

# 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**

 <INSERT YOUR LOCATION HERE>

 Training Package - Materiały

## Spis treści:

1. Papier
2. Tworzywa sztuczne i biotworzywa
3. Biokompozyty



## Część 1

# Papier



## PAPIER = MASA CELULOZOWA + DODATKI

MASA CELULOZOWA otrzymywana jest z naturalnych źródeł lignocelulozowych: głównie drewna lub roślin jednorocznych.

Drewno składa się z trzech głównych polimerów:

- ✓ Celulozy (homopolisacharyd)
- ✓ Hemicelulozy (heteropolisacharydy)
- ✓ Ligniny (jednostki aromatycznego polimeru i fenylopropanu)

Ich zawartość w papierze zmienia się w zależności od procesu otrzymywania celulozy z drewna.





# MASY CELULOZOWE DO PRODUKCJI PAPIERU



- ✓ **PIERWOTNA MASA CELULOZOWA** uzyskiwana z drewna lub roślin jednorocznych
- ✓ Masa włóknista mechaniczna
- ✓ Masa celulozowa
- ✓ **MASA PAPIEROWA Z RECYKLINGU** uzyskana z makulatury
- ✓ Zbiórka krajowa
- ✓ Zbiórka przemysłowa



Procesy mechaniczne prowadzą do uzyskania masy o wysokiej wydajności; w procesie tym tracona jest niewielka ilość ligniny i hemicelulozy

| Acronym                  | Process description  | Yield |
|--------------------------|--|-------|
| <b>SWG</b>               | <i>Masa wytworzona za pomocą ścieraka</i>                          | > 98  |
| <b>RMP</b><br><b>TMP</b> | <i>Masa mechaniczna rafinerowa</i><br><i>Masa termomechaniczna</i> | > 97  |
| <b>CMP</b>               | <i>Masa chemomechaniczna</i><br><i>(półchemiczna)</i>              | 80-90 |
| <b>CTMP</b>              | <i>Masa chemotermomechaniczna</i>                                  | >90   |





## Proces chemiczny

- ✓ Proces siarczynowy (niska kwasowość): odczynnik  $\text{SO}_2$
- ✓ Proces siarczanowy (silnie zasadowy) > 80% światowej produkcji - odczynniki:  $\text{NaOH}$  i  $\text{Na}_2\text{S}$  (+ tlen)
- ✓ Masa celulozowa siarczanowa niebielona (UKP)



## Proces wybielania

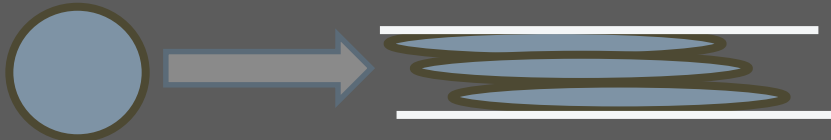
- ✓ Dwutlenek chloru
- ✓ Nadtlenek
- ✓ Ozon
- ✓ Masa celulozowa siarczanowa bielona (BKP)

UZYSK: 50-60%, większość ligniny i hemicelulozy jest rozpuszczana podczas procesu

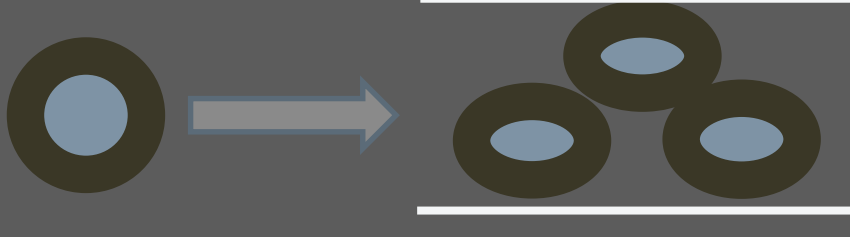


# WŁAŚCIWOŚCI MASY CELULOZOWEJ

- Masa celulozowa

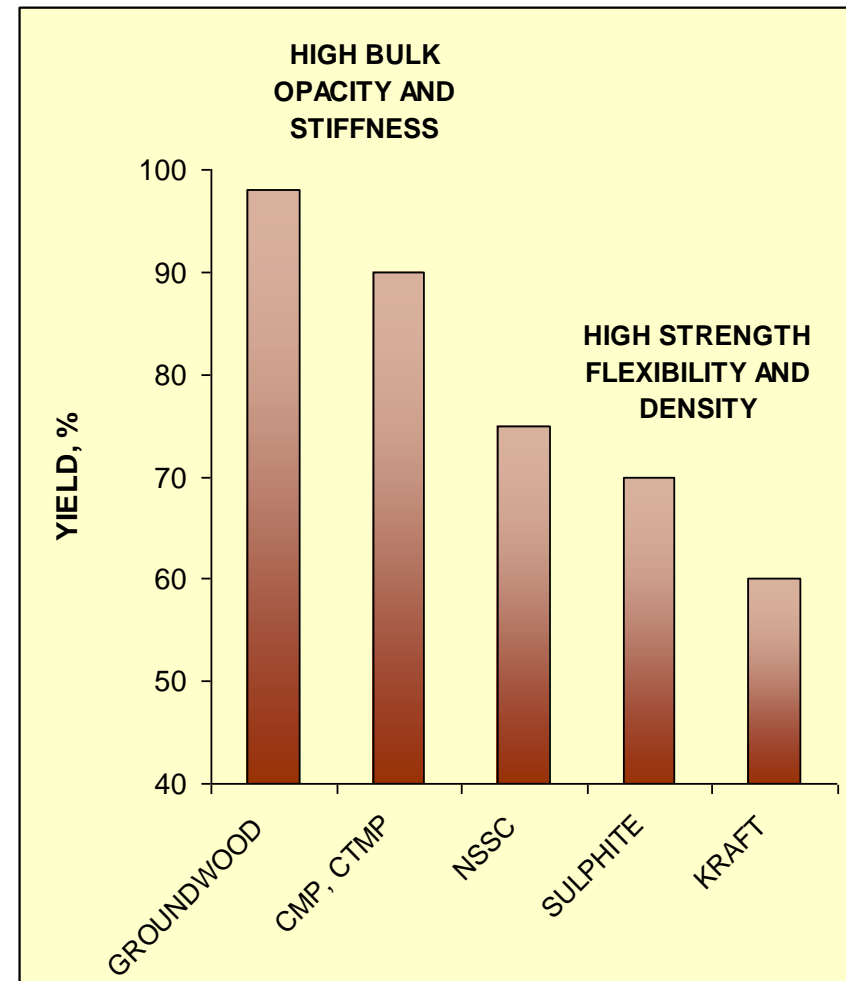


- Masa włóknista mechaniczna



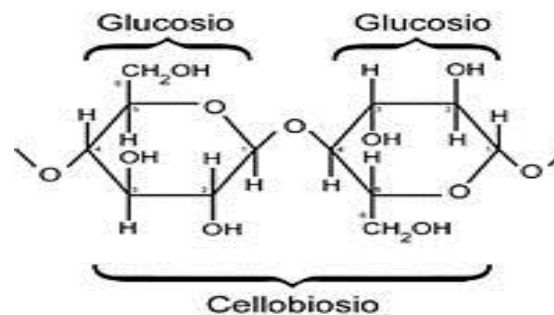
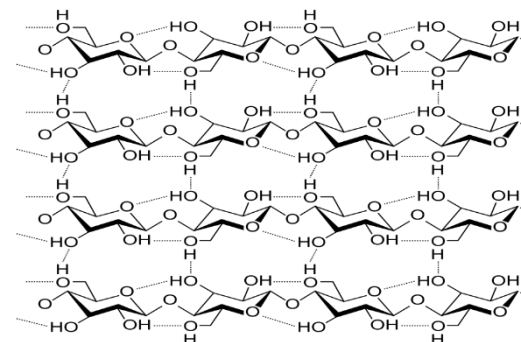
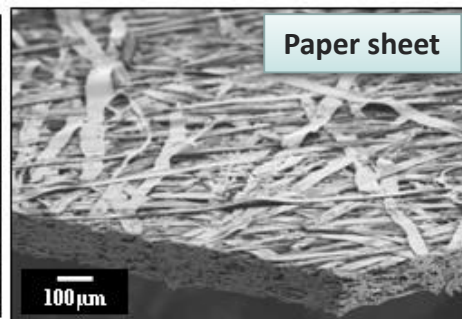
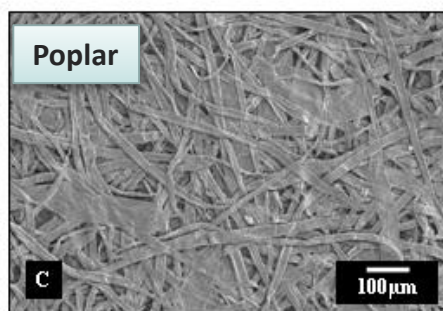
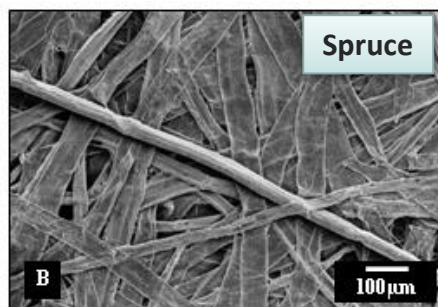
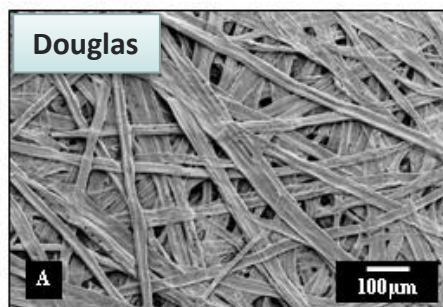
Włókna masy celulozowej są elastyczne i wytrzymałe

**MECHANICZNE WŁAŚCIWOŚCI PAPIERU DRZEWNEGO SĄ GŁÓWNĄ FUNKCJĄ MASY UŻYWANEJ DO PAPIERU**



# DEFINICJA MATERIAŁOWA PAPIERU

PAPIER to sieć włókien celulozowych splecionych wiązaniami wodorowymi



## Dodatki produkcyjne

- Środki retencyjne
- skrobia
- Biocydy

## Wypełniacze

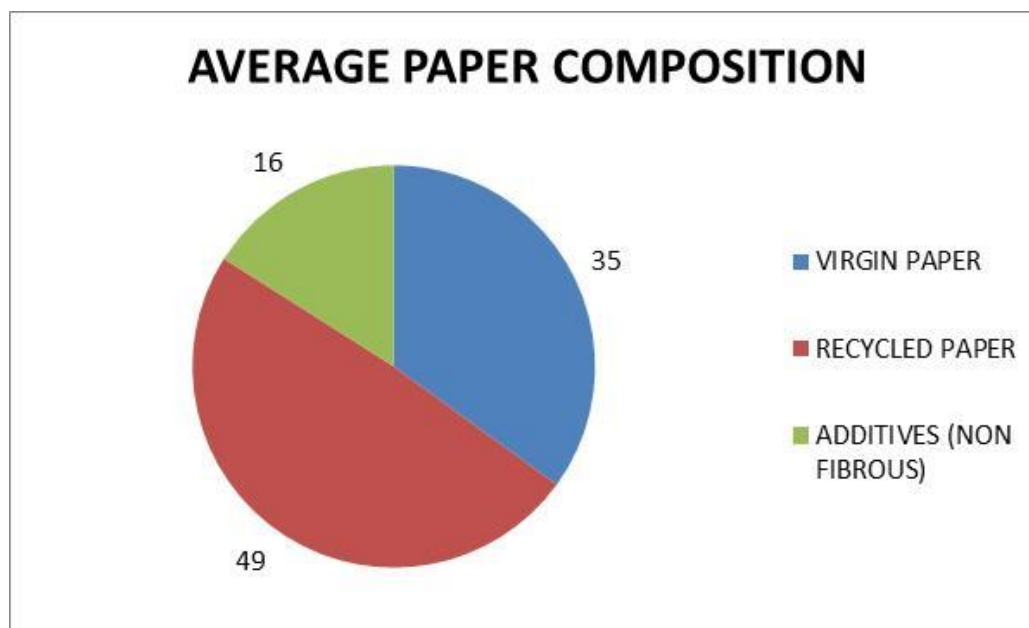
- Węglan wapnia / magnezu
- Krzemiany

## Substancje pomocnicze

- Żywiec odporne na wilgoć (np. Epichloridryna, ASA, AKD)
- Żywiec odporne na tłuszcz
- Skrobia
- Białka



- ✓ Papier składa się głównie z włókien celulozowych (pierwotnych lub pochodzących z recyklingu)
- ✓ Nieorganiczne wypełniacze stanowią znaczną ilość materiału w niektórych rodzajach papieru powlekanych powierzchniowo

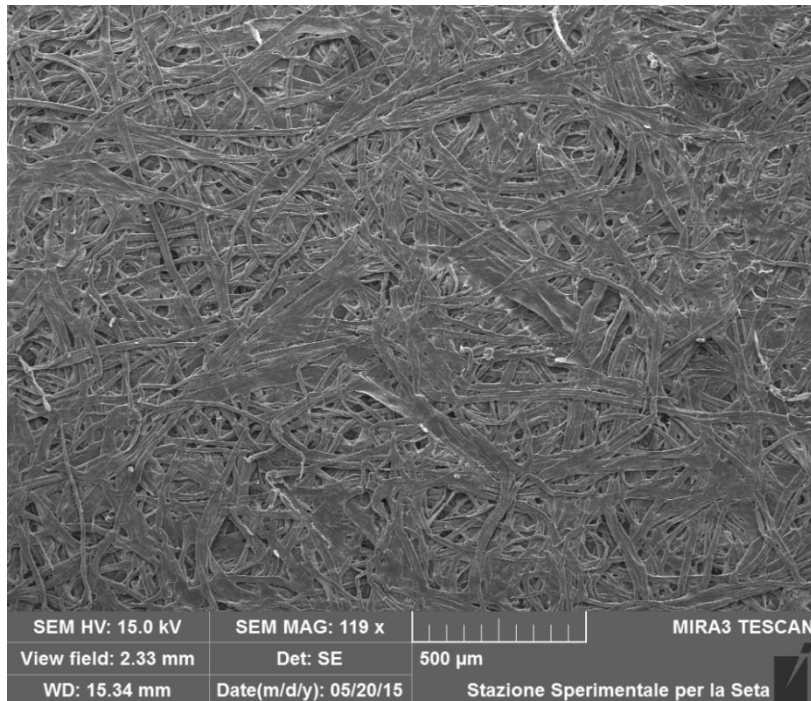


Source: Assocarta

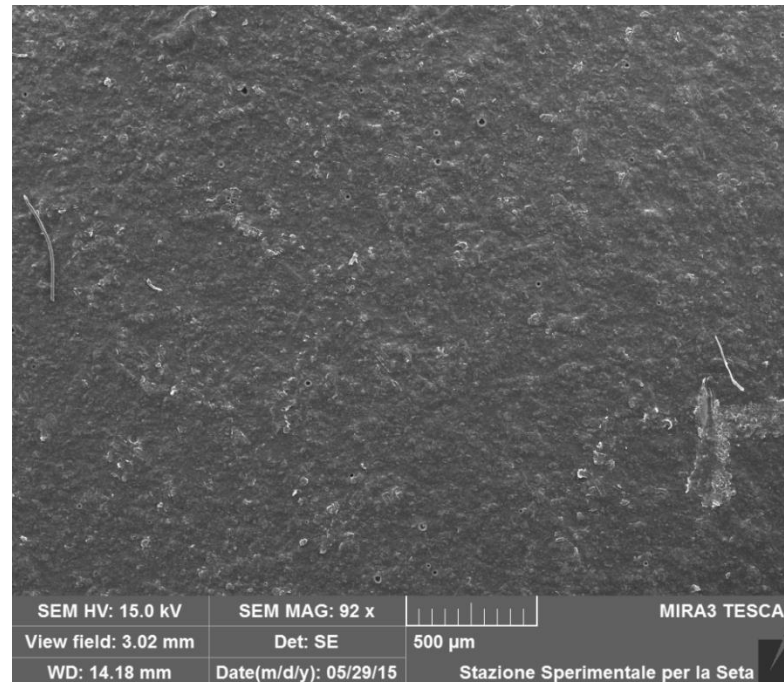




# PAPIER VS PAPIER POWLEKANY



Papier naturalny



Papier powlekany

Powlekanie zwiększa funkcjonalność, zmniejszając rozmiar porów papieru i ograniczając dyfuzję cieczy / gazu





