

# PAPER BIO PACK

WHAT'S THE FUTURE  
OF PACKAGING IN  
CENTRAL EUROPE?

[WWW.PAPERBIOPACK.EU](http://WWW.PAPERBIOPACK.EU)

**Interreg**   
CENTRAL EUROPE  
European Union  
European Regional  
Development Fund

**BIOCOMPACT-CE**



KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U SPLITU  
R. BOŠKOVIĆA 35, SPLIT



**KRAJ ŽIVOTNOG CIKLUSA**

[PAPERBIOPACK.EU](http://PAPERBIOPACK.EU)

Kraj životnog ciklusa važan je dio održivosti proizvoda:

- *EU Circular Economy Directive*  
(<https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>)
- *EU Waste Packaging Directive*  
([https://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/index_en.htm))



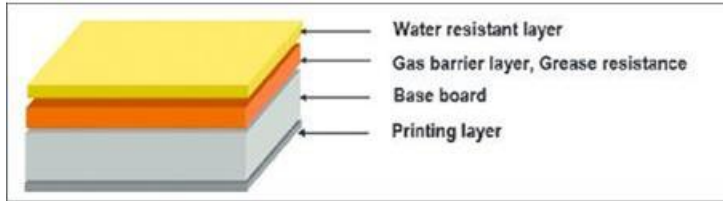
Ambalaža, kao proizvod relativno kratkog životnog vijeka, trebala bi se reciklirati što je više moguće:

1. Kompostiranje
2. Materijalno recikliranje



Višeslojni ambalažni materijal na bazi papira izrađen je većinom od **papira**.  
Uobičajeni sastav: 95/5.....85/15.....70/30

## Koje su odgovarajuće opcije „kraja životnog ciklusa“?



- ✓ Recikliranje u sklopu industrije papira s ciljem oporabe celuloznih vlakana.
- ✓ Također, kompostiranje je opcija u slučaju kada specifična primjena ograničava recikliranje u sklopu industrije papira.



Strategija eko-dizajna trebala bi uključivati:

- Odabir materijala i dodataka u funkciji recikliranja:
  - Recikliranje u sklopu industrije papira
  - Organsko recikliranje u industrijskim postrojenjima za kompostiranje
- Validacija koncepta eko-dizajna laboratorijskim ispitivanjem:
  - ✓ Službeni EU ili međunarodni standard
  - ✓ Službeni nacionalni standard
- Certifikacija proizvoda:
  - ✓ Jasno prepoznatljive oznake kraja životnog ciklusa





**Direktiva 94/62/EC, odnosno Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu (NN 88/2015):**

- ✓ *Do 31. prosinca 2025. najmanje 75% odnosno do 31. prosinca 2030. najmanje 85% papira i kartona (ambalažnog otpada) mora biti reciklirano po težini.*

**EN 13430 (HRN EN 13430:2007):** Ambalaža - Zahtjevi za uporabu ambalaže materijalnim recikliranjem.

**EN 643:2014:** Papir i karton - Europski popis standardnih vrsta papira i kartona za recikliranje (HRN EN 643:2014) – opisuje vrste papira i kartona koje se nakon upotrebe, odlaganja, prikupljanja i sortiranja mogu reciklirati u sklopu industrije papira (mlinovi za reciklažu papira).





# RECIKLIRANJE PAPIRA - STATISTIKA

## Europa 1991.-2018.

- Recikliranje izvan EU
- Recikliranje unutar EU
- Potrošnja papira i kartona u EU
- Postotak recikliranja



