

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

# ZBRINJAVANJE POLIMERNOG OTPADA

*Studij:* **EKOINŽENJERSTVO**

Predmetni nastavnik:

Dr. sc. Zlata Hrnjak – Murgić, red. prof.  
[zhrnjak@fkit.hr](mailto:zhrnjak@fkit.hr)

**POSTUPANJE S PLASTIČNIM OTPADOM (PO)**

**NAKON UPOTREBE**

# Priprema PO za zbrinjavanje i recikliranje sastoji se od 2 faze:

## Obrada polimernog otpada

- Prikupljanje
- Razdvajanje
- Pranje
- Usitnjavanje

Oporavljen materijal  
sekundarna sirovina



## Recikliranje (produkata i energije)

- Mehaničko recikliranje
- Kemijsko recikliranje
- Energijski oporavak - spaljivanjem
- Biorazgradnja



**RECIKLAT**  
ekstrudiranjem



# Prpriprema plastike za recikliranje

**PRIKUPLJANJE, RAZDVAJANJE I PRANJE**

## Prikupljanje – dobro organizirani sustav

- ❖ spremnici
- ❖ otkup
- ❖ reciklažna dvorišta

Zbog **različitih vrsta plastičnih materijala** koji se koriste i činjenice da **nisu kompatibilni** jedni s drugima **razdvajanje** otpadnih plastičnih materijala predstavlja **osnovni uvjet za kvalitetno recikliranje**.

Cijena recikliranja ovisi o **tržišnoj cijeni** sekundarne sirovine i reciklata te o **kvaliteti razdvajanja**.

**Prikupljanje na mjestu nastanka otpada – najjednostavnije i najkvalitetnije prikupljanje** (kad je to moguće)

**Sustav sakupljanja plastične ambalaže** – posebno je organiziran budući da čini veliki udio u komunalnom otpadu > 40%.

Preduvjeti za uspješno recikliranje je odvojeno **sakupljanje ambalaže** i to kroz adekvatno **označavanje** ambalaže te **edukacija potrošača**.

Sukladno tome u zemljama EU i razvijenim zemljama svijeta primjenjuju se **različiti sustavi sakupljanja ambalažnog otpada**, a najčešći su:

- ❖ **sustav sakupljanja po kućanstvima** (kerb side collection), od kućanstava se zahtijeva da prepoznaju i odvoje otpad koje se može reciklirati.
- ❖ **sustav kontejnera na lokacijama** (drop-off collection), sakuplja se ambalažni otpad po kućanstvima, zatim odnosi na određena mjesta gdje su smješteni kontejneri
- ❖ **sustav pologa** (depozita) - za povrat ambalaže (boce i limenke) dobiva novčana naknada .

Da bi se olakšalo razdvajanje plastičnog otpada – dogovoreno je označavanje pojedinih vrsta plastike i to prema

**Normi ISO 14000** koja propisuje slijedeće označavanje

| Brojčana oznaka                    | 01  | 02    | 03  | 04    | 05 | 06 | 07 |
|------------------------------------|-----|-------|-----|-------|----|----|----|
| Oznaka vrste plastičnog materijala | PET | PE-HD | PVC | PE-LD | PP | PS | O* |

\*ostali višeslojni materijali (laminirani)



Ekološke oznake na ambalaži

Brojčane i slovne oznake koje se tiskaju na plastičnu ambalažu:

# Ovlašteni skupljači otpadne ambalaže

moraju imati odobrenu djelatnost prikupljanja

Podaci za 2015.

| Županija               | Naziv tvrtke                                 | Mjesto i adresa                  | Područje za koje je dodjeljena koncesija                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Vrsta otpadne ambalaže                                                                               |
|------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bjelovarsko-bilogorska | SIROVINA PROMET d.o.o.                       | Garešnica, Petra Svačića 40a     | Grad Garešnica i općine Berek, Hercegovac i Velika Trnovitica, Grad Grubišno Polje s općinom Veliki Grđevac                                                                                                                                                                                                                                  | ambalažni otpad od PET-a, ostalih polimernih materijala, stakla, aluminijska i željezna i ostalih AO |
| Bjelovarsko-bilogorska | SIROVINA d.o.o.                              | Bjelovar, Ulica 29. rujna 2      | Grad Bjelovar i Općina Kapela, Nova Rača, Rovišće, Severin, Šandrovac, Velika Pisanica, Veliko Trojstvo i Zrinski Topolovac, Grad Daruvar i općine Dežanovac, Đulovac, Konačnica i Sirač, Grad Čazma i općine Ivanska, Štefanje, Grad Garešnica s općinama Berek, Hercegovac, Velika Trnovitica, Grad Grubišno Polje i Općina Veliki Grđevac | ambalažni otpad od PET-a, Al/Fe, stakla i AO koji nije u sustavu                                     |
| Brodsko-posavska       | JAKOB BECKER d.o.o.                          | Gornja Vrba, Vrbska ulica 16     | Brodsko-posavska županija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijala                                         |
| Dubrovačko-neretvanska | RESPEKT d.o.o.                               | Metković, Andrije Hembranga 16/b | za područje Grada Metkovića, grada Opuzena, Grada Ploča, Općine Pojezerje, općine Kula Norinska, Općine Zažablje i Općine Slivno                                                                                                                                                                                                             | ambalažni otpad od PET-a, Al/Fe, stakla i AO koji nije u sustavu                                     |
| Grad ZG                | ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o. Podružnica Čistoća | Zagreb, Radnička cesta 82        | Grad Zagreb                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | primarna ambalaža od PET-a, Al/Fe, stakla i ostalih polimernih materijala                            |
| Koprivničko-križevačka | GRADSKO KOMUNALNO PODUZEĆE KOMUNALAC d.o.o.  | Koprivnica, Mosna ulica 15       | područje Koprivnice: grad Koprivnicu i općina Peteranec, Drnje, Đelekovac, Legrad, Gola, Hlebine, Novigrad Podravski, Koprivnički Bregi, Koprivnički Ivanec, Rasinja i Sokolovac                                                                                                                                                             | ambalažni otpad od PET-a, Al/Fe, stakla i AO koji nije u sustavu                                     |
| Koprivničko-križevačka | SIROVINA d.o.o.                              | Bjelovar, Ulica 29. rujna 2      | Grad Đurđevac, Općina Virje, Općina Molve, Općina novo Virje, Općina Ferdinandovec, Općina Podravske Sesvete, Općina Kloštar Podravski, Općina Kalinovac                                                                                                                                                                                     | ambalažni otpad od PET-a, Al/Fe, stakla i AO koji nije u sustavu                                     |
| Koprivničko-križevačka | KOMUNALNO PODUZEĆE d.o.o.                    | Križevci, D. Grdenića 7          | područje Grada Križevaca i općine Sv. Ivan Žabno, Sv. Petar Orehovec, Gornja Rijeka i Kalnik                                                                                                                                                                                                                                                 | ambalažni otpad od PET-a, Al/Fe, stakla i ostalog AO                                                 |