# PROCES PRODUKCJI PAPIERU



SKRZYŃNIA  
WLEWOWA

PRASOWANIE

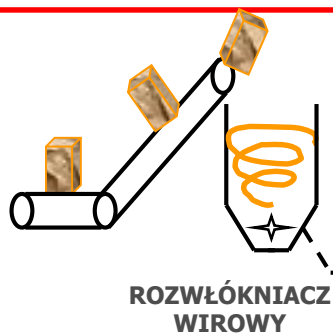
SUSZENIE

UKŁADY  
POWLEKAJĄCE

DOSUSZANIE

NAWIJARKA  
POPEGO

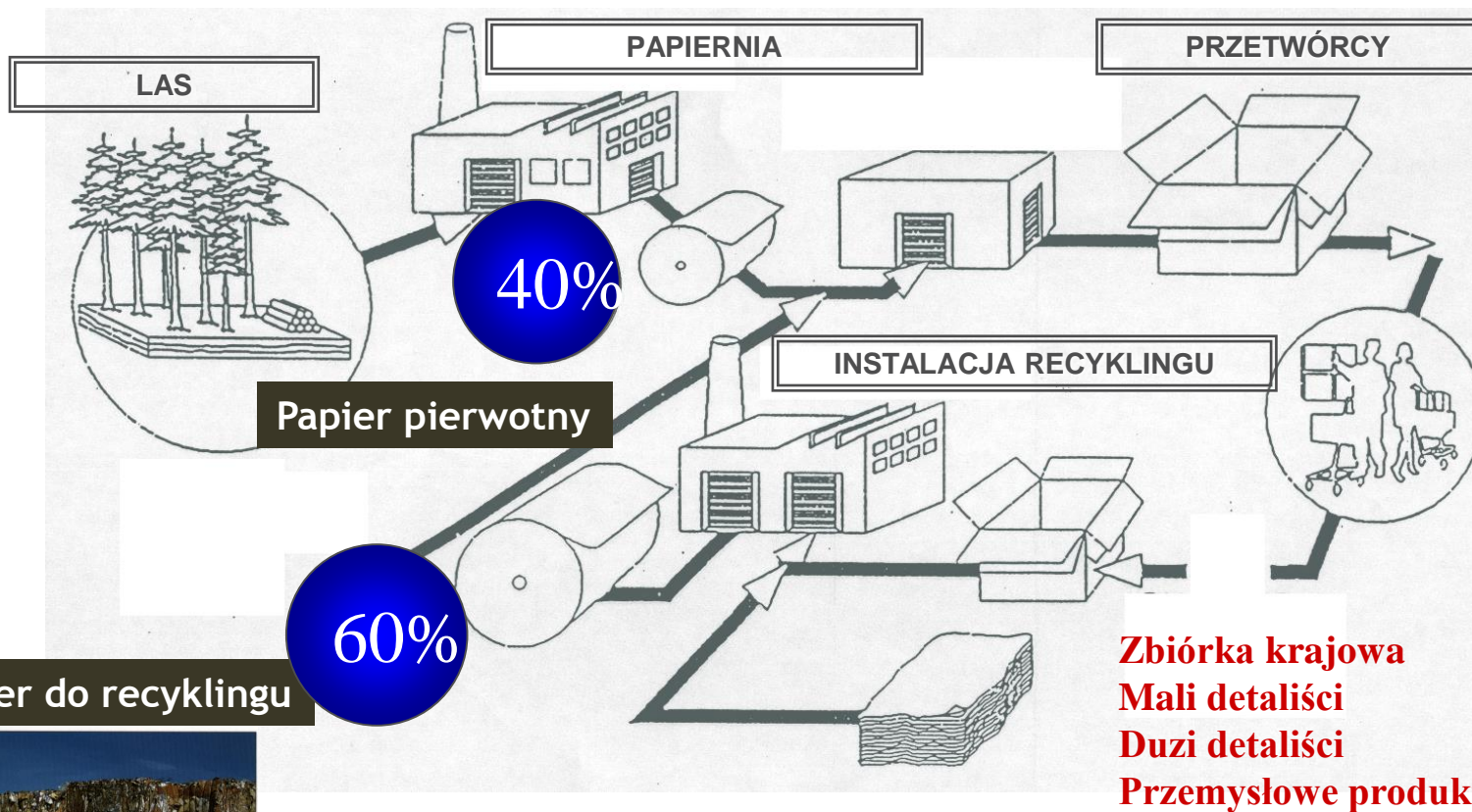
ETAPY  
CZYSZCZENIA



Recykling wymaga dodatkowego  
czyszczenia na pierwszych etapach  
procesu

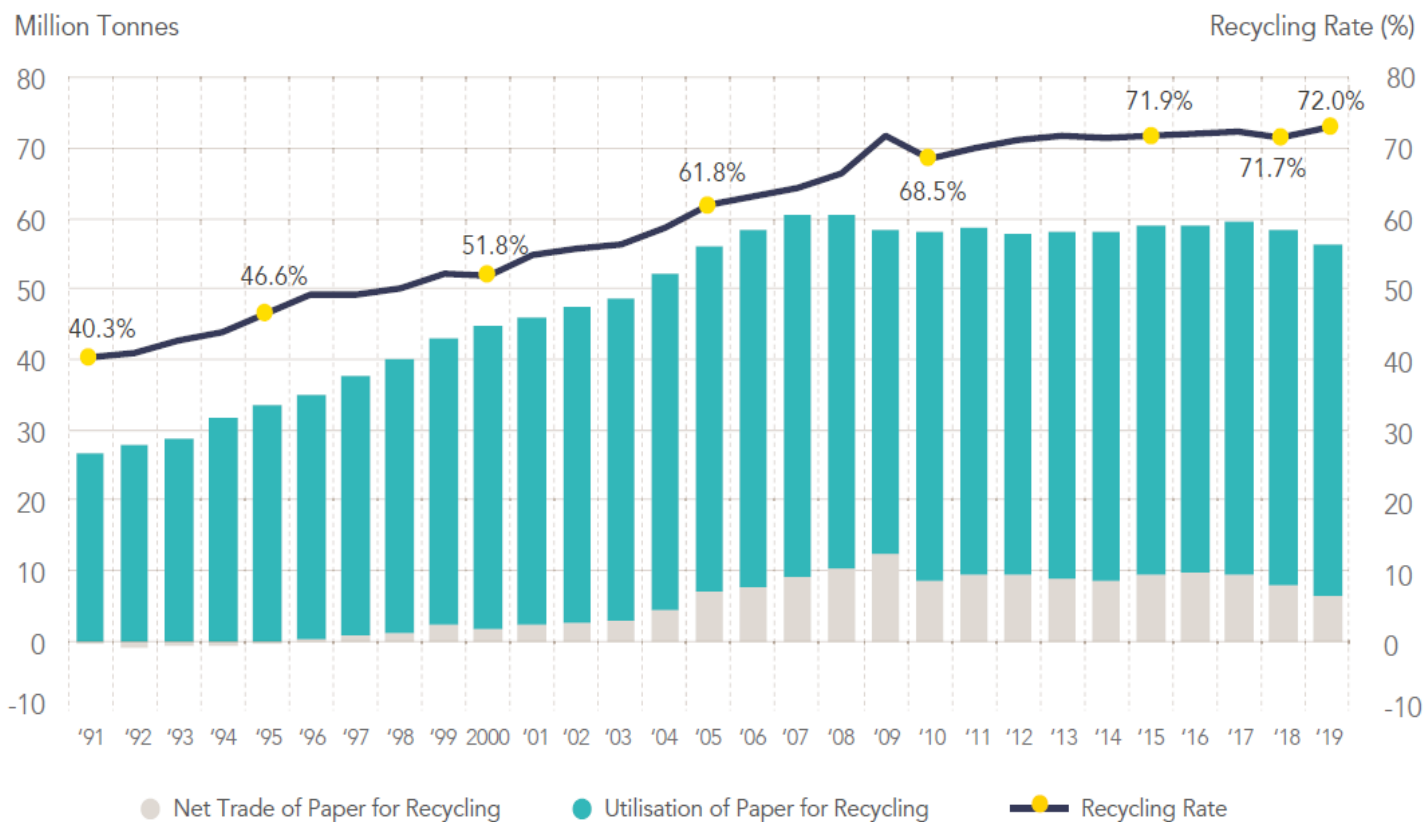


# PĘTLA PAPIERU



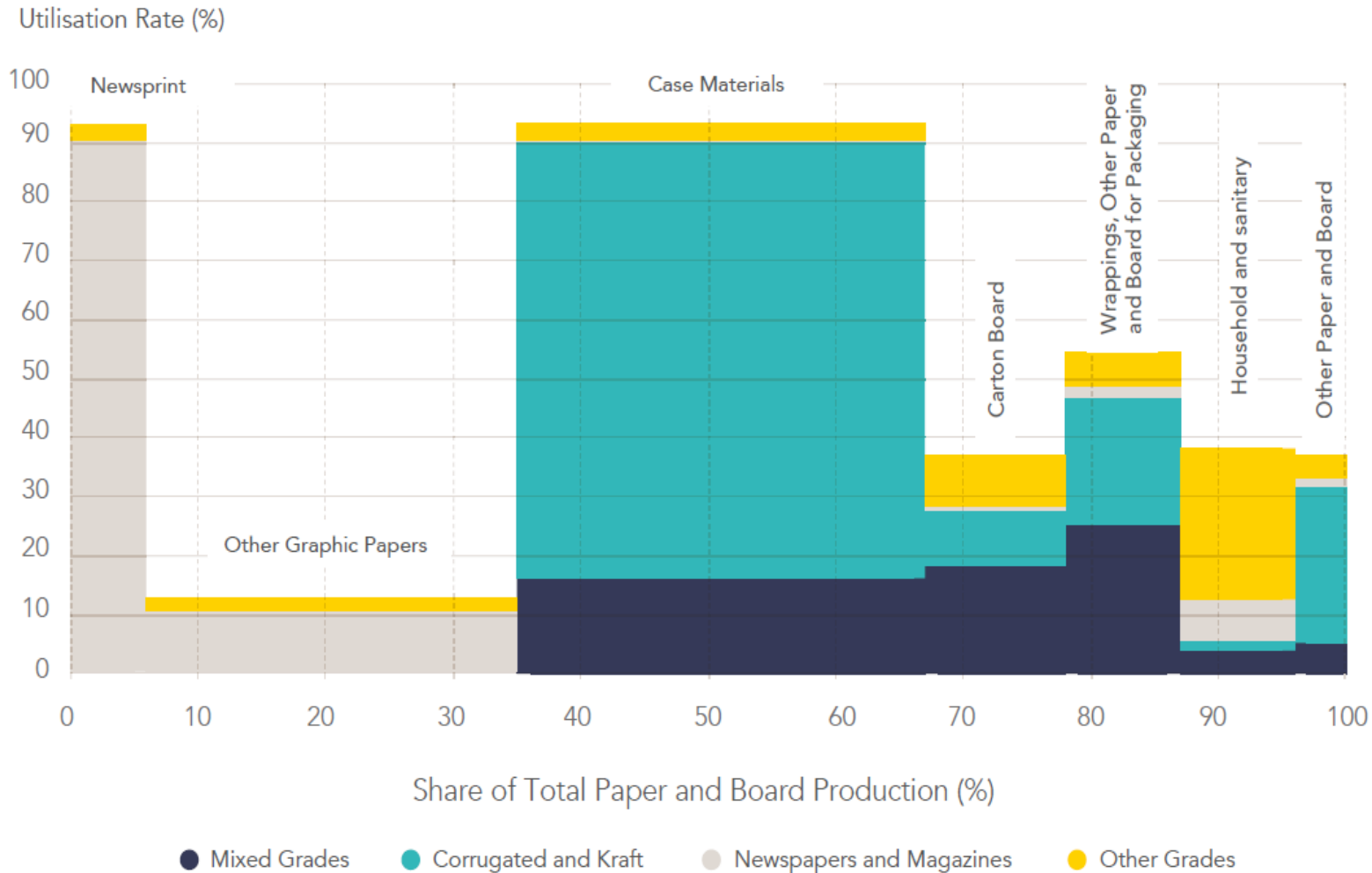
# PAPIER DO RECYKLINGU

- ✓ Papier do recyklingu stanowi na całym świecie główny surowiec dla przemysłu papierniczego.
- ✓ Europa wykazuje najwyższy na świecie wskaźnik recyklingu



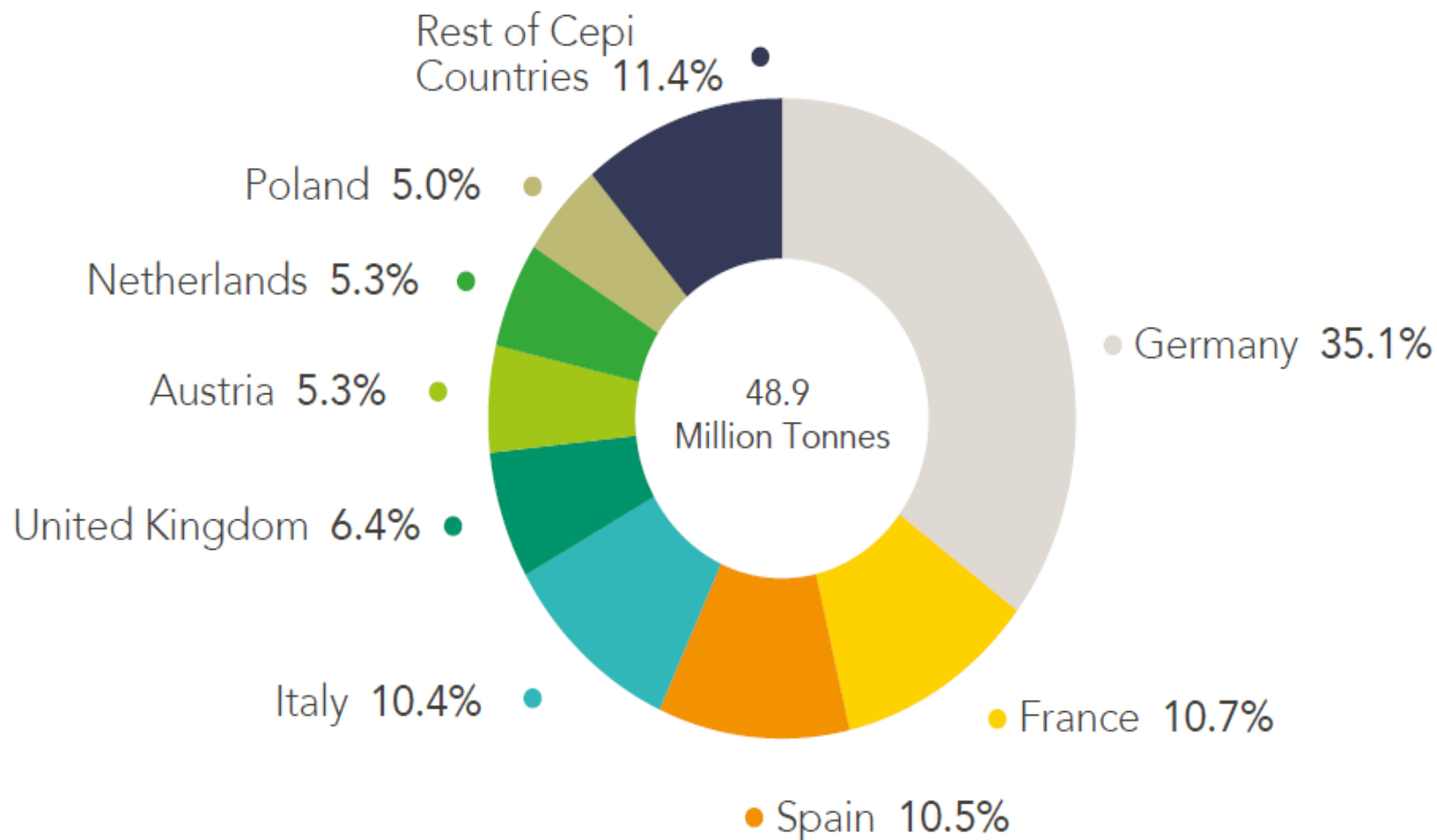
Source: Key statistics CEPI 2020

# UTYLIZACJA PAPIERU DO RECYKLINGU WEDŁUG SEKTORÓW W 2019 R



Source: Key statistics CEPI 2020

# UTYLIZACJA PAPIERU DO RECYKLINGU WEDŁUG W EUROPIE W 2019 R

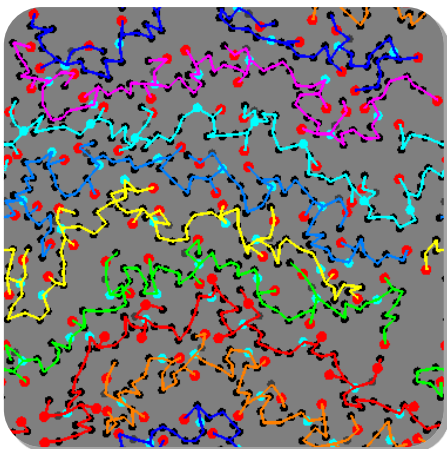


Source: Key statistics CEPI 2020

# Tworzywa sztuczne i Biotworzywa







**Polimer - makrocząsteczka złożona z wielu powtarzających się jednostek.**

Uproszczoną analogią do polimeru jest naszyjnik z perł złożony z pojedynczych perł (jako monomerów) ułożonych liniowo.



- **Polimery** (polimer z greckiego: poly - wiele, meros - części) mogą zawierać tysiące powtarzających się jednostek (monomerów) ułożonych **liniowo** lub **rozgałęzionych**.
- Polimery występują w **naturze** lub są **wytworzone przez człowieka** (sztuczne, syntetyczne).
- **Naturalne polimery (= biopolimery)** są specyficznymi i kluczowymi składnikami organizmów żywych.
- **Polimery wytworzone przez człowieka** to duża i zróżnicowana grupa związków nieznanych w przyrodzie. Są syntetyzowane metodami chemicznymi lub biochemicznymi. Globalna roczna produkcja polimerów wytworzonych przez człowieka wyniosła 230 milionów ton w 2009 roku (Plastics - The Facts 2010).
- **Polimery sztuczne są** wykorzystywane głównie w produkcji **tworzyw sztucznych**.





**Tworzywa sztuczne** - materiał na bazie polimeru, który charakteryzuje się plastycznością.

Głównym składnikiem **tworzyw sztucznych** (z greckiego: plastikos - nadający się do formowania, plastos - formowany) jest polimer, który „formułowany” jest poprzez dodanie dodatków i wypełniaczy w celu uzyskania materiału technologicznego - tworzywa sztucznego. **Tworzywa sztuczne** definiuje ich plastyczność - stan lepkiej cieczy w momencie przetwarzania.



