



Reciklirani plastični materijali u DW Reusables

Zlatko Kraljević

DW Reusables

450 zaposlenih na 6 lokacija u 5 zemalja

Sjedište u Belgiji
Bilzen

Poljska
Kielce

Hrvatska
Karlovac
Hum na Sutli

Španjolska
Cardona

Srbija
Subotica



- ▶ proizvođač višekratnih injekcijski oblikovanih plastičnih proizvoda kao što su nosiljke, palete i slično

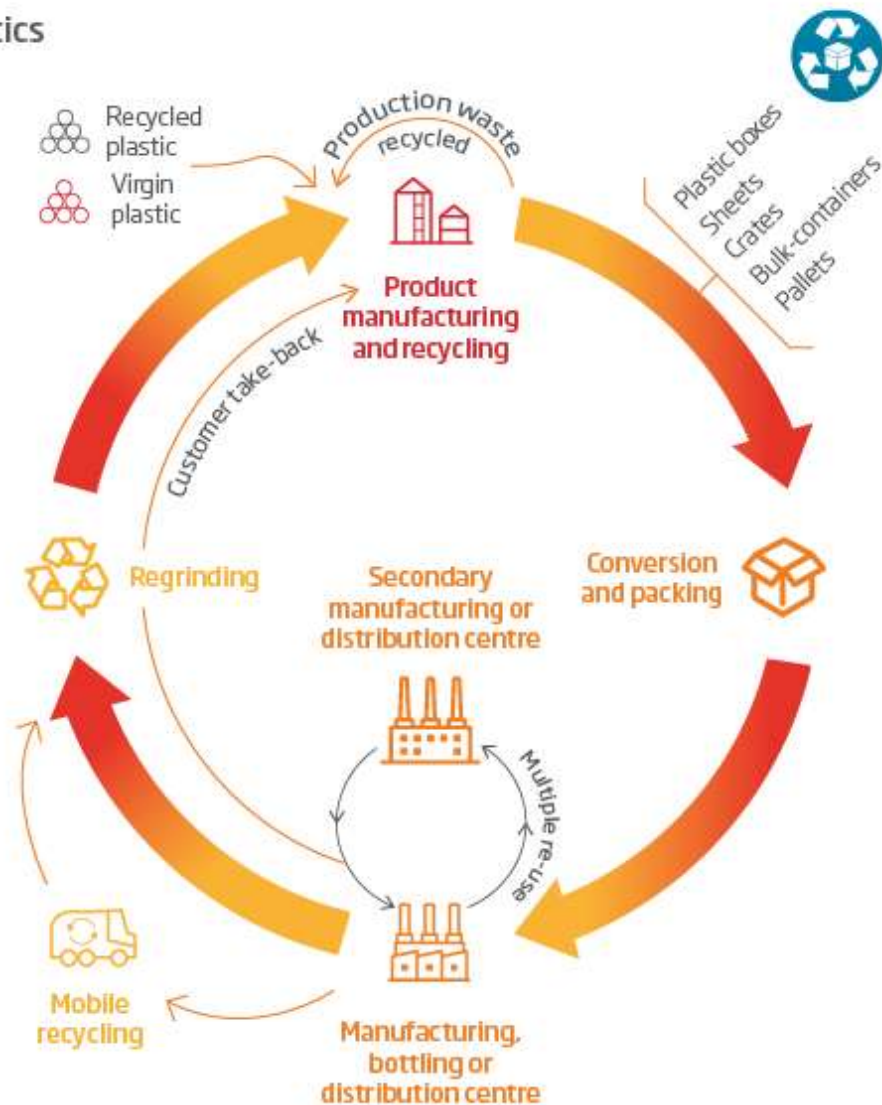
- ▶ osnovna djelatnost - proizvodnja višekratnih nosiljki za piće

- ▶ globalno umreženi - partneri

Naša vrijednost

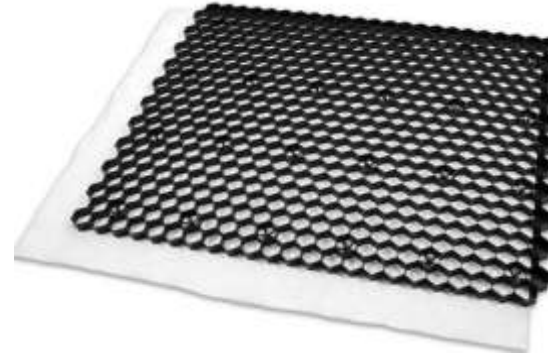
- više od 50 godina iskustva u proizvodnji ambalaže za višekratnu upotrebu
- razvoj kalupa/Razvoj proizvodnog procesa
- interni dizajnersko-razvojni tim
- važne inovacije za industriju nosiljki
- kružno gospodarstvo
- mobilno mljevenje
- transport boca

