



# PACKALL

PackAlliance:  
European alliance for innovation training  
& collaboration towards future packaging

## Linking **Academy** to **Industry**.

### Program szkolenia: moduły

- Moduł 1. Nowe materiały i biomateriały.
- **Moduł 2. Ekoprojektowanie i innowacyjne procesy produkcyjne.**
- Moduł 3. Zaangażowanie obywateli i konsumentów.
  - Moduł 4. Zarządzanie i waloryzacja odpadów.



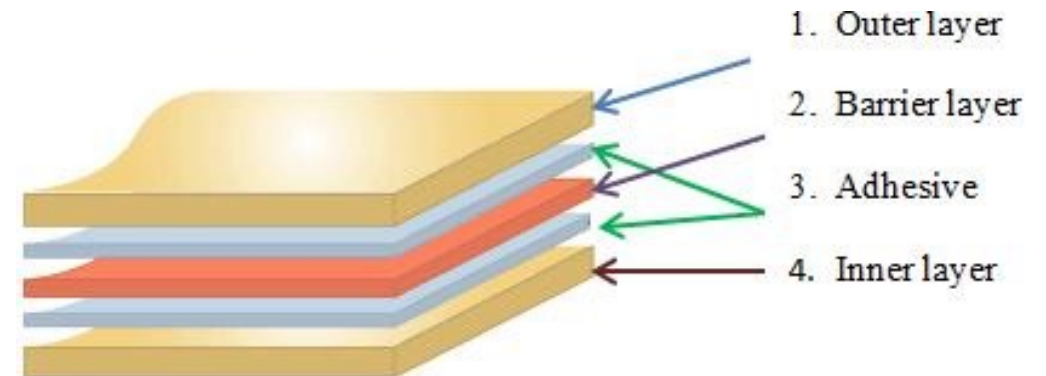
Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.  
This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Folie wielowarstwowe są wytwarzane przez łączenie kilku żywic o różnych właściwościach w celu wytworzenia produktów o połączonych cechach, które nie są możliwe przy użyciu jednej żywicy. Folie wielowarstwowe stosowane są głównie w opakowaniach do żywności, gdzie specyficzne żywice o takich cechach jak:

- odporność na wilgoć
- bariera tlenowa
- folia do twardości
- ulepszona termozgrzewalność
- poprawiony wygląd



są łączone w celu wytworzenia ulepszanego produktu przy niższych kosztach.

## KONSTRUKCJE SĄ GENEROWANE W OPARCIU O NASTĘPUJĄCE WYMAGANIA:

- Polimer w kontakcie z żywnością
- Wymagania dotyczące bariery dla tlenu i wilgoci
- Zmiana smaku żywności
- Uszczelnienie opakowania
- Przezroczystość
- Możliwość nadruku na zewnętrznej powierzchni

PC	Optical transparency, temperature resistance, surface gloss, impact, puncture resistance, high cost
PET	Puncture resistance, transparency, inexpensive high temperature resin
Polyvinylidene Chloride (PVDC)	Inexpensive, oxygen barrier, clear, tough, clings to container in use
EVOH	Oxygen barrier, clear, reasonable moisture resistance, numerous ethylene contents available, flavor retention

Polymer	Attributes
LDPE	Processability, transparency, moisture resistance, low cost, readily available, numerous types, weldable
LLDPE	Readily available, inexpensive, transparency, strength, weldable
HDPE	Strength, rigidity, toughness, large number of flow grades, higher processing temperature than LDPE
EVA	Puncture resistance, weldable, use as a tie layer, good adhesion to PP
Ionomer	Puncture resistance, weldable, good adhesion to polyimide
PP	High stiffness, wide processing window, many grades, tough, readily available, good moisture resistance
Polyamide	Flavor and aroma barrier, good chemical resistance, higher temperature

Ponieważ niektóre systemy żywic, które zapewniają unikalne właściwości, nie są kompatybilne, do związania ze sobą struktur, konieczne są **warstwy wiążące** lub **warstwy klejące** pomiędzy niekompatybilnymi żywicami.