# Polimer $\neq$ Tworzywo sztuczne

# Tworzywa sztuczne = Polimer + Dodatki



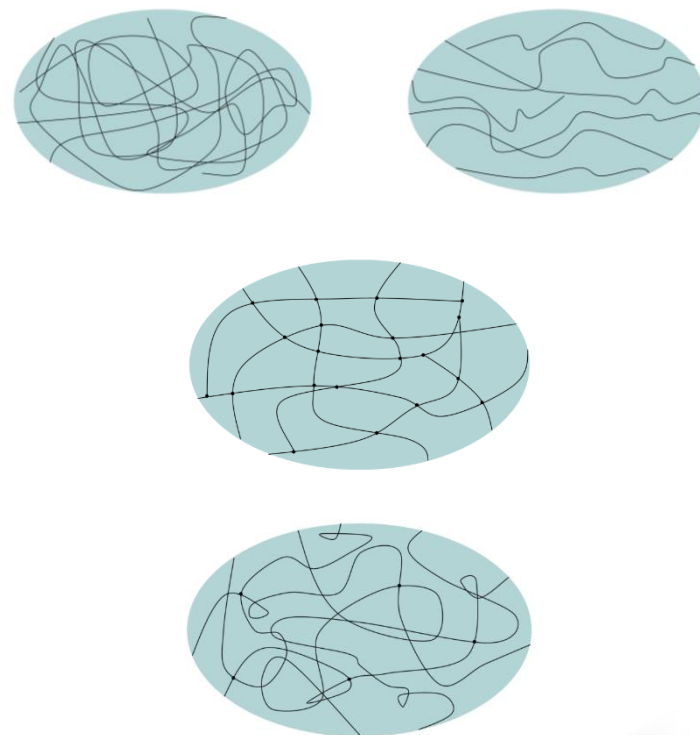
Możemy klasyfikować polimery według:

- właściwości fizykochemicznych
- pochodzenia
- pochodzenia surowca
- podatności na aktywność enzymów mikroorganizmów
- i wielu innych..



## WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-MECHANICZNE

- **Termoplasty - mięknią pod wpływem ciepła, twardnieją po spadku temperatury.**
  - Np. akrylonitryl-butadien-styren - ABS, poliwęglan - PC, polietylen - PE, politereftalan etylenu - PET, polichlorek winylu - PVC, poli (metakrylan metylu) - PMMA, polipropylen - PP, polistyren - PS, polistyren ekstrudowany - EPS.
- **Termoutwardzalne (duroplasty) - po uformowaniu pozostają twarde, nie mięknią pod wpływem ciepła.**
  - Np. poliepoksyd - EP, żywice fenolowo-formaldehydowe - PF, poliuretan - PUR, politetrafluoroetylen - PTFE.
- **Elastomery - materiały, które można było rozciągać i ścisnąć, które podążają za odkształceniami, ale potem ponownie się odkształcają.**
  - Kauczuk został prawie całkowicie zastąpiony elastomerami. Odkryto również wiele nowych adaptacji.

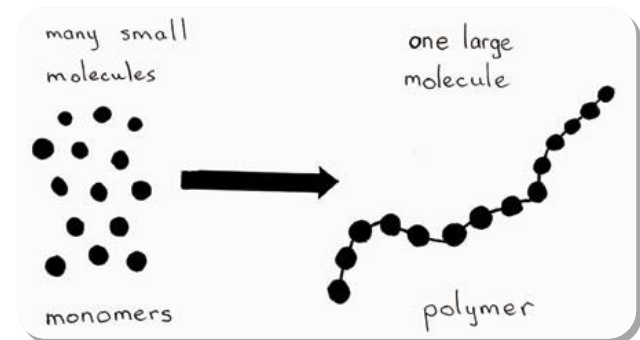


Source:  
<http://www.chempage.de/theorie/kunststoffe.htm>



## GENEZA

- **Polimery syntetyczne** - powstają w wyniku syntezy chemicznej (polimeryzacja, kopolimeryzacja, polikondensacja)
- **Naturalne polimery** - produkowane przez organizmy
  - Np. celuloza, białko, kwasy nukleinowe
- **Polimery modyfikowane** - są to polimery naturalne, zmienione chemicznie w celu uzyskania nowych właściwości użytkowych
  - na przykład octan celulozy, modyfikowane białko, skrobia termoplastyczna



## POCHODZENIE SUROWCÓW

Zasoby odnawialne  
rośliny i zwierzęta

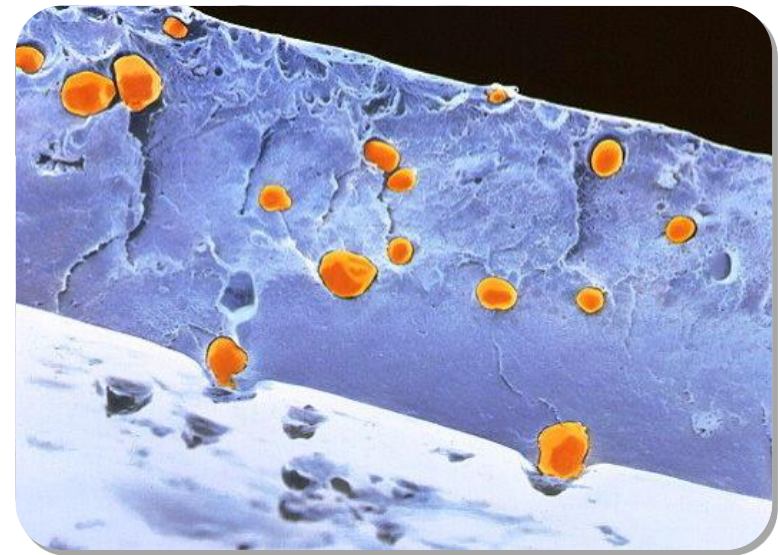


Zasoby  
nieodnawialne  
(kopalne)  
ropa naftowa,  
węgiel



## PODATNOŚĆ NA AKTYWNOŚĆ ENZYMÓW DROBNOUSTROJÓW

- **Biodegradowalne**  
(polilaktyd - PLA,  
regenerowana  
celuloza, skrobia)
- **Niedegradowalne**  
(polietylen - PE,  
polistyren - PS)



## HISTORIA TWORZYW SZTUCZNYCH

Pierwsze **tworzywa sztuczne** powstały w drugiej połowie XIX i na początku XX wieku. **Celuloid i celofan** były pierwszymi i były pochodzenia biologicznego.

Po drugiej wojnie światowej tworzywa sztuczne stały się bardzo popularne. Od lat 60-tych do 90-tych produkowano je głównie z **surowców petrochemicznych**.

W latach 80-tych produkcja **tworzyw sztucznych** była większa niż produkcja **stali**.

W latach 90-tych ważniejsza stała się **polityka ochrony środowiska**.

Wprowadzono nowe technologie, np. **produkcja tworzyw polimerowych na bazie surowców odnawialnych; technologie produkcji materiałów biodegradowalnych**.





Uniwersalne, stosowane w wielu różnych dziedzinach:

- Opakowanie
- Budownictwo
- Transport
- Elektryka i elektronika
- Rolnictwo
- Medycyna
- Sport
- Wiele innych

Właściwości można modyfikować praktycznie do dowolnych wymagań

- Lekkie wyroby (ze względu na małą gęstość).
- Doskonałe właściwości termoizolacyjne i elektroizolacyjne.
- Odporne na korozję.
- Przezroczyste, często stosowane w urządzeniach optycznych.



PAPERBIOPACK.EU



## KONWENCJONALNE - TWORZYWA PETROCHEMICZNE

Konwencjonalne tworzywa sztuczne są wytwarzane z **zasobów kopalnych** i znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach życia.



## Tworzywowa „wielka piątka” z największym udziałem w rynku:

- Polietylen (PE)
- Polipropylen (PP)
- Polichlorek winylu (PVC)
- Polistyren (lity - PS i spieniony - EPS)
- Tereftalan polietylenu (PET)

## Dużą rolę w przemyśle odgrywają również:

- Akrylonitryl-butadien-styren (ABS)
- Poliwęglan (PC)
- Szkło plexi z polimetakrylanu metylu (PMMA)
- Politetrafluoroetylen (PTFE) - Teflon



# MATERIAŁY - TWORZYWA SZTUCZNE



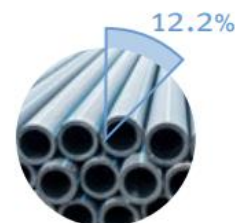
## PP

Food packaging, sweet and snack wrappers, hinged caps, microwave containers, pipes, automotive parts, bank notes, etc.



## PE-LD / PE-LLD

Reusable bags, trays and containers, agricultural film, food packaging film, etc.



## PE-HD / PE-MD

Toys, milk bottles, shampoo bottles, pipes, houseware, etc.



## PVC

Window frames, profiles, floor and wall covering, pipes, cable insulation, garden hoses, inflatable pools, etc.



## PUR

Building insulation, pillows and mattresses, insulating foams for fridges, etc.



## PET

Bottles for water, soft drinks, juices, cleaners, etc.



## PS / EPS

Food packaging (dairy, fishery), building insulation, electrical & electronic equipment, inner liner for fridges, eyeglasses frames, etc.



## OTHERS

Hub caps (ABS); optical fibres (PBT); eyeglasses lenses, roofing sheets (PC); touch screens (PMMA); cable coating in telecommunications (PTFE); and many others in aerospace, medical implants, surgical devices, membranes, valves & seals, protective coatings, etc.

Source: PlasticsEurope 2019

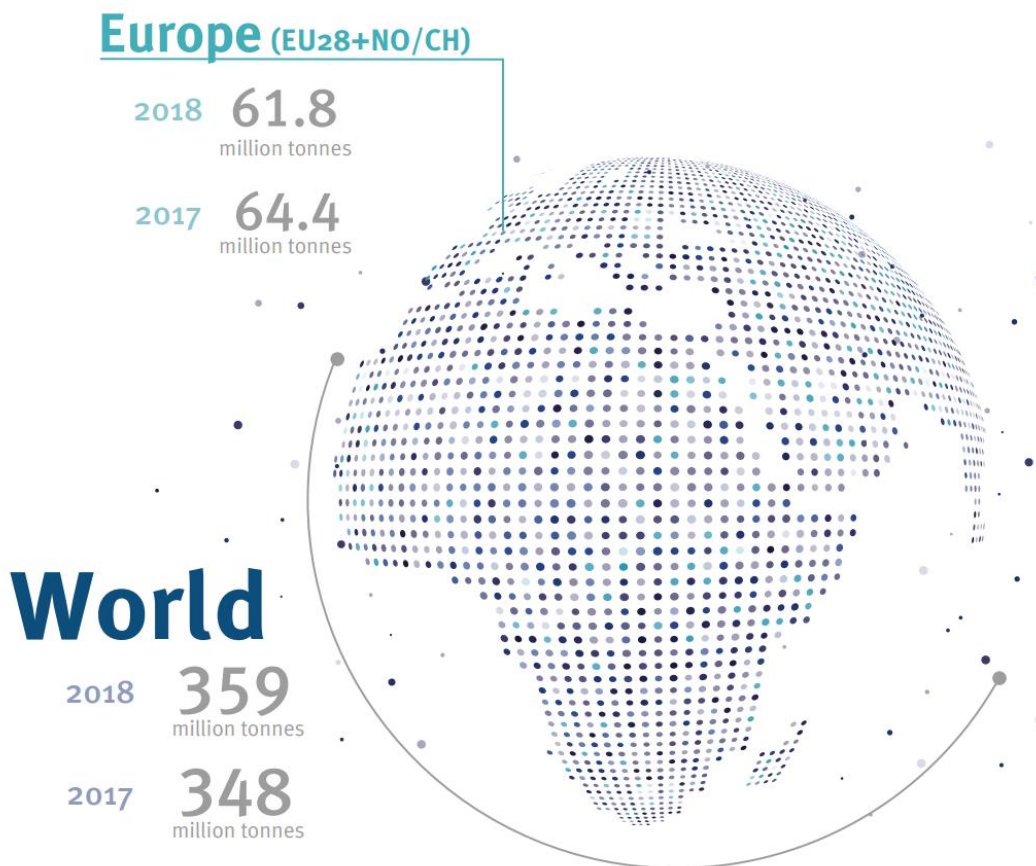


## ŻYJEMY W „EPOCE PLASTIKU”

- Bardzo wytrzymałe materiały polimerowe, odporne również na naturalną degradację => **problem składowania!**
- Termiczna konwersja tworzyw sztucznych? Generowanie **toksyn**
- **Gaz cieplarniany**
- Cena bezpośrednio związana z cenami ropy



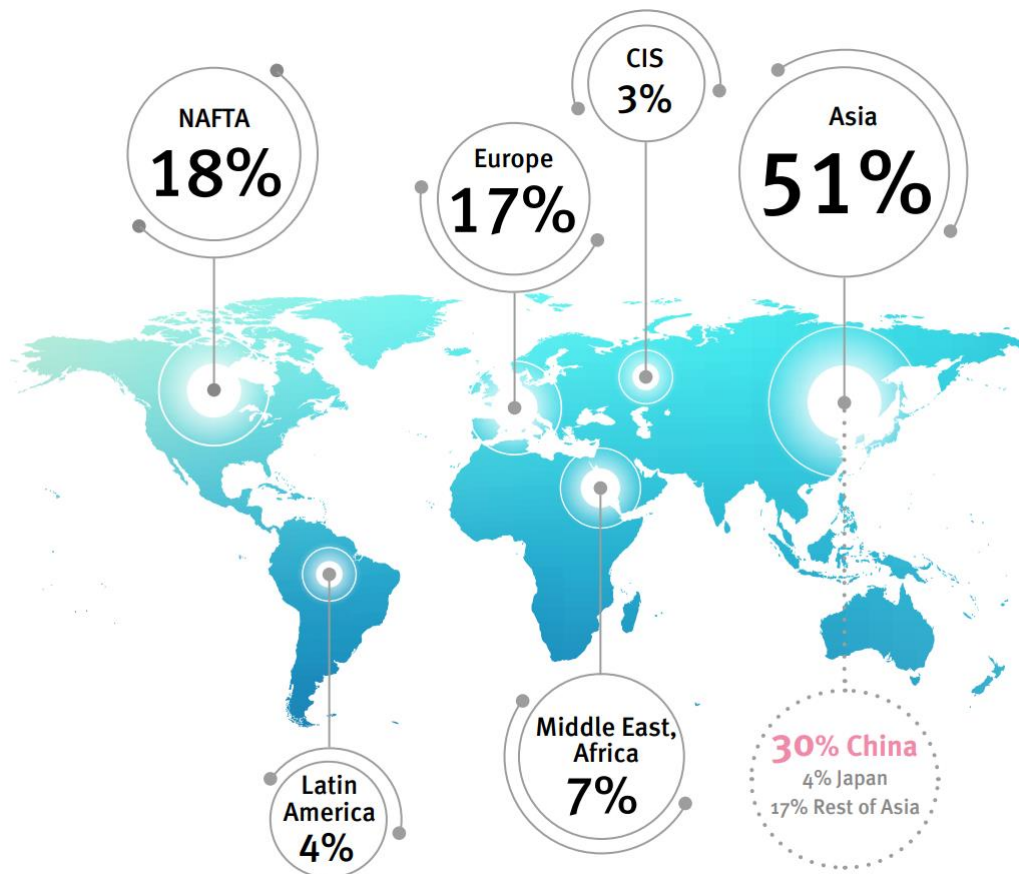
## PRODUKCJA KLASYCZNYCH TWORZYW PETROCHEMICZNYCH



Source: PlasticsEurope 2019



## PRODUKCJA KLASYCZNYCH TWORZYW PETROCHEMICZNYCH



Source: PlasticsEurope 2019





## PRODUKCJA KLASYCZNYCH TWORZYW PETROCHEMICZNYCH



source: PlasticsEurope 2019





# MATERIAŁY - TWORZYWA SZTUCZNE



Source: PlasticsEurope 2019



## BIOTWORZYWA

Biotworzywa to tworzywa sztuczne pochodzenia organicznego i / lub biodegradowalne.