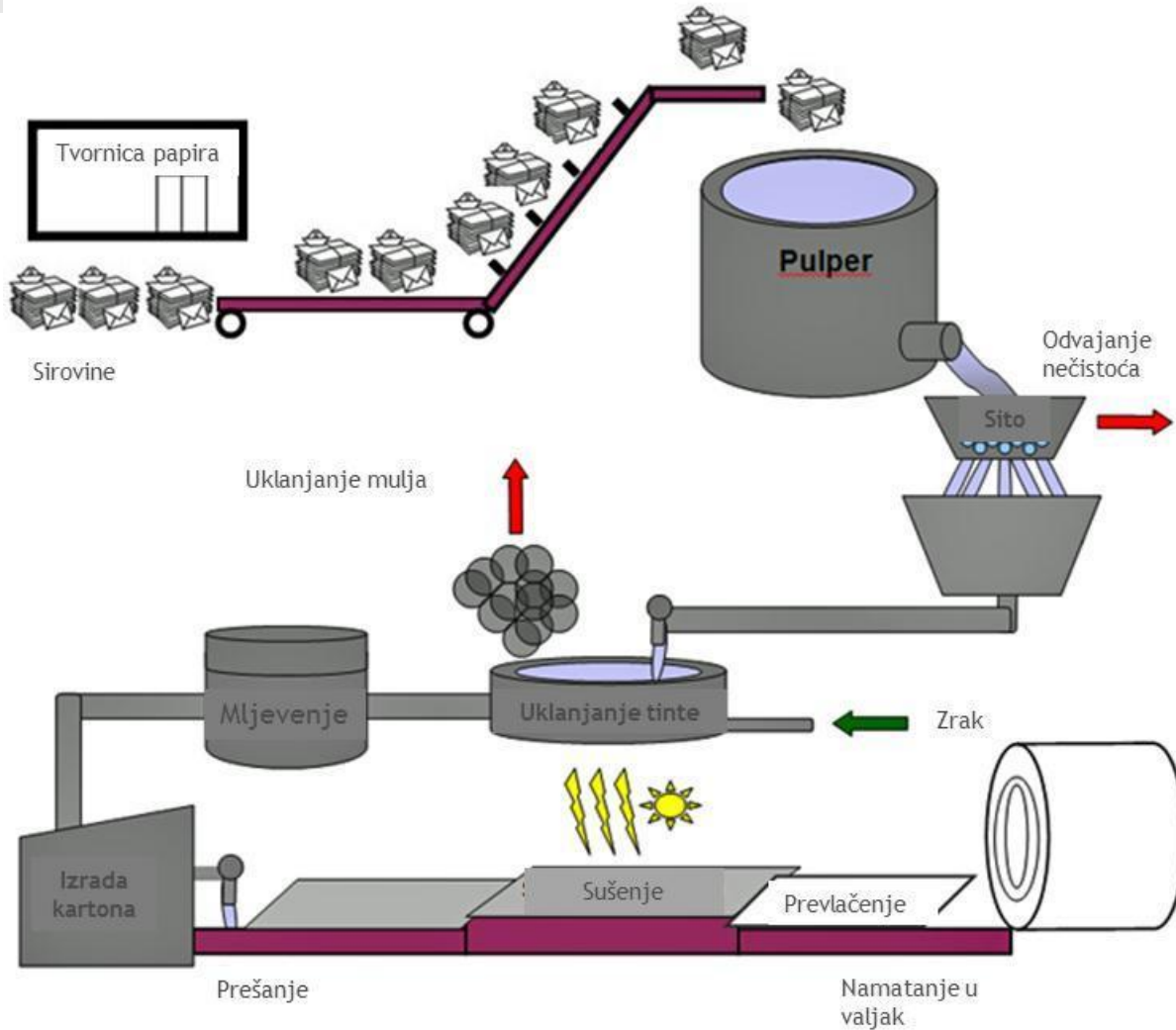
Izvor: CEPI 2019

**EU cilj: do 2025. min. 75%**





# PROCESNA SHEMA RECIKLIRANJA



Grubo i fino sortiranje  
Ostale komponente:

- Plastika
- Metal



# KOJE SU KRITIČNE TOČKE PRILIKOM RECIKLIRANJA PAPIRA U MLINOVIMA ZA RECIKLIRANJE?



1 – Papirnata ambalaža mora se moći ponovno prevesti u pulpu primjenom standardne opreme i unutar očekivanog vremenskog trajanja procesa. U suprotnom, industrijski proces postaje neučinkovit; npr. veliki udio grubih nečistoća koje treba odvojiti.

- Ukoliko su potrebne ostale komponente (osim papira) za specifičnu namjenu, odvajanje različitih komponenti trebalo bi biti moguće (izvedivo).
- Tijekom pulpiranja plastični laminirani slojevi ne bi se smjeli razgrađivati na malene komadiće.



2 – Važno je da dobivena reciklirana pulpa bude optički i mehanički homogena.

- Optička i mehanička homogenost omogućavaju primjenu reciklirane pulpe za izradu kvalitetnih proizvoda (ambalaže).
- Identificirati premaze (prevlake) koji se raspadaju na velike, odvojene čestice.
- Ukoliko se primjenjuju polimeri, brtvila, vodotopljive ili ne topljive (u vodi) prevlake, treba uzeti u obzir njihov utjecaj na učinkovitost procesa i kvalitetu konačnog proizvoda.