# Popis aktivnih ovlaštenih sakupljača ambalažnog otpada

|                             |                                              |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |
|-----------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Međimurska</b>           | GKP ČAKOM d.o.o.                             | Čakovec,<br>Mihovljanska bb        | Međimurska županija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Osječko-baranjska</b>    | NIKI T.O.                                    | Mece, Dobriše<br>Cesarića bb       | Grad Beli Manastir i općina Bije, Čerminac, Darda, Draž, Jagodnjak, Kneževi vinogradi, Petlovac i Popovac                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Primorsko-goranska</b>   | PONIKVE EKO OTOK<br>KRK d.o.o.               | Krk, Vrašanska<br>14               | Grad Krk, općina Baška, Dobrinj, Malinska-Dubašnica, Omišalj, Punat, Vrbnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Primorsko-goranska</b>   | VRELO d.o.o.                                 | Rab, Palit 68                      | Grad Rab i Općina Lopar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Primorsko-goranska</b>   | KD ČISTOĆA d.o.o.                            | Rijeka, Dolac 14                   | grad Bakar, Rijeka, Kastav, Kraljevica, općina Čavle, Jelenje, Klana, Kostrena, Viškovo,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Sisačko-moslavačka</b>   | EKO - FLOR PLUS<br>d.o.o.                    | Varaždin,<br>Pavleka Miškine<br>63 | gradovi Glina, hrvatska Kostajnica, Kutina, Novska, Petrinja i Sisak, općina Donji Kukuruzari, Dvor, Gvozd, Hrvatska Dubica, jasenovac, Lekenik, Lipovljani, Majur, Martinska Ves, Popovača, Sunja, Topusko i Velika Ludina                                                                                                                                                                                                                                      | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Splitsko-dalmatinska</b> | BA - COM d.o.o.                              | Stobreč,<br>Imotska 2              | Grad Trogir, općine Seget i Marina, Grad Kaštela, općine Prgomet, Primorski Dolac i Lećevica, Grad Solin, općine Klis, Muć i Dugopolje, Gradovi Sinj, Trilj i Vrljika, općine Hrvace, Dicmo i Otok, Grad Split, općine Podstrana i Šolta, Grad Omiš, općine Dugi Rat, Šestanovac i Zadvarje, Grad Imotski, općine Cista Provo, Lovreć, Proložac, Podbablje, Zmijavci, Runovići i Zagvozd, Gradovi Makarska i Vrgorac, općine Brela, Baška Voda, Podgora i Gradac | ambalažni otpad od PET-a, ostalih polimernih materijela, stakla, Al i Fe i ostalog AO |
| <b>Varaždinska</b>          | UNIVERZAL d.o.o.                             | Varaždin,<br>Cehovska 10           | Varaždinska županija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |
| <b>Vukovarsko-srijemska</b> | KOMUNALNE I<br>PRIJEVOZNIČKE<br>USLUGE CERNA | Cerna,<br>N.Jurišića 9             | Vukovarsko - srijemska županija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ambalažni otpad od PET-a, ostalih polimernih materijela, stakla, Al i Fe i ostalog AO |
| <b>Zagrebačka</b>           | UNIJA - IVANIĆ<br>GRAD d.o.o.                | Predavac,<br>Dubrovačka 26         | Zagrebačka županija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                          |

# Popis aktivnih ovlaštenih sakupljača ambalažnog otpada

|            |                                                       |                                      |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zagrebačka | EKO - FLOR PLUS d.o.o.                                | Varaždin,<br>Pavleka Miškine<br>63   | Zagrebačka županija                                                                                                         | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
| Zagrebačka | AUTOPRIJEVOZ I RECIKLAŽA NEOPASNOG TEHNOLOŠKOG OTPADA | Mraclin,<br>Braće Radića<br>155      | Zagrebačka županija                                                                                                         | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
| RH         | DRAVA INTERNATIONAL d.o.o.                            | Osijek, S.Radića<br>15               | Republika Hrvatska                                                                                                          | primarna ambalaža od polimernih materijala - PE folija                                                                                                                        |
| RH         | FLORA VTC d.o.o.                                      | Virovitica,<br>Vukovarska<br>cesta 5 | Republika Hrvatska                                                                                                          | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
|            | JOLLY - JBS d.o.o.                                    | Drniš,<br>Kralja Tomislava<br>2      | Šibensko-kninska<br>Splitsko-dalmatinska                                                                                    | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
|            | LOTUS 91 d.o.o.                                       | Jalkovec, Braće<br>Radića 103 a      | Varaždinska<br>Međimurska<br>Koprivničko-križevačka<br>Krapinsko-zagorska<br>Primorsko-goranska                             | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
|            | METIS d.o.o.                                          | Kukuljanovo,<br>Kukuljanovo<br>414   | Istarska<br>Ličko-senjska<br>Karlovačka                                                                                     | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
|            | METIS d.o.o.                                          | Kukuljanovo,<br>Kukuljanovo<br>414   | Primorsko-goranska<br>Istarska<br>Ličko-senjska                                                                             | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
| RH         | ODLAGALIŠTE SIROVINA d.o.o.                           | Zadar,<br>Ive Dulčića 6              | Republika Hrvatska                                                                                                          | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
|            | ODLAGALIŠTE SIROVINA d.o.o.                           | Zadar, Ive<br>Dulčića 6              | Splitsko-dalmatinska, Dubrovačko-neretvanska,<br>Šibensko-kninska, Zadarska, Ličko-senjska,<br>Primorsko-goranska, Istarska | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
| RH         | UNIJA NOVA d.o.o.                                     | Zagreb,<br>Radnička cesta<br>22/II   | Republika Hrvatska                                                                                                          | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |

# Popis aktivnih ovlaštenih sakupljača ambalažnog otpada

|    |                                                    |                                    |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RH | UNIJAPAPIR d.d.                                    | Zagreb,<br>Radnička cesta<br>22    | Republika Hrvatska                                                                                                                                                                  | AO od PET-a, Al/Fe-a, stakla i ostalih polimernih materijela                                                                                                                  |
| RH | UNIJAPAPIR d.d.                                    | Zagreb,<br>Radnička cesta<br>22    | Republika Hrvatska                                                                                                                                                                  | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
| RH | ČISTOĆA d.o.o.                                     | Varaždin,<br>Ognjena Price<br>13   | Republika Hrvatska                                                                                                                                                                  | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
|    | UNIVERZAL d.o.o.                                   | Varaždin,<br>Cehovska 10           | Varaždinska<br>Međimurska<br>Koprivničko-križevačka<br>Krapinsko-zagorska                                                                                                           | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
|    | SIROVINA d.o.o.                                    | Bjelovar,<br>Bilogorska bb         | Zagrebačka, Sisačko-moslavačka, Požeško-slavonska,<br>Virovitičko-podravska, Koprivničko-križevačka,<br>Bjelovarsko-bilogorska, Zadarska, Šibensko-kninska,<br>Splitsko-dalmatinska | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
| RH | EKO - FLOR PLUS<br>d.o.o.                          | Varaždin,<br>Pavleka Miškine<br>63 | Republika Hrvatska                                                                                                                                                                  | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |
|    | ZAGREBAČKI<br>HOLDING d.o.o.<br>Podružnica Čistoća | Zagreb,<br>Radnička cesta<br>82    | Grad Zagreb<br>Zagrebačka županija                                                                                                                                                  | 1. papirna i kartonska, višeslojna otpadna ambalaža<br>2. skupna (sekundarna) i transportna (tercijarna) otpadna ambalaža od drveta, tekstila i ostalih ambalažnih materijala |

# Tehnologije razdvajanja

- Ručno razdvajanje
- Automatizirano  
Material Recovery Facility (MRF)

## Ručno razdvajanje

Princip razdvajanja – vizualno odvajanje prema boji i prozirnosti proizvoda:

-niska čistoća razdvojenog otpada,  
-mali kapacitet razdvajanja tek 60-80 kg boca /h

-skupo razdvajanje jer uključuje **puno ljudskog rada** znatno poskupljuje recikliranje



# Automatizirano razdvajanje

**Na principu različitih svojstva materijala (otpada):**

- visoka čistoća razdvojenog otpada,
- veliki *kapaciteti razdvajanja*
- znatno snižava cijenu recikliranja.

Razvijeni sljedeći procesi razdvajanja

## Fizikalna svojstva – gustoća

- ❖ flotacijsko taloženje mokri postupak
- ❖ suho odvajanje
- ❖ centrifugalno odvajanje
- ❖ flotacijsko taloženje uz hidrofobnost
- ❖ flotacija pjenjenjem
- ❖ prema veličini čestica.

## **Kemijska svojstva:**

- temperatura taljenja,
- svojstvo selektivnog otapanja.

## **Električna – elektrostaticna svojstva :**

- triboelektrična olovka
- elektrifikacija trenjem:
  - triboelekt. bubanj,
  - električki nabijena traka
- odvajanje metalnih nečistoća vrtložnom strujom.

## **Optička** svojstva:

a) odvajanje prema boji i prozirnosti

b) svjetlosno - spektroskopske metode

- MIR spektroskopija
- NIR spektroskopija
- Laseri
- Raman spektroskopija
- Laserski inducirana emisijska spektralna analiza
- Plazma emisijska spektroskopija
- Polarizirano svjetlo, UV iluminacija, fluorescentna apsorpcija
- X-zračna fluorescencija

# Metode flotacijskog taloženja

## – mokra separacija, mljevenih pahulja otpada

Bazira se na izboru fluida koji je posrednik između materijala koji se namjeravaju odvojiti.

### Tipični fluidi su:

#### Voda

– odvaja poliolefine od ostalih polimera (PVC-a i PET-a)

#### Voda/metanol

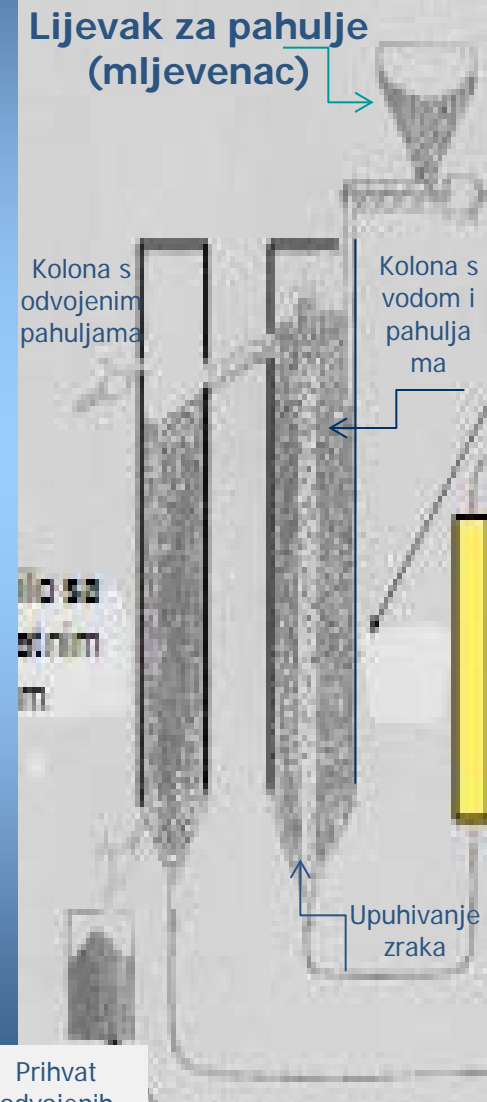
– razdvaja polimere s gustoćom manjom od poliolefina

#### Otopine soli (NaCl, ZnCl<sub>2</sub>)

– za polimere sa gustoćom većom od 1 gcm<sup>-3</sup>

Smjese poliolefina (LDPE, HDPE, PP), ali i ostalih polimera teško se odvajaju zbog malih razlika u gustoćama.