Termin stworzony przez **European Bioplastics**

europaean  
bioplastics

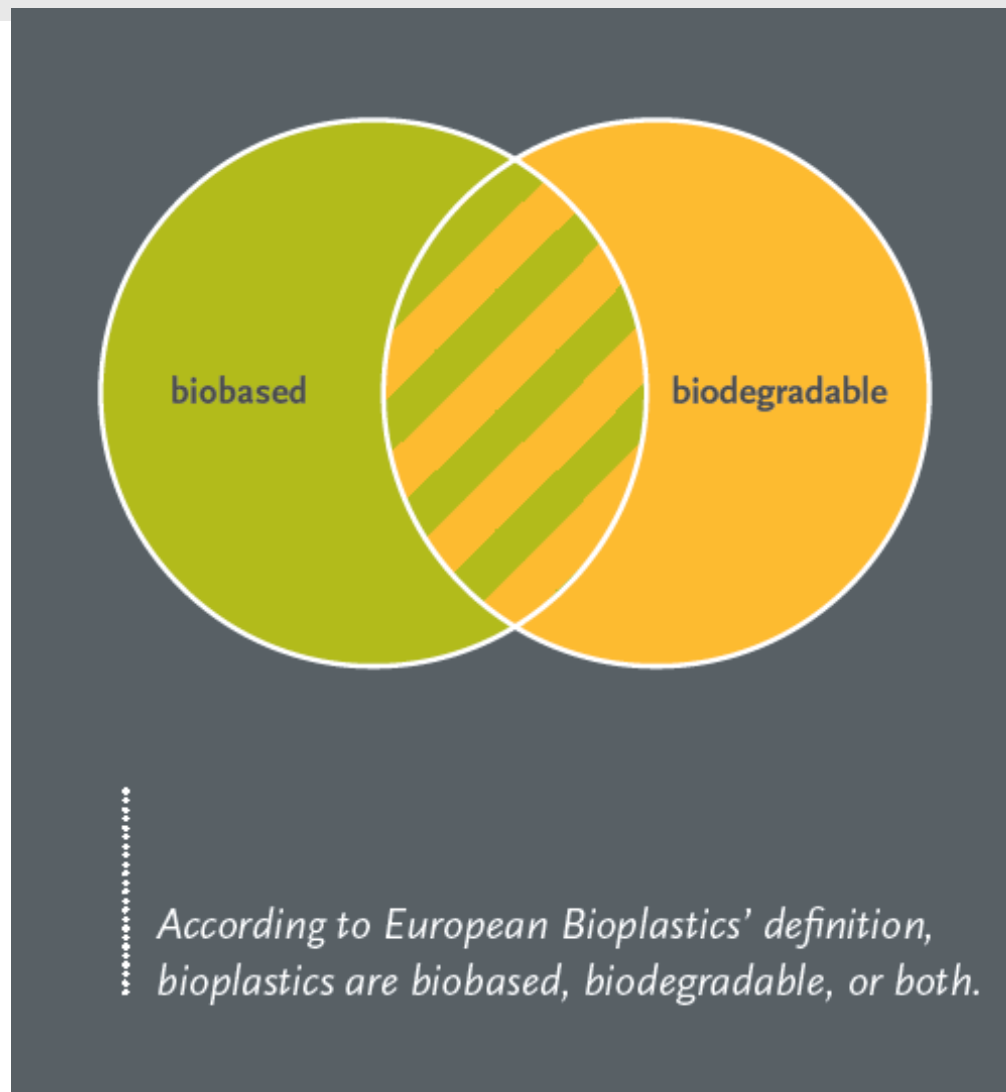
*Driving the evolution of plastics*

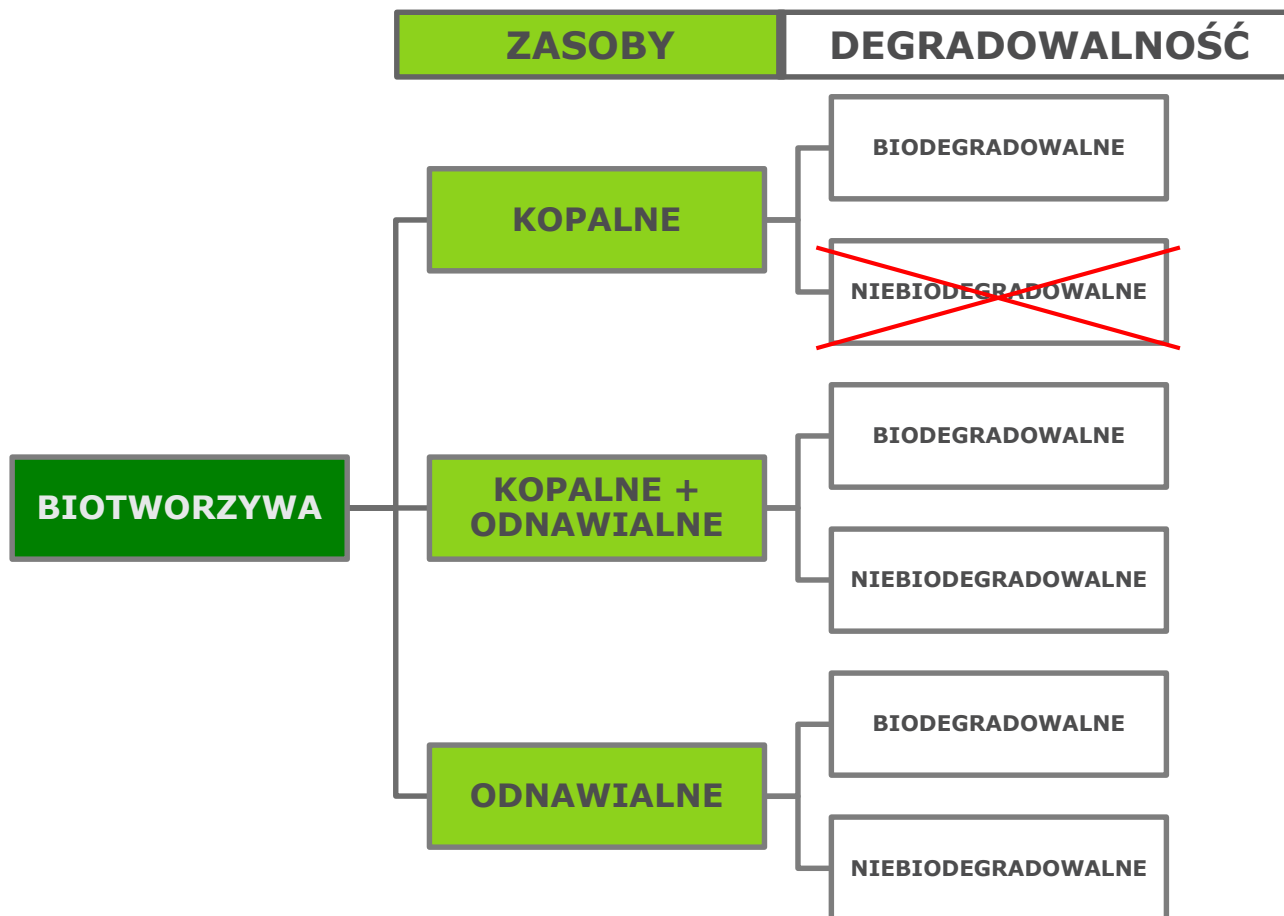


## Tworzywa sztuczne pochodzenia organicznego i biodegradowalne

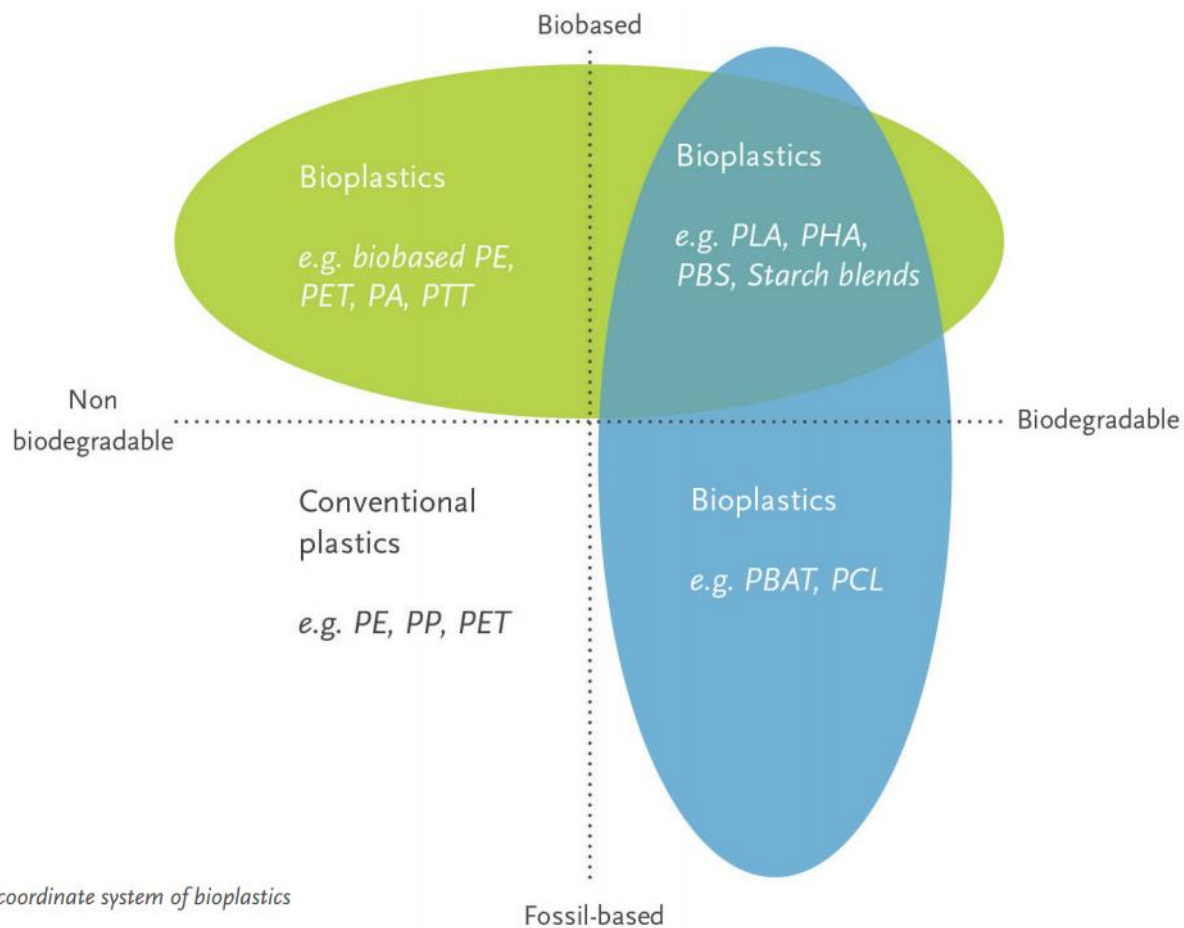


# MATERIAŁY - BIOTWORZYWA





# MATERIAŁY - BIOTWORZYWA



Graph: Material coordinate system of bioplastics



## RÓŻNICA MIĘDZY TWORZYWAMI SZTUCZNYMI A BIOTWORZYWAMI

Termin **biotworzywa** obejmuje całą rodzinę materiałów pochodzenia biologicznego, biodegradowalnych lub obu.

**Biopochodny** oznacza, że materiał lub produkt pochodzi (częściowo) z **biomasy** (roślin). **Biomasa** używana do **biotworzyw** pochodzi m.in. z kukurydzy, trzciny cukrowej lub celulozy.

Termin **biodegradowalny** oznacza proces chemiczny, w trakcie którego mikroorganizmy obecne w środowisku przekształcają materiały w substancje naturalne, takie jak woda, dwutlenek węgla i kompost (nie są potrzebne sztuczne dodatki). Proces **biodegradacji** zależy od otaczających warunków środowiskowych (np. Lokalizacji lub temperatury), materiału i zastosowania.

Oczywiście materiały i wyroby mogą posiadać obie właściwości. Wtedy oferują wszystkie opisane korzyści i dodatkowe właściwości.

Source: <http://en.european-bioplastics.org/bioplastics/>





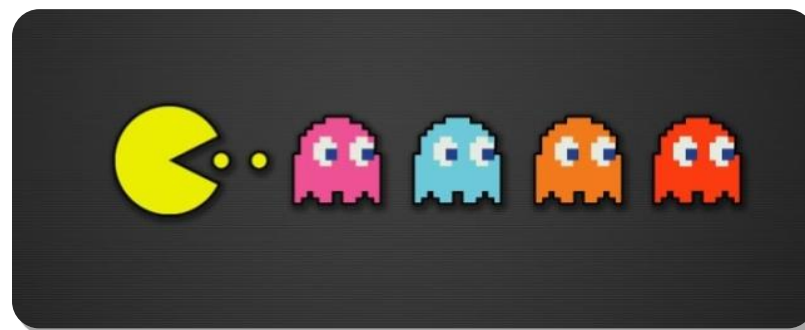
Badania nowych materiałów, oraz technologii ich produkcji są ściśle powiązane z:

- Rozwojem wiedzy z zakresu **nauk o środowisku**, które wykazują negatywny wpływ **tworzyw sztucznych** na cały cykl ich życia
- Doskonaleniem metod oceny wpływu **tworzyw sztucznych** na środowisko, zwłaszcza poprzez **LCA**
- Postępowaniem zgodnie z polityką **zrównoważonego rozwoju**, co w praktyce produkcyjnej i handlowej oznacza równowagę **aspektów środowiskowych** na równi z **aspektami społecznymi i ekonomicznymi**



## TWORZYWA BIODEGRADOWALNE

Tworzywa podatne na proces biodegradacji



### PODSTAWOWY WARUNEK

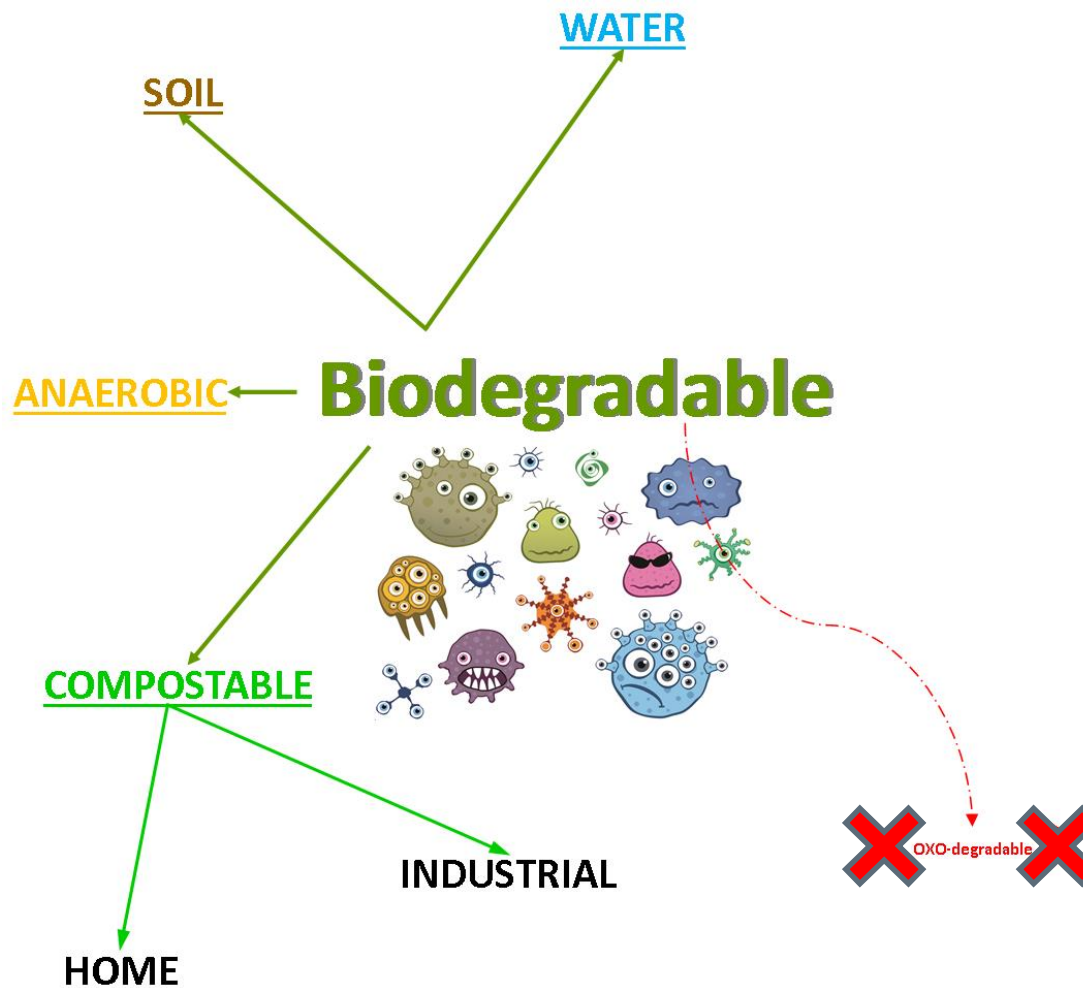
Mikroorganizmy traktują biodegradowalne tworzywa sztuczne jako żywność i konsumują je a następnie trawią.



## RÓŻNE SPOSOBY BIODEGRADACJI

- Kompostowanie w kompostowniach przemysłowych
- Kompostowniki przydomowe
- Rozkład w glebie
- Rozkład w wodzie morskiej i słodkiej
- Rozkład beztlenowy

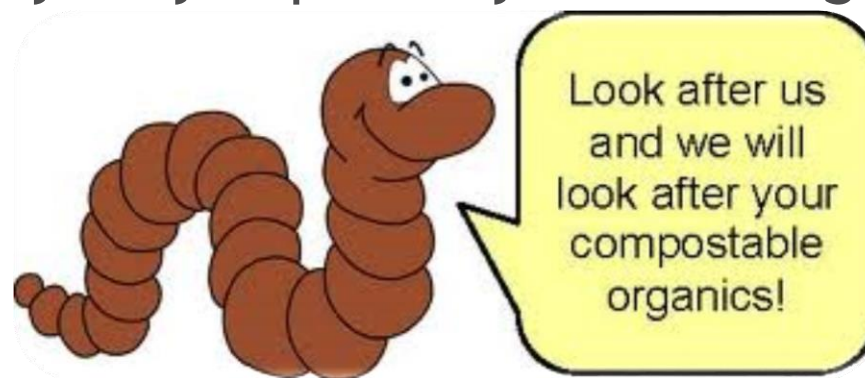


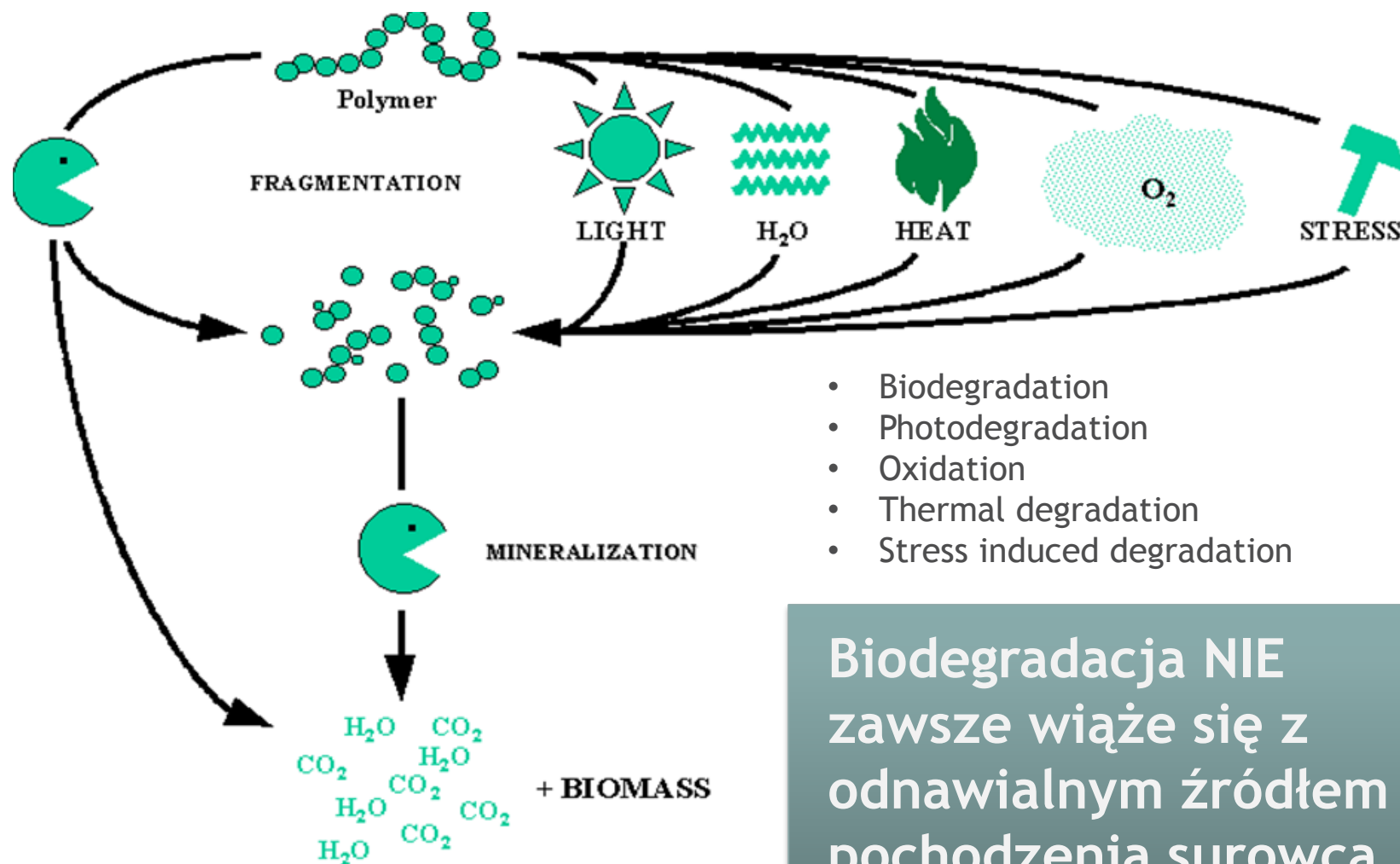


## CZYM JEST BIODEGRADACJA?

Proces w którym zachodzą równoległe lub następująco etapy abiotyczne i biotyczne, musi obejmować etap mineralizacji biologicznej.