Material	LDPE	LLDPE	HDPE	Ionomer	EVA	PP	PA6	PET	PC	EVOH	PS
LDPE	GA										
LLDPE	GA	GA				Generalnie żywice polarne przylegają do żywic polarnych, a żywice niepolarne do żywic niepolarnych.					
HDPE	GA	GA	GA								
Ionomer	V	V	V	GA							
EVA	GA	GA	GA	TL	GA						
PP	TL	TL	TL	TL	GA	GA					
PA 6	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA				
PET	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA			
PC	TL	TL	TL		TL	TLTL	TL	TL	GA		
EVOH	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA	TL	TL	GA	
PS	TL	TL	TL	V	TL	TL	TL	TL	TL	TL	GA

GA = Good Adhesion  
TL = Need for Tie Layer or Adhesive to Provide Bonding  
V = Variable Adhesion Depends on Resin Type



## MATERIAŁY WYKORZYSTYWANE JAKO WARSTWY WIĄŻĄCE OBEJMUJĄ:

- ✓ EVA, EVA modyfikowana bezwodnikiem, EVA modyfikowana akrylanem kwasowym
- ✓ LDPE modyfikowany bezwodnikiem maleinowym (lub HDPE, LLDPE, PP)
- ✓ Akrylan etylenu modyfikowany kwasem
- ✓ Akrylan etylenu modyfikowany bezwodnikiem maleinowym
- ✓ Akrylan metylu etylenu
- ✓ Akrylan etylenu etylowego

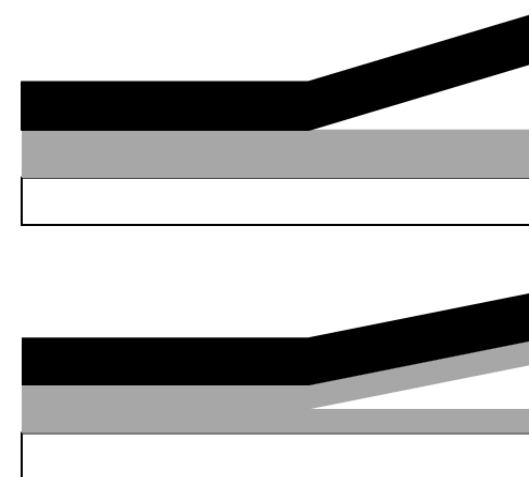
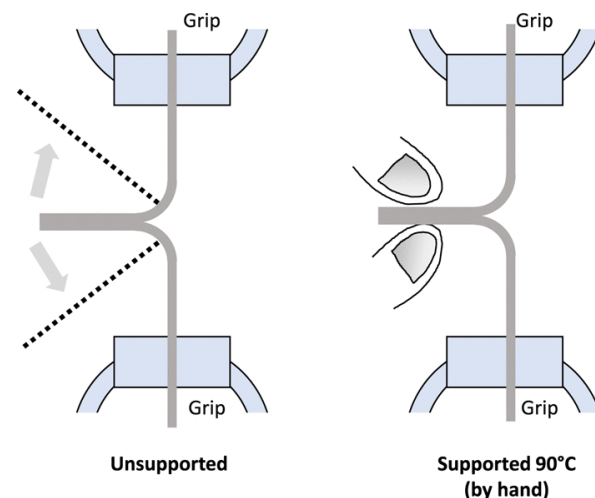
## PRZYCZEPNOŚĆ MIĘDZY ŻYWICAMI A WARSTWĄ WIAZANIA MOŻE WYSTĄPIĆ POPRZECZ:

- ❑ splątanie łańcucha molekularnego w fazie stopionej,
- ❑ współkryształizacja,
- ❑ wiązanie kowalencyjne lub wiązanie wodorowe,
- ❑ Siły Van der Waala lub oddziaływanie dipol-dipol

## W PROCESACH WSPÓŁEKSTRUZJI NA POZIOM PRZYCZEPNOŚCI MAJĄ WPŁYW:

- ❑ Grubość warstwy wiązania
- ❑ Zwiększona funkcjonalność w warstwie wiązania
- ❑ Temperatura topnienia
- ❑ Czas kontaktu

Siłę wiązania pomiędzy różnymi warstwami w strukturze wielowarstwowej mierzy się za pomocą testu T-peel. Mierzona jest siła potrzebna do rozerwania warstw za pomocą uniwersalnego testera naprężenia i odkształcenia. Dwa różne mechanizmy niszczenia warstwy wiążącej to zniszczenie adhezyjne i zniszczenie kohezyjne.