Zato je ovaj postupak pogodno za odvajanje termoplastičnih elastomera od poliolefina.



Prihvati odvojene pahuljama



### *Prednosti:*

- jednostavna metoda razdvajanja, ujedno
- uključeno pranje otpada,
- jeftino – niska cijena razdvajanja.

### *Nedostaci:*

- spora metoda,
- teško se kontrolira postupak razdvajanja
- izlazni polimeri relativno niske čistoće.

**Plastične pahulje** (usitnjeni polimer) se ubrzavaju samo gravitacijom te su **brzine taloženja niske**.

Da bi se postiglo dobro razdvajanje potrebno je **dugo vrijeme zadržavanja** što snižava protok i **poskupljuje** djelotvornost **procesa**.

**Voda za razdvajanje** nakon procesa razdvajanja je onečišćena i mora se **regenerirati** (pročistiti).

# Suho odvajanje

**Odvajanje zrakom** na transportnoj traci :

- može se ukloniti grub materijal kao što su metalni fragmenti, staklo iz teške-membranske plastike ili
- mogu se odvojiti laki materijali – otpuhivanjem zrakom.

Pogodan postupak za razdvajanje:

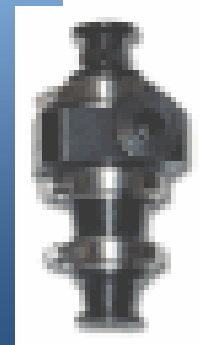
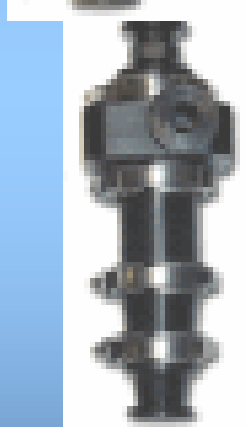
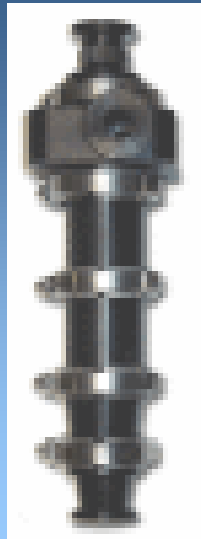
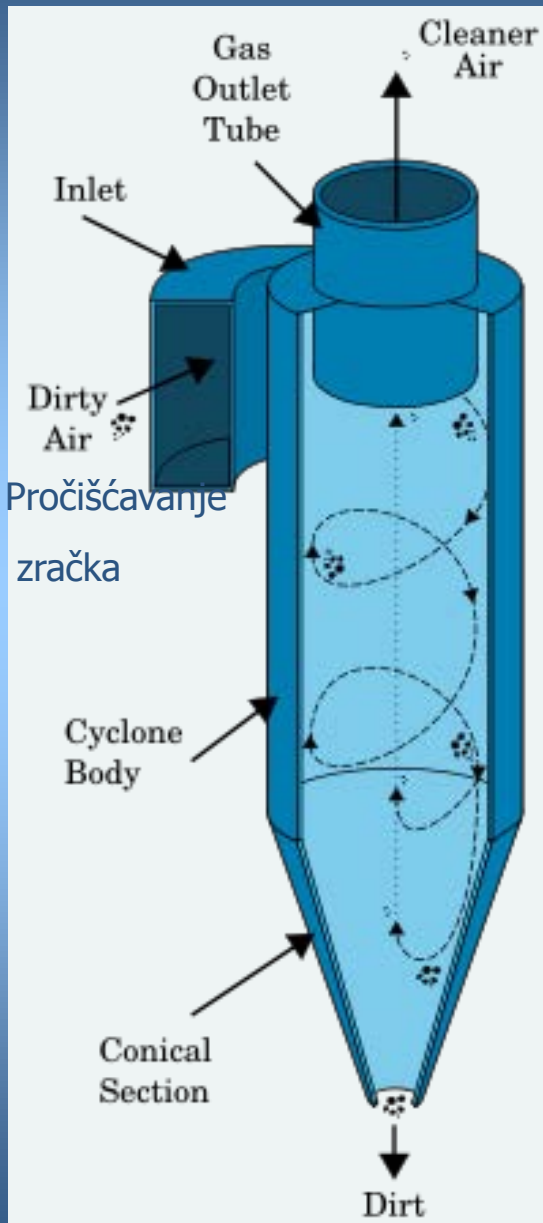
- heterogeni tokovi otpada (*krupni otpad, ambalažni otpad*)
- mljevene heterogeni tokovi otpada (*više komponentni otpad - metal, plastika ...*)

**Nedostatak:**

- na materijalu zaostaju onečišćenje od upotrebe,
- širi se neugodan miris zbog prisutnosti raspadnute hrane i masnoća koje prijanjaju na plastiku.