3 - Važno je da opterećenje industrijskog procesa sortiranja (filtriranja) bude optimalno.

U suprotnom, proces postaje neučinkovit; npr. prevelika potrošnja energije.

- Osigurati da se frakcija papira iz slojevite ambalaže raspada na pojedinačna vlakna tijekom pulpiranja i to unutar predviđenog vremena.
- Obratiti pozornost na količinu tvari potrebnih da se papir učini vodootpornim. Npr. specijalni papiri presvučeni voskom, silikonom ili papiri tretirani s flourokemikalijama.



4 – Važno je da nečistoće (veziva) ne uzrokuju nastanak malih ljepljivih čestica.

U suprotnom neće ih biti moguće ukloniti iz pulpe pri procesnim temperaturama.

- Tijekom faze pupiranja veziva se ne bi trebala raspadati u malene fragmente.
- Mogu uzrokovati probleme u uređajima za proizvodnju papira, te utjecati na kvalitetu proizvoda izrađenog od recikliranog papira.
- Nužno je optimizirati količinu veziva s ciljem ispunjavanja zahtjeva za brtvljenjem ambalažnog pakiranja.



## 5- Uzeti u obzir utjecaj vodotopljivih tvari.

Pokazuju tendenciju nakupljanja u kružnom procesu vode, te mogućnost utjecaja na kemiju proizvodnje papira.

- Općenito, ostali materijali (plastika, metal) koji se odvajaju filtriranjem (sortiranjem) poželjniji su od materijala (finih čestica) koje se nakupljaju u mlinovima.
- Ukoliko se primjenjuju polimeri, brtvila, vodotopljive ili ne topljive (u vodi) prevlake, treba uzeti u obzir njihov utjecaj na učinkovitost procesa i obradu otpadnih voda.



- **Re-pulpiranje.** Dobro odvajanje komponenti. Dobro odvajanje papira na pojedinačna celulozna vlakna.
- **Prinos vlaknastog materijala.** Cilj je dobiti celuloznih vlakana što je više moguće.
- **Grubo sortiranje.** Posebni otpad koji se odlaže, što je manje moguće.
- **Sadržaj pahuljica.** Zahtijeva dodatnu energiju za recikliranje.
- **Ljepljivost i čistoća pulpe.** Mala količina štetnih čestica veziva i onečišćenja znači visokokvalitetnu recikliranu pulpu i gotovi proizvod.





Postoje razni nacionalni protokoli procjene mogućnosti recikliranja ambalaže u EU i svijetu.

Uslijed različitih sustava prikupljanja i zahtjeva prilikom prikupljanja papira i kartona, razlikuju se i nacionalni protokoli.

Trenutačno je u EU u tijeku ujednačavanje metoda za procjenu recikliranja ambalaže.

