



INŻYNIERIA MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Droga Do nieskończonych Możliwości Zastosowań

Jacek SZCZERBA
WWW.TWORZYWA.PL
M. +48 600 301 572

PLASTPOL Kielce | 24 maja 2023

PLASTICS  LIFE

ANALYTICS DASHBOARD

Last Updated:
3 min ago

92%

Data Availability



More info

95%

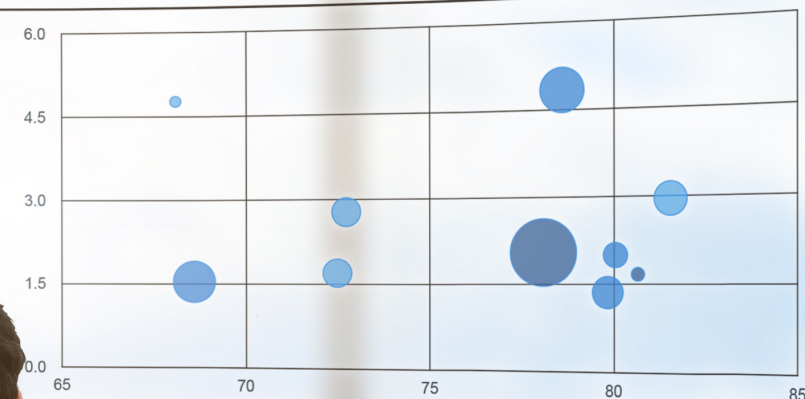
Actual vs Target



More info

Evolution	Metric	Actual vs Target	Actual	Target
	Revenue		\$3.4M	82.0%
	Profit		\$1.2M	108.7%
	● Avg. Order Size		\$850.3	71.0%
	On Time Delivery		96.0%	96.0%
	New Customers		15432	145.0%
	Cust. Satisfaction		98.3%	105.0%
	Market Share		46.9%	80.0%

Products positioning



Sales per countries



Top 10 products

430



EUOPREJSKI PRZEMYSŁ TWORZYW SZTUCZNYCH (DANE WSKAŹNIKOWE 2021)

(UE27 + NORWEGIA I SZWAJCARIA | WIELKA BRYTANIA)

03/47



ZATRUDNIENIE

Europejski przemysł TS bezpośrednio zatrudnia ponad 1,5 mln osób (2021).

W 2020 roku, pomimo tymczasowego spowolnienia, europejski przemysł tworzyw utrzymał zatrudnienie na poziomie z 2019 roku.



LICZBA PRZEDSIĘBIORSTW

W przemyśle tworzyw sztucznych działa ponad 52 tysiące przedsiębiorstw, w większości małych i średnich.

W 2020 roku liczba przedsiębiorstw nieznacznie spadła, jednak nadal przekracza 50 000, co pokazuje znaczenie tego sektora dla europejskiej gospodarki.



OBROTY

W roku 2021 obroty europejskiego przemysłu tworzyw sztucznych wyniosły 405 mld euro.

W 2020 roku obroty sektora nieznacznie spadły w porównaniu do roku 2019, głównie ze względu na wpływ pandemii COVID-19.



BILANS HANDLOWY

W roku 2021 bilans handlowy europejskiego przemysłu tworzyw sztucznych był dodatni i wyniósł 14.4 mld EUR.



RECYKLING

W 2020 roku w Europie (UE27+3) ponad 10 mln ton pokonsumenckich odpadów tworzyw zostało zebrane i przekazane do poddania recyklingowi

W 2021 r. ok. 5,5 mln T pokonsumenckich recyklatów z TS zostało przywróconych do obiegu (UE27+3) co oznacza wzrost o około 20% (vs. 2020)



WARTOŚĆ DODANA

Przemysł tworzyw jest na 8. miejscu w Europie pod względem wkładu w PKB

Miejsce 7. zajmuje sektor produkcji urządzeń elektrycznych.



FINANSE PUBLICZNE

W roku 2019 wkład w finanse publiczne europejskiego przemysłu TS wyniósł 28,5 mld EUR



EFEKT MNOŻNIKOWY 2019 (1)

Jedno miejsce pracy w przemyśle TS generuje niemal 3 miejsca pracy w innych sektorach



EFEKT MNOŻNIKOWY 2019 (2)

Europejski przemysł tworzyw wykazuje 2,4-krotny efekt mnożnikowy na PKB

Produkcja TS Europa

57,2 mln T
50,1 mln T

Z surowców nieodnawialnych



Źródła:
PlasticsEurope – Tworzywa Fakty 2022
PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)
Conversio Market & Strategy GmbH

ZROZUMIEĆ TWORZYWA



Tworzywa sztuczne charakteryzują się:

- ❖ Względnie “małą” (dobłą) wytrzymałością mechaniczną
- ❖ **MAŁĄ GĘSTOŚCIĄ**
- ❖ Niskimi temperatury topnienia (niska temperatura użytkowania)
- ❖ Dużą rozszerzalnością cieplną
- ❖ Korzystnym współczynnikiem sztywności do gęstości
- ❖ Dużym skurczem przetwórczym (dla większości tworzyw)
- ❖ Są dobrymi izolatorami ciepła (i prądu elektrycznego)

Możliwość uzyskania:

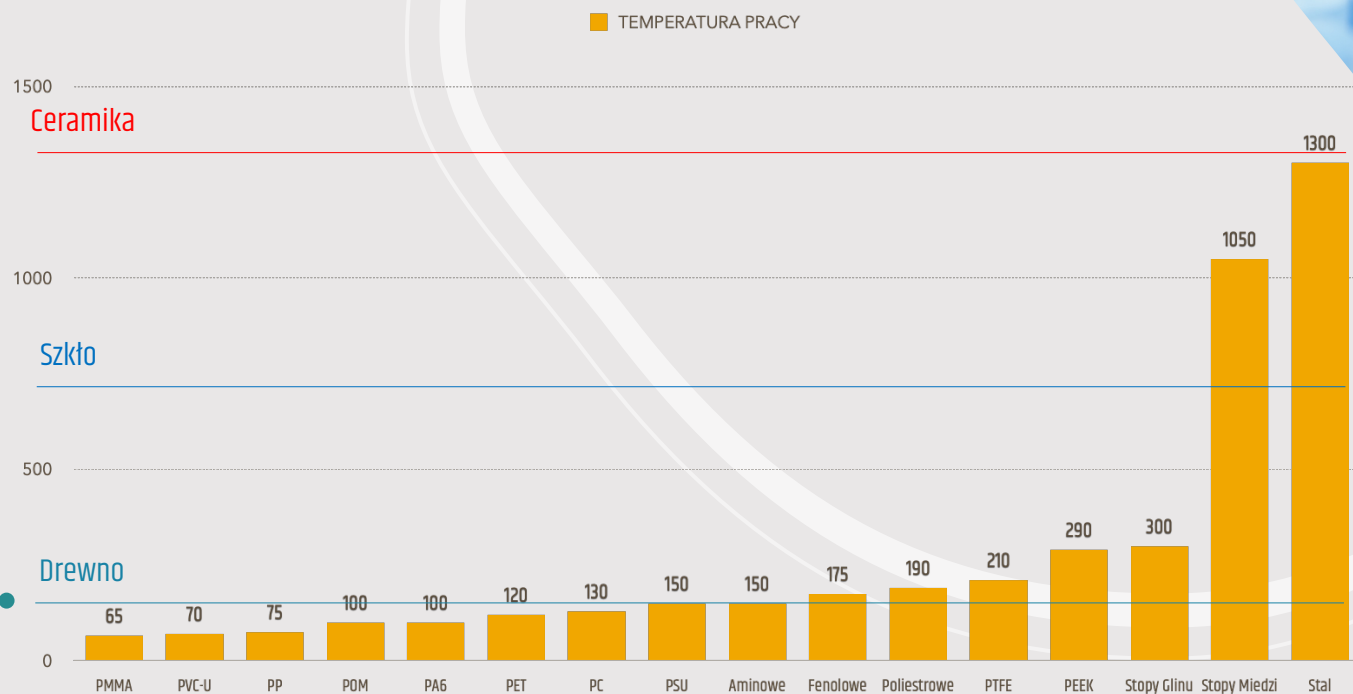
- ❖ **Lekkich i trwałych konstrukcji (ETP, LFRT)**
- ❖ Dobrego tłumienia drgań (elastomery)
- ❖ Bardzo dobrych izolatorów ciepła (tworzywa porowate)



Czy nie tego chcieliśmy?

Tworzywa sztuczne charakteryzują się:

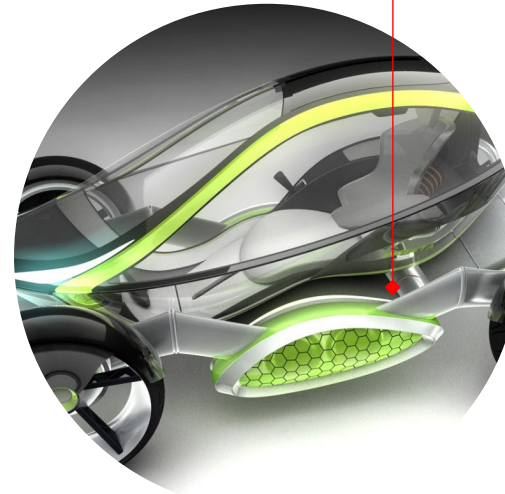
- ❖ Względnie “małą” (dobrą) wytrzymałością mechaniczną
- ❖ Małą gęstością
- ❖ Są dobrymi izolatorami ciepła i prądu elektrycznego
- ❖ Niskie temperatury topnienia (niska temperatura użytkowania)
- ❖ Duża rozszerzalność cieplna
- ❖ Korzystny współczynnik sztywności do gęstości
- ❖ Duży skurcz przetwórczy (dla większości tworzyw)



Dla tworzyw sztucznych jest rzeczą naturalną, że ich wytrzymałość i sztywność spada wraz ze wzrostem temperatury pracy. Obecnie przemysł chemiczny oferuje materiały, które mogą pracować w temperaturach do 300°C.

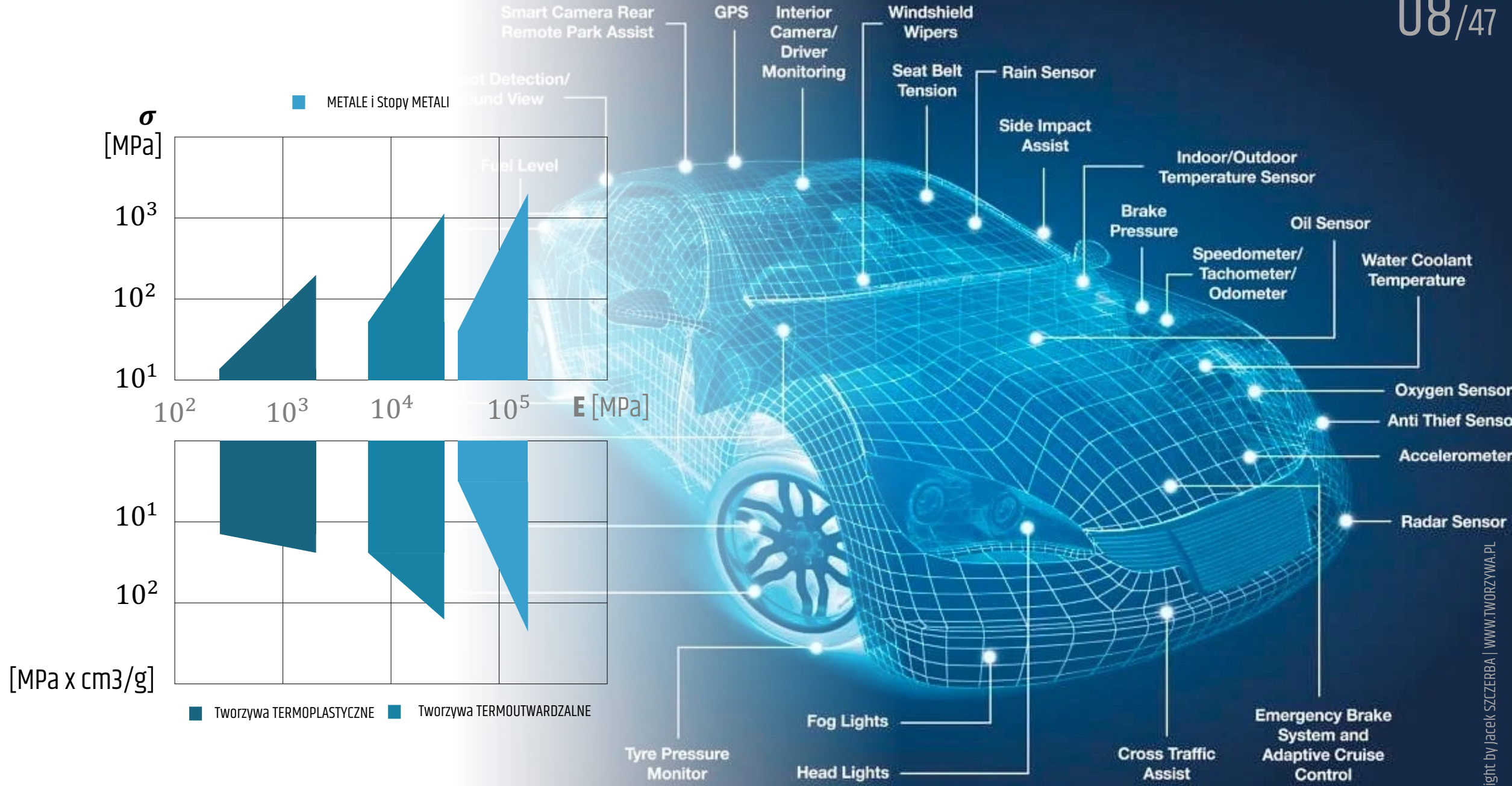
Powszechnie uważa się, że metale wykazują wyższą wytrzymałość mechaniczną w porównaniu z tworzywami sztucznymi.