Plastics

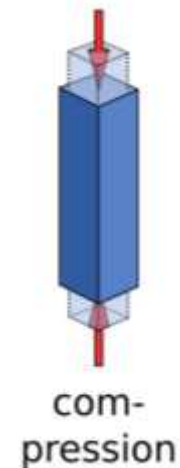


Naši proizvodi

- proizvodnja proizvoda uz stvaranje manje otpada
- ušteda vremena i troškova tijekom dužeg vremena
- proizvodnja od 100 % recikliranih materijala, manja emisija CO₂
- rješenja za zamjenu problematične jednokratne plastike i kartona

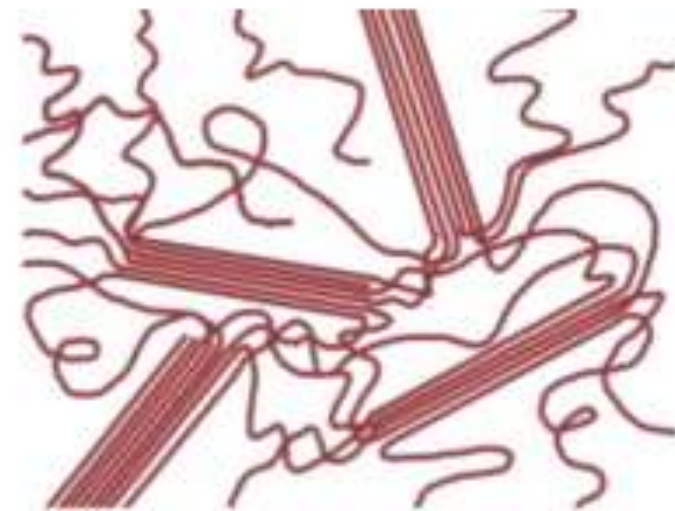


- proizvodnja injekcijski oblikovanih plastičnih proizvoda za višekratnu upotrebu
 - nosiljke za piće
 - palete
 - sanduci
 - drenažne rešetke
 - kante za otpad



Materijali

- polipropilen (PP) i polietilen visoke gustoće (HDPE)
- PP – niža gustoća (0.905 g/cm^3); loša UV otpornost
- HDPE – viša gustoća (0.941 g/cm^3); dobra UV otpornost
 - zastupljen zbog visokog omjera čvrstoća / gustoća
 - u usporedbi s PP općenito lošija ESCR (sposobnost polimera da se odupre stvaranju pukotina)
 - neke vrste HDPE - dobra ESCR
 - korištenje u primjenama gdje je UV otpornost primarni zahtjev