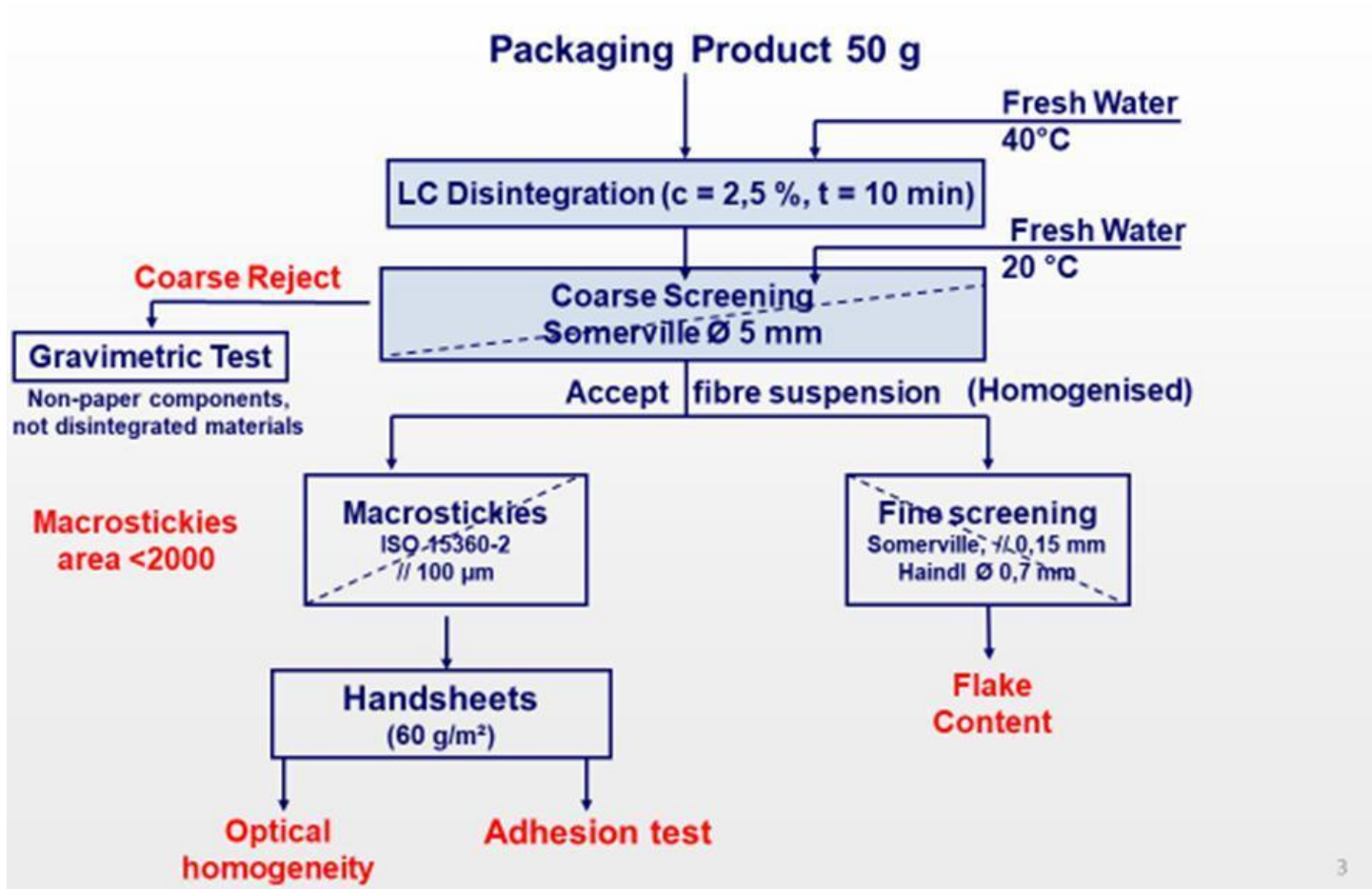


U ovom trenutku (2020) nekoliko je javno dostupnih standarda odnosno testnih metoda:

- Standard UNI 11743 (2019). Službena talijanska standardna metoda (<https://www.artigiancarta.net/en/page/what-is-aticelca.html>).
- Metoda PTS RH 021/97 (verzija 2012). Njemačka testna metoda razvija od strane PTS istraživačkog centra. ([https://www.ptspaper.com/company/news-media/news-archive/?news\\_id=1798&cHash=413616c96f353999f578824290fcd6b6](https://www.ptspaper.com/company/news-media/news-archive/?news_id=1798&cHash=413616c96f353999f578824290fcd6b6))
- EcoPaperLoop Metoda 1 (2014). Europska testna metoda razvijena u sklopu EcoPaperLoop projekta (<http://www.ecopaperloop.eu/>).



# KAKO MJERITI PARAMETRE RECIKLIRANJA I



Standard UNI 11743. Testna procedura.



# PRIMJERI ODVOJENIH GRUBIH ČESTICA

Kraft papir, kraft papir +  
ekstrudirani PE



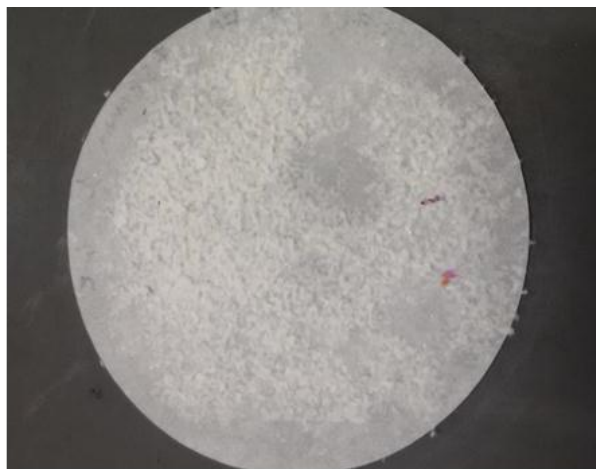
Čvrsta kartonska kutija za  
smrznutu hranu: *Papir +  
ekstrudirani PE*