# Ciklonsko razdvajanje - na principu različite gustoće i centrifugalne sile



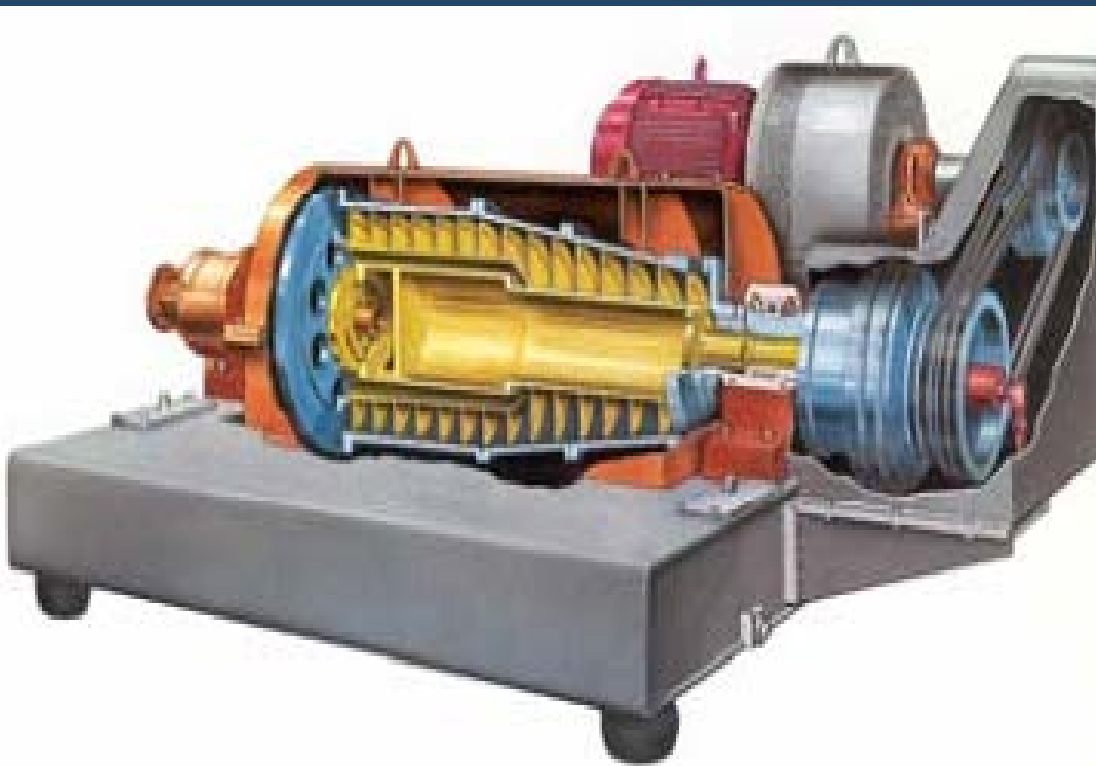
- princip centrifugalnog ubrzanja za razdvajanje **smjese** polimera i kontaminiranih čestica ili 2 polimera,
- razdvajaju se **mljevene pahulje otpada**,
- medij - je zrak – suhi postupak

## Prednosti:

- dobivaju se (tokovi) otpada visoke čistoće uslijed nekoliko **kaskadno povezanih ciklona**.
- prva razdvojena frakcija odlazi na daljnje razdvajanje u drugi te u teći ciklon.
- postupak puno efikasniji od postupka odvajanja taloženjem/ flotacija-taloženje.

## Hidrociklonsko – centrifugalno razdvajanje

- ❑ mokri postupak – **medij tekućina**, pod utjecajem **centrifugalne sile** dolazi do razdvajanja i taloženja teže frakcije na plaštu centrifuge.
- ❑ Mogu se razdvajati: **čvrste čestice**, mjehurići **plina** ili druge nemješljive tekućine.



- ❖ **Censor sustav** - je napredni oblik hidrociklona i može razlikovati materijal po gustoći **do 0.005 g/cm<sup>3</sup>**
- ❖ rutinska razdvajanja se mogu izvoditi s razlikama do **0.05 g/cm<sup>3</sup>** u gustoći.

## Hidrociklonsko – centrifugalno razdvajanje

Hidrociklon je mirujuća cilindrično – konusna naprava, suspenzija (koja sadrži materijal za razdvajanje) uvodi se pod određenim tlakom, stvara se centrifugalno vrtloženje i dolazi do razdvajanja u uvjetima centrifugalnog polja.

Hidrociklon razdvaja materijale u pogonskoj tekućini zbog razlike u veličini i obliku čestica materijala te zbog razlike u gustoći.

Stupanj iskorištenja tijekom razdvajanja raste s povećanom razrijeđenosti suspenzije.

# Razdvajanje spektroskopskim metodama

Ovaj model je pogodan za razdvajanje miješane plastične ambalaže, tj. plastičnog otpada.

Sastoji se od:

- ❖ separacijsko-transportne trake
- ❖ uređaja komprimirani zrak
- ❖ detekcijskog NIR senzora  
(npr. razlikuje otpad prema vrsti polimera, PE, PP)
- ❖ uređaja za samo čišćenje zrakom

-4000 kg/h  
--visoke čistoće

**NIR**  
Near Infra Red  
*detekcijski senzor*



Easy sort selection -- Flip the switch!

The new Sapphire™ **separation modules** provides precise separation of specific plastic resins, **aseptic packagings**, paper, or **mixed plastics** from a **stream of packaging waste**.



A pure fraction of beverage cartons, sorted by the Sapphire™



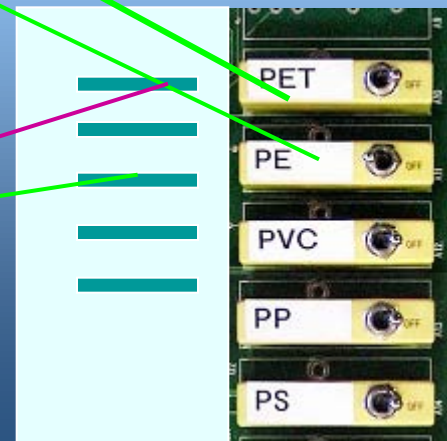
# Princip rada NIR senzor

- Svjetlo NIR spektra pada na materijal koji se nalazi na transportnoj traci, dolazi do apsorpcije dijela spektra, a dio se reflektira od materijala i na taj način se identificira materijal i boja
  - Slijedi razdvajanje materijala upuhivanjem zraka pod tlakom
- ✓ Različita plastika reflektira svjetlost različite frekvencije, spremanjem tih podataka stvara se baza podataka.
- ✓ Programira se baza podataka s vrstom i bojom materijala koji se razdvaja.



Program za  
Određeni  
materijal

Frekvencijski interval  
za određeni materijal



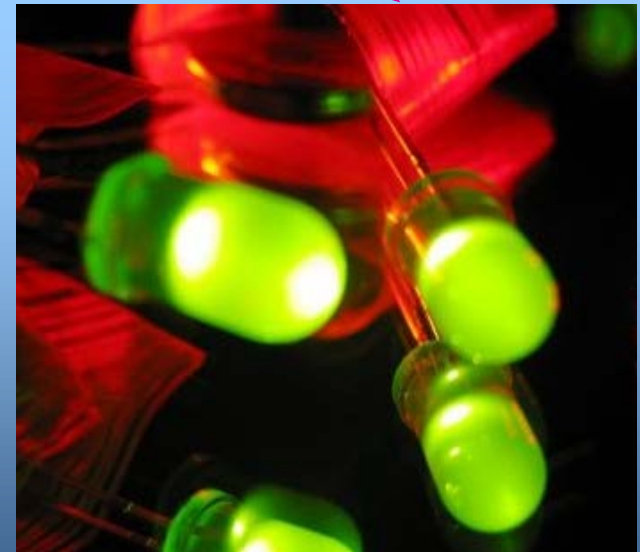


Uvođenjem suvremenih senzora znatno su unaprijeđene tehnologije razdvajanja.