Ma miejsce, gdy organiczny materiał tworzywa sztucznego jest wykorzystywany jako źródło składników odżywczych przez system biologiczny (organizm).



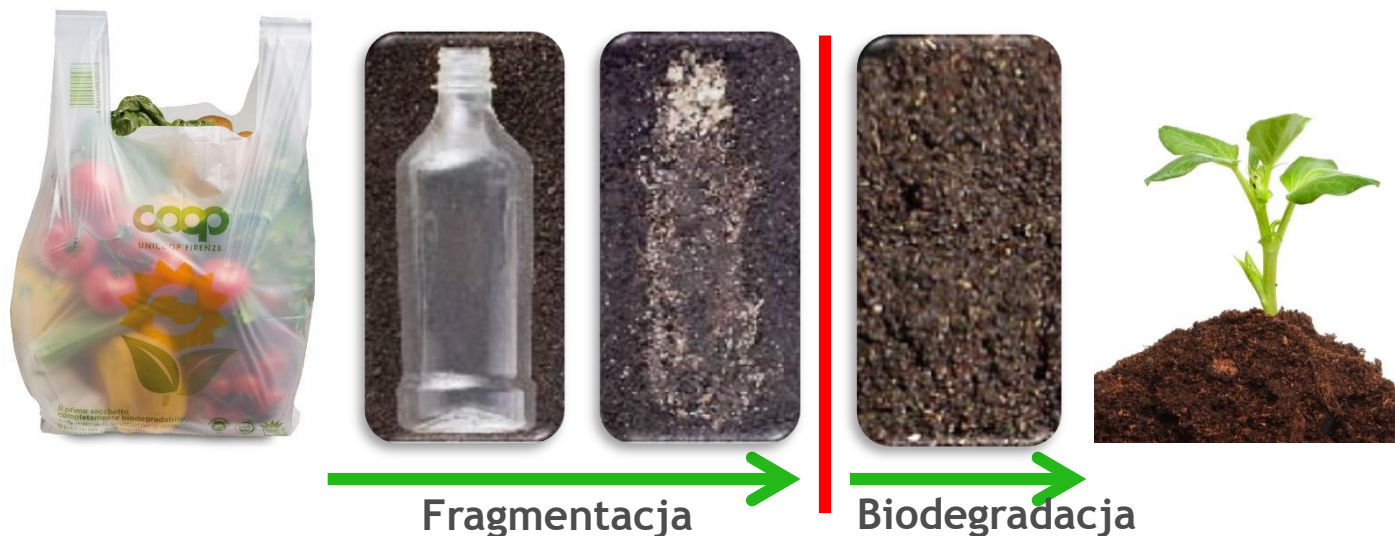


- Biodegradation
- Photodegradation
- Oxidation
- Thermal degradation
- Stress induced degradation

Biodegradacja NIE zawsze wiąże się z odnawialnym źródłem pochodzenia surowca



## DEGRADACJA VS. BIODEGRADACJA



**Fragmentacja:** pierwszy etap biodegradacji, materiał jest rozkładany na mikroskopijne fragmenty

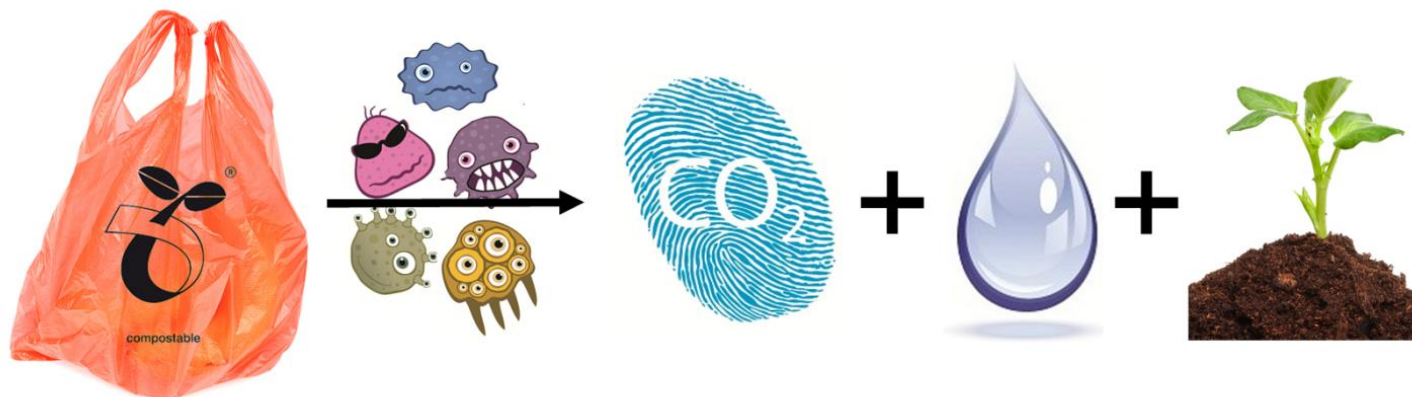
**Biodegradowalność:** pełna asymilacja mikrobiologiczna rozdrobnionego materiału jako źródła pożywienia dla mikroorganizmów

**Kompostowalność:** Pełna asymilacja w ciągu 180 dni w środowisku kompostowania





# MATERIAŁY - BIOTWORZYWA

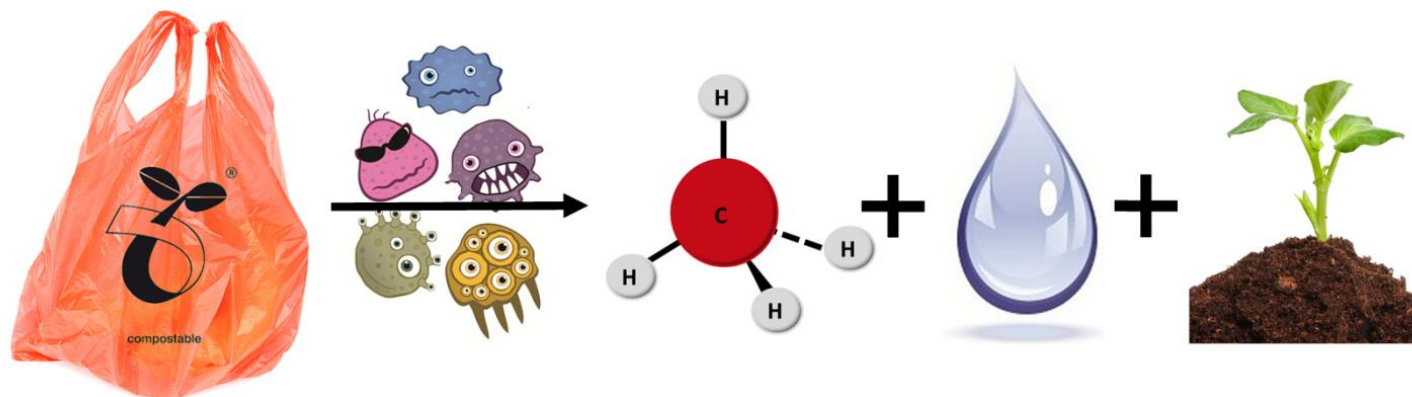


AEROBIC DEGRADATION

CARBON DIOXIDE

WATER

BIOMASS



ANAEROBIC DEGRADATION

METHANE

WATER

BIOMASS



## Kompostowanie (recykling organiczny)



Zdolność tlenowego przetwarzania  
biodpadów

Warunki ściśle kontrolowane przez  
mikroorganizmy, które zamieniają węgiel  
w dwutlenek węgla (mineralizacja).



Produktem tego procesu jest materia  
organiczna zwana kompostem.



**Kompostowanie** to proces utylizacji odpadów organicznych prowadzony w **warunkach tlenowych**, w którym materiał organiczny jest przetwarzany przez naturalnie występujące **mikroorganizmy**. Podczas **kompostowania przemysłowego** temperatura w przyzmię może dochodzić do 70 ° C. Kompostowanie odbywa się w wilgotnych warunkach. Jeden cykl kompostowania trwa do 6 miesięcy.



## TWORZYWA KOMPOSTOWALNE

Biodegradacja w warunkach i w ramach czasowych cyklu kompostowania



Biodegradation of a Bioplastic bottle during composting

**Biodegradowalne  $\neq$  Kompostowalne**

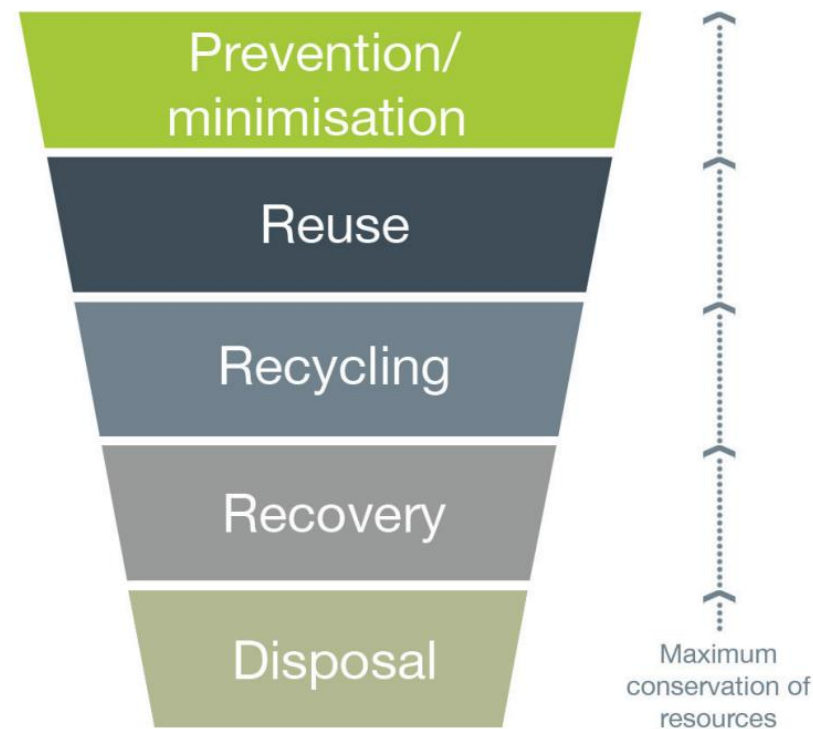
**Kompostowalne = Biodegradowalne**



## LEGISLACJA

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98 / WE z dnia 19 listopada w sprawie odpadów, artykuł 4: Hierarchia odpadów:

- (a) Zapobieganie
- (b) Ponowne użycie
- (c) Recykling
- (d) Inne formy odzysku, np. odzysk energii
- (e) Unieszkodliwianie



Graph: EU waste hierarchy





## LEGISLACJA

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 94/62 / WE z dnia 20 grudnia 1994 r. w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych, artykuł 3.9 stanowi:

Recykling organiczny oznacza obróbkę tlenową (kompostowanie) lub beztlenową (biometanizacja) tej części odpadów opakowaniowych, która ulega rozkładowi biologicznemu w kontrolowanych warunkach przy wykorzystaniu mikroorganizmów, w wyniku której powstają osady organiczne lub metan. Składowanie na składowisku odpadów nie jest traktowane jako forma recyklingu organicznego.

**Artykuł 6:** Do dnia 31 grudnia 2008 r. Zostaną osiągnięte następujące minimalne cele recyklingu dla materiałów zawartych w odpadach opakowaniowych:

(iv) 22,5% masy dla tworzyw sztucznych, wliczając wyłącznie materiał, który jest poddawany recyklingowi z powrotem w tworzywa sztuczne.

A kompostowanie to oczywiście **nie** „powrót do tworzyw sztucznych”.

Oznacza to, że kompostowanie opakowań określa się jako recykling, ale ten recykling nie jest wliczany do wypełnienia limitu recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych.



**Kompostowalność** tworzyw sztucznych określa przez szereg norm krajowych i międzynarodowych, np. **EN 13432, ASTM D-6400 i inne.**

Więcej informacji na ten temat można znaleźć w sekcji **Certyfikacja** i pakiet szkoleń z **Końca-cyklus-życia.**





# MATERIAŁY - BIOTWORZYWA

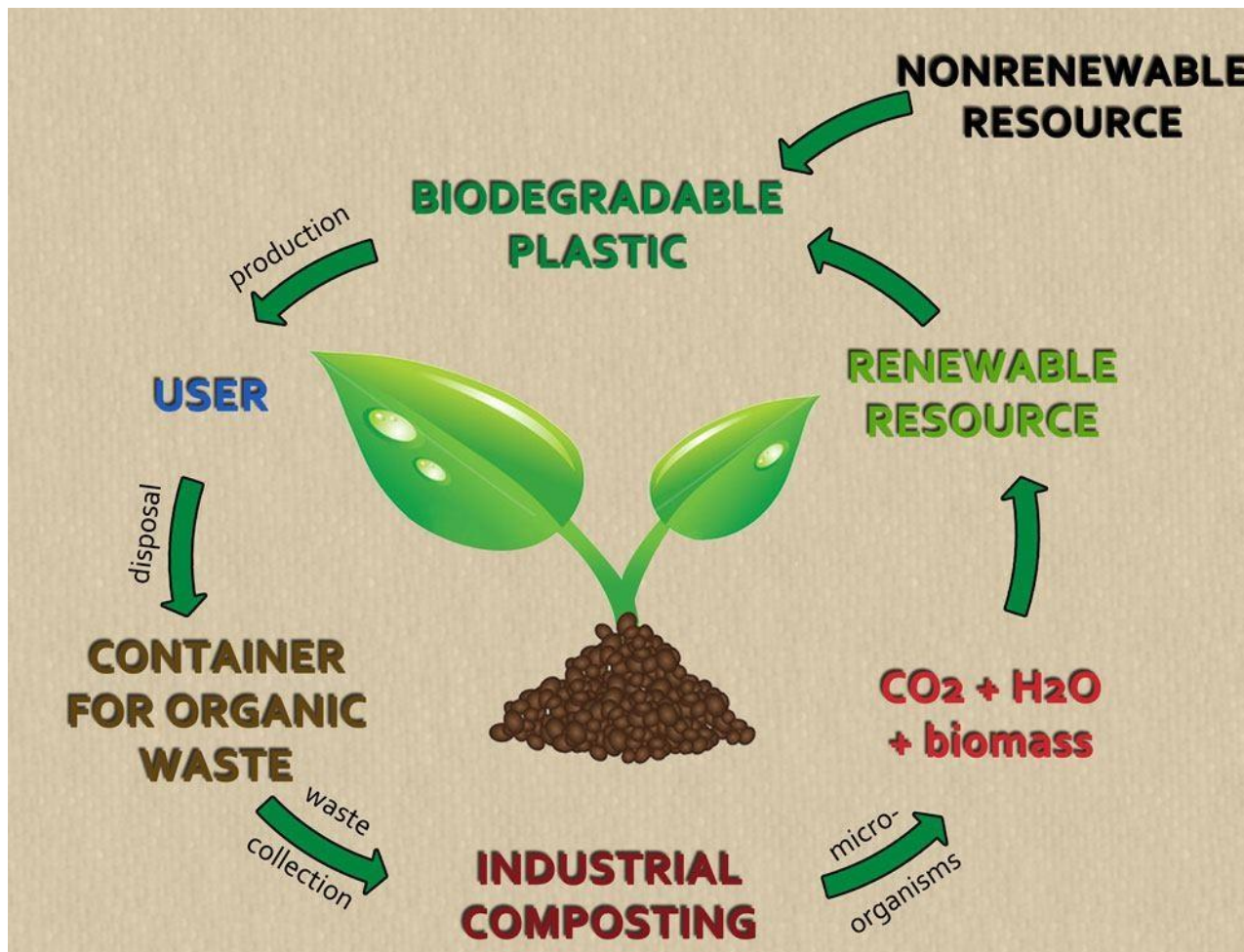


Graph: Post-consumer waste collection options for bioplastics

Source: PlasticsEurope 2019

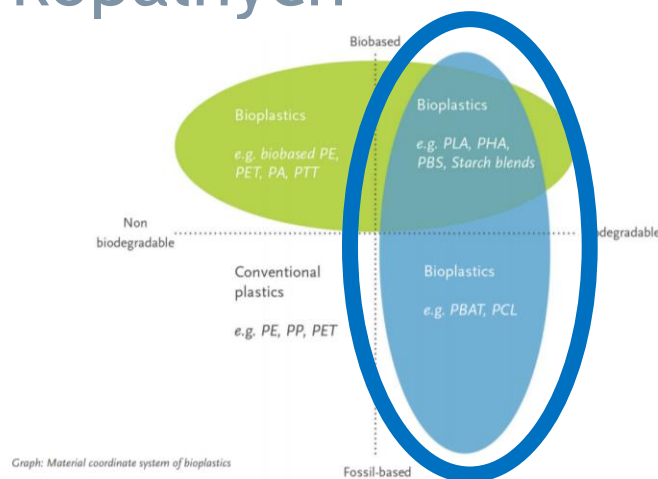


# MATERIAŁY - BIOTWORZYWA



## Tworzywa biodegradowalne można podzielić na 2 grupy:

1. Biodegradowalne tworzywa sztuczne z odnawialnych źródeł
2. Biodegradowalne tworzywa sztuczne z surowców kopalnych



## BIODEGRADOWALNE TWORZYWA SZTUCZNE ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH

- Skrobia termoplastyczna (TPS)
- Polihydroksyalkaniany; PHA (wytworzone przez mikroorganizmy) PHBV, P3HB, P4HB, PHV
- Polilaktyd (kwas polimlekowy, PLA)
- Tworzywa sztuczne na bazie celulozy