Karton: papir laminiran metaliziranim PET filmom



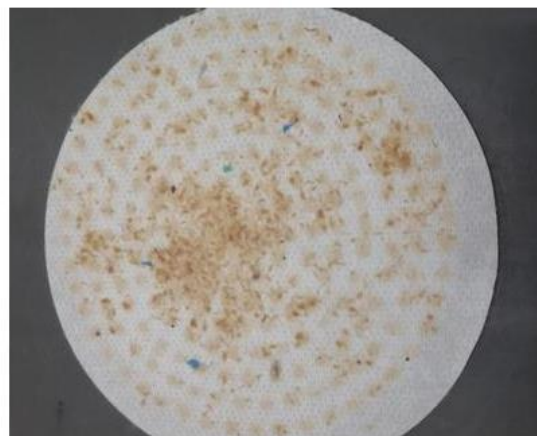
# PRIMJERI ODVOJENIH FINIH ČESTICA



Čvrsta kartonska  
kutija za smrznutu  
hranu



Kraft papir



Valoviti karton (kutija)





# PRIMJERI VEZIVA



Čvrsta kutija + plastični film, laminiran s disperzijom ljepila



# ITALIJA: ATICELCA PROCJENA



Parametar	Moguće recikliranje s papirom				Nije moguće recikliranje s papirom
	Nivo A+	Nivo A	Nivo B	Nivo C	
Udio grubih čestica (%)	< 1.5	1.5-10	10-20	20-40	> 40
Površina koju zauzima vezivo < 2.000µm (mm <sup>2</sup> /kg)	<2.500	2.500-10.000	10.000-20.000	20.000-50.000	> 50.000
Pahuljice (%)	< 5	5-15	15-40	>40	-
Adhezija	ne	ne	ne	ne	da
Optička nehomogenost	Nivo 1	Nivo 2	Nivo 3	Nivo 3	-





- **Ambalaža u kontaktu s vlažnom i masnom hranom** (koju nije lako očistiti).

Primjeri:

- meki sirevi, svježa šunka/meso/riba
- masna hrana (burek, lasanje,...).
  
- **Javni izvor ambalažnog otpada**
- škola ili tvrtka (catering)
- veliki šoping centri
- zračne luke/letovi
- javni događaji/sajmovi.



- **OČEKIVANA** je prisutnost ostataka hrane
- **LAKŠE** je potvrditi:
- **PRIMJENU** certificiranih proizvoda
- **ODGOVARAJUĆE PRIKUPLJANJE** (u dogovoru s postrojenjima za kompostiranje)