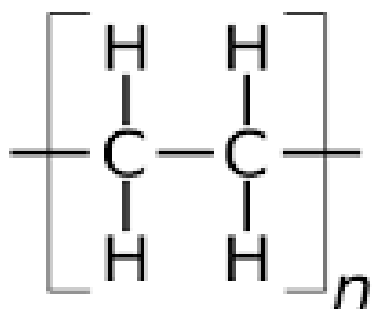
Semicristalline

HDPE i PP plastika se može reciklirati

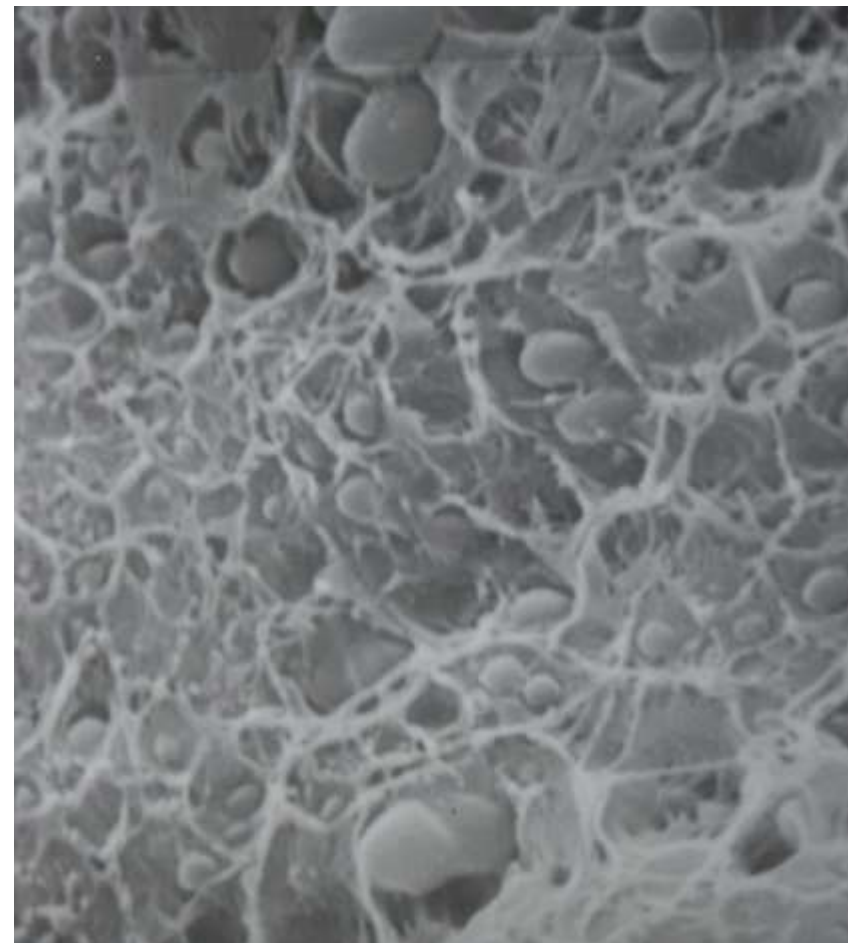
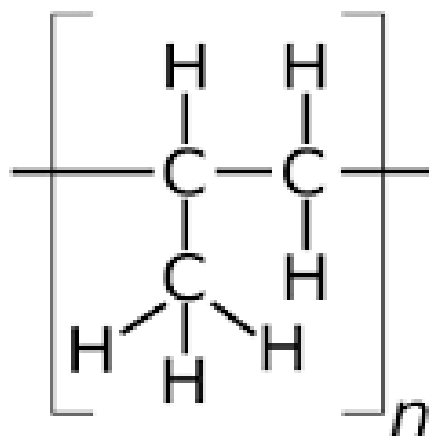
Kompatibilnost PE i PP

- PE i PP nisu kompatibilni polimeri za miješanje zbog razlike u njihovim kemijskim strukturama i kemizmu
- PE/PP mješavine - niska vrijednost prekidnog istezanja i manja žilavost