Jednak przy nieco dokładniejszym zbadaniu tego zagadnienia można zauważyć, że niektóre właściwości mechaniczne materiałów polimerowych mogą być nawet lepsze niż właściwości większości metali, w zależności od rodzaju i zastosowanej metody modyfikacji.



Z punktu widzenia zastosowania materiałów polimerowych do budowy pojazdów samochodowych szczególnie interesującą cechą jest **wytrzymałość właściwa**, czyli stosunek wytrzymałości do ciężaru właściwego.

Parametr ten oznaczony ρ dla wielu gatunków tworzyw sztucznych, zwłaszcza wzmocnionych, przewyższa metale.

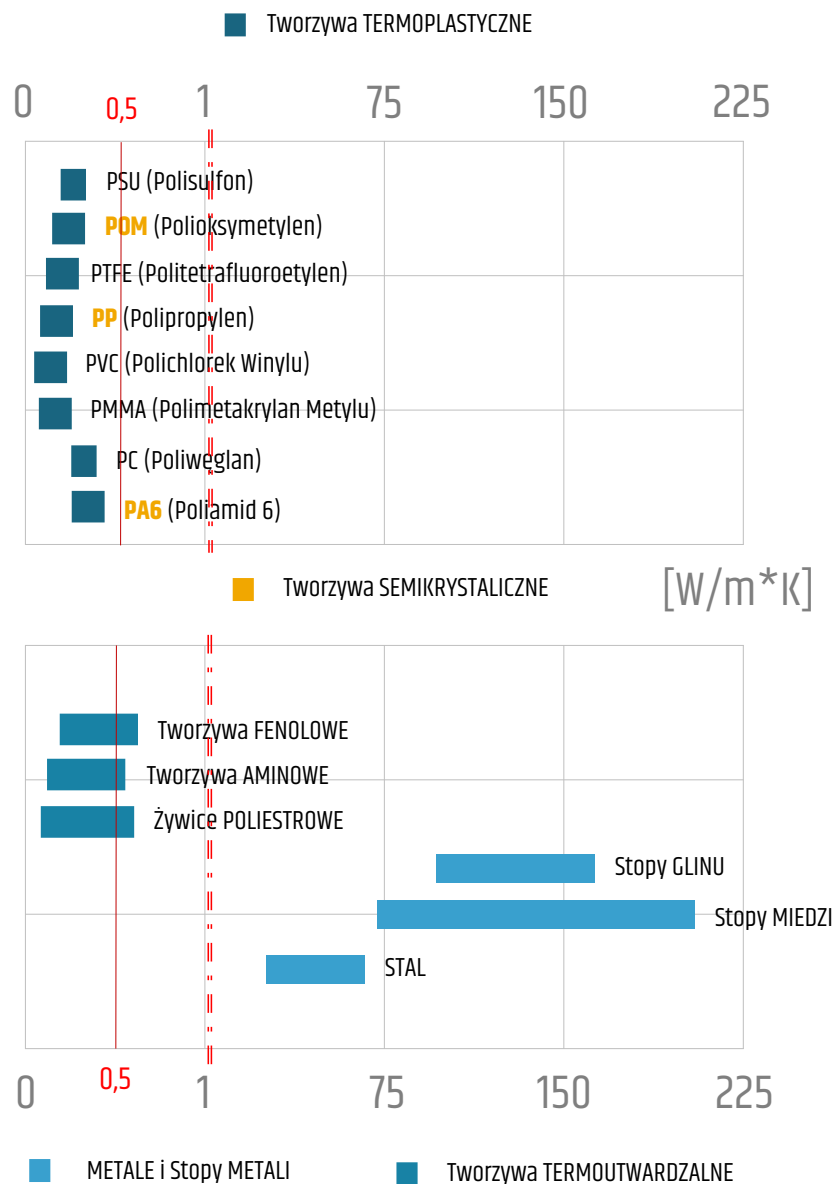


O TWORZYWACH INACZEJ

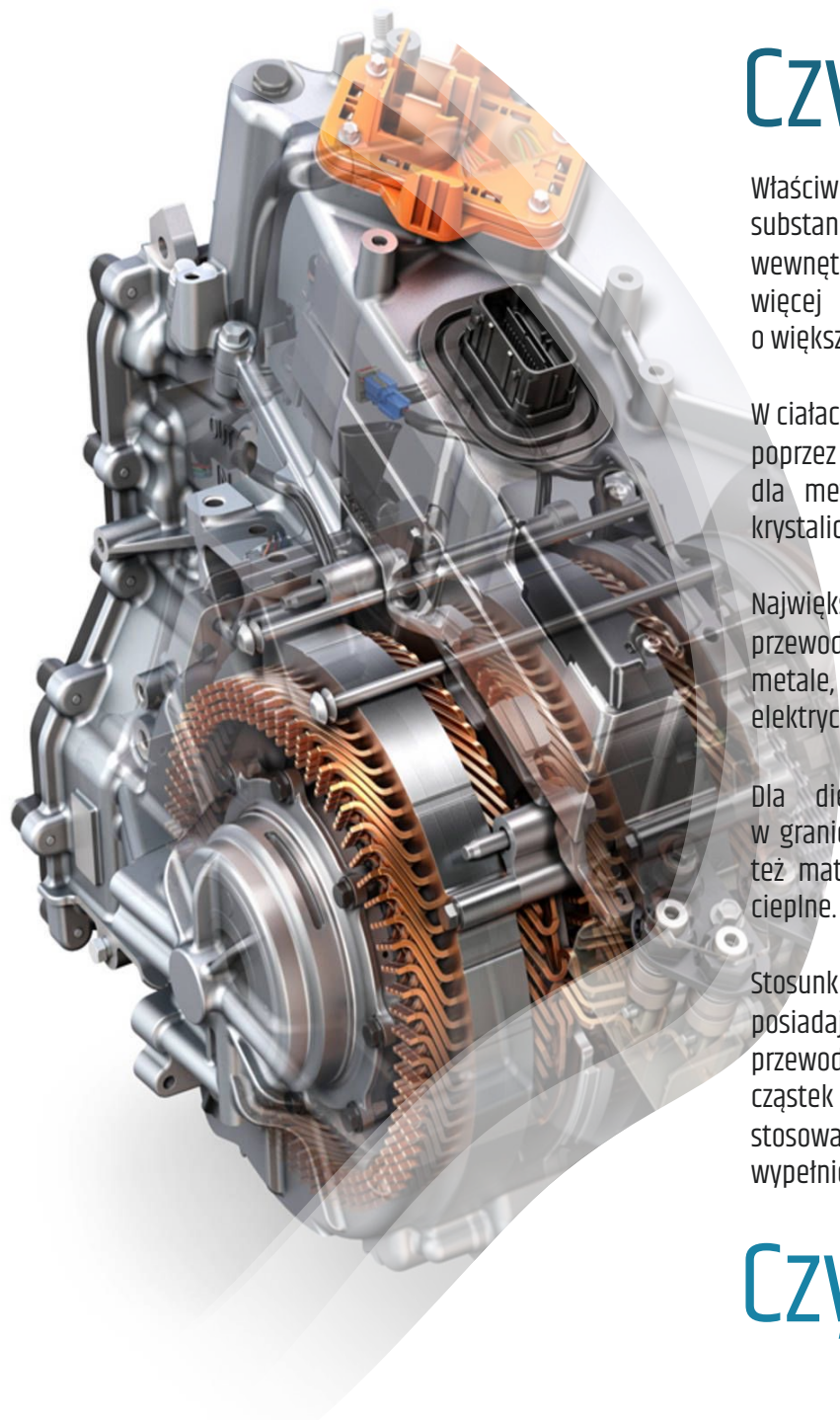


Przewodność Ciepłna Właściwa λ

$$\lambda = Q * \frac{d}{S \Delta T}$$



Współczynnik przewodzenia ciepła nie jest wielkością stałą i zależy od takich czynników jak m.in.: struktura ciała, ciśnienie, temperatura, gęstość czy też wilgotność.



Czy To Dużo?

Właściwość fizyczna ciała opisująca zdolność substancji do przekazywania energii wewnętrznej (w tych samych warunkach więcej ciepła przepłynie przez substancję o większej przewodności cieplnej).

W ciałach stałych przewodzenie ciepła zachodzi poprzez ruch swobodnych elektronów (głównie dla metali) oraz drgania atomów w sieci krystalicznej (dla dielektryków).

Największymi wartościami współczynnika przewodzenia ciepła charakteryzują się metale, które są najlepszymi przewodnikami elektryczności.

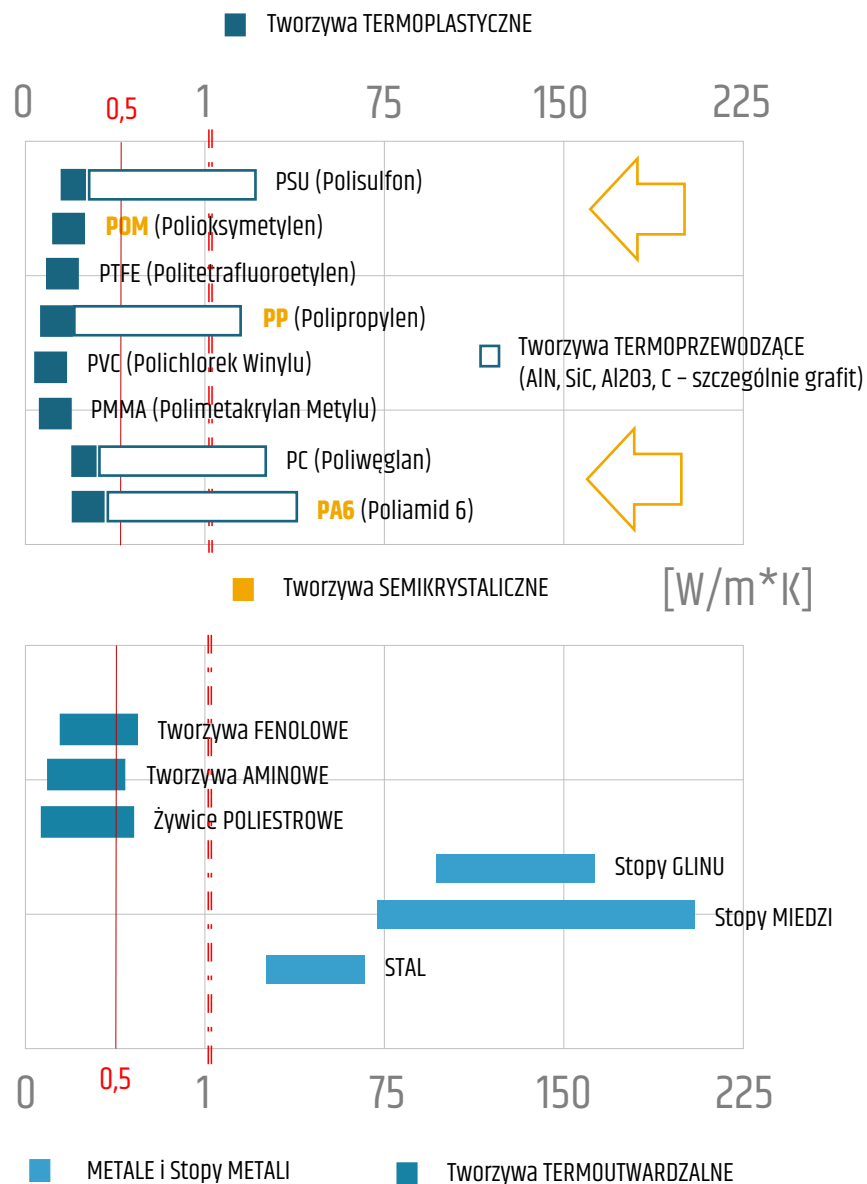
Dla dielektryków wartość λ waha się w granicach od **0,02 do 3,0** W/(m·K). Dlatego też materiały te stosowane są jako izolacje cieplne.

Stosunkowo niskie wartości współczynnika posiadają gazy oraz ciecze, gdzie mechanizm przewodzenia ciepła opiera się na zderzeniach cząstek oraz dyfuzji. Z tego względu materiały stosowane do izolacji często posiadają pory wypełnione powietrzem lub innym gazem.

Czy To Mało?

Przewodność Ciepła Właściwa λ

$$\lambda = Q * \frac{d}{S \Delta T}$$



Współczynnik przewodzenia ciepła nie jest wielkością stałą i zależy od takich czynników jak m.in.: struktura ciała, ciśnienie, temperatura, gęstość czy też wilgotność.

Czy To Dużo?