Npr. prelaskom s mehaničkog rotora na solid state LED tehnologiju znatno su se povećali kapaciteti razdvajanja.

An LED, or Light Emitting Diode is a type of circuit element that emits light

LED's the primary purpose is to indicate rather than illuminate. A few new developments, however, may bring solid-state lighting into our homes very soon.



# The Plastics Sorting Module for the New Millenium !

Iz **jednog** ubacivanja struje heterogene plastike izlaze **tri** razdvojene linije plastike:

- prozirna
- neprozirna razvrstana
  - po boji i
  - materijalu istovremeno

4-6 tona/h

The MSS Aladdin™ is the world's first automated sorting module that **is able to sort** plastic resins and **colors** in one machine and to create **three output streams** from **one input**.



# High-Speed Automated Optical Paper Sorting

The PaperSort™ provides **automated separation** of paper grades in premium high-grade applications as well as removal of OCC from newspaper/magazine streams.

Razdvaja papir premium kvalitete od ostalog uredskog papira i kartona

Razdvajanje na principu optičkog senzora



# Centrifugalno razdvajanje Kontinuirani postupak

*Censor sustav –  
napredni oblik hidrociklona*

OTPADA

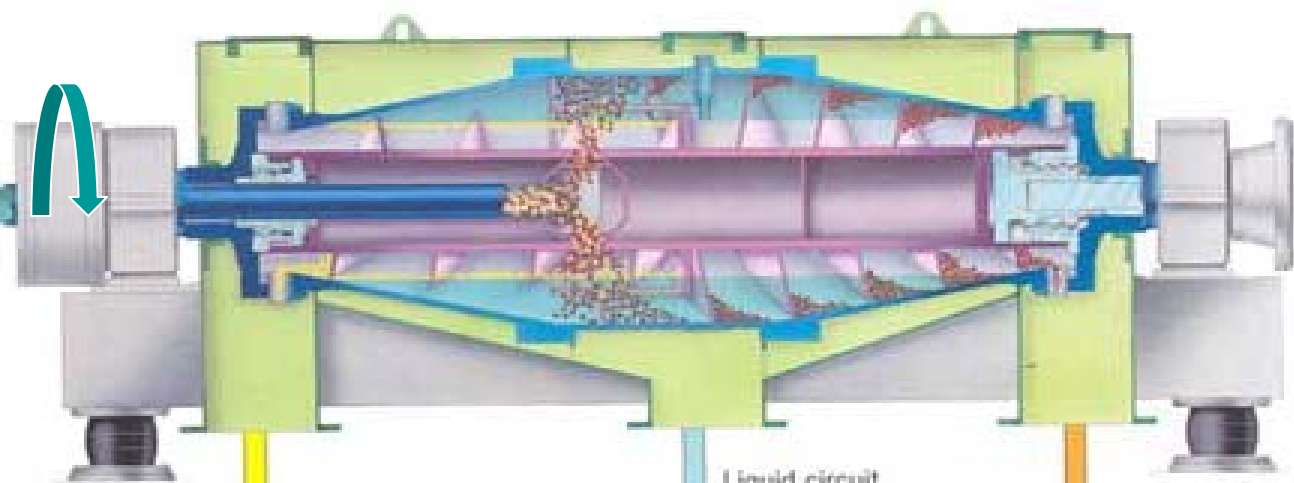
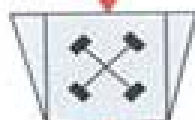
Šreder

Grubo mljevenje



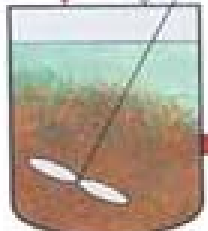
Granulator

Fino mljevenje



Kruta frakcija  
Laka-pliva

Kruta frakcija  
Teška-tone



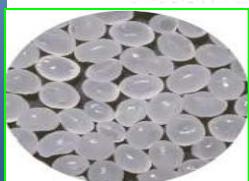
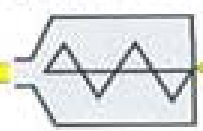
Suspension