Polyethylene



Polypropylene

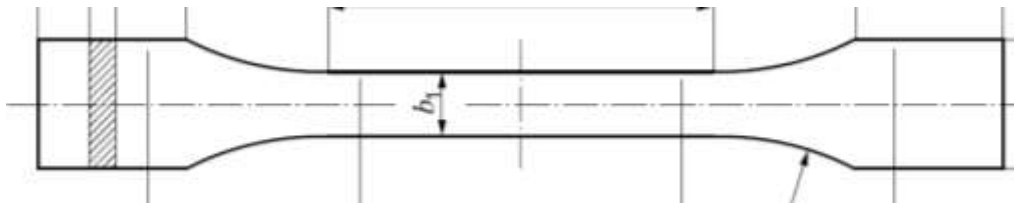


SEM mikrograf

Izvor: www.mdpi.com

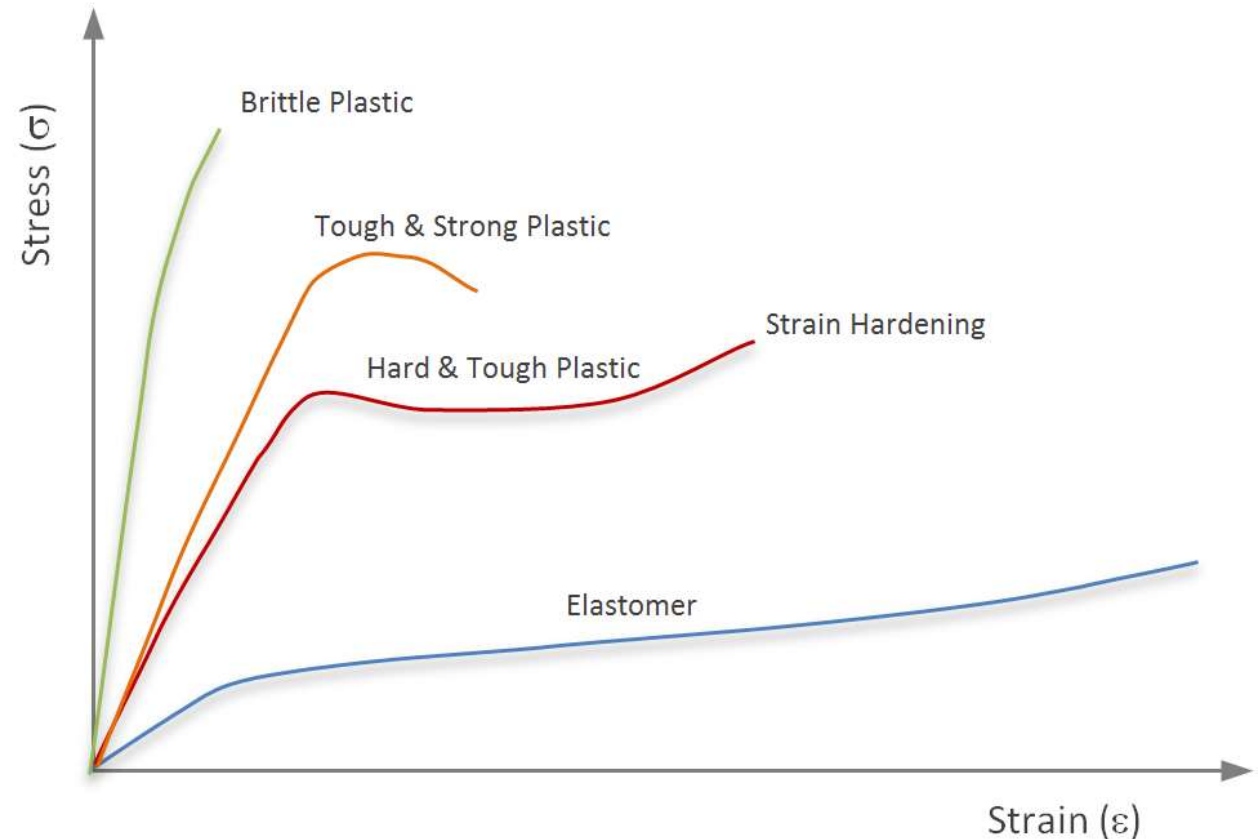
Zahtjevi kvalitete HDPE i PP

- MFI (melt flow index, indeks tečenja)
- elastični modulus (ISO 527)
- čvrstoća popuštanja (ISO 527)
- pritiska deformacija (ISO 604)
- modul elastičnosti (ISO 178)
- sadržaj teških metala



Određivanje vlačnih svojstava polimera

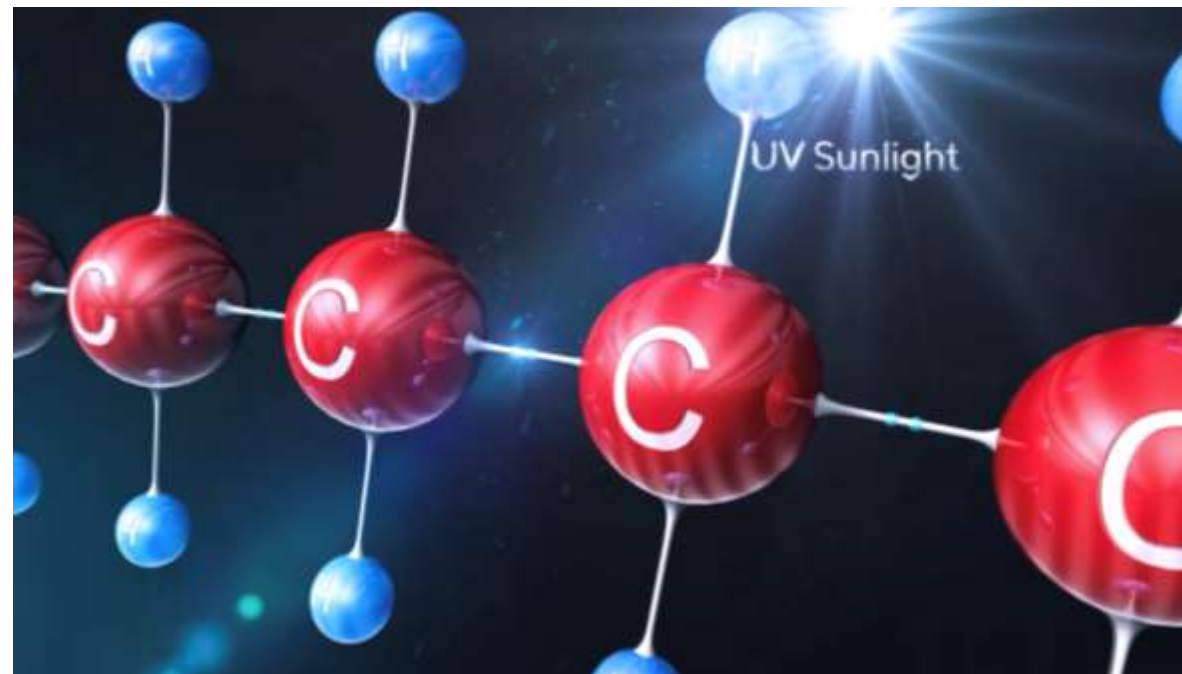
- vlačna svojstva za HDPE / PP
- unutar elastičnog područja - deformacija ujednačena (elastična)
- točka čvrstoće popuštanja - prva maksimalna vrijednost na krivulji nakon koje dolazi plastična deformacija
- točka čvrstoće popuštanja se povećava sa stupnjem kristaliničnosti polimera