GRAFEN

$\lambda = 4800 - 5300$

DIAMENT

$\lambda = 1000 - 2000$

METALE SZLACHETNE

$\lambda = 300 - 400$

Tworzywa TERMOPRZEWODZĄCE

$\lambda = 30 - 40$

STYROPIAN (EPS)

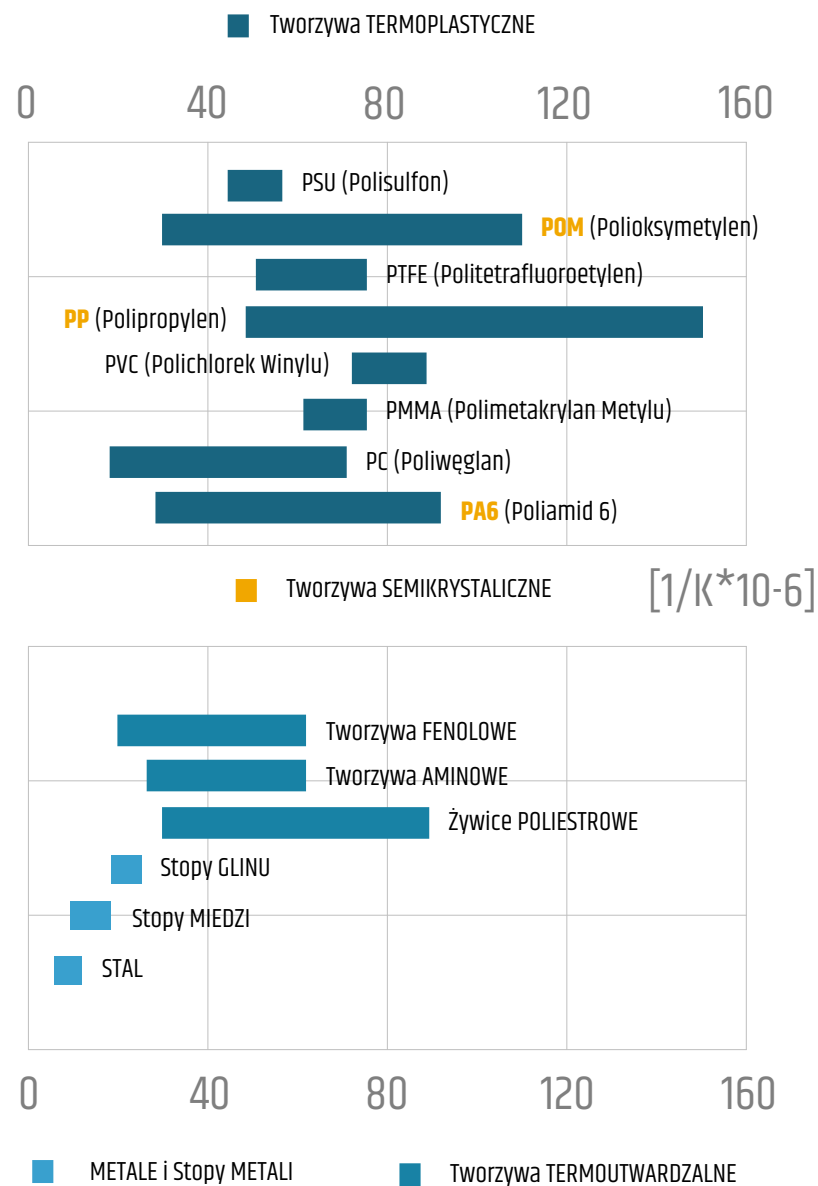
$\lambda = 0,03 - 0,04$

INNE (POWIETRZE, AEROŻELE, SFEROLIT)

$\lambda = < 0,025$

Czy To Mało?

Współczynnik Liniowej Rozszerzalności Ciepłej α



Cechą charakterystyczną tworzyw polimerowych jest to, że współczynnik rozszerzalności cieplnej zmienia się wyraźnie wraz ze wzrostem temperatury, inaczej niż w przypadku metali.

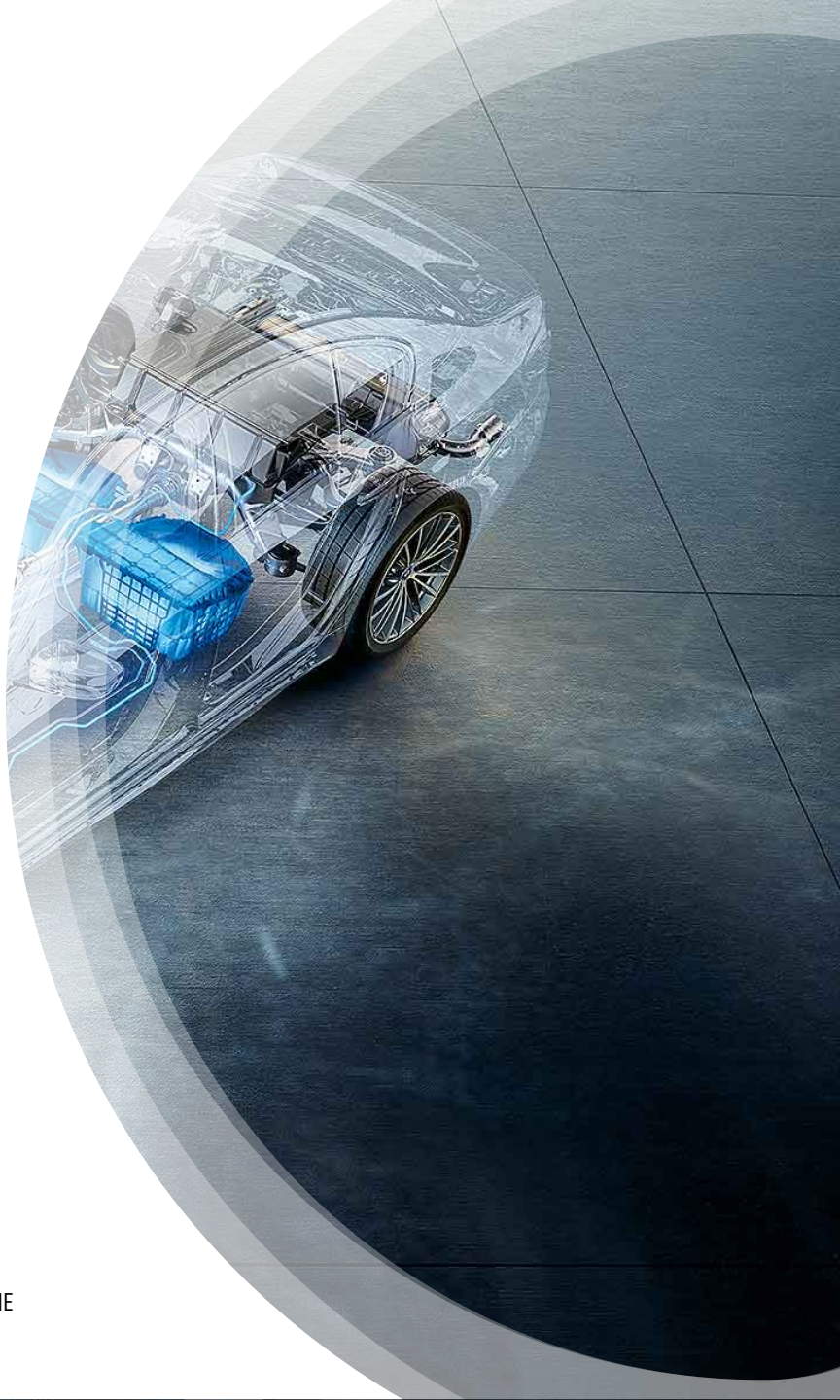
Czy To Dużo?

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l} * \frac{l}{\Delta T}$$

Czy To Mało?

Cechą charakterystyczną tworzyw polimerowych jest to, że współczynnik rozszerzalności cieplnej zmienia się wyraźnie wraz ze wzrostem temperatury, inaczej niż w przypadku metali.

■ Tworzywa TERMOPLASTYCZNE



Czy To Dużo?

70

Linijka Biurowa

Materiał | **PS**

l = 200 mm

Temperatura Początkowa = 20 oC

Temperatura Końcowa = 50 oC

Zmiana Wymiaru **0,4 mm**

Obudowa Komory Silnika

Materiał | **PA66**

l = 500 mm

Temperatura Początkowa = 20 oC

Temperatura Końcowa = 100 oC

Zmiana Wymiaru **3,6 mm**

90

Rurociąg (instalacja przesyłowa)

Materiał | **PVC**

l = 100 m

Temperatura Początkowa = 20 oC

Temperatura Końcowa = 40 oC

Zmiana Wymiaru **160 mm**

80

Czy To Mało?

REZYSTYWNÓŚĆ I PRZEWODNICTWO WYBRANYCH MATERIAŁÓW



Polimery nieprzewodzące σ [S/cm]

Polietylen 10^{-15}
 Politetrafluoroetylen 10^{-18}
 Polistyren $10^{-17} - 10^{-19}$
 Żywiec epoksydowe $10^{-12} - 10^{-17}$
 Poliimidy 10^{-16}
 Poliestry 10^{-17}

Polimery przewodzące σ [S/cm]

Poliacetylen $10^3 - 10^5$
 Poli(para-fenylen) 10^3
 Poli(parafenylowinylen) 10^3
 Polipirole 10^2
 Poliofeny 10^2
 Polianilina $10^1 - 10^3$

Istnieją trzy główne czynniki, które wpływają na przewodność lub rezystywność materiału:

1. Pole przekroju poprzecznego
2. Długość przewodnika
3. Temperatura

Materiał	ρ [Ω m] przy 20 °C Rezystywność	σ [S/m] przy 20 °C Przewodność
Srebro	$1,59 \times 10^{-8}$	$6,30 \times 10^7$
Miedź	$1,68 \times 10^{-8}$	$5,96 \times 10^7$
Złoto	$2,44 \times 10^{-8}$	$4,10 \times 10^7$
Aluminium	$2,82 \times 10^{-8}$	$3,50 \times 10^7$
Wapń	$3,36 \times 10^{-8}$	$2,98 \times 10^7$
Wolfram	$5,60 \times 10^{-8}$	$1,79 \times 10^7$
Cynk	$5,90 \times 10^{-8}$	$1,69 \times 10^7$
Nikiel	$6,99 \times 10^{-8}$	$1,43 \times 10^7$
Lit	$9,28 \times 10^{-8}$	$1,08 \times 10^7$
Żelazo	$1,00 \times 10^{-7}$	$1,00 \times 10^7$
Platyna	$1,06 \times 10^{-7}$	$9,43 \times 10^6$
Cyna	$1,09 \times 10^{-7}$	$9,17 \times 10^6$
Tytan	$4,20 \times 10^{-7}$	$2,38 \times 10^6$
Stal nierdzewna	$6,90 \times 10^{-7}$	$1,45 \times 10^6$
Rtęć	$9,80 \times 10^{-7}$	$1,02 \times 10^6$
Węgiel (bezpostaciowy)	$5 \times 10^{-4} - 8 \times 10^{-4}$	$1,25 - 2 \times 10^3$
Węgiel (grafit, płaszczyzna podstawowa)	$3,0 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^2$
Węgiel (diament)	1×10^{12}	10^{-13}
German	$4,6 \times 10^{-1}$	2.17
Woda morska	2×10^{-1}	4.8
Woda pitna	$2 \times 10^{-1} - 2 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-2}$
Krzem	$6,40 \times 10^2$	$1,56 \times 10^{-3}$
Dejonizowana woda	$1,8 \times 10^5$	$5,5 \times 10^{-6}$
Szkło	$10 \times 10^{10} - 10 \times 10^{14}$	$10^{-11} - 10^{-15}$
Twarda guma	1×10^{13}	10^{-14}
Siarka	1×10^{15}	10^{-16}
Powietrze	$1,3 - 3,3 \times 10^{16}$	$3,0 - 8,0 \times 10^{-15}$
Parafina	1×10^{17}	10^{-18}
Teflon	$10 \times 10^{22} - 10 \times 10^{24}$	$10^{-25} - 10^{-23}$

Zastosowanie

Ogniwa słoneczne
Tworzywa antykorozyjne
Diody świecące
Membrany
Materiały antystatyczne
Lakiery absorbujące promieniowanie
Akumulatory polimerowe
Wyświetlacze
Katalizatory
Sensory biomechaniczne
Tkaniny maskujące



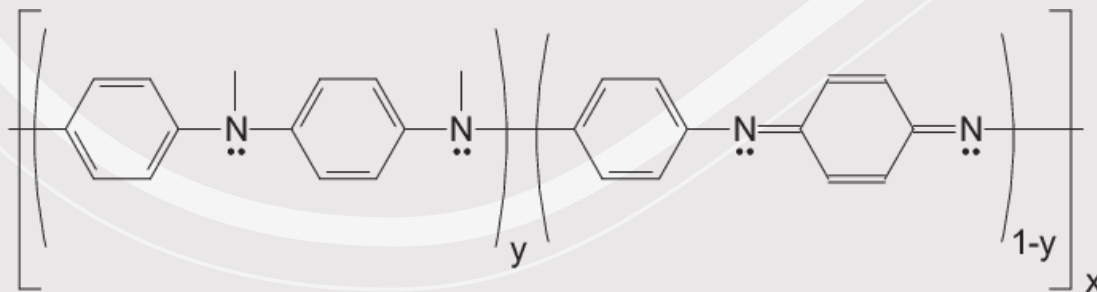
Polianilina, zwana także czernią anilinową, została otrzymana w XIX wieku i jest najstarszym i jednym z najdokładniej przebadanych polimerów przewodzących,

Polipirol charakteryzuje się znaczną stabilnością prądową i jest trwały w warunkach atmosferycznych i środowisku wodnym, a także cechuje się bardzo dużą biokompatybilnością,

Poliacetylen występuje w dwóch formach izomerycznych cis oraz trans. Forma cis w podwyższonej temperaturze ulega przemianie do postaci trans. Po domieszkowaniu przewodnictwo wzrasta o 13 rzędów wielkości.

Politiofen oraz jego alkilopochodne wykazują bardzo dobrą odporność chemiczną. Modyfikacja tego polimeru przez ingerencję w strukturę monomeru prowadzi do uzyskania polietylenodioksytiofenu, który cechuje się elektroluminescencją a przewodnictwo elektryczne domieszkowanego sięga $10^2 - 10^3$ S/cm. Politiofen kurczy się bądź rozciąga pod wpływem prądu elektrycznego, a w temperaturze -235°C staje się nadprzewodnikiem.

Otrzymywana na drodze chemicznej (temperatura ma istotny wpływ na długość łańcucha polimeru) lub elektrochemicznej polimeryzacji utleniającej. W zależności od stopnia utlenienia PANI przyjmuje różne kolory: LEUKOEMERALDYNA (żółta), EMERALDYNA (zielona), PEMIGRANILINA (niebieska). Forma w jakiej występuje zależy od stopnia utlenienia oraz sprotonowania polimeru ($\text{pH} < 2$).



[POLIANILINA]

Mocne strony

- ❖ Stanowi jeden z najbardziej stabilnych czasowo polimerów przewodzących,
- ❖ Czysta polianilina osiąga przewodnictwo do 10^4 S/cm.