SUŠI

Sito

Ekstrudira

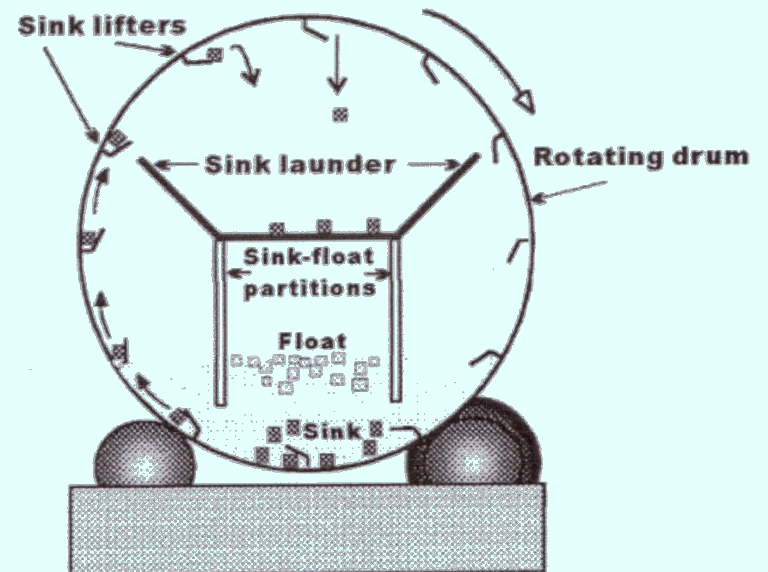
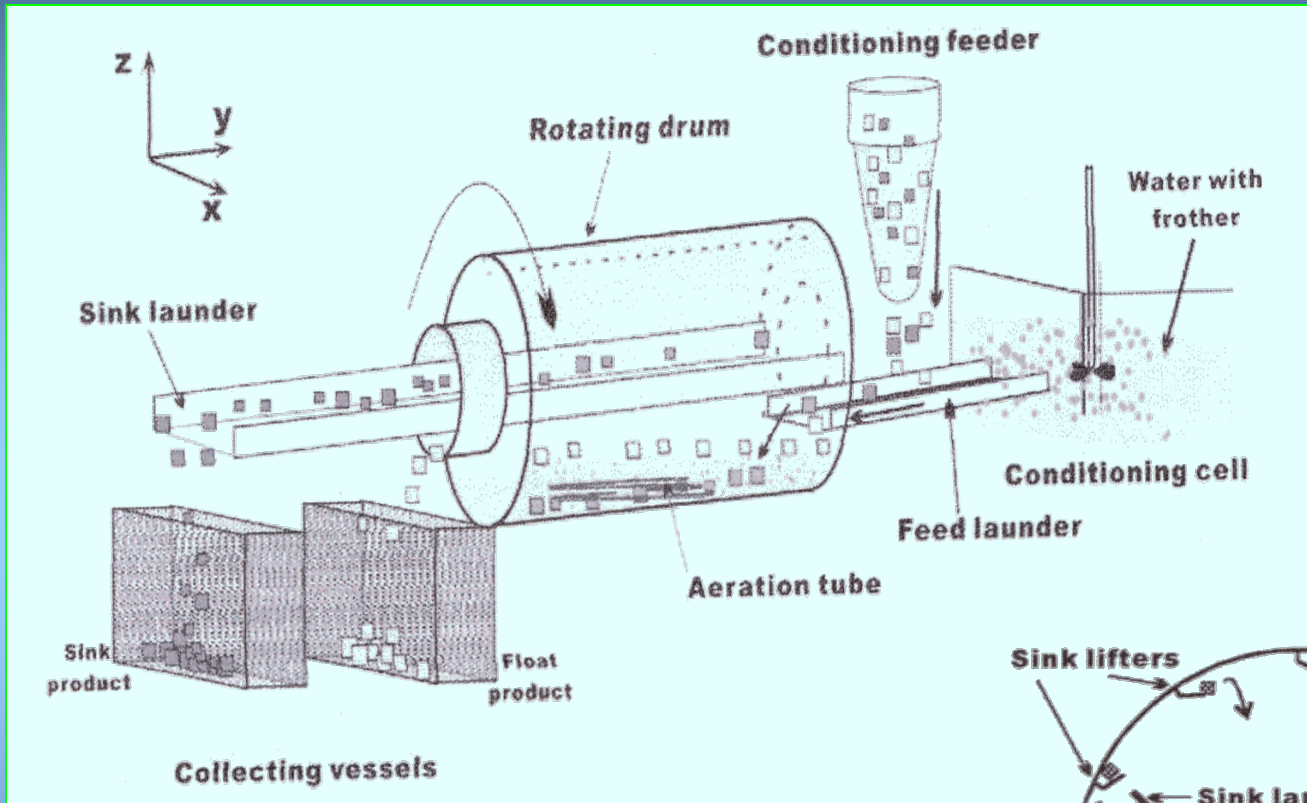


Daljnje  
pročišćavanje



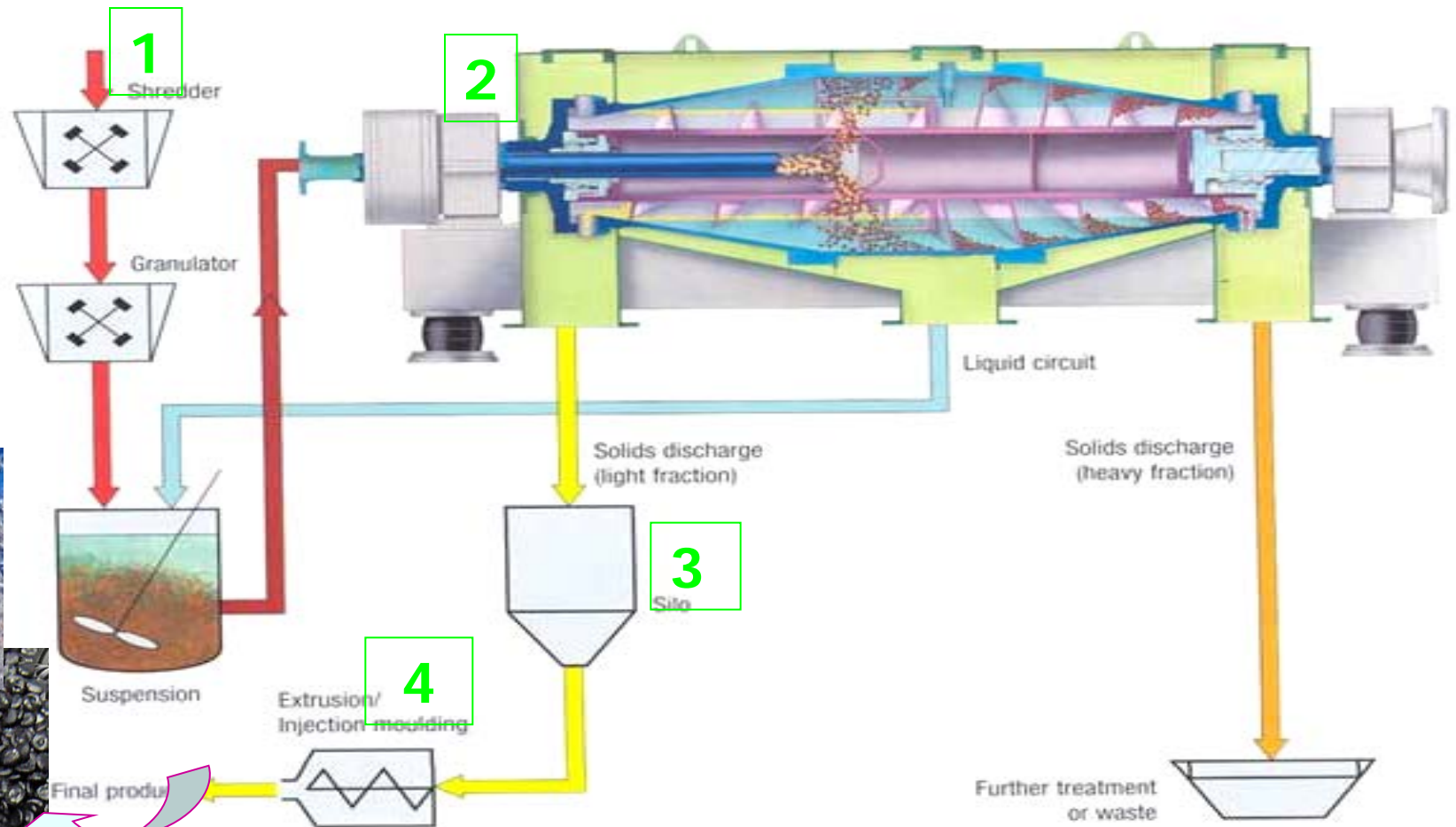
**Konačni produkt – reciklat**

# Razdvajanje i pranje



Općenito se **postrojenja za recikliranje** sastoje od jedinice :