Te polimery często pojawiają się w mieszankach



## BIODEGRADOWALNE TWORZYWA SZTUCZNE Z SUROWCÓW KOPALNYCH

Poliestry wykonane z surowców kopalnych, w tym:

- Syntetyczne poliestry alifatyczne - polikaprolakton (**PCL**);
- Syntetyczne i półsyntetyczne kopolimery alifatyczne (**AC**) i poliestry (**AP**);
- Syntetyczne kopolimery alifatyczno-aromatyczne (**ACC**);
- Polimery rozpuszczalne w wodzie - poli (alkohol winylowy) (**PVOH**)





# MATERIAŁY - BIOTWORZYWA

## WYROBY Z BIODEGRADOWALNYCH TWORZYW SZTUCZNYCH



Tworzywa biodegradowalne nie są przeznaczone do **utylizacji w naturze !!!**

**Biodegradowalność** nie jest funkcją **pochodzenia surowca**, a jest **związana tylko ze strukturą!**

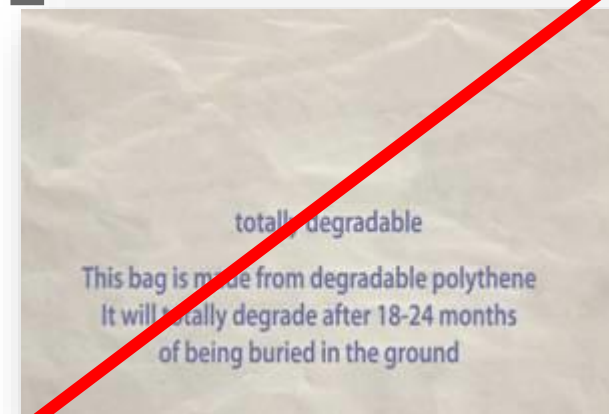




## TWORZYWA 'OKSY-DEGADOWALNE'

Materiały promowane agresywnie, dostępne na rynku (**zakazane od 2021!**)

- katalizator utleniania jest dodawany do nieulegających degradacji tworzyw sztucznych
- Kataliza termiczna i / lub fotoaktywowana
- Fragmentacja nie jest rozstrzygająca
- Biodegradacja, np. mineralizacja nie została udowodniona.
- NIE biodegradowalny, nie kompostowalny, dostępny na rynku - wprowadzający w błąd GREENWASHING !!



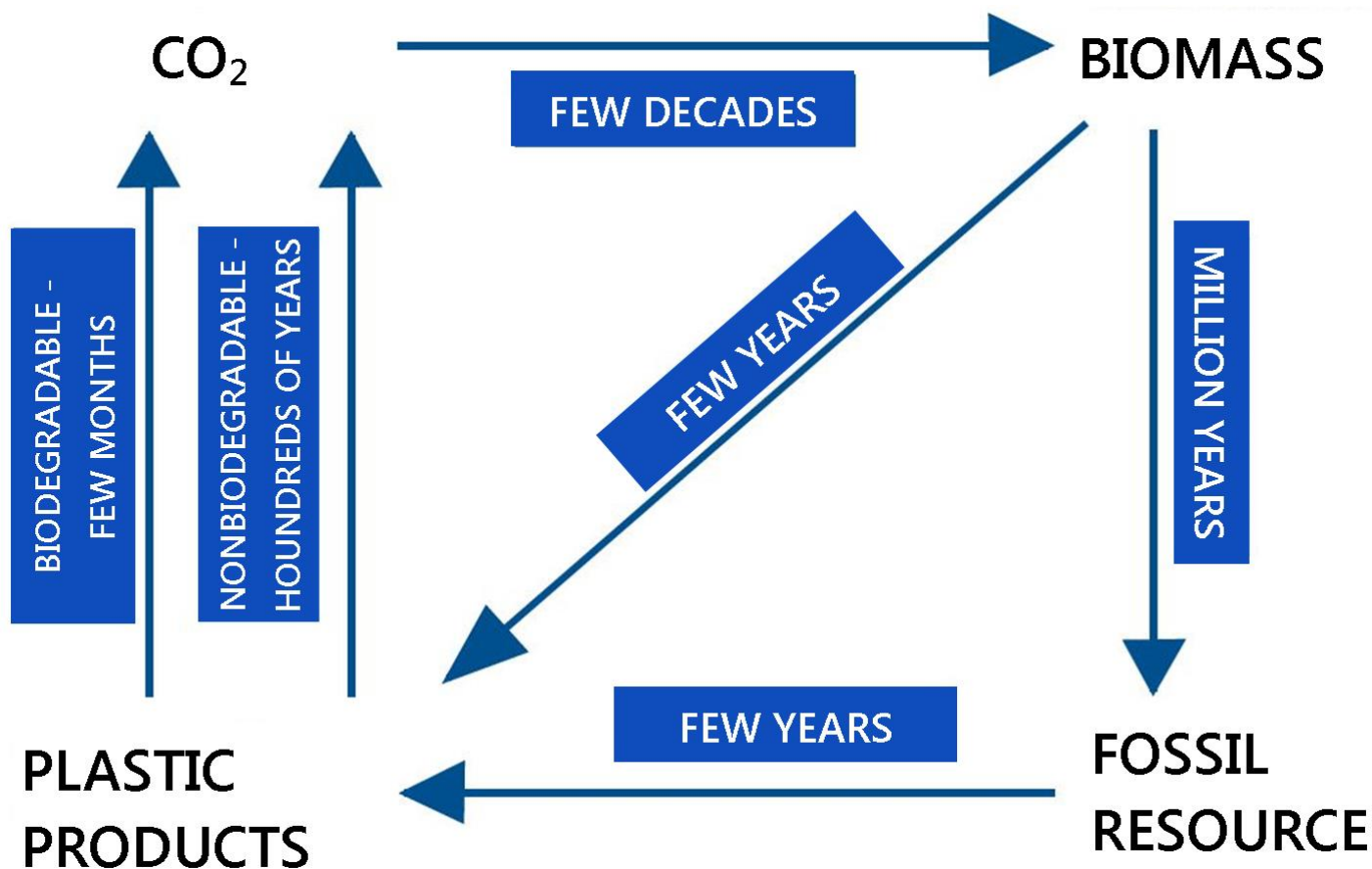
## TWORZYWA *BIOBASED* ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH

### Biobased - pochodzący z biomasy, wykonany z surowców odnawialnych

- Tworzywa sztuczne mogą być w całości lub częściowo oparte na biomasie (=surowcach odnawialnych). Wykorzystanie zasobów odnawialnych powinno prowadzić do większej zrównoważoności tworzyw sztucznych ze względu na niższy ślad węglowy.
- Chociaż zasoby kopalne są naturalne, nie są odnawialne i nie są uważane za podstawę dla tworzyw sztucznych pochodzenia organicznego.



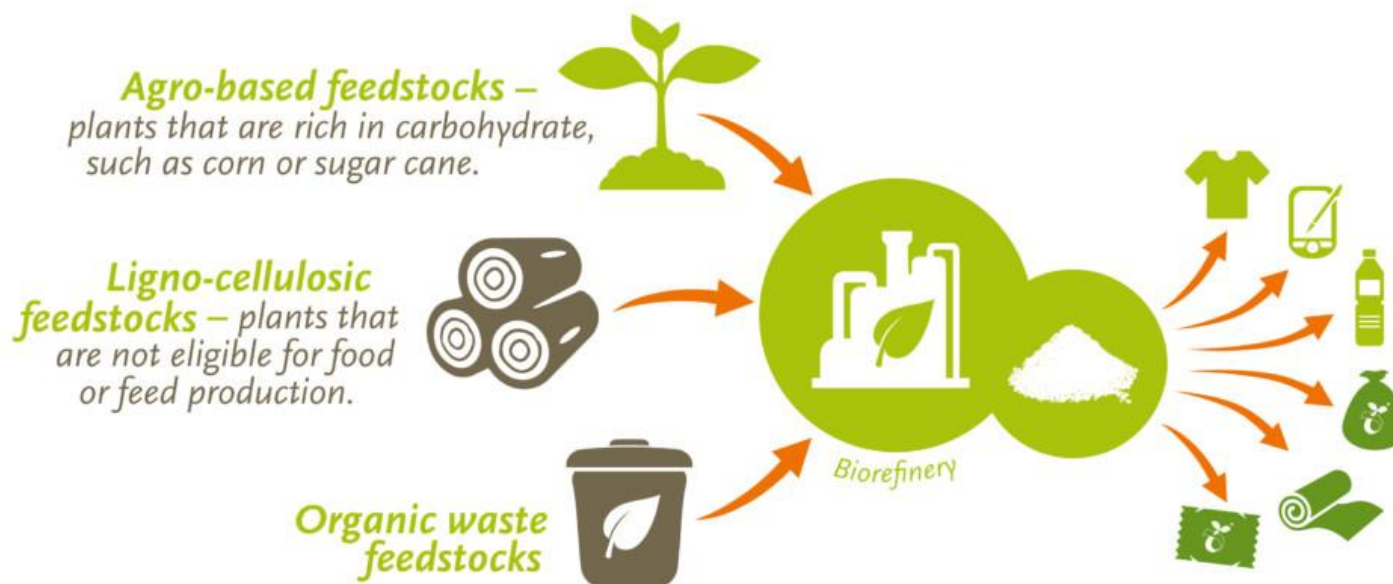
## OBIEG WĘGLA



Source: R. Narayan



Bio-based plastics are made from a wide range of renewable **BIO-BASED** feedstocks.



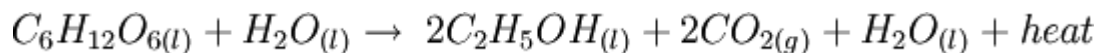
© European Bioplastics



## ZIELONY POLIETYLEN (PE)

Tworzywo wykonane z etanolu, otrzymywanego z trzciny cukrowej.

- Ekwiwalent tradycyjnego PE with o tej samej strukturze chemicznej: -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-
- 100 % z surowców odnawialnych (ASTM 6866)
- NON-biodegradowalny
- Braskem 2009, 200.000 t/a,  
Dow 2011, 350,000 t/a