Ograniczenia

- ❖ Polianilina niedomieszkowana jak i domieszkowana klasycznymi domieszkami nieorganicznymi, wykazuje słabe własności mechaniczne i źle się przetwarza,
- ❖ Przewodnictwo polimeru zależy od metody syntezy.

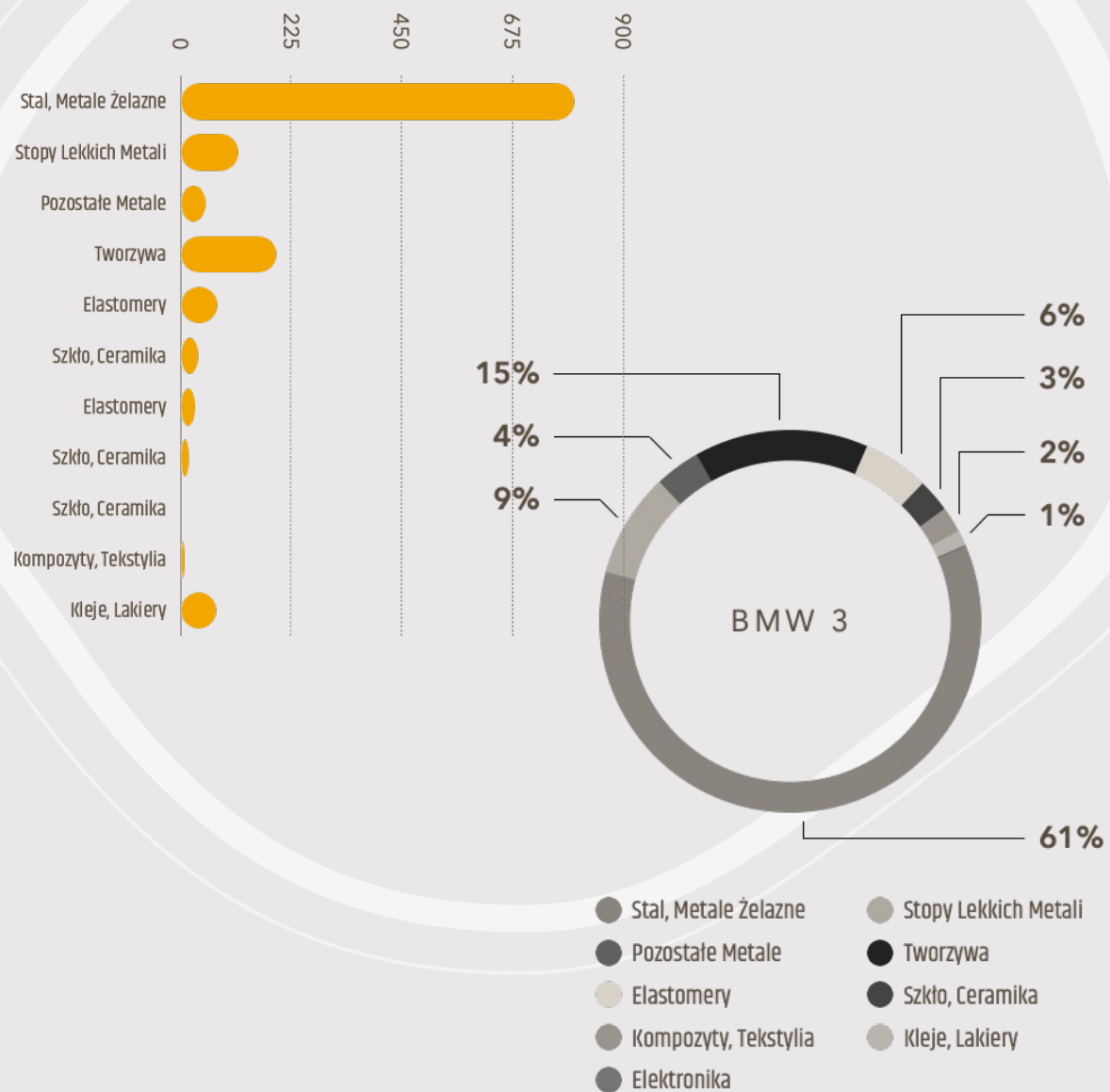
MOTORYZACJA JAKO SIŁA NAPĘDOWA





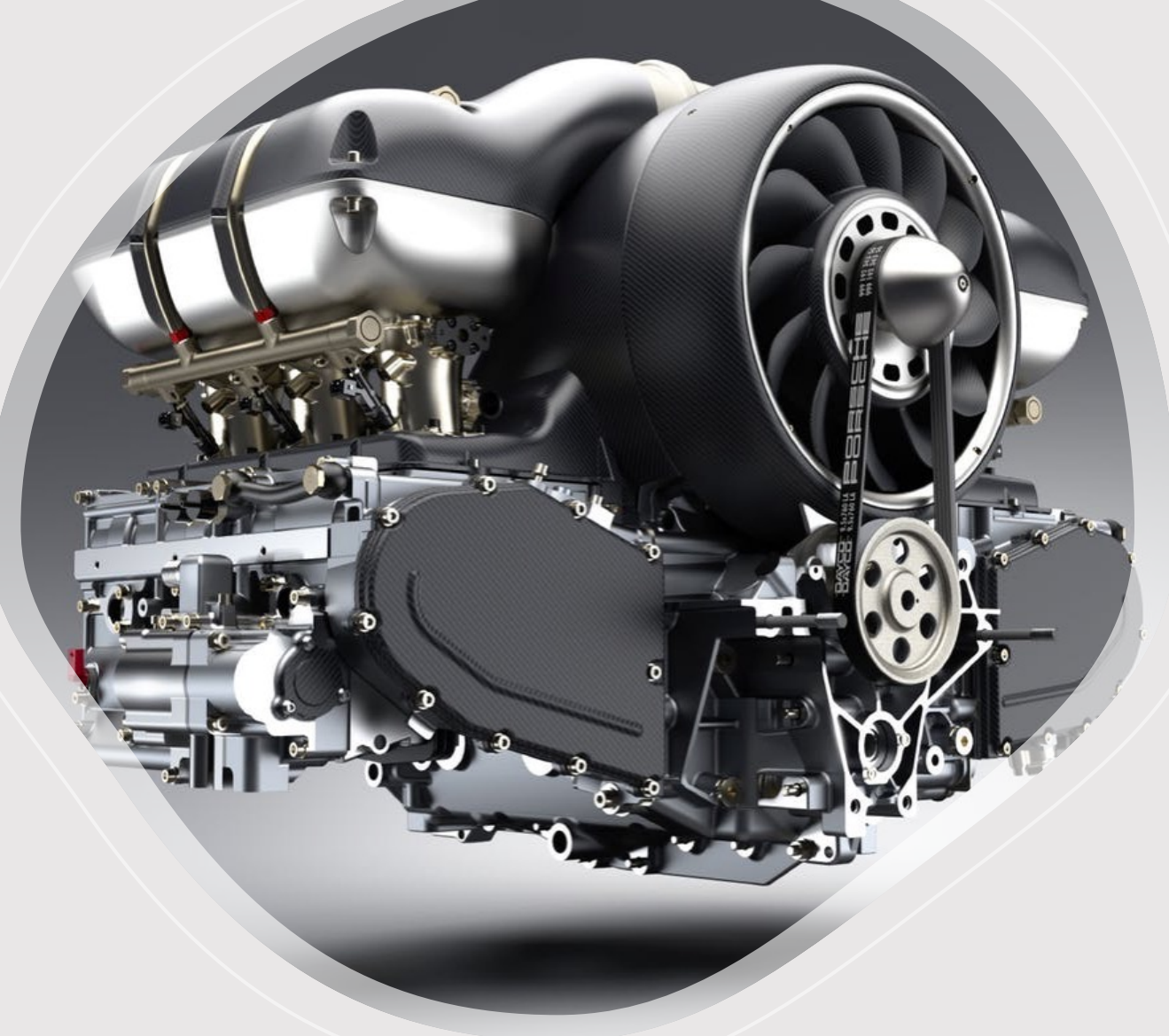
NIE MA TWORZYW NIEPALNYCH!

W motoryzacji szczególną wagę przywiązuje się do takich właściwości tworzyw sztucznych, jak wytrzymałość mechaniczna, sztywność, rozszerzalność cieplna, zdolność pochłaniania energii, odporność na podwyższone temperatury, właściwości izolacyjne (tłumienie hałasu) oraz właściwości trybologiczne. Ponadto materiały polimerowe muszą wykazywać odpowiednią odporność chemiczną, w zależności od konkretnego zastosowania. Do budowy pojazdów w dużej mierze używa się trudnopalnych tworzyw sztucznych (o podwyższonej odporności na działanie płomienia).



Obecnie udział tworzyw sztucznych w konstrukcji pojazdów wynosi średnio od 15 do 20% wagowo. Przykładowo, produkowany obecnie model BMW 3 składa się w około 21% z tworzyw sztucznych.

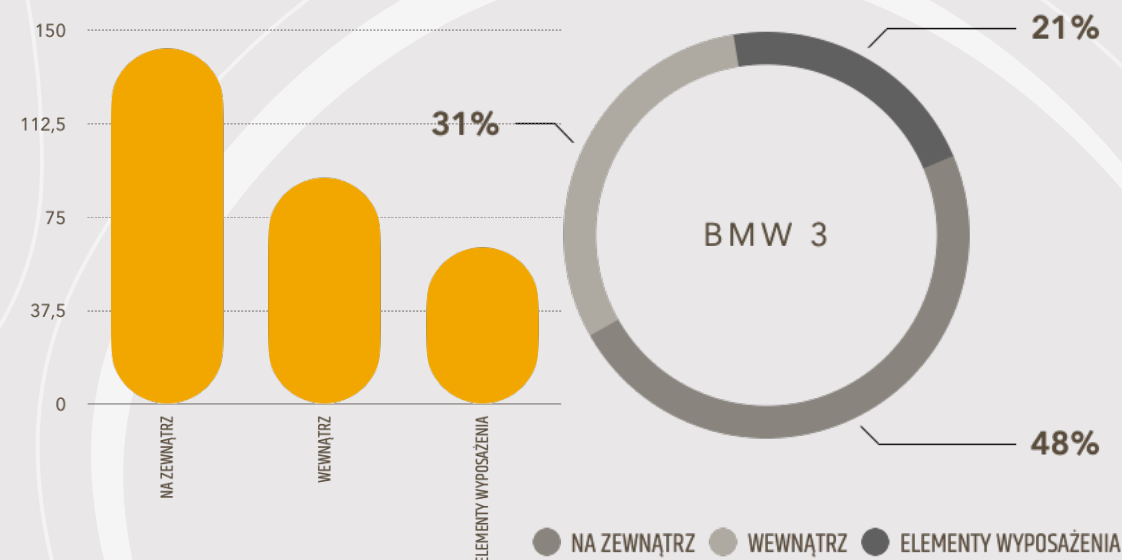




ELEMENTY ESTETYCZNE

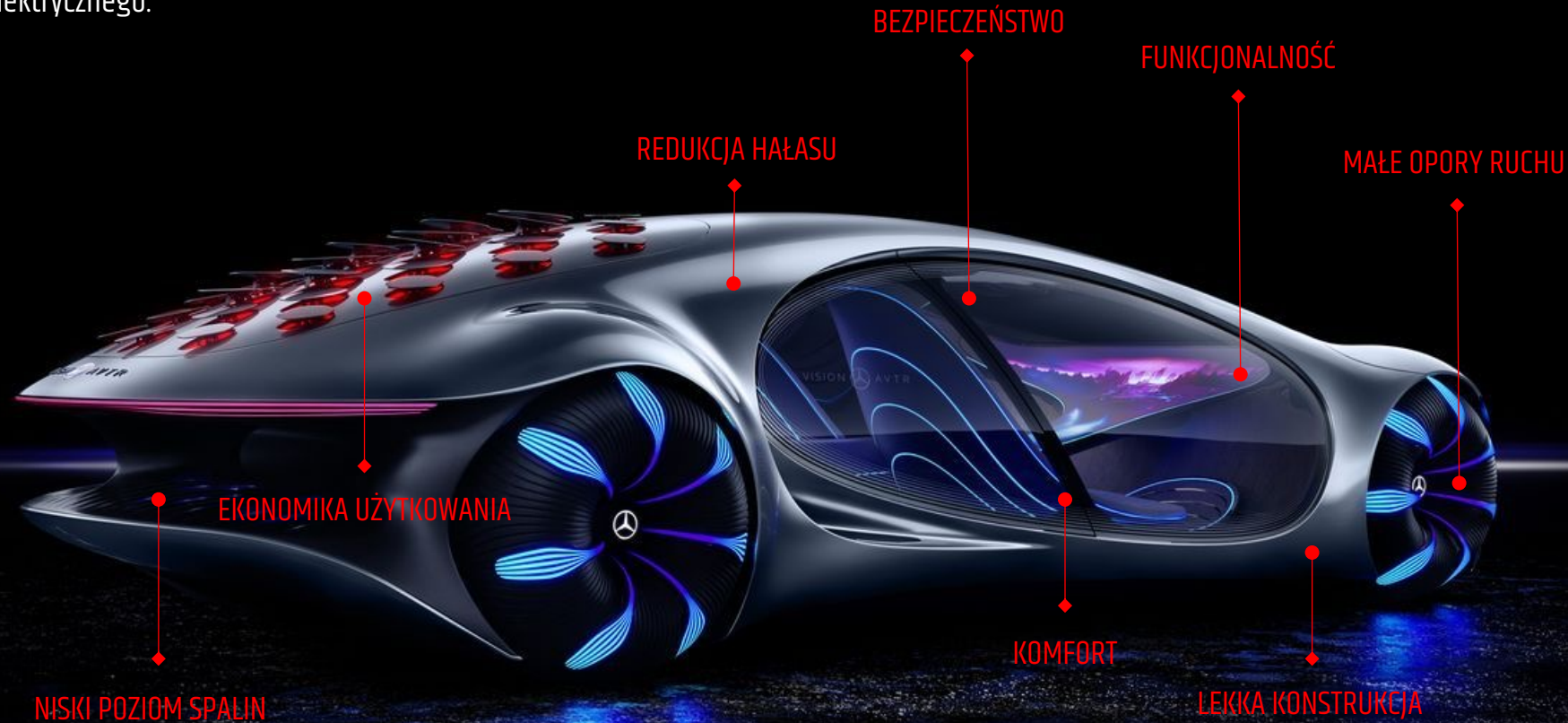
(dotyk, dźwięk, kolor, połysk, optyka, inne)

Ilość tworzywowych części montowanych na zewnątrz samochodu, we wnętrzu samochodu oraz w komorze silnika różni się w zależności od producenta i modelu samochodu. Ogólne zastosowanie takich materiałów, wagowo i w procentach, można przedstawić w następujący sposób:



Okolo 50% tworzyw sztucznych stosowanych w samochodach osobowych znajduje zastosowanie na zewnątrz pojazdu, zarówno w nadwoziu, jak i podwoziu. W skład tworzywowych elementów wchodzi elementy karoserii (np. panele poszycia lub spojler), nakładki na błotniki, osłony i zderzaki, a także niektóre elementy układu zawieszenia. We wnętrzu tworzywa stosuje się głównie w celu poprawy komfortu (tapicerka samochodowa, dla lepszych wrażeń wizualnych i dotykowych) oraz zmniejszenia hałasu.