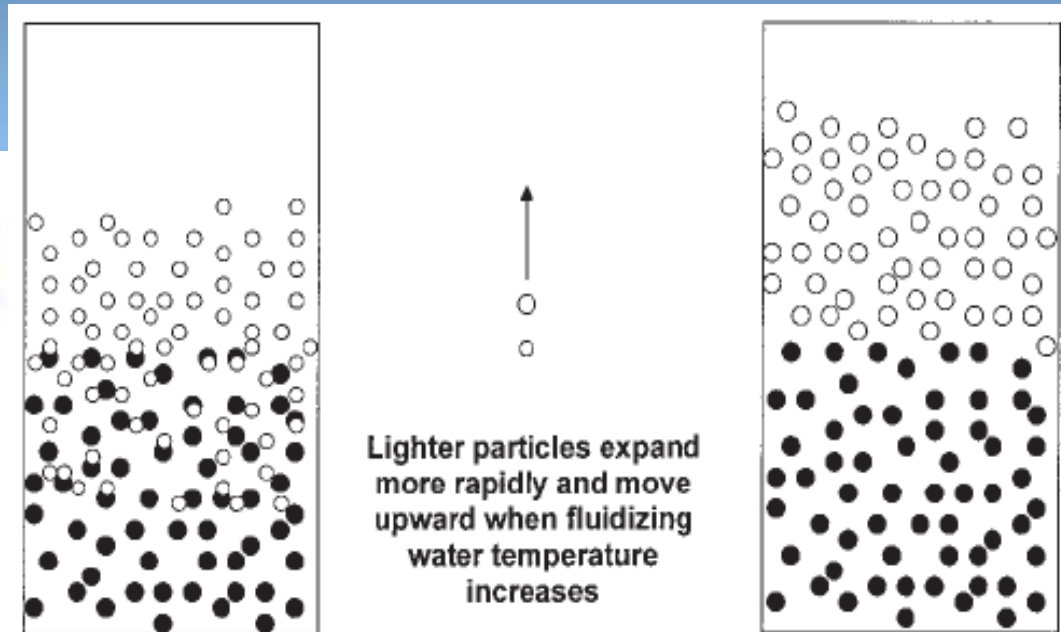
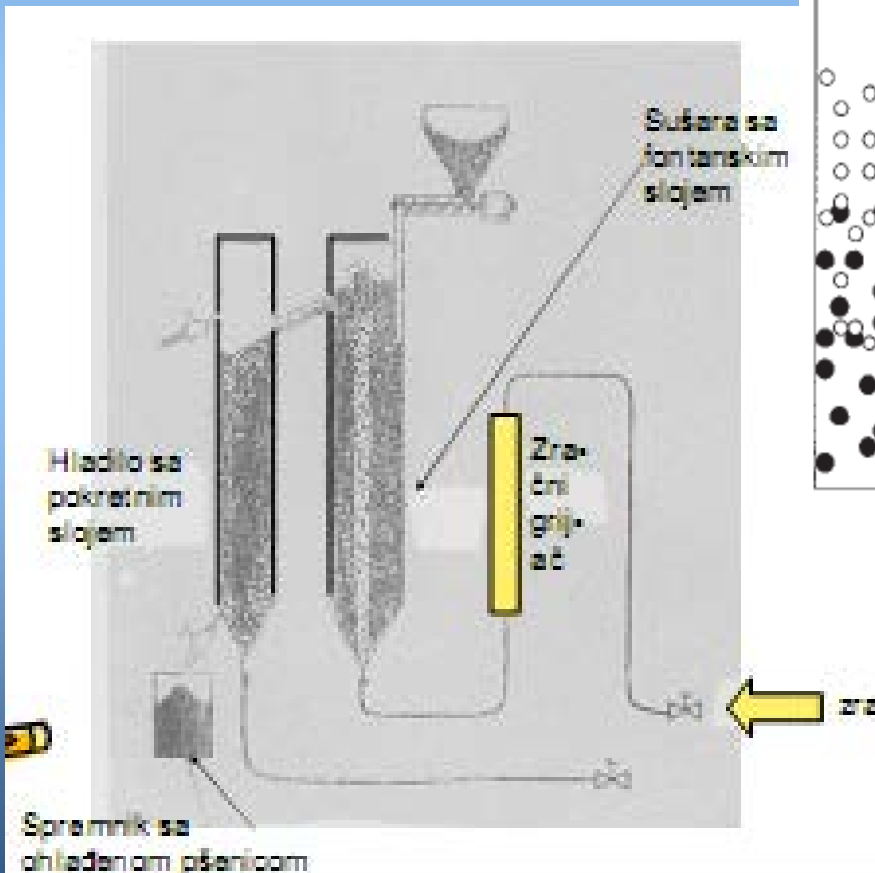
- za mljevenje - **1**
- jedan ili više jedinica za pranje - **2**
- jedan ili više jedinica za sušenje - **3**
- ekstrudera - omogućuje bolju homogeniziranost materijala - **4**



**Konačni produkt** – reciklat iz kojeg se dobiva proizvod

# POSTUPAK PRANJA

Omogućuje uklanjanje nečistoća od upotrebe i drugih vrsta polimera: **ljepila** i **plastike**.



Postupak razdvajanja na **principu različite gustoće**, uz upotrebu sredstva za **penjenje – tenzidi** (olakšavaju razdvajanje jer smanjuju napetost površine)