Izvor: www.polymerdatabase.com

Starenje polimera

- kombinacija vremena, temperature, UV izlaganja, prisustva vlage itd.
- UV ima dovoljno energije za cijepanje veza C-C u lancima polimernih struktura



Najčešće vrste plastike



PET



HDPE



PVC



LDPE



PP



PS



OTHER



Odvojeno prikupljanje plastike - trenutno stanje u Europi

- prikupljeno 27,1 milijuna tona plastike
- reciklirano oko 9 milijuna tona



Plastične boce



Posude, pladnjevi



Vrećice i filmovi



Ostalo



Važnost RECIKLIRANJA / SORTIRANJA plastike

- **vrste plastičnog otpada**

- PCW (post consumer waste)
- PIW (post industrial waste)

- **prednosti recikliranja plastike**

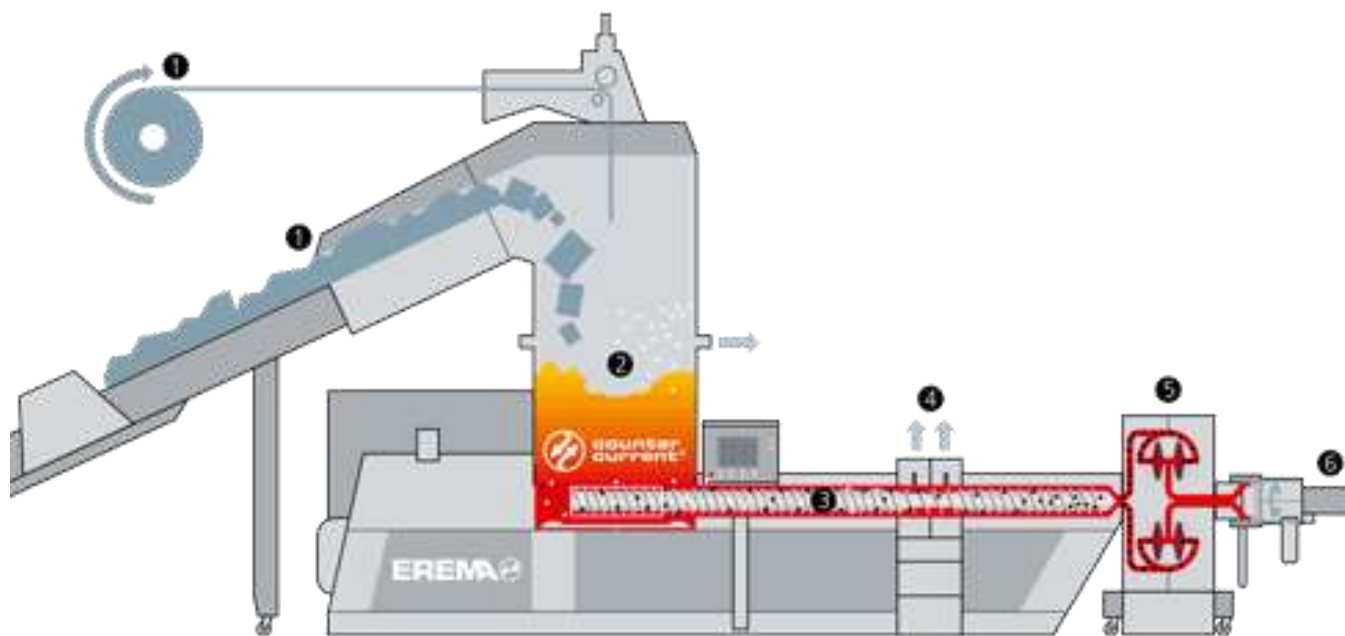
- očuvanje neobnovljivih izvora energije
- smanjenje otpada
- smanjenje emisije CO₂ i NOX

- **potrošnja energije:**

- 75,3 MJ/kg energije potrebno za proizvodnju čistog HDPE materijala
- 8,7 MJ/kg energije potrebno za recikliranje jednake količine istog materijala