Trzcina cukrowa

↓ fermentacja,  
destylacja

Etanol

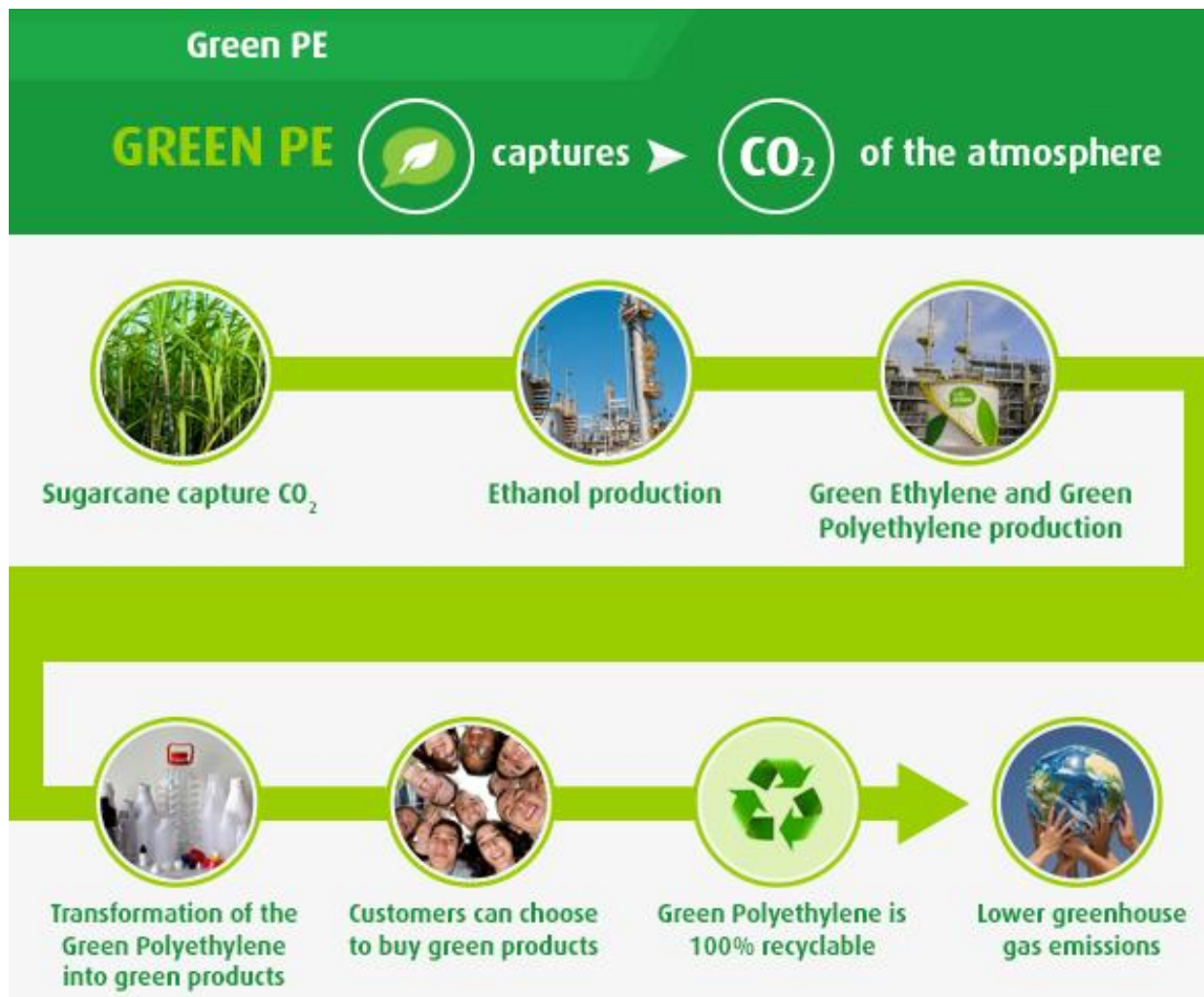
↓ dehydratacja

Etylen

↓ polimeryzacja

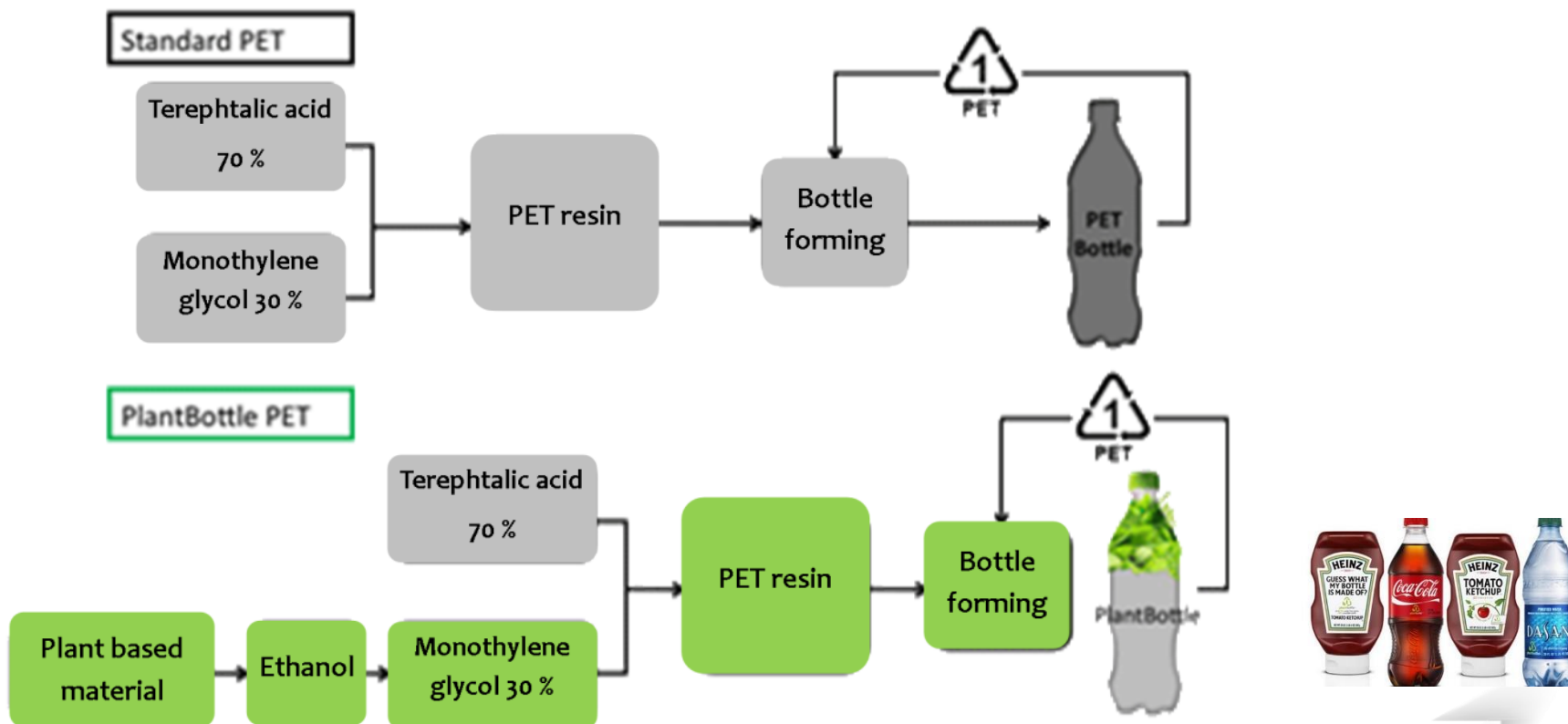
PE





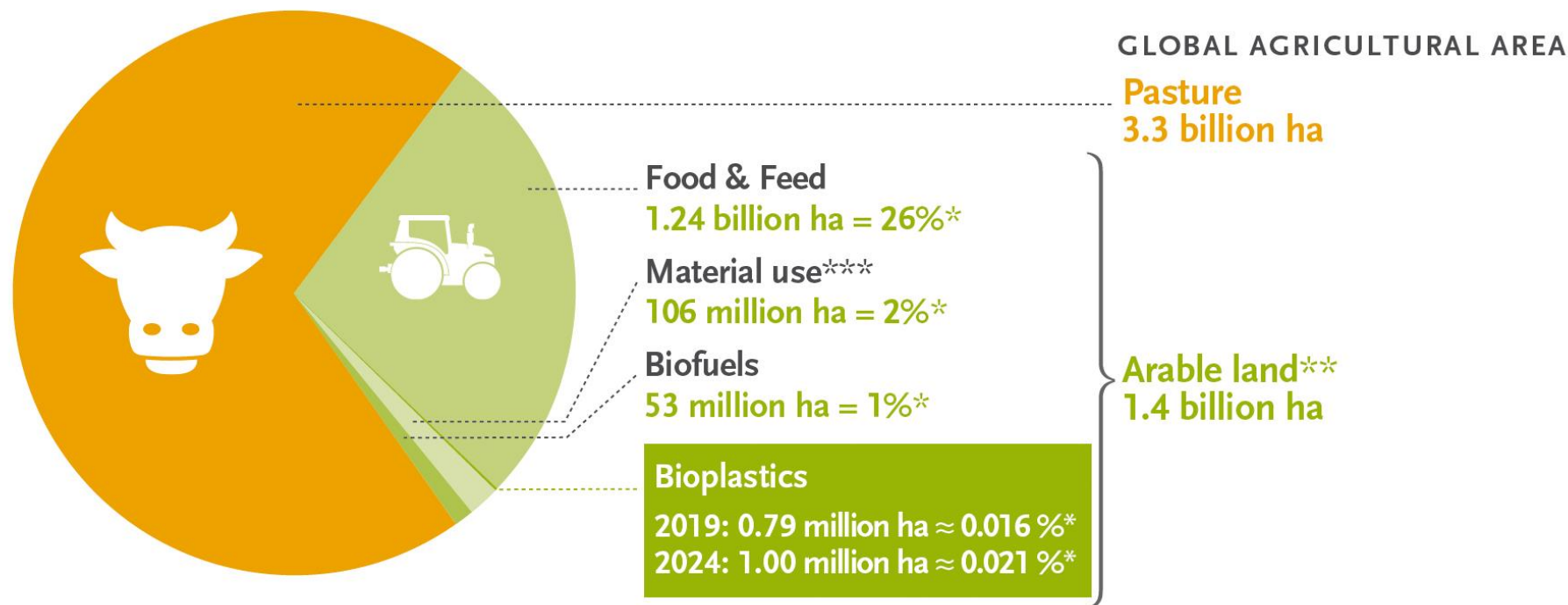


## BIO PET / ZIELONY PET





## Land use estimation for bioplastics 2019 and 2024



Source: European Bioplastics (2019), FAO Stats (2017), nova-Institute (2019), and Institute for Bioplastics and Biocomposites (2019). More information: [www.european-bioplastics.org](http://www.european-bioplastics.org)

\* In relation to global agricultural area  
\*\* Including approx. 1% fallow land  
\*\*\* Land-use for bioplastics is part of the 2% material use

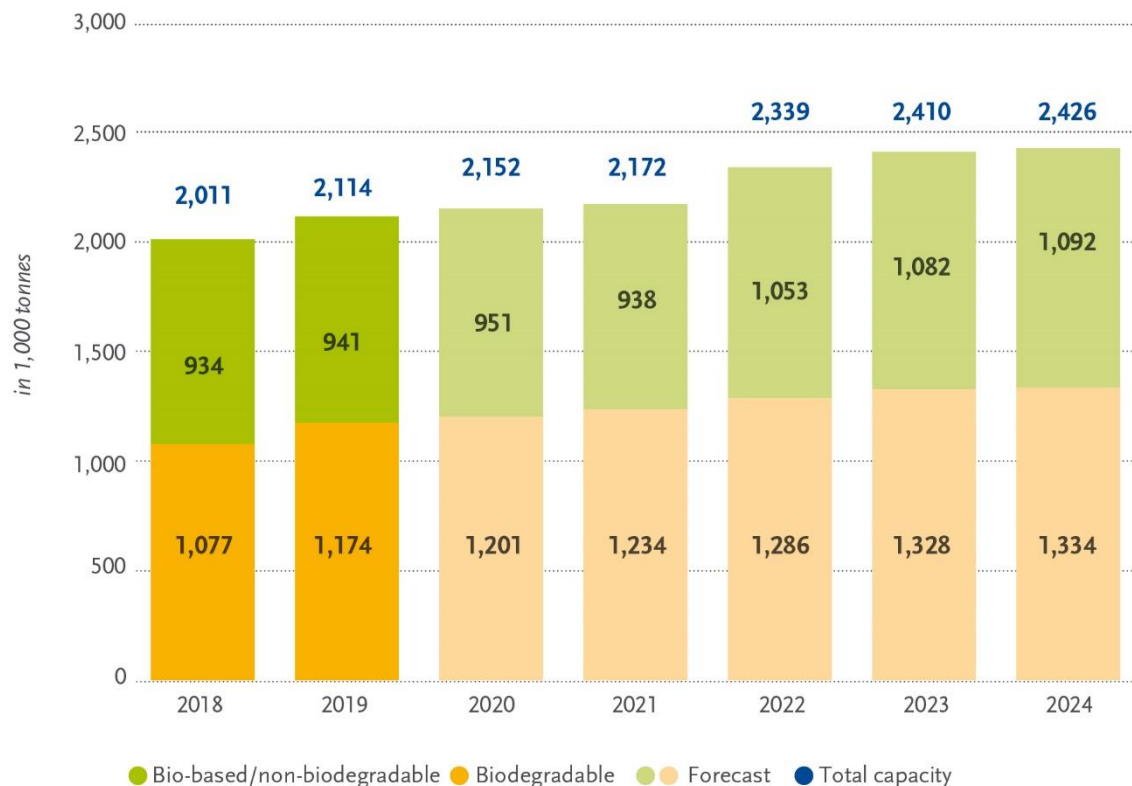


## BIOTWORZYWA DOSTĘPNE NA RYNKU

| Biodegradable / Compostable   | Biodegradable / Compostable AND biobased   | Biobased   |
|---|--|--|
| <p>Synthetic Polyesters (BASF, Mitsubishi, a.o.)</p> <p>Polyvinyl alcohol</p> | <p>Poly lactide PLA (NatureWorks, Purac/Synbra, Futerro)</p> <p>Starch based materials (Novamont, Sphere-Biotec, Plantic, a.o.)</p> <p>Cellulose based materials (Innovia, a.o.)</p> <p>PLA compounds / blends (BASF, FKUR, a.o.)</p> <p>Polyhydroxyalkanoate PHA (Telles, Kaneka, a.o.)</p> | <p>Bio-PDO based polymers (DuPont)</p> <p>PE from Bioethanol (Braskem, DOW)</p> <p>PET from Bioethanol (Coca-Cola)</p> <p>PVC from Bioethanol (SolVin, announced)</p> <p>PP from Bioethanol (Braskem, announced)</p> <p>Polyamides PA 6.6.9 / 6.10 / 11 (Arkema, BASF, a.o.)</p> |



## Global production capacities of bioplastics

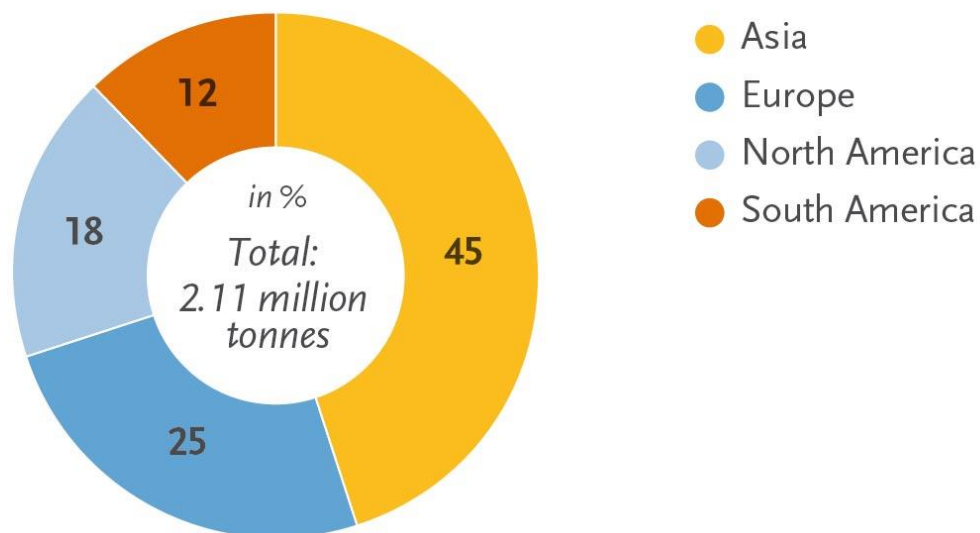


Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019)  
 More information: [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)



## Global production capacities of bioplastics in 2019 (by region)

---

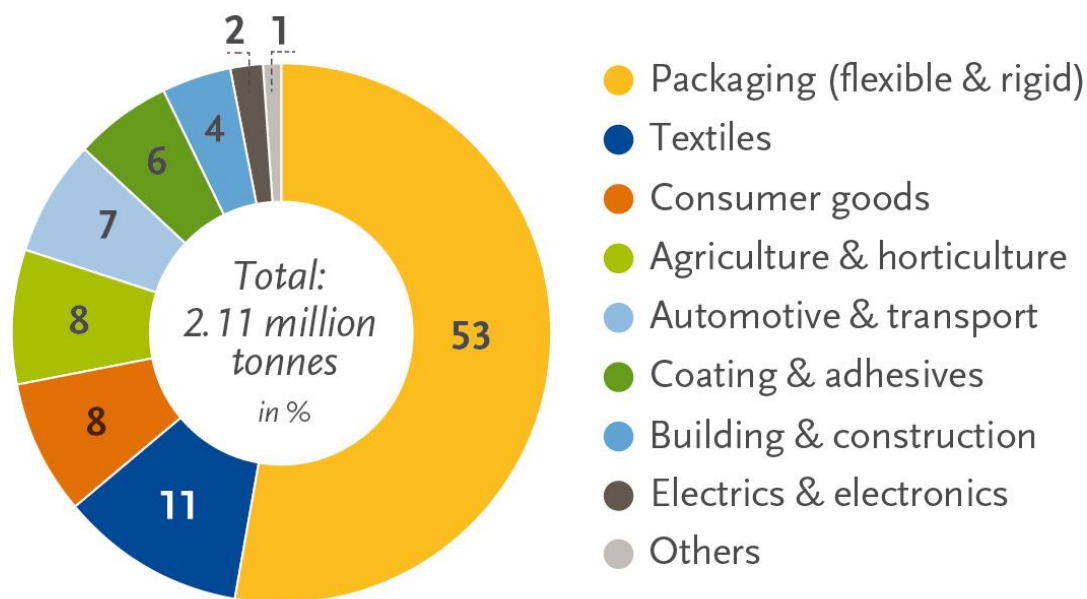


---

Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019). More information:  
[www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)



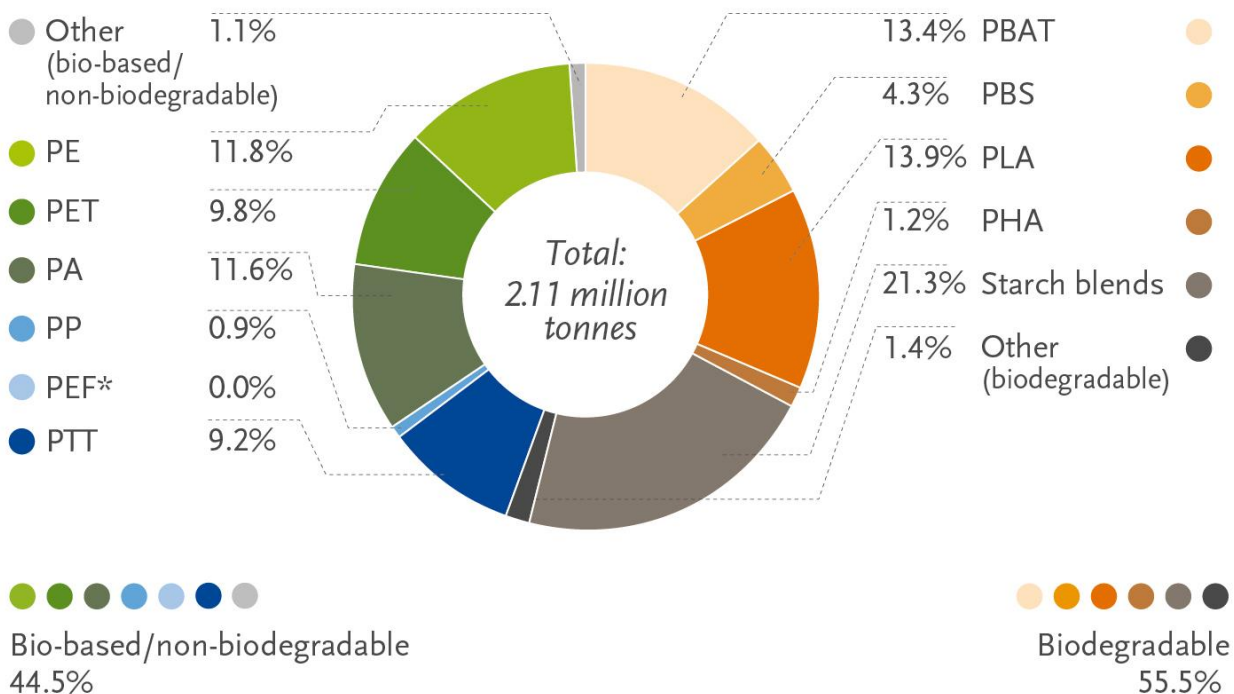
## Global production capacities of bioplastics in 2019 (by market segment)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019). More information:  
[www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)



## Global production capacities of bioplastics 2019 (by material type)



\*PEF is currently in development and predicted to be available in commercial scale in 2023.

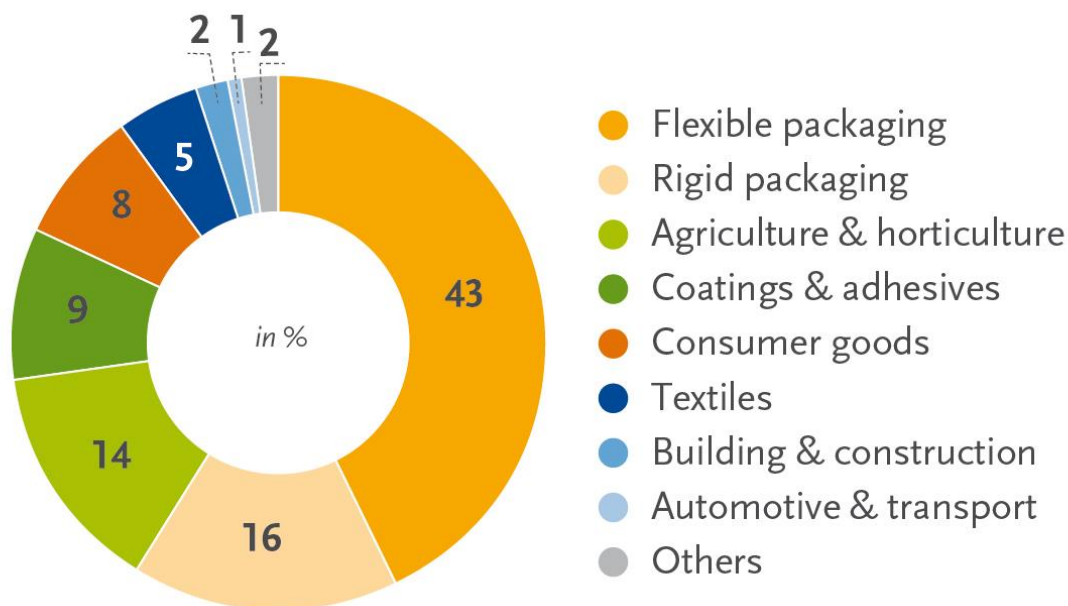
Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019)

More information: [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)





## Biodegradable plastics (by market segment) 2019

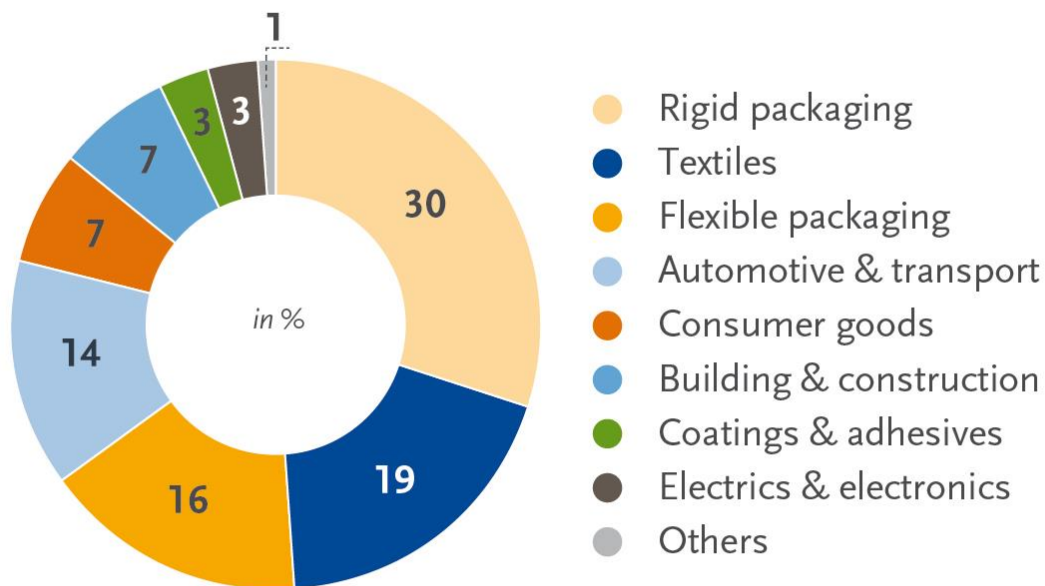


Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019). More information:  
[www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)





## Bio-based plastics (by market segment) 2019



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019). More information:  
[www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)



## Part 3

# Biokompozyty



## SPOSOBY ŁĄCZENIA BIOTWORZYW Z PAPIEREM

- Laminacja
- Powlekanie przez wytłaczanie



## PROCES LAMINACJI

### Bezrozpuszczalnikowy

Tam, gdzie stosowane kleje nie zawierają rozpuszczalników. Klej bezrozpuszczalnikowy ogólnie wskazuje na określony rodzaj kleju składający się z dwóch składników reagujących ze sobą, a zatem niewymagający suszenia.