Polimery są grupą materiałów konstrukcyjnych, które na przestrzeni ostatniego stulecia zanotowały najintensywniejszy rozwój, łamiąc kolejne bariery ograniczające ich stosowanie. Początkowo nieodporne na starzenie, kruche, łatwopalne i trudne do przetworstwa stały się pełnoprawnymi materiałami konstrukcyjnymi, a ponadto zaczęły wykazywać cechy niespotykane w materiałach konwencjonalnych: wytrzymałość względną większą od stali, elastyczność lepszą od kauczuku, przezroczystość wyższą od szkła, odporność na coraz wyższe temperatury, niepalność, biogodność i zdolność zastępowania tkanek, pamięć kształtu, umiejętność samo naprawy czy zdolność przewodzenia prądu elektrycznego.



W obszarze tworzyw przewodzących na ścieżce postępu swe ślady zaznaczyła poprawa trwałości w warunkach atmosferycznych i właściwości przetwórczych, bowiem pierwsze polimery przewodzące były nieodporne na działanie tlenu, kruche, nie dawały się wtryskiwać i wytłaczać oraz charakteryzowały się bardzo słabą rozpuszczalnością w znanych rozpuszczalnikach. Dzięki modyfikacji monomerów oraz odpowiedniemu domieszkowaniu udało się otrzymać polimery przewodzące prąd elektryczny rozpuszczalne w określonych rozpuszczalnikach organicznych, a także w wodzie. Polimery przewodzące stały się materiałami, które umożliwiły powstanie przełomowych rozwiązań w wielu dziedzinach techniki.



Bo Każde Tworzywo Ma Swoją Historię...



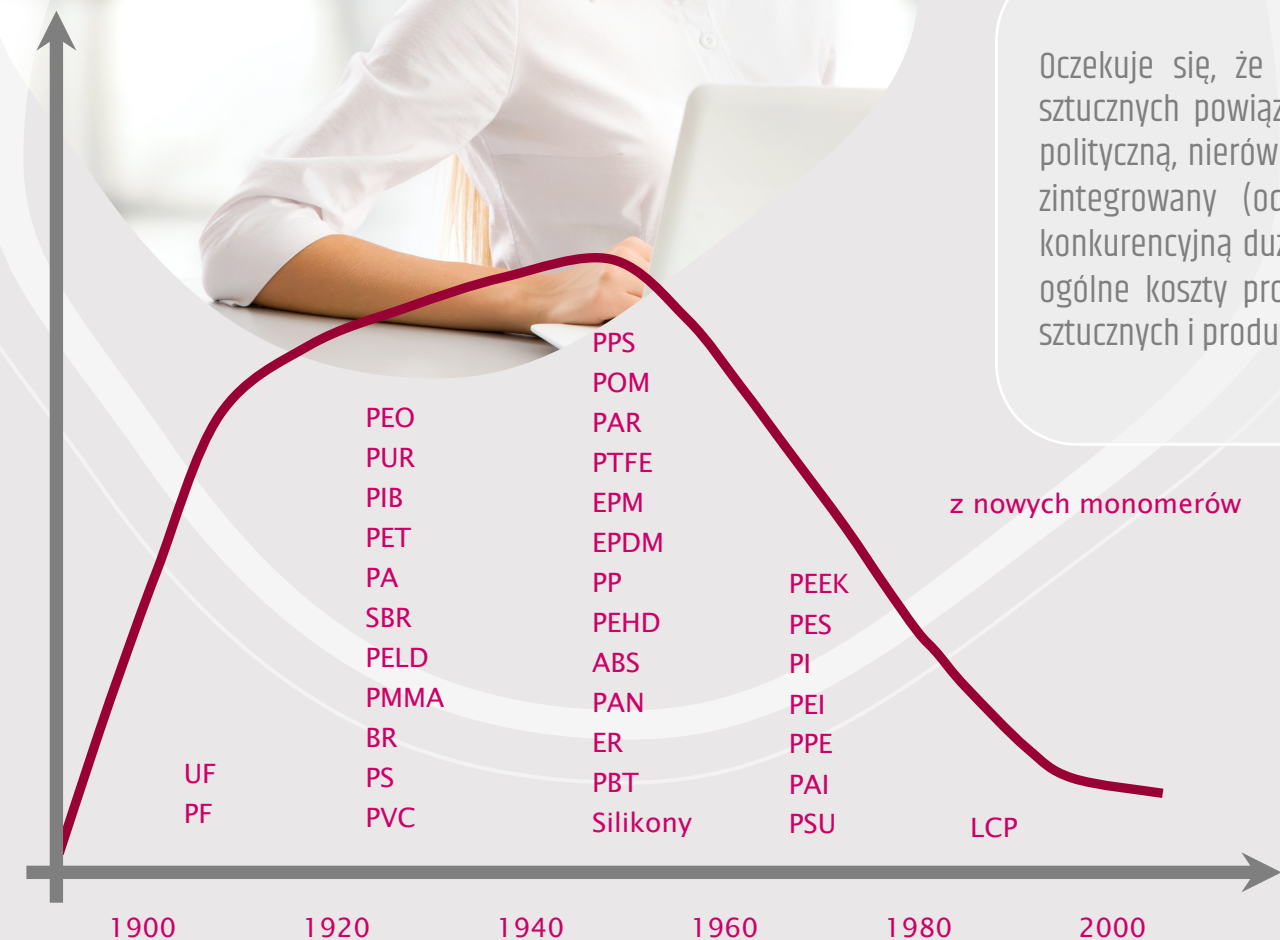
85% ŚWIATOWEJ PRODUKCJI POLIMERÓW STANOWIĄ TERMOPLASTY

Ponad 80% Ogólnej Produkcji Polimerów Stanowią Termoplasty

Blisko 50% jest przetwarzanych przy zastosowaniu technologii wytłaczania

Około 20% jest przetwarzanych przy zastosowaniu technologii wtryskiwania

Oczekuje się, że przyszłe zmiany podaży i popytu spowodują dużą niestabilność cen tworzyw sztucznych powiązaną ze zmiennością cen ropy naftowej, która jest spowodowana niestabilnością polityczną, nierównowagą podaży i popytu oraz wahaniami sezonowymi. Ponadto rynek jest wysoce zintegrowany (od zaopatrzenia w surowce po kanały dystrybucji), dając istotną przewagę konkurencyjną dużym firmom które dodatkowo podejmują działania w zakresie dostaw, aby obniżyć ogólne koszty produkcji. Przewiduje się, że czynniki te będą miały duży wpływ na ceny tworzyw sztucznych i produkowanych na ich bazie compoundów.

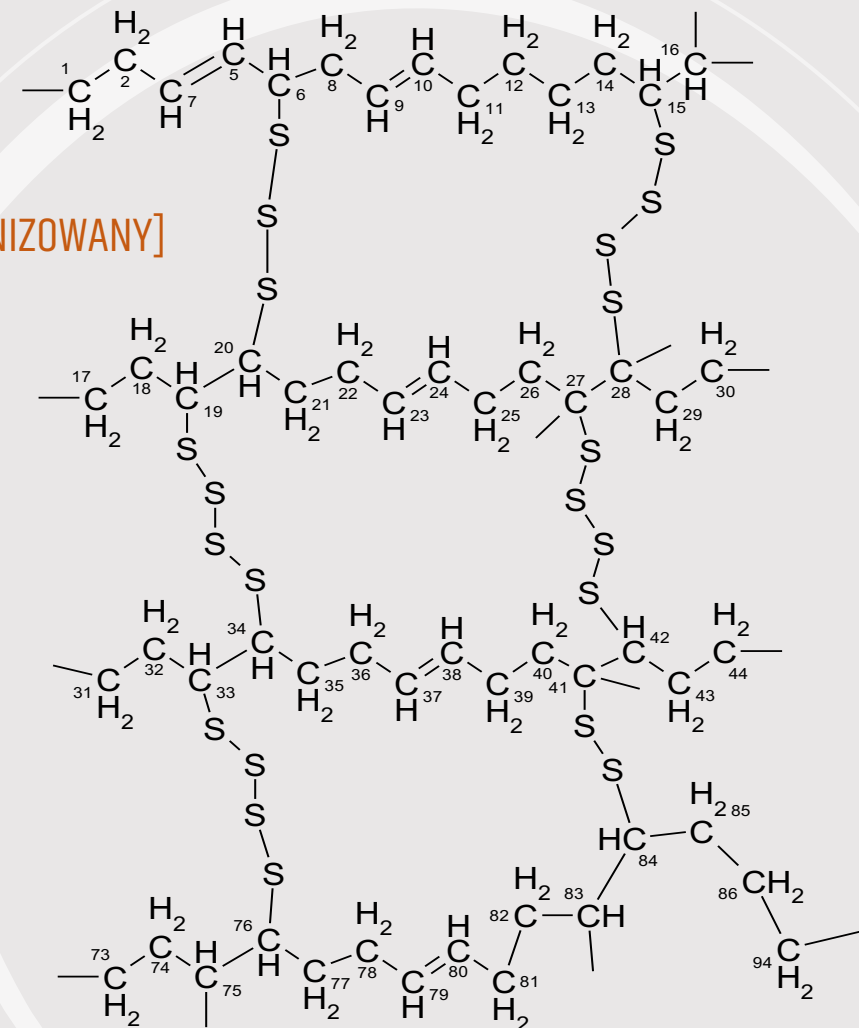


- ❖ Ciągłe rosnące zapotrzebowanie na nowe typy materiałów polimerowych stymulowane możliwościami ich coraz szerszego stosowania doprowadziło do wdrożenia i uruchomienia produkcji szerokiej gamy tworzyw konstrukcyjnych.
- ❖ Struktura stosowanych i przetwarzanych w chwili obecnej tworzyw sztucznych znacznie odbiega od tej, którą przewidywano ponad 40 lat temu, a za główną przyczynę takiego stanu rzeczy należy uznać opracowanie doskonalszych metod polimeryzacji oraz nowych technologii mieszania i kompatybilizacji już istniejących polimerów.

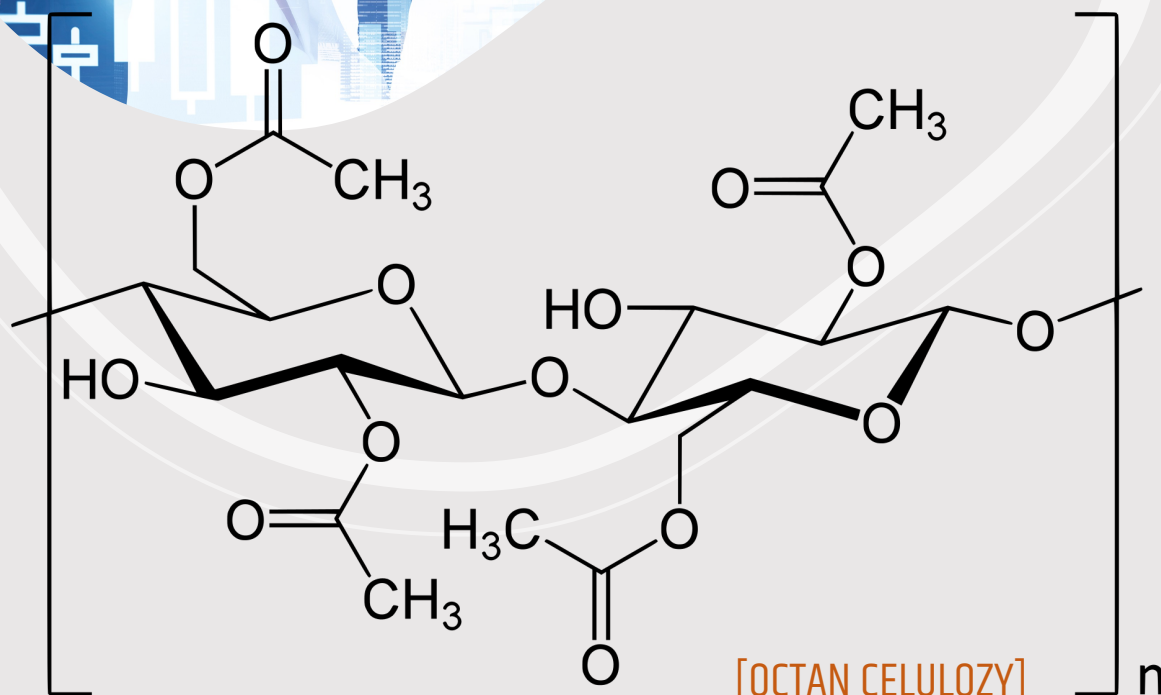


- [1839] Goodyear wynalazł proces wulkanizacji kauczuku naturalnego
- [1869] Bracia Hyatt wynaleźli celulooid (na podstawie azotanu celulozy)
- [1890] Odkrycie „wiskozy” (włókna celulozowego)
- [1905] Octan celulozy CA

[KAUCZUK WULKANIZOWANY]



[OCTAN CELULOZY]



Zastosowanie

AGD, Dobra Konsumenckie

Uchwyty Narzędzi

Optyka

Sprzęt, Wyposażenie



[1839] Goodyear wynalazł proces wulkanizacji kauczuku naturalnego

[1869] Bracia Hyatt wynaleźli celulooid (na podstawie azotanu celulozy)

[1890] Odkrycie „wiskozy” (włókna celulozowego)

[1905] **Octan celulozy CA**

Otrzymywany w wyniku reakcji acetylowania celulozy bezwodnikiem octowym w środowisku lodowatego kwasu octowego (lub chlorku metylenu w obecności kwasu siarkowego jako katalizatora). Tworzywo amorficzne. Średnie właściwości mechaniczne, tworzywo ciągliwe, odporne na zarysowania. Brak korozji naprężeniowej, mała odporność na ścieranie. Dobre właściwości izolacyjne i antystatyczne. Odporny na działanie olejów i tłuszczów.