ADHEZYJNE ZNISZCZENIE

KOHEZYJNE ZNISZCZENIE

## Szybkość transmisji tlenu przy 0% wilgotności względnej

Material	5°C <sup>1</sup>	23°C <sup>1</sup>	35°C <sup>1</sup>	50°C <sup>1</sup>
EVOH – 27% ethylene	0.022	0.095	0.231	0.637
EVOH – 38% ethylene	0.090	0.395	0.946	2.600
EVOH – 48% ethylene	1.034	1.800	2.700	6.110
PVDC <sup>3</sup> – Saran MA	0.093	1.240	4.464	19.80
AN <sup>4</sup> – Barrex 210	2.325	12.40	31.00	95.00
MXD6 nylon	0.670	2.325	4.430	14.26
Oriented PA6	7.590	25.59	51.15	
Non-Oriented PA6	22.30	78.74	154.9	
Oriented PET	10.23	35.64	79.04	260.0
HDPE		2325	4448	
LDPE		8586	11547	
Oriented PP		2526	3146	
PS		4030		

<sup>1</sup>. Units = cc. 25µ/m2 \* 24hr \* atm

## BARRIER RESINS



### Szybkość transmisji pary wodnej

Material	g 25µ/m <sup>2</sup> /24 hrs
BOPP <sup>1</sup>	5.9
HDPE	5.9
PP	10.7
LDPE	17.7
PET	20.2
UPVC <sup>2</sup>	46.5
PS	131.8
PC	170.5
EVOH 38% ethylene	32.6
PVDC	3.4
AN – Barex <sup>®3</sup>	94.6
MXD6 nylon	50

Żywnice barierowe są zwykle umieszczane w środku struktury folii opakowaniowej, aby zapewnić odporność na przenikanie tlenu (O<sub>2</sub>), wilgoci (H<sub>2</sub>O), dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) lub azotu (N<sub>2</sub>) z zewnątrz opakowania do środka lub do środka opakowania na zewnątrz.

- ✓ Przenikanie tlenu z zewnątrz do opakowania żywności może powodować psucie się, degradację, utratę smaku, a w niektórych przypadkach zmianę koloru.
- ✓ Przenikanie gazów z wnętrza konstrukcji opakowania na zewnątrz może spowodować rozplaszczanie się napojów gazowanych
- ✓ Wysokie szybkości przepuszczania pary wodnej mogą powodować wysychanie składników w opakowaniu lub odwrotnie, pozwalają składnikom na wchłanianie wilgoci i rozmiękanie.

# POTENCJALNE KONSTRUKCJE WIELOWARSTWOWE

Two Layer Coextruded Structures



A B A B

Three Layer Coextruded Structures



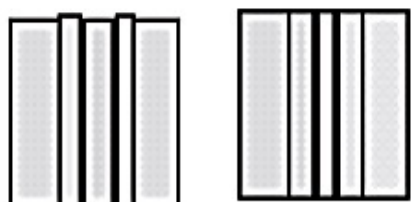
B A B A G B A C D

Four Layer Coextruded Structure



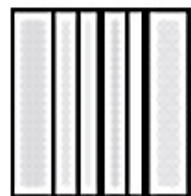
A C G B

Five Layer Coextruded Structures



AGCGA A CGED

Six Layer Coextruded Structure



AEGCGD

Seven Layer Coextruded Structure



BAGCGAB

A = Main resin layer  
B = Outer or top layer (heat seal, gloss, antistatic, or colored)  
C = Barrier layer  
D = Second resin layer  
E = Recycle layer  
G = Adhesive layer



# PACKALL

PackAlliance:  
European alliance for innovation training  
& collaboration towards future packaging

## Linking Academy to Industry.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI SALERNO



Copyright: CC BY-NC-SA 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

With this license, you are free to share the copy and redistribute the material in any medium or format. You can also adapt remix, transform and build upon the material.

**However only under the following terms:**

**Attribution** — you must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

**NonCommercial** — you may not use the material for commercial purposes.

**ShareAlike** — if you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original.

**No additional restrictions** — you may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