# KOJI SU NAJKRITIČNIJI ASPEKTI ZA

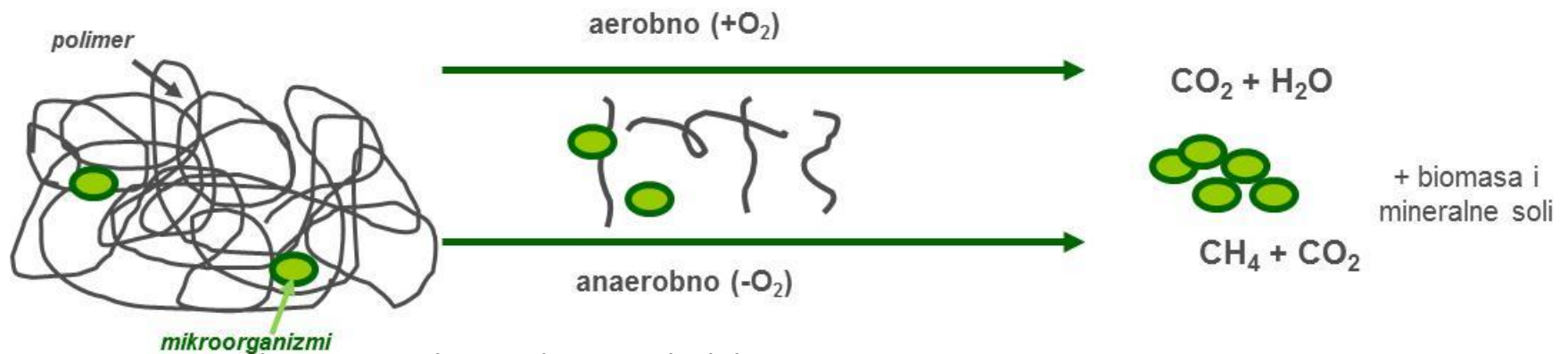


- 1- Ograničenje sadržaja TEŠKIH METALA i FLOURA u ambalaži.
- 2- BIORAZGRADLJIVE KOMPONENTE. Ambalažni materijal MORA BITI biorazgradljiv: celuloza i/ili biorazgradljiva bioplastika.
- 3- Komponente/aditivi koji NISU BIORAZGRADLJIVI dopušteni su u ograničenim koncentracijama; <1% za svaku komponentu, a ukupna suma 5%.
- 4- Potpuna DEZINTEGRACIJA ambalaže tijekom procesa kompostiranja.
- 5- Odsutnost EKOTOKSIČNIH utjecaja kompostiranja na klijanje sjemena i rast biljaka.



# BIORAZGRADNJA -KONCEPT

Biorazgradnja materijala odvija se djelovanjem enzima mikroorganizama. *Kemijska transformacija organske tvari (polimera) u tvari niske molekulske mase djelovanjem bakterija koje organsku tvar koriste kao hranu prema sljedećoj shemi:*



**Aerobna biorazgradnja u prisutnosti kisika: potpuna transformacija organskih tvari u: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, mineralne soli – mineralizacija i biomasu – INDUSTRIJSKO POSTROJENJE ZA KOMPOSTIRANJE.**

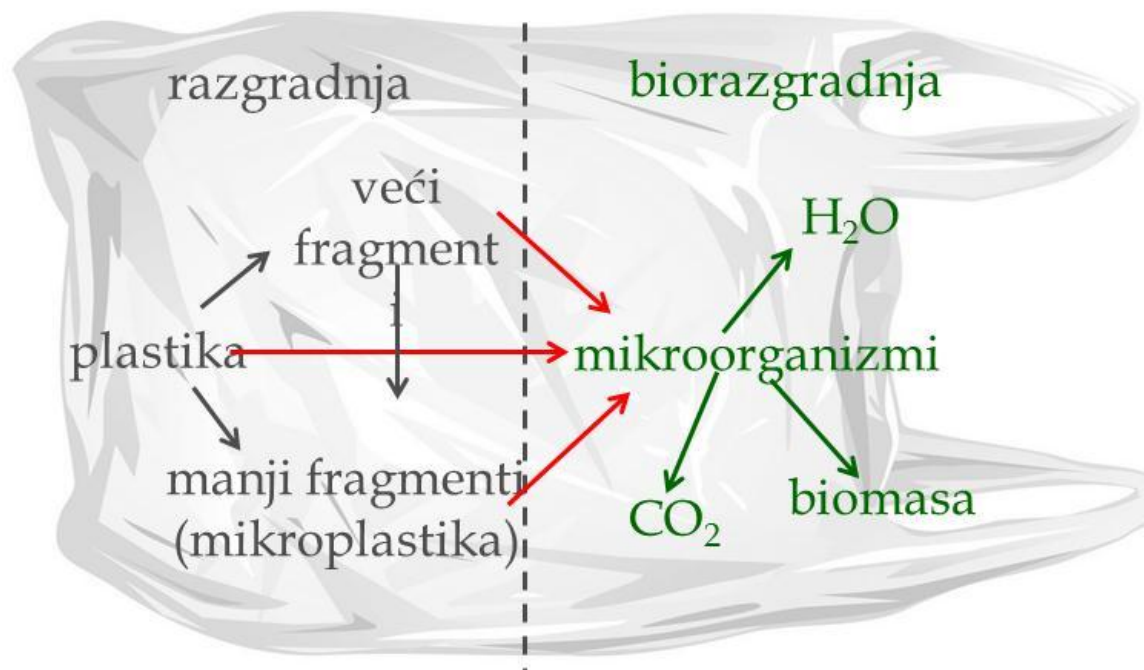
**Anaerobna biorazgradnja u odsutnosti kisika: potpuna transformacija organskih tvari u metan – INDUSTRIJSKA POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU BIOPLINA.**

**Navedene transformacije mogu se izmjeriti primjenom laboratorijskih metoda ispitivanja.**



## RAZGRADNJA ≠ BIORAZGRADNJA

RAZGRADNJA označava fragmentaciju (dezintegraciju) materijala djelovanjem fizikalnih i kemijskih čimbenika. Razgradnja može biti početna faza u procesu biorazgradnje (npr: drvo), međutim **OBAVEZNO** slijedi faza u kojoj bakterije koriste nastale fragmente kao hranu.



