalažu i ambalažni otpad u Zakonu je navedeno da je:
- Proizvođač proizvoda dužan planirati razvoj, proizvodnju i oglašavanje proizvoda i ambalaže za proizvode na način da se **proizvodnja unapređuje primjenom čistih tehnologija** te na način koji omogućuje učinkovitu uporabu materijala i energije, potiče ponovnu uporabu i recikliranje proizvoda (ako je to po svojstvu proizvoda moguće) uz najprimjereniji postupak oporabe i/ili zbrinjavanja proizvoda kojem je istekao rok trajanja
- Proizvođač proizvoda dužan je koristiti sirovine i materijale, poluproizvode i **ambalažu koji smanjuju uporabu energije, materijala** i učinke na okoliš te smanjuju nastajanje otpada prilikom proizvodnje i naknadnog korištenja proizvoda
- **Proizvođač proizvoda dužan je u najvećoj mogućoj mjeri uvoditi i koristiti povratnu ambalažu** koja smanjuje opterećenja okoliša otpadom u odnosu na ambalažu za jednokratnu uporabu
- Proizvođač proizvoda od kojeg nastaje posebna kategorija otpada, dužan je sukladno propisu kojim se uređuje gospodarenje posebnom kategorijom otpada, kupcu i/ili korisniku proizvoda osigurati: **mogućnost povrata uporabljenog proizvoda i/ili ambalaže**, mogućnost zaprimanja otpada nastalog od te vrste proizvoda

Uredba o gospodarenju otpadnom ambalažom

- Ovom Uredbom se **propisuje način izvršenja obveza postizanja propisanih ciljeva u vezi s gospodarenjem otpadnom ambalažom, način izračuna i iznos naknade za gospodarenje otpadnom ambalažom, iznos povratne naknade i način izračuna troškova za povratnu naknadu**
- Proizvođač proizvoda pakiranih u ambalažu izvršava obvezu postizanja cilja gospodarenja otpadnom ambalažom propisanog Pravilnikom, uplatom naknade gospodarenja u korist Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU)
 - **Iznos povratne naknade iznosi 0,50 kuna (0,07 Eura) po komadu ambalažne jedinice od pića**
 - **Proizvođač je obavezan Fondu uplatiti iznos povratne naknade prilikom stavljanja na tržište pića u ambalaži koja je obuhvaćena sustavom povratne naknade**
 - **Prodavatelj i osoba koja upravlja reciklažnim dvorištem obvezni su prilikom preuzimanja otpadne ambalaže od pića obuhvaćene sustavom povratne naknade potrošaču isplatiti iznos povratne naknade**
 - **Fond je obavezan prodavatelju i osobi koja upravlja reciklažnim dvorištem vratiti isplaćeni iznos povratne naknade potrošaču i troškove preuzimanja i predaje otpadne ambalaže (za ručno preuzimanje 0,05 kn, za preuzimanje putem aparata 0,18 kn)**

Uredba o gospodarenju otpadnom ambalažom

- Za obavljanje usluge sakupljanja otpadne ambalaže naknada gospodarenja se plaća po vrsti ambalažnog materijala i količini ambalaže
- Naknada za evidentirane količine ambalaže stavljene na tržište iznosi:

PET	410 kn/t	Drvo	150 kn/t
Al limenke	410 kn/t	Tekstil	150 kn/t
Fe limenke	225 kn/t	Plastične vrećice	1500 kn/t
Papir, karton	375 kn/t	Staklo	150 kn/t

- Problem niske povratne naknade u RH
 - Hrvatska 0,07 Eur
 - Estonija 0,10 Eur
 - Slovačka 0,15 Eur
 - Njemačka 0,25 Eur
 - Finska 0,40 Eur
- 7 centi ne predstavlja dovoljno snažnu motivaciju za povrat takve vrste ambalaže, dovoljno visok iznos može stvoriti snažnu financijsku motivaciju za potrošače
- Prijedlog proširenja sustava na jednokratnu ambalažu od pića veću od tri litre te drugu ambalažu tekućih jestivih proizvoda, tekućih kozmetičkih proizvoda i proizvoda za čišćenje
- Sustav povratne naknade garantira veću stopu povrata otpadne ambalaže, a veća naknada garantira još veći povrat

Tablica 1. *Iznos naknade po vrsti ambalažnog materijala²¹*

PET	410,00 kn/t
Al limenke	410,00 kn/t
Fe limenke	225,00 kn/t
Papir, karton	375,00 kn/t
Višeslojna kompozitna ambalaža s pretežno papir-kartonskom komponentom	pića 410,00 kn/t Za ostale namjene: 750,00 kn/t
Drvo	150,00 kn/t
Tekstil	150,00 kn/t
Plastične vrećice	1.500,00 kn/t
Ostali polimerni materijali za mlijeko i ostale tekuće mliječne proizvode	410 kn/t
Ostali polimerni materijali	750,00 kn/t
Staklo	150,00 kn/t

- Naknada gospodarenja po jedinici proizvoda za evidentirane količine ambalaže stavljene na tržište iznosi 0,10 kuna po jedinici prodajne ambalaže za pića u staklenoj, PET i metalnoj ambalaži volumena većeg od 0,2 l osim za povratnu ambalažu čiju višekratnu uporabu osigurava proizvođač sustavom pologa (kaucije) ili na neki drugi način