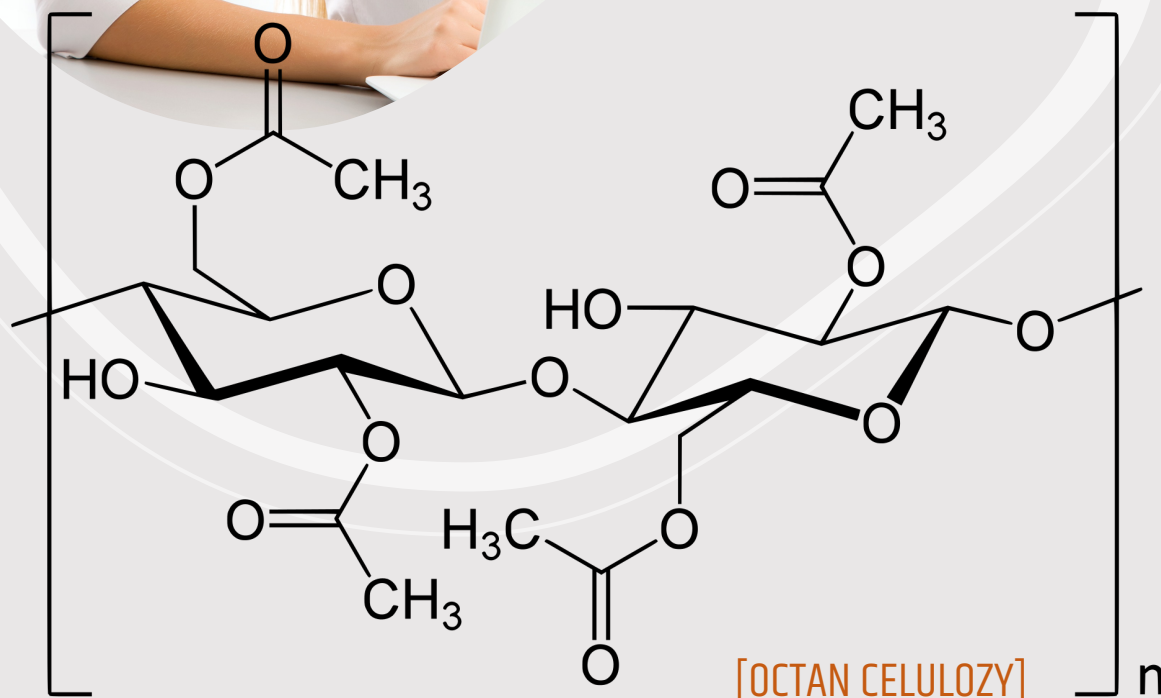
Mocne strony

- ❖ **Dobra** odporność na zarysowania
- ❖ **Dobra** stabilność wymiarowa
- ❖ Łatwość barwienia
- ❖ Łatwość formowania (wtryskiwanie, wytłaczanie)
- ❖ **Niska** elektrostatyczność
- ❖ **Wysoka** estetyka powierzchni
- ❖ **Wysoka** przezroczystość (90% przepuszczalności światła)

DOBRA / NISKA / WYSOKA czyli JAKA?

Ograniczenia

- ❖ **Słaba** odporność termiczna
- ❖ Wrażliwość na działanie wilgoci
- ❖ Wysoki wpływ plastyfikatorów na właściwości mechaniczne
- ❖ **Zła** odporność na działanie czynników atmosferycznych
- ❖ **Zła** odporność chemiczna (na działanie alkoholi, ketonów i stężonych kwasów)





CHARAKTERYSTYKA BRANŻY TWORZYW SZTUCZNYCH



25/47

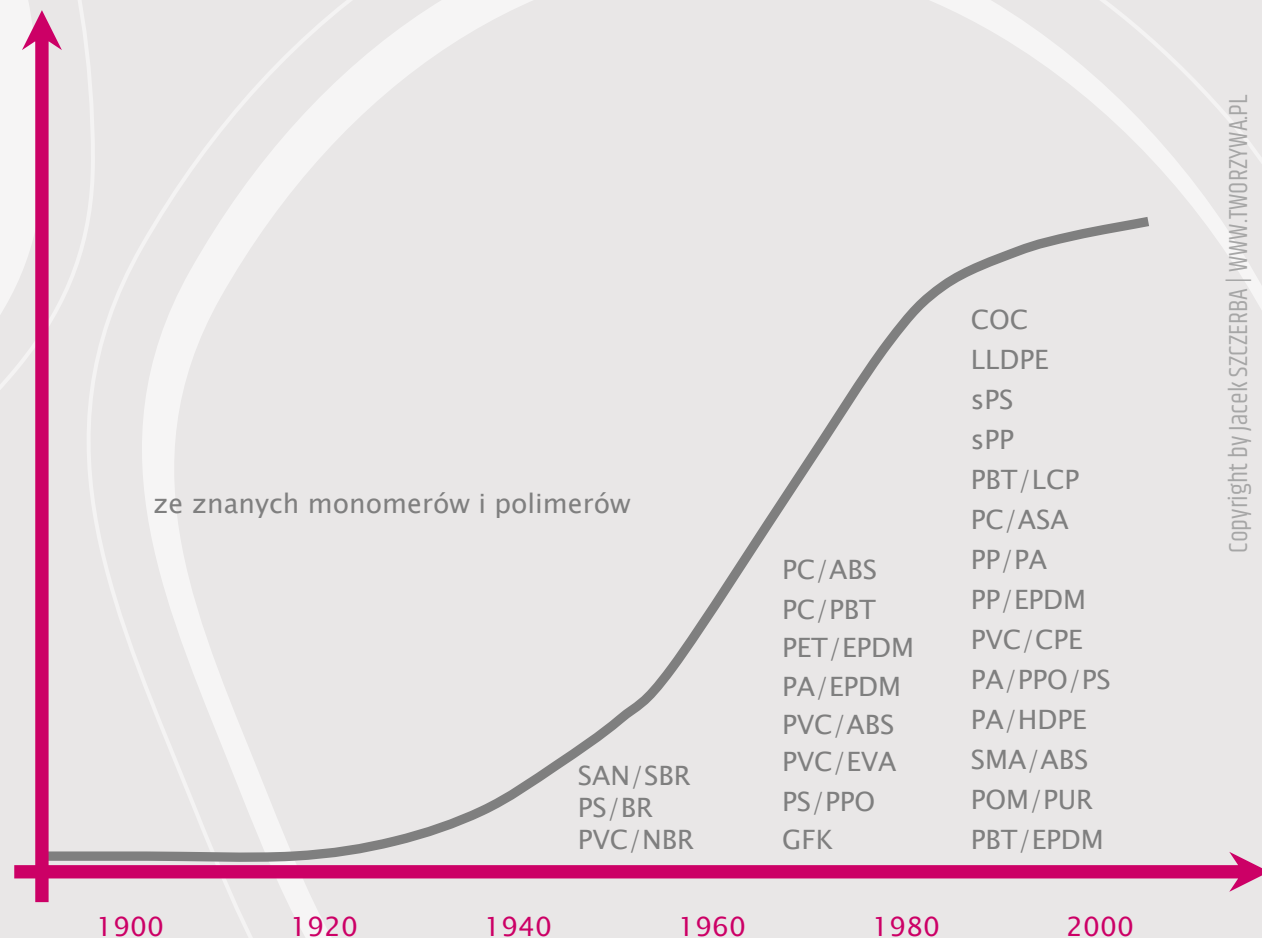
85% ŚWIATOWEJ PRODUKCJI POLIMERÓW STANOWIĄ TERMOPLASTY

Ponad 80% Ogólnej Produkcji Polimerów Stanowią Termoplasty

Blisko 50% jest przetwarzanych przy zastosowaniu technologii wytłaczania

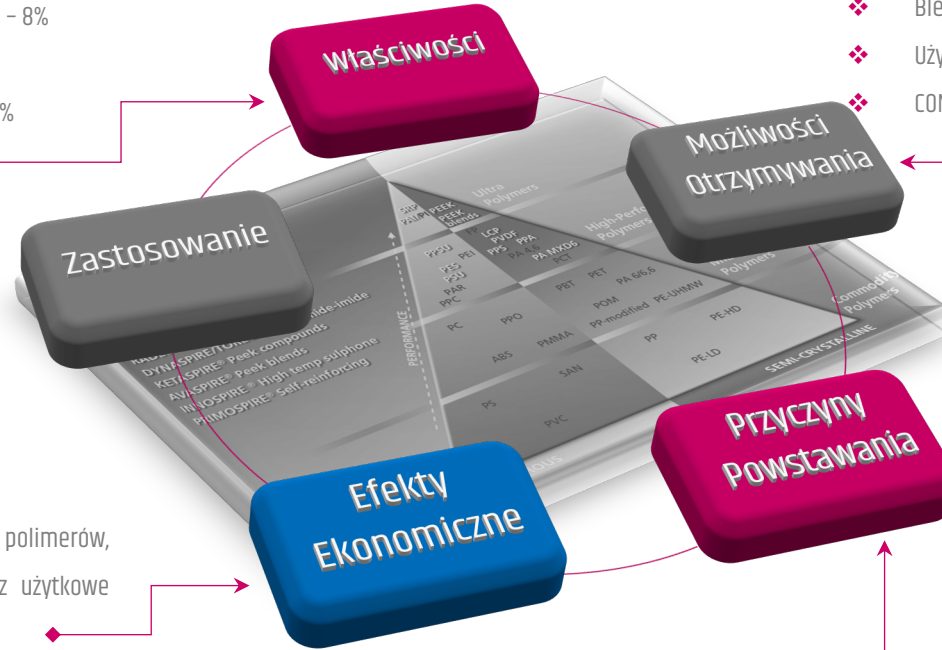
Około 20% jest przetwarzanych przy zastosowaniu technologii wtryskiwania

- ❖ Blendy, stopy oraz kompozyty polimerowe stanowią doskonałą alternatywę w zastosowaniach wielu zaawansowanych, ze względu na metody otrzymywania i właściwości, tworzyw technicznych otrzymywanych bezpośrednio w wyniku polimeryzacji.
- ❖ Jednak przede wszystkim dają one możliwość stosowania ich jako tańszych surowców dla tych samych aplikacji, a **często także są jedynym właściwym rozwiązaniem w doborze właściwego surowca.**





- ❖ Udarność – 38%
- ❖ Przetwarzalność włączając „linie płynięcia” – 13%
- ❖ Wytrzymałość na rozciąganie – 11%
- ❖ Sztywność (moduł elastyczności) – 8%
- ❖ Właściwości termiczne (VST, HDT) – 8%
- ❖ Właściwości samogasnące – 4%
- ❖ Odporność na rozpuszczalniki – 4%
- ❖ Stabilność termiczna – 3%
- ❖ Stabilność wymiarowa – 3%
- ❖ Inne – 8%



- ❖ Mieszanie mechaniczne
- ❖ Rozpuszczanie
- ❖ Blendowanie lateksu (ABS)
- ❖ Używanie monomerów jako rozpuszczalnika (HIPS)
- ❖ COMPOUNDING

- ❖ Blisko 65% blend i stopów polimerowych jest produkowanych przez wytwórców polimerów (tworzyw) bazowych.
- ❖ Pozostali producenci to firmy zajmujące się compoundingiem (35%)

Ocena ekonomicznego efektu projektu uwzgl. ceny wybranych polimerów, koszty kompatybilizacji a także właściwości przetwórcze oraz użytkowe proponowanej blendy

- ❖ Zachowanie dobrych właściwości inżynierskich polimerów przez „rozcieńczenie” ich w tanich (wielkotonazowych) tworzywach
- ❖ Opracowanie materiałów o pełnym zakresie pożądanych właściwości
- ❖ Tworzenie mieszanek o dużej wytrzymałości przy wykorzystaniu synergicznych efektów wzajemnego oddziaływania na siebie polimerowych składników blend
- ❖ Dostosowanie składu blend do wymagań postawionych przez użytkownika
- ❖ Recykling technologicznych i/lub poużytkowych odpadów z tworzyw sztucznych



KIERUNKI ROZWOJU INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Perspektywy (2015-2035)