# CERTIFIKACIJA KOMPOSTABILNOSTI: KOJA SU OGRANIČENJA BIORAZGRADNJE?



Potpuna biorazgradnja komponenti ambalažnog materijala TREBA BITI dokazana primjenom laboratorijskih testova:

- minimalno 90% transformacije komponenti u CO<sub>2</sub> i vodu. Granična vrijednost od 90% odnosi se na promjenjivost testne metode i na povećanje biomase bakterija tijekom testa.

Odnosno, >10% komponenti koje nisu biorazgradljive NIJE DOZVOLJENO!



# CERTIFIKACIJA KOMPOSTABILNOSTI: DOZVOLJENE KOMPONENTE KOJE NISU BIORAZGRADLJIVE



Komponente/dodatci koji NISU BIORAZGRADLJIVI dozvoljeni su u koncentraciji od <math><1\%</math> za svaku pojedinu komponentu. Ukupni udio takvih komponenti ograničen je na 5%.

Komponente/dodatci koji NISU BIORAZGRADLJIVI su primjerice PIGMENTI, TINTE, LJEPILO, SMOLE i kemikalije za tretiranje površina/prevlaka koji bi trebali udovoljavati sljedećem:

- ✓ sadržaj teških metala i flouora mora biti unutar granica propisanih za ambalažu;
- ✓ odsutnost EKOTOKSIČNIH utjecaja na klijanje sjemena i rasta biljaka.



# CERTIFIKACIJA KOMPOSTABILNOSTI: KOJA SU OGRANIČENJA ZA SADRŽAJ TEŠKIH METALA I FLOURA?



Element	EU + EFTA zemlje	SAD	Kanada	Japan
Zn	150	1400	463	180
Cu	50	750	189	60
Ni	25	210	45	30
Cd	0.5	17	5	0.5
Pb	50	150	125	10
Hg	0.5	8.5	1	0.2
Cr	50	-	265	50
Mo	1	-	5	-
Se	0.75	50	4	-
As	5	20.5	19	5
F	100	-	-	-
Co	-	-	38	-

Anorganska punila, kao i tinte, mogu povećati sadržaj teških metala. Punila kao što je talk mogu povećati sadržaj floura.





# CERTIFIKACIJA KOMPOSTABILNOSTI: TINTE-SADRŽAJ TEŠKIH METALA



Neke tinte, uglavnom plava (*cyan*) i zelena, mogu sadržavati teške metala (Cu, Mo) u visokim koncentracijama. Primjena tinte u izradi ambalaže mora biti osmišljena na način da koncentracija teških metala po pojedinačnom pakiranju bude unutar dopuštenih granica.

Element	Crvena (mg/kg)	Plava (mg/kg)	Ljubičasta (mg/kg)	Zelena (mg/kg)	GRANICA (mg/kg)
Cr	8.7±1.5	15.7±2.4	23.1±3.3	11.8±1.9	<b>50</b>
Co	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<b>38</b>
Ni	11.7±1.9	11.0±1.8	6.8±1.2	2.6±0.6	<b>25</b>
Cu	14.5±2.2	73689±2488	101±11	28108±1127	<b>50</b>
Zn	7.2±1.3	8.7±1.5	3.3±0.7	1.8±0.4	<b>150</b>
As	<0.1	<0.1	0.2±0.1	0.4±0.1	<b>5</b>
Se	<0.1	0.55±0.15	1.04±0.26	1.62±0.37	<b>0.75</b>
Mo	<0.1	50.1±6.2	1.1±0.3	14.7±2.3	<b>1</b>
Cd	<0.1	0.1	0.3±0.1	<0.1	<b>0.5</b>
Pb	<0.1	0.3±0.1	0.1	3.6±0.7	<b>50</b>
Hg	<0.05	0.34±0.04	<0.05	<0.05	<b>0.5</b>
F	<10	<10	<10	<10	<b>100</b>



**DEZINTEGRACIJA** tijekom procesa kompostiranja. Kompostiranje organskog otpada u prisutnosti ambalažnog materijala u laboratorijskim uvjetima odvija se kroz 12 tjedana.