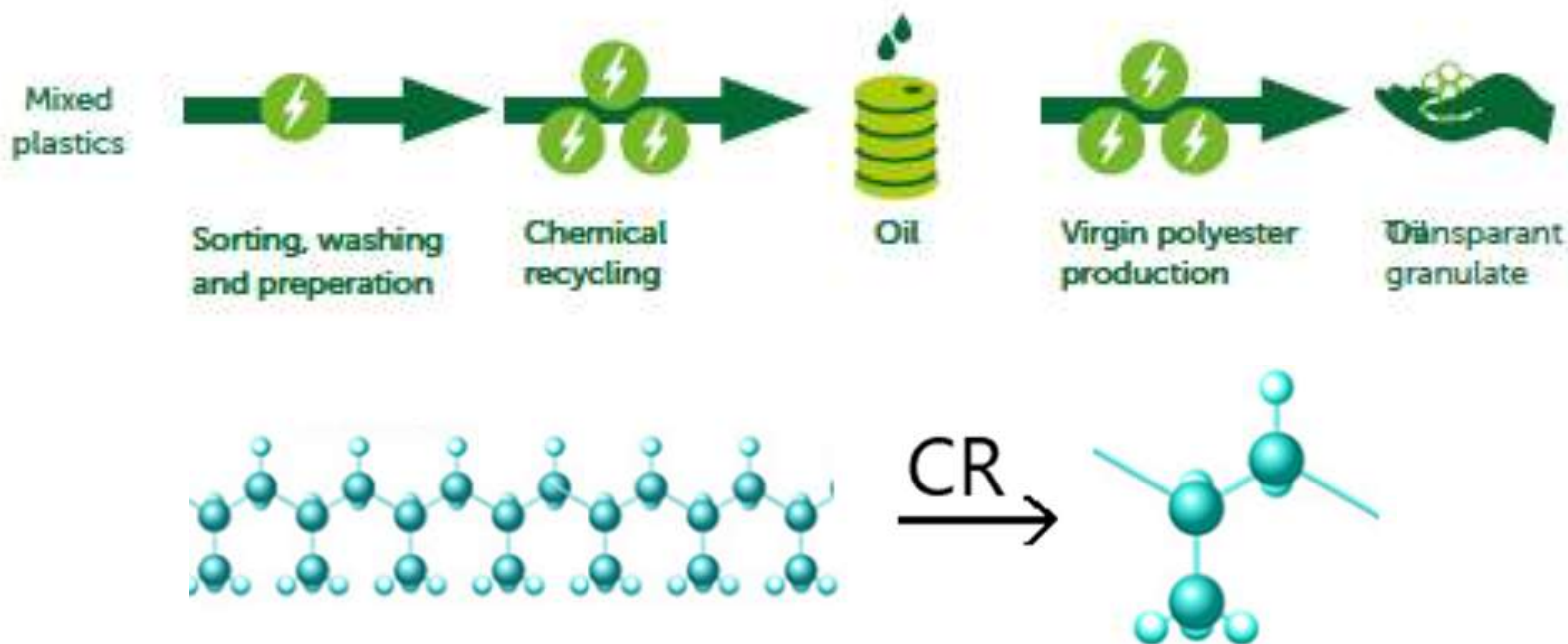
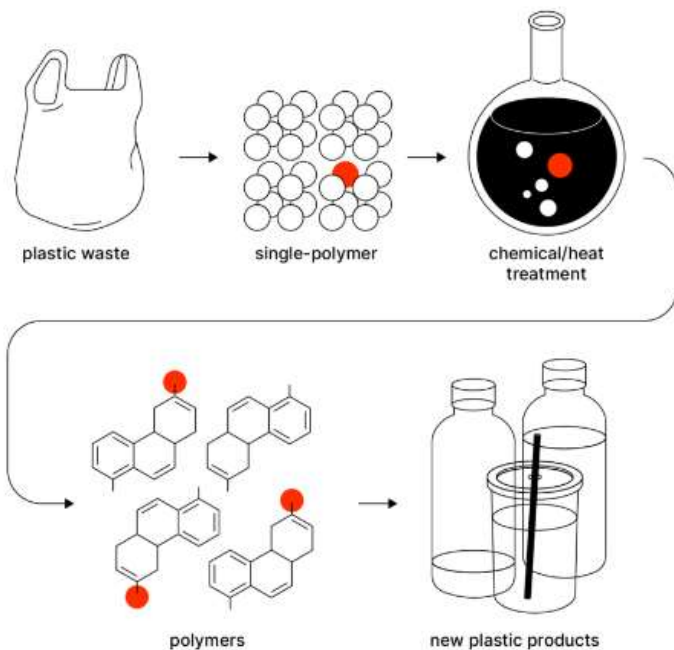
Načini recikliranja

- **Mehaničko recikliranje** - toplinska prerada materijala, taljenje i ekstruzija polimera – dobivanje novih polimernih materijala
 - reciklirani materijal koristi se samo kao smjesa s originalnim polimerom za primarnu namjenu, jer sam ne udovoljava mehaničkim zahtjevima konačnog proizvoda



Načini recikliranja

- **Kemijsko recikliranje** - materijalni oporavak pri kojem se polimerna ambalaža tretira kemijski ili toplinski sve do polazne sirovine (monomera)
 - kemijski oporavak - plastomeri, duromeri i elastomeri