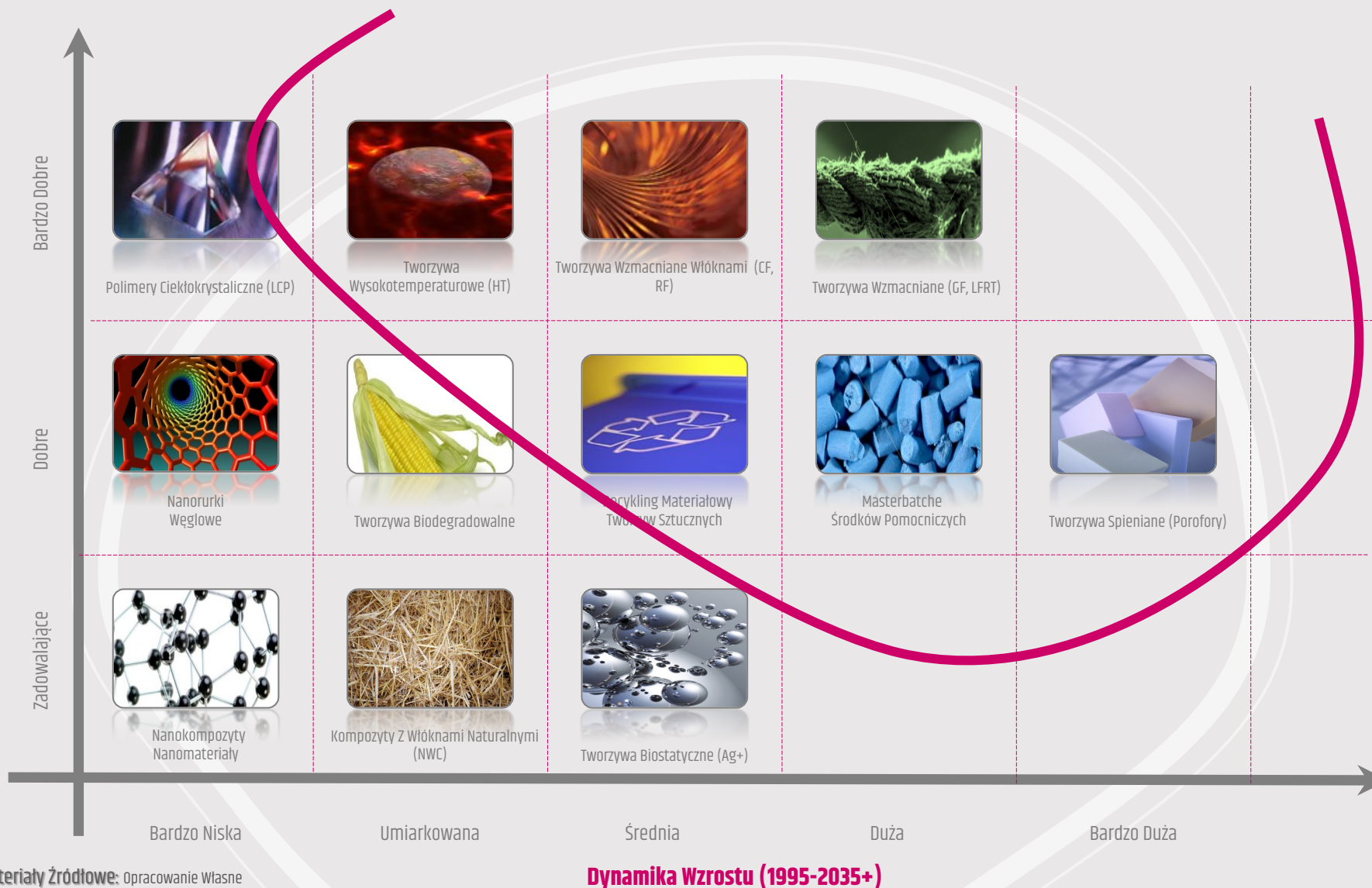
Materiały Źródłowe: Opracowanie Własne

Dynamika Wzrostu (1995-2035+)

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

KIERUNKI ROZWOJU INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Perspektywy (2015-2035)



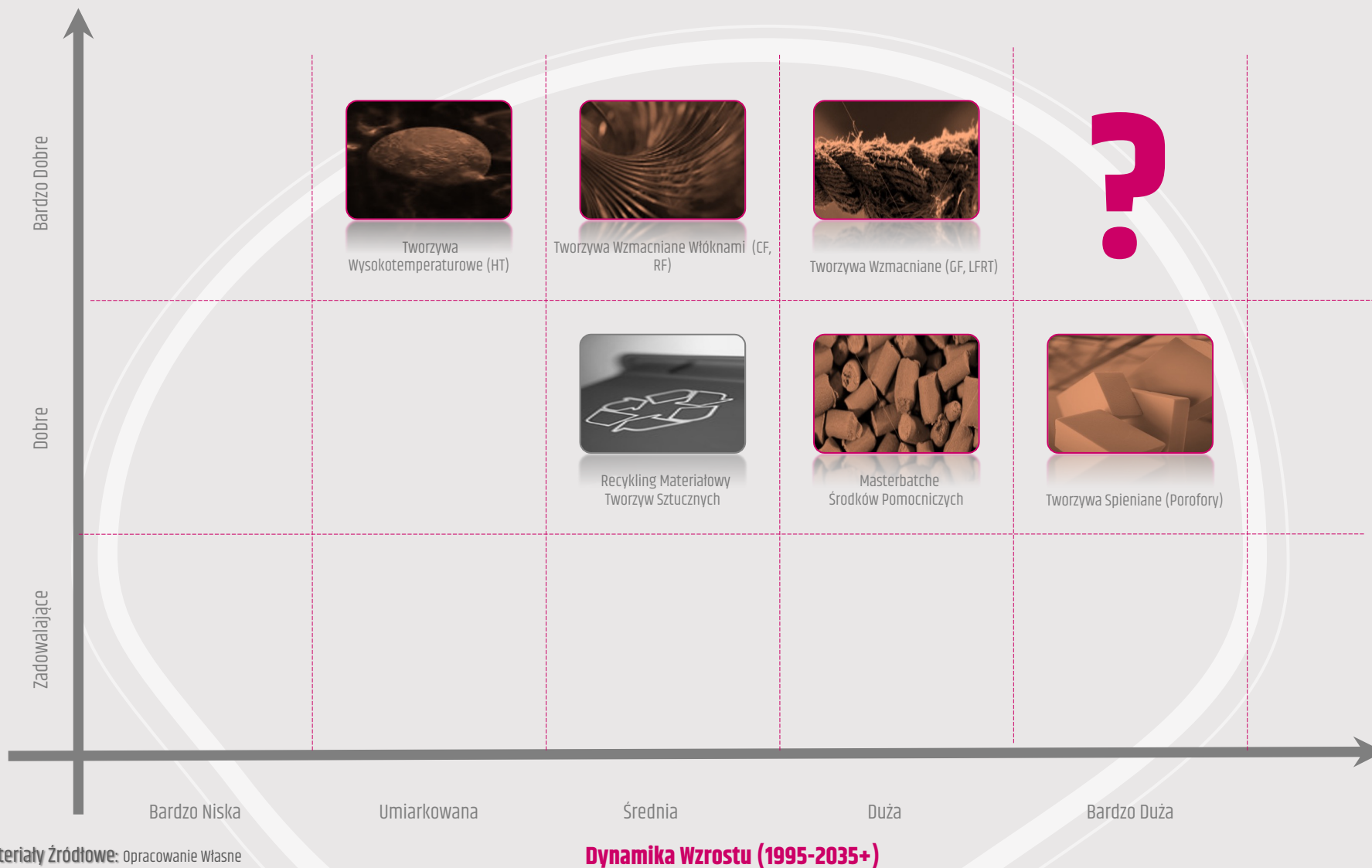
Materiały Źródłowe: Opracowanie Własne

Dynamika Wzrostu (1995-2035+)

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

KIERUNKI ROZWOJU INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Perspektywy (2015-2035)



Materiały Źródłowe: Opracowanie Własne

Dynamika Wzrostu (1995-2035+)

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substytucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

KIERUNKI ROZWOJU INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

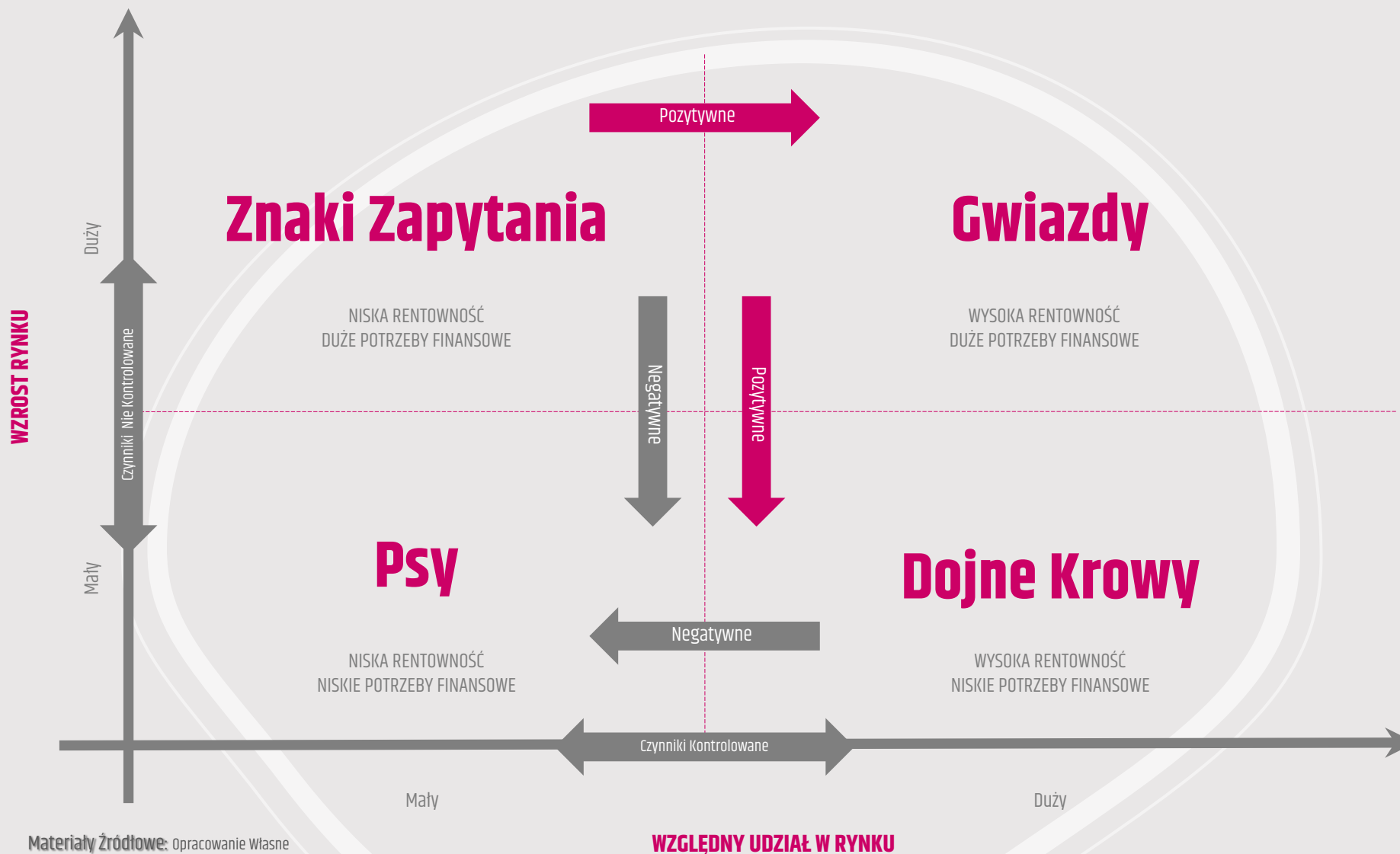
Perspektywy (2015-2035)



Materiały Źródłowe: Opracowanie Własne

Dynamika Wzrostu (1995-2035+)

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substytucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.



Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substytucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.



Materiały Źródłowe: Opracowanie Własne

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.



Materialy Źródłowe: Opracowanie Własne

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substytucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

KIERUNKI ROZWOJU INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH



Materiały Źródłowe: Opracowanie Własne

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

CHARAKTERYSTYKA BRANŻY (Compoundy Ogółem, Świat)

- ⌘ GLOBALNA WIELKOŚĆ RYNKU (2016) – ca. 26 mln T
 - ⌘ Średnioroczne Tempo Wzrostu CAGR (2016-2026) – 5,2%
 - ⌘ GLOBALNA WIELKOŚĆ RYNKU (2021) – ca. 60 mln T
 - ⌘ Średnioroczne Tempo Wzrostu CAGR (2022-2032) – 7,4%
 - ⌘ Szacowana Wartość Rynku (2026) – ca. 95 mld USD
-
- ⌘ Główny Udział w Rynku – Compoundy PP (21%)
 - ⌘ Największy Udział – Sektor Automotive – 24%, E/E – 18%
 - ⌘ Największe Tempo Wzrostu (2016-2026) – Elastomery (TPE) – 9% Y/Y
-
- ⌘ 40% Popytu Jest Generowane Na Kontynencie Azjatyckim (na drugim miejscu Europa)
 - ⌘ Światowy Rynek Producentów Jest Zdominowany Przez Największe Firmy

Materiały Źródłowe:

Grand View Research Corporation

Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substytucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.