Početak



4 tjedna



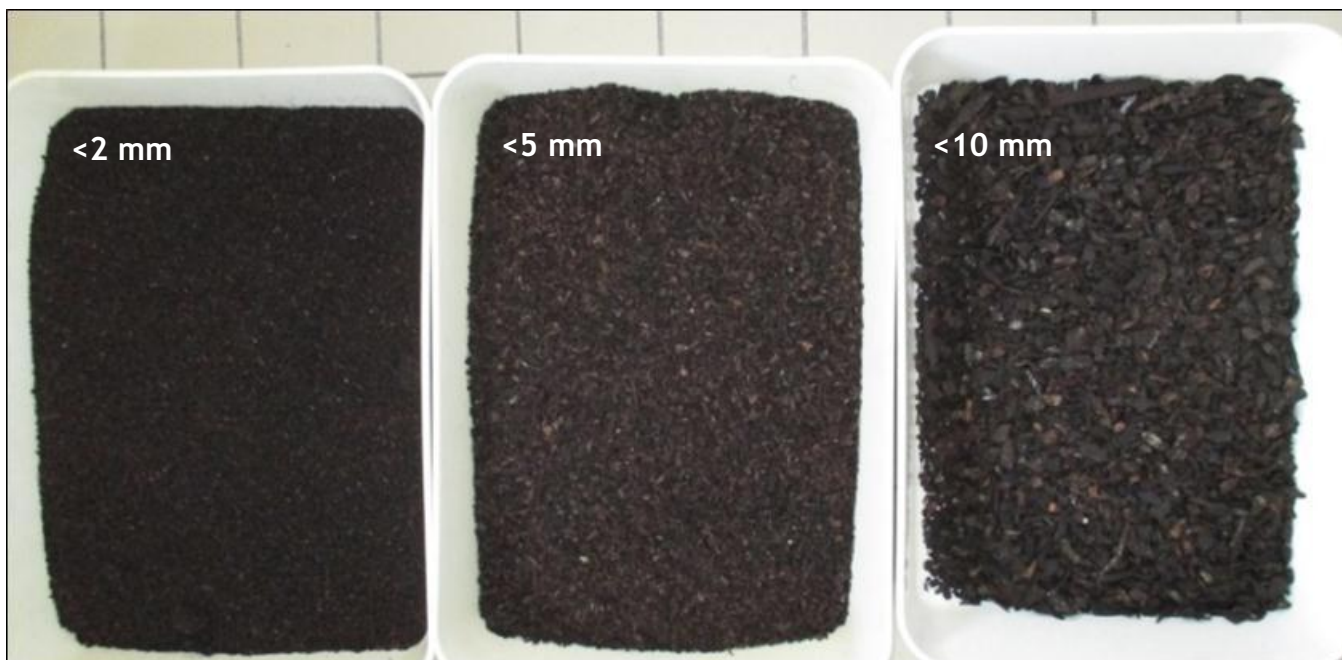
8 tjedana



12 tjedana



Pri samom kraju procesa kompostiranja, nastali kompost se prosijava (sito 2 mm) kako bi se uklonili možebitni ostatci ambalaže.



## ZAHTJEVI ZA DEZINTEGRACIJU AMBALAŽE:

- komponente se moraju dezintegrirati unutar 12 tjedana trajanja procesa kompostiranja za 90% početne mase.



Kompost nastao nakon dezintegracije u laboratorijskim uvjetima testira se vezano za ekotoksični utjecaj na klijanje i rast biljaka.



## ZAHTJEVI:

Kompost nastao u prisutnosti ambalažnih materijala mora zadovoljavati:

- ✓ 90% klijavost sjemena
- ✓ 90% rast biljaka.



Biorazgradljiva i kompostabilna (certificirana) ambalaža - **ambalaža na kraju životnog ciklusa može se odložiti (zbrinuti) u industrijskom postrojenju za kompostiranje.**



**To ne znači da se može odbaciti u okoliš!**

**OTPAD NIJE SMEĆE!**



Materijal se može kompostirati samo ako je biorazgradljiv, ali u uvjetima kompostiranja. Uvjeti u okolišu nisu uvijek povoljni.





**PAPER  
BIO  
PACK**