Izvor: Polimeri 25/2004/4
Chemical recycling - Chemical Cluster Emmen

Načini recikliranja

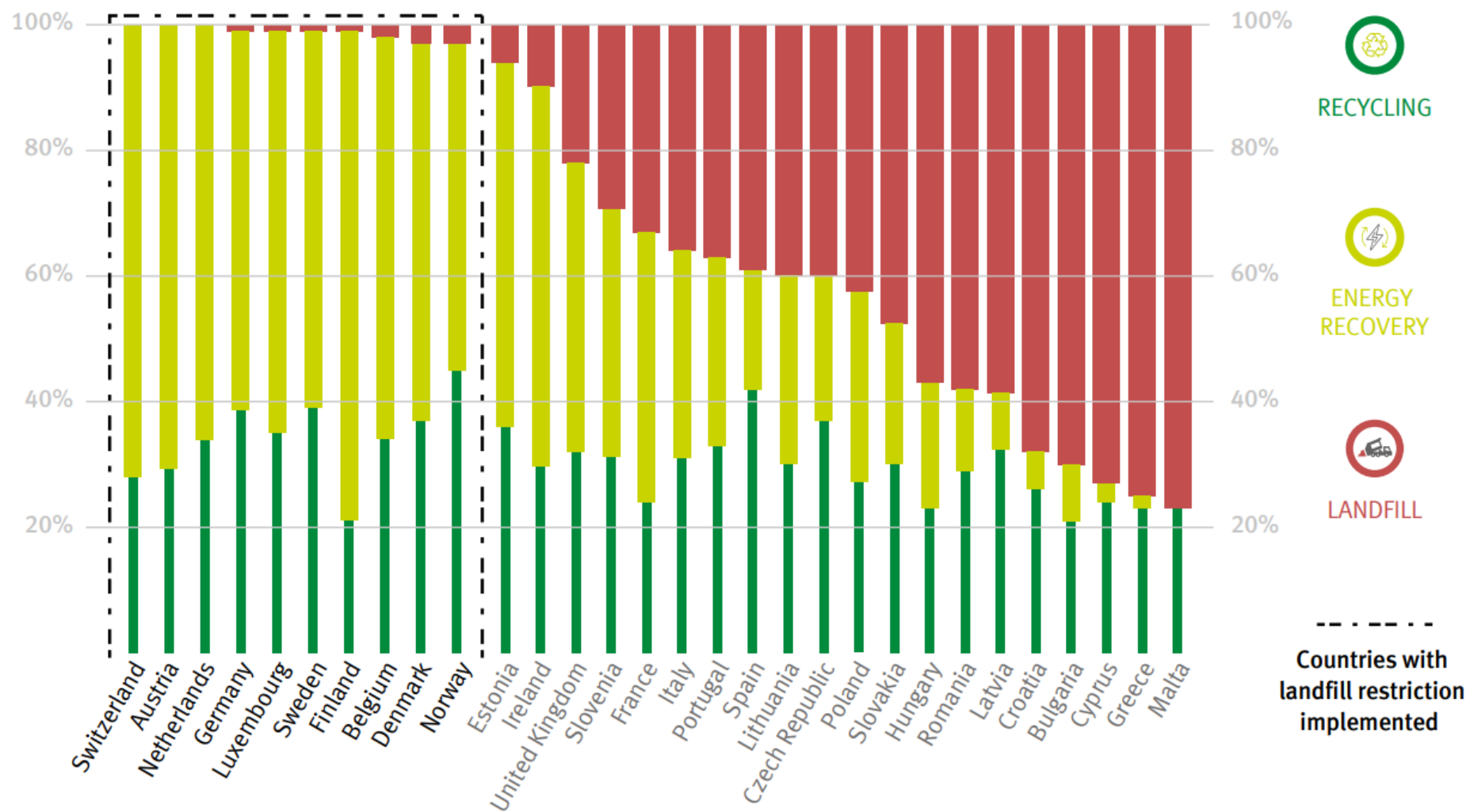
- **Energetski oporavak** - najčešći način recikliranja polimernog materijala
 - spaljivanje plastičnog materijala i iskorištavanje energije sadržane u njemu
 - obrađuje se oko 15% ukupnog otpada
 - oporabljuju se polimerni i gumeni otpad
- **Odlaganje polimernog otpada** - ekonomsku, ali ne nužno i ekološku štetu - polimerni otpad je neutralan i pridonosi stabilnosti odlagališta
 - prednost – nerazgradljivost → nema emisije štetnih plinova kao posljedice bioraspada materijala u odlagalištu



Izvor: Ignis/gallery – Spalionica otpada Osaka

Izvor: Polimeri 25/2004/4

Oporaba prikupljenog plastičnog otpadnog materijala



Izvor: www.plasticseurope.org

Problemi s potrošačkom ambalažom

- različite vrste materijala pomiješane
- teško/nemoguće razdvajanje
- neoznačene vrste materijala
- teško razlikovanje vrsta materijala