## LAMINACJA

### Zalety:

- łatwość obsługi
- krótka konfiguracja
- mniej odpadów
- **niskie MOQ**
- mniej operatorów (1 osoba)
- może być używany jako krajalnica

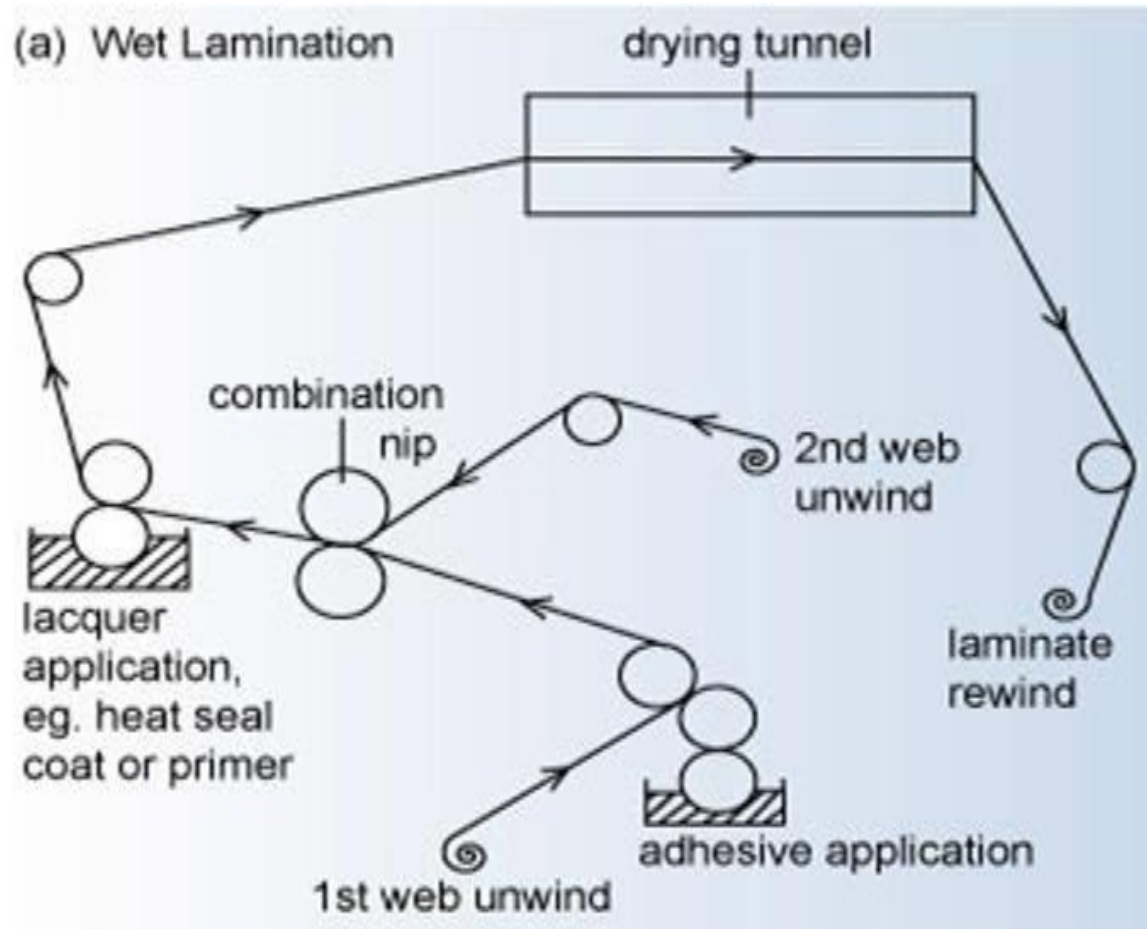


## LAMINACJA

### Wady:

- dodatkowy koszt produkcji rolki biotworzywa (wytłaczanie z rozdmuchem)
- dodatkowy koszt klejów / kleju
- kleje / klej również musi być nierozpuszczalny i biodegradowalny!
- ryzyko złej przyczepności (papier może usuwać klej)
- czas wykończenia jest długi (musi wyschnąć)
- większa grubość dla tej samej jakości



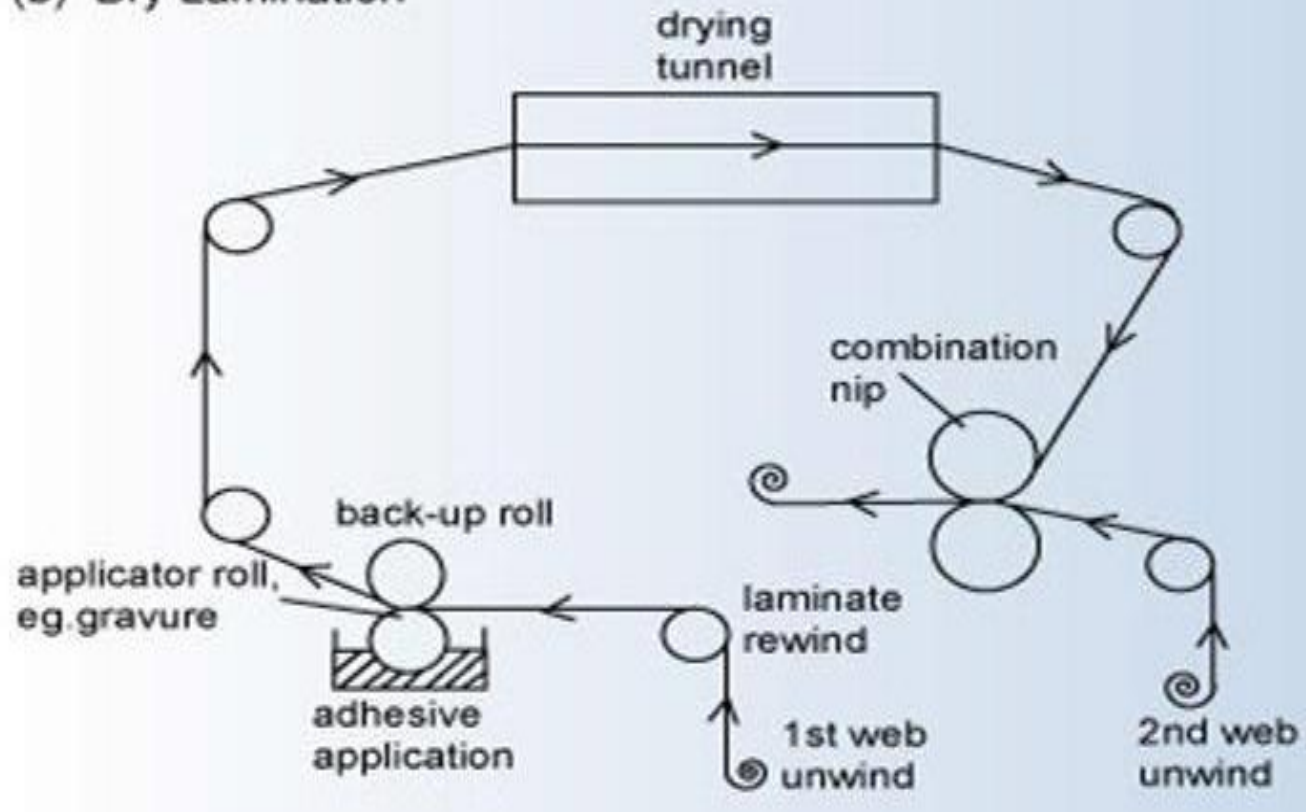


<https://www.bobst.com/baen/products/laminating-flexible-materials/process/>





(b) Dry Lamination

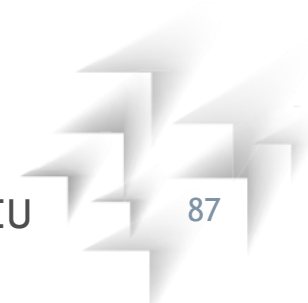


<https://www.bobst.com/baen/products/laminating-flexible-materials/process/>



## POWLEKANIE PRZEZ WYTŁACZANIE

**Powlekanie** przez wytłaczanie i laminowanie przez wytłaczanie to procesy przetwarzania, które umożliwiają łączenie podłoży w celu uzyskania pojedynczej struktury złożonej. Materiałami mogą być bioplastiki, papier, karton lub folie aluminiowe.



## PROCES POWLEKANIA PRZEZ WYTŁACZANIE

W procesie powlekania wytłaczarka wtłacza stopioną żywicę termoplastyczną przez poziomą matrycę szczelinową na ruchomą wstęgę podłoża. Powstały produkt jest trwale pokrytą strukturą sieciową. Laminowanie ekstruzyjne jest procesem podobnym do powlekania ekstruzyjnego, w którym żywica jest wytłaczana pomiędzy dwoma podłożami i działa jako spoiwo.



## PROCES POWLEKANIA PRZEZ WYTŁACZANIE

Wewnątrz linii do powlekania i laminowania podłoża i stopiony materiał są docinane na stanowisku łączącym. Składa się on z dużego walca, walca dociskowego i przeciw-dociskowego walca chłodzonego wodą. Połączenie nacisku między rolkami i temperatury umożliwia uzyskanie prawidłowego poziomu przyczepności.



## POWŁOKI WYTŁACZANE - ZASTOSOWANIE

Linie do powlekania przez wytłaczanie i laminowania są zwykle budowane na zamówienie i mogą być skonfigurowane do różnych zastosowań, w tym do opakowań elastycznych i folii przemysłowych.

Laminatory z powłoką wytłaczaną dostarczają połączone podłoże, którego elementy składowe byłyby bardzo trudne do rozdzielenia. Połączone podłoże cechuje się wysoce ulepszonymi właściwościami fizycznymi i skutecznością ochrony barierowej po elementach składowych.



## POWLEKANIE METODĄ WYTŁACZANIA

### Zalety:

Wysoka zdolność produkcyjna

Ekonomiczność

Stać przyczepność

Brak czasu zakończenia

Bez kleju

Nie trzeba wytłaczać materiału powłokowego

Stać i mała grubość



## POWLEKANIE METODĄ WYTŁACZANIA

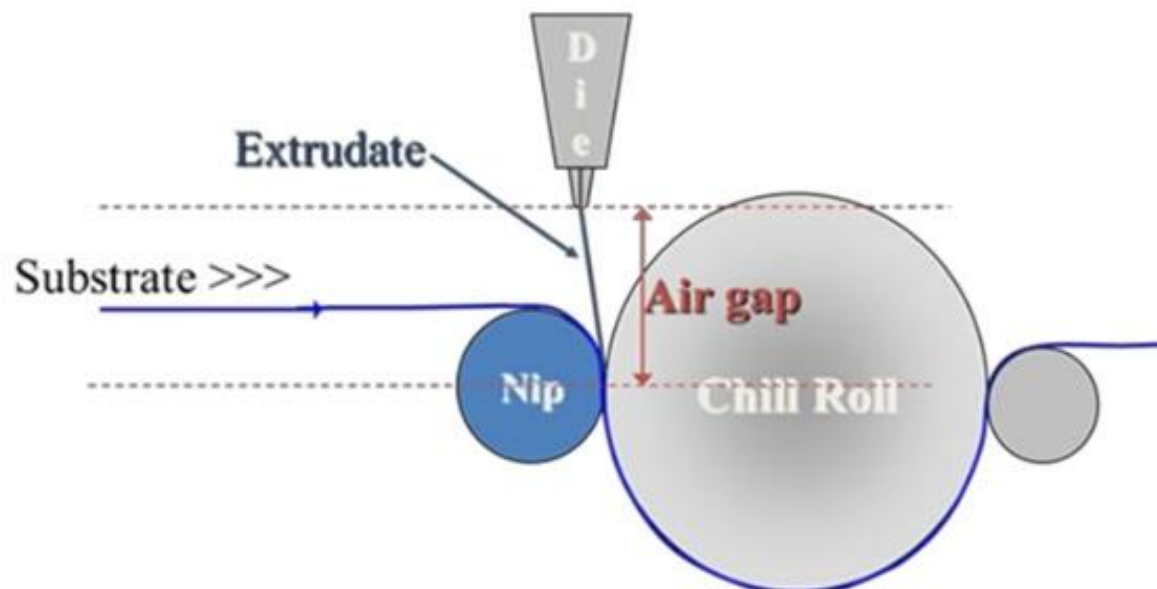
### Wady:

- Extra HR (min. 2 osoby)
- Długa konfiguracja
- Wymagany specjalny system suszenia
- Wymagana specjalna konstrukcja śruby
- Duże MOQ





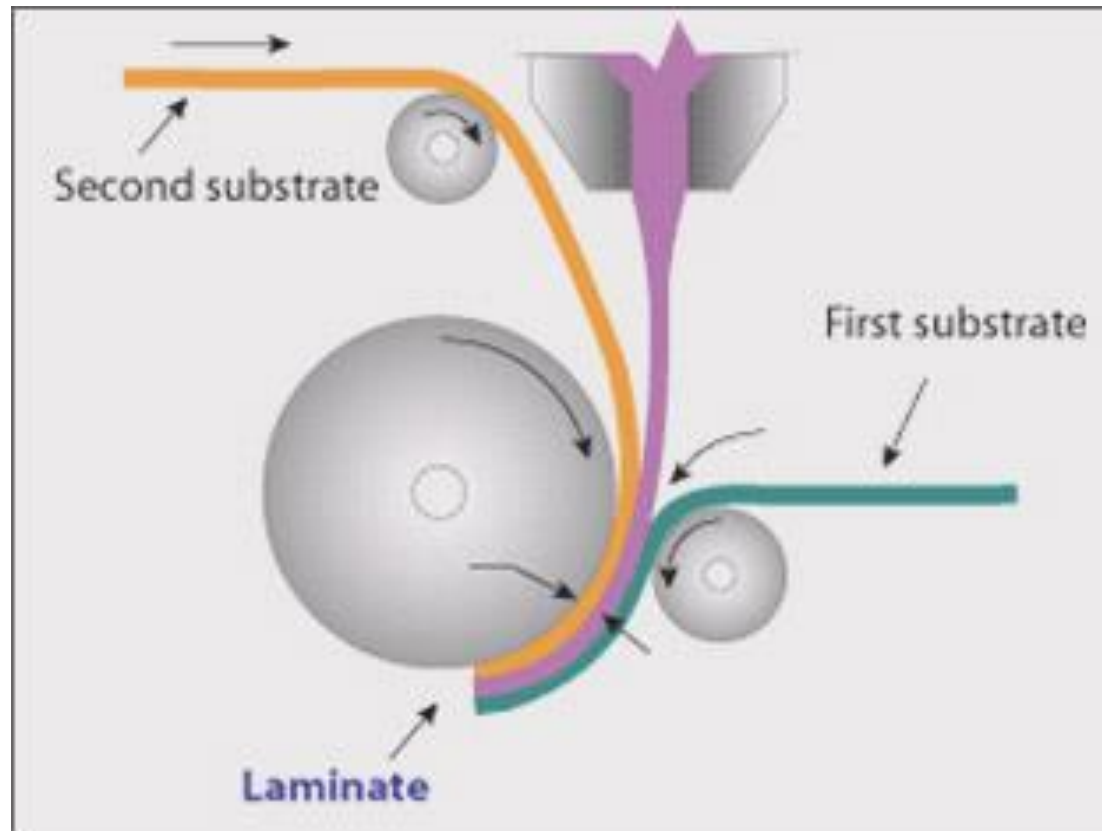
## Paperboard Extrusion Coating



<https://www.slideshare.net/CCareyYangPhD/yang-biopolymer-extrusion-coating-ppt-flexpackcon-2016>

<https://www.bobst.com/usen/products/extrusion-coating-laminating/process/>





<https://www.slideshare.net/CCareyYangPhD/yang-biopolymer-extrusion-coating-ppt-flexpackcon-2016>

<https://www.bobst.com/usen/products/extrusion-coating-laminating/process/>



# THANK YOU!!



## THANK YOU!

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