NIJE pogodno
za izravno recikliranje



Pogodno za recikliranje

Ostali otpad pomiješan
s reciklirajućim



Plastika sadrži ostale
materijale



Onečišćena plastika



Izvor: <https://www.bbc.com>

Dizajniranje reciklirajućih proizvoda

- kompatibilnost različitih elemenata ambalaže - čepovi, naljepnice ili ljepila
- vrste dizajna proizvoda:
 - 1. **odlična kompatibilnost materijala** (najbolja kvaliteta reciklata)
 - 2. **ograničena kompatibilnost** (utjecaj na kvalitetu reciklata)
 - 3. **loša kompatibilnost** (značajniji utjecaj na kvalitetu reciklata) – potrebno izbjegavati

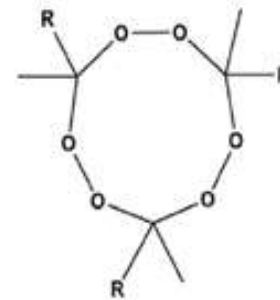


Izvor: <https://www.recyclclass.com>

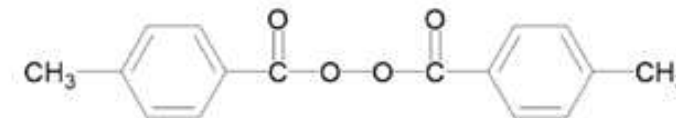
RECIKLIRANJE polipropilena i polietilena

Kontrolirani proces razgradnje polimera

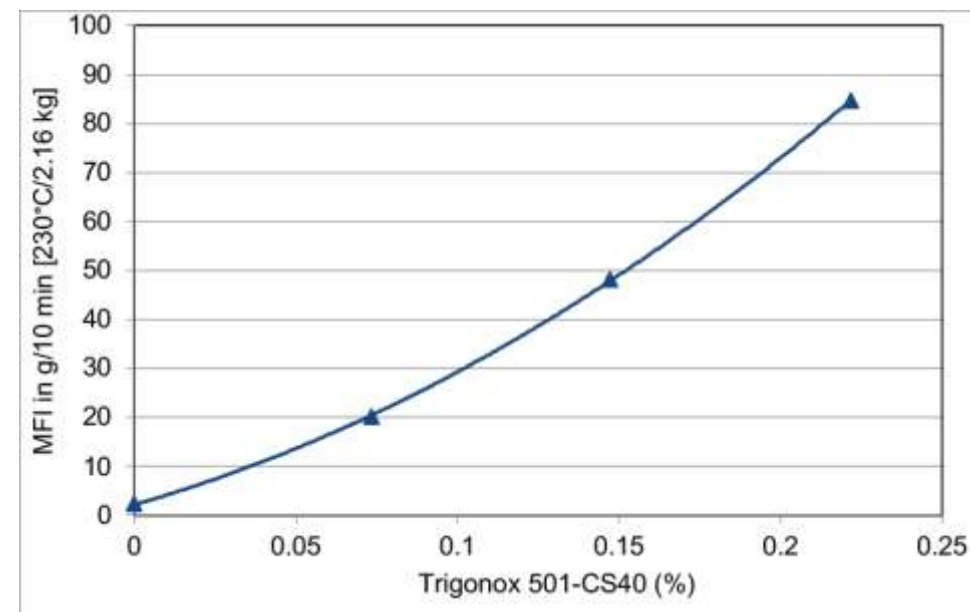
- reciklatori - teško osigurati ujednačenu kvalitetu materijala
- u praksi - uobičajeno miješati materijal različitih MFI vrijednosti kako bi se dobila ciljna vrijednost MFI
- važna novija metoda za podešavanje MFI i molekularne raspodjele masa - organskim peroksidima
- reciklažna industrija - plastični materijali s relativno niskim MFI mogu se modificirati u proizvode s većim MFI



R = Ethyl or Prop



Chemical structure of Trigonox 501-CS40 and Perkadox PM-W75



Izvori: www.nouryon.com

Rheology of peroxide modified recycled high density polyethylene, www.core.ac.uk

Kontrolirani proces razgradnje HDPE

PREDNOSTI



- viskoznost HDPE – kontrolira se vrstom i količinom peroksida
- povećana ESCR otpornost za R-HDPE modificirane peroksidom
- veća čvrstoća materijala peroksidom modificiranih HDPE-R u odnosu na osnovne polimere

NEDOSTATCI



- Smanjuje rastezna svojstva

Thank You

Danke Dankjewel Благодаря
谢谢 Hvala Dík Tak Aitäh
Kiitos Merci Ευχαριστώ

Köszönöm Grazie Paldies
Ačiū Ви благодарам شکرالکم
Dziękuję Obrigado
Mulțumesc

Ďakujem Gracias Tack
ขอบคุณ Teşekkür ederim