ADDITIVES

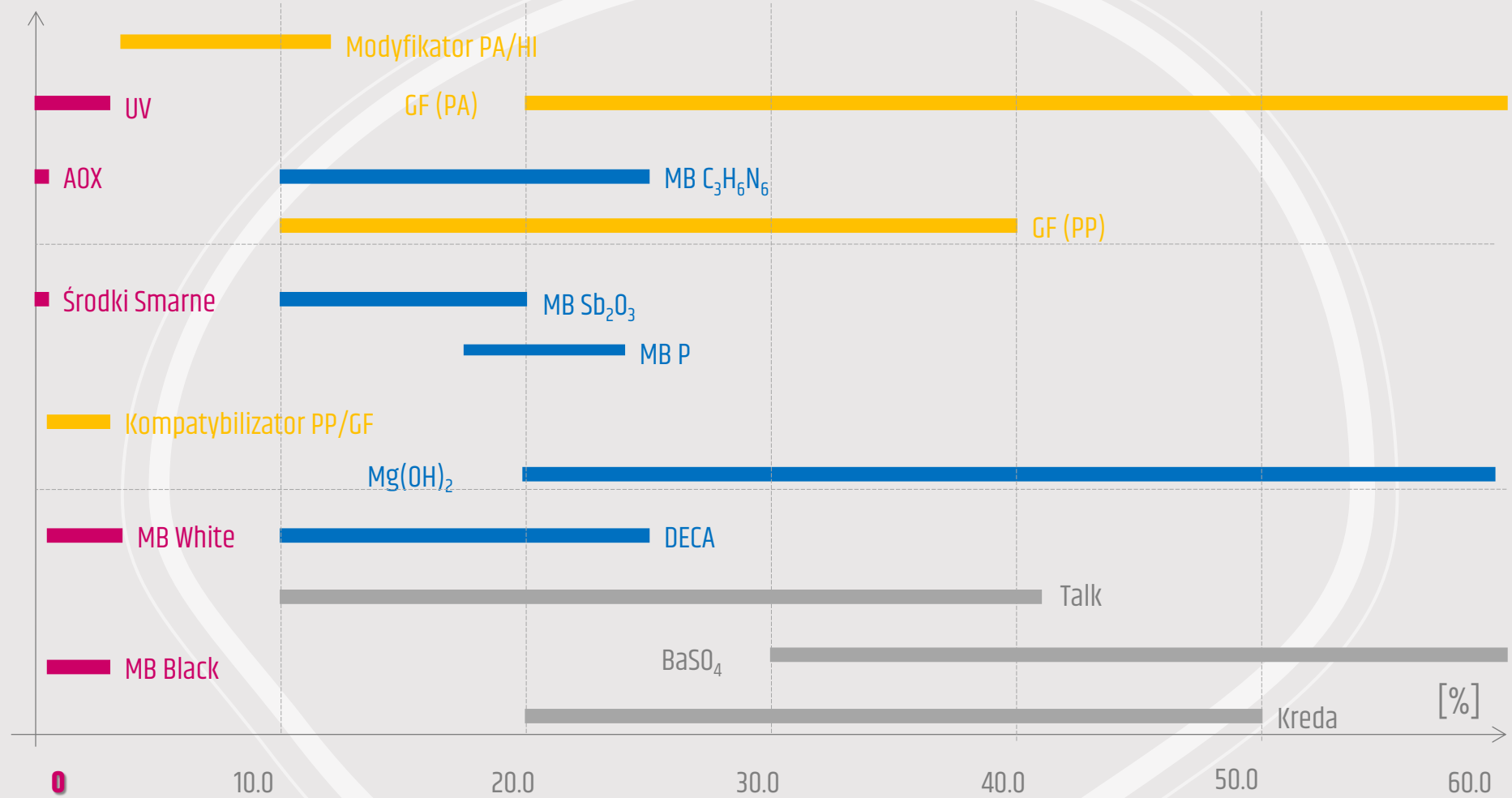


- ❖ ADDITIVES MAKE PLASTICS EASIER TO PROCESS
- ❖ ADDITIVES MAKE PLASTICS LOOK GOOD
- ❖ ADDITIVES SAVE MONEY
- ❖ ADDITIVES MAKE PLASTICS SAFE
- ❖ ADDITIVES MAKE PLASTICS CLEAN & HEALTHY
- ❖ ADDITIVES MAKE PLASTICS WORK LONGER
- ❖ ADDITIVES RESPECT THE ENVIRONMENT

Przed przetwórstwem do związków wielkocząsteczkowych dodawane są środki pomocnicze, które mają za zadanie poprawę właściwości przetwórczych, wytrzymałościowych, użytkowych, odporności przeciwstarzeniowej, cieplnej, chemicznej itp. polimerów. Należy tutaj zaznaczyć, że powyższe dodatki mogą niejednokrotnie mieć działanie wielokierunkowe: sadza jest dla mieszanek gumowych napętniaczem aktywnym - poprawiającym ich wytrzymałość na rozciąganie, a równocześnie działa jako stabilizator UV i czarny pigment.

INŻYNIERIA COMPOUNDINGU

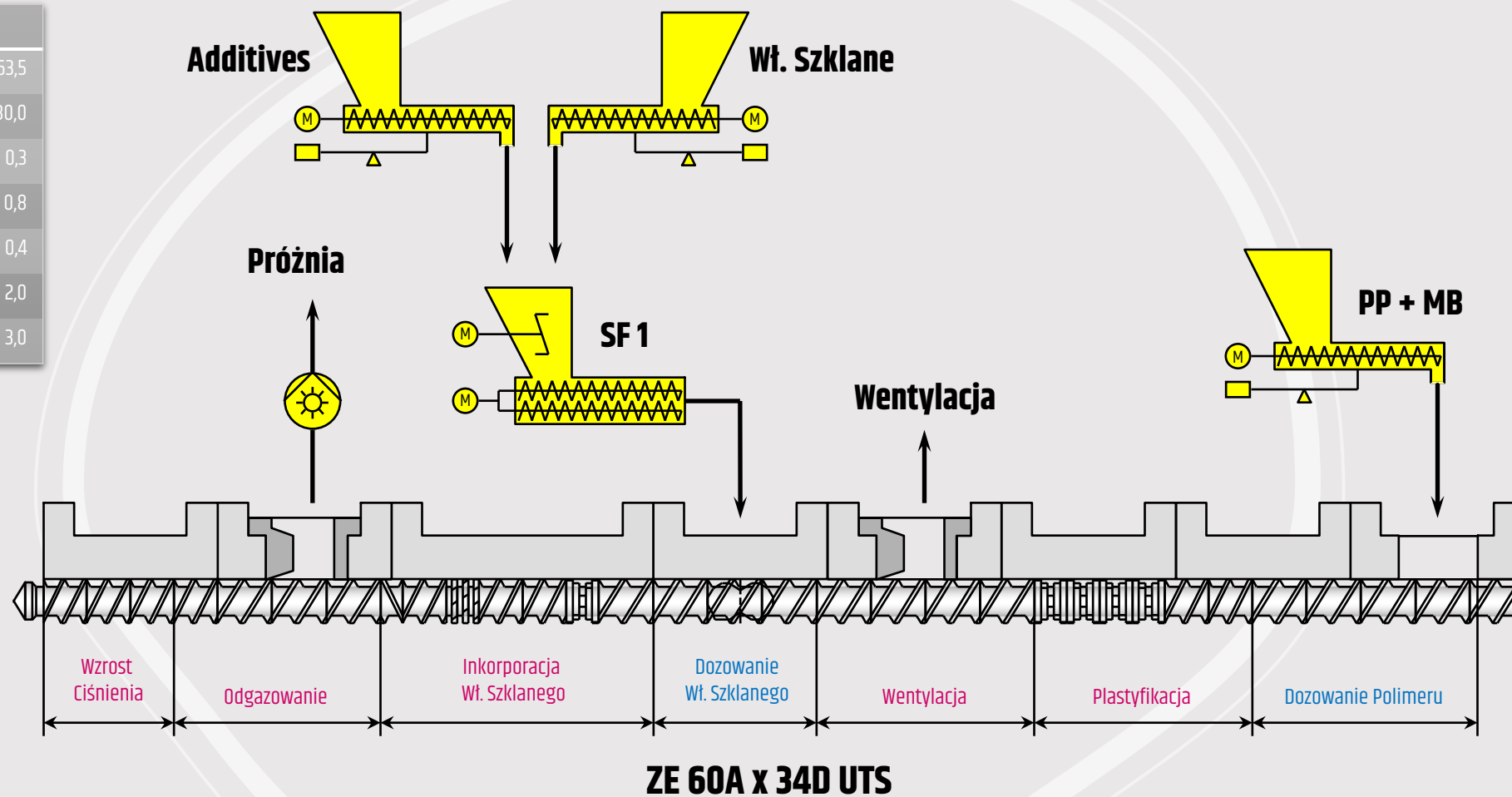
TWORZYW SZTUCZNYCH



Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

PPC 30GF/UV RAL 9005

PPC 30GF/UV RAL 9005	[%]
PPC MFI 3	63,5
Włókno Szklane (GF)	30,0
Antyutleniacz (AOX)	0,3
Stabilizator (UV/LS)	0,8
Środki Smarne (RA)	0,4
Koncentrat Barwiący (MB)	2,0
Kompatybilizator (MAH)	3,0



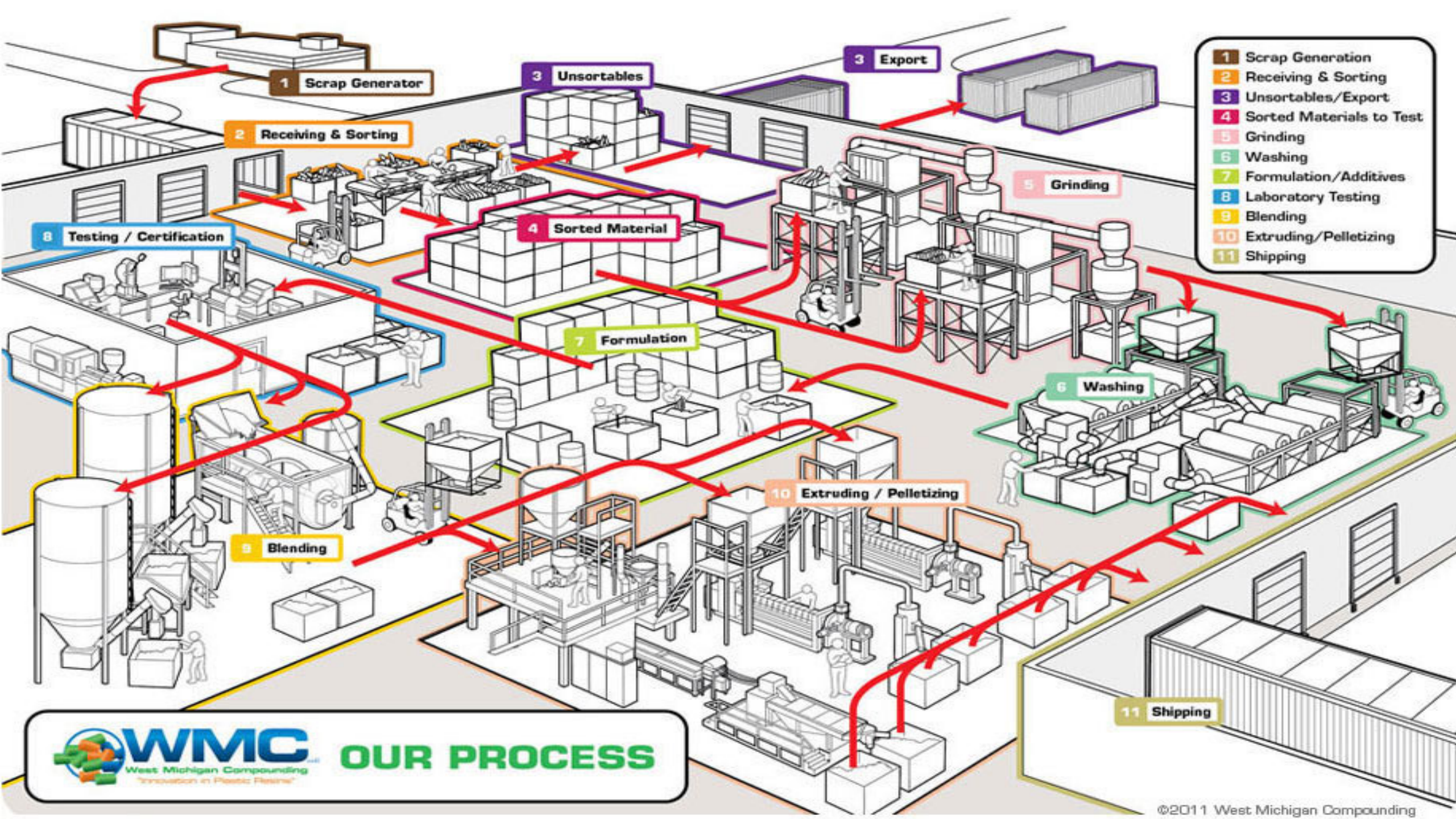
Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.

WŁAŚCIWOŚĆ / WPŁYW		Włókno Szklane	Włókno Węglowe	Celuloza	Mika	Talk	Grafit	Kaolin	Kulki Szklane	Kreda
Wytrzymałość Na Rozciąganie	↑	☑	✓		✓				✓	
Wytrzymałość Na Ściskanie	↑	✓				✓			✓	✓
Moduł Elastyczności	↑	☑	☑		☑	✓			✓	✓
Odporność Na Uderzenie	↑		✗	✓		✗		✗	✗	
Skurcz	↓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Przetwórczy										
Odporność Termiczna (HDT)	↑	☑	☑		✓	✓		✓		✓
Oporność Elektryczna	↑				☑	✓		☑		
Stabilność Termiczna	↑				✓	✓		✓		
Odporność Chemiczna	↑				✓		✓	✓	✓	
Typ NAPEŁNIACZA		Włókniste			Lamelarne			Sferyczne		



LP	Typ	Gęstość g/cm ³	Średnica μm	Moduł E GPa	Wytrzymałość GPa
1	Włókno Szklane	2.54	12	72-76	3.6
2	Włókno Borowe	2.60	100	420	3.1-4.1
3	Włókno Węglowe	1.77	x	220-392	2.8-4.5
4	Włókno Aramidowe	1.45	12.0	77-125	2.8-3.6
5	Włókno Tlenku Glinu	3.95	20-150	220-380	1.4-2.0
6	Włókno SiC	3.00	78-143	330-400	2.9-3.8
7	Whisker SiC	3.40	0.6	690	6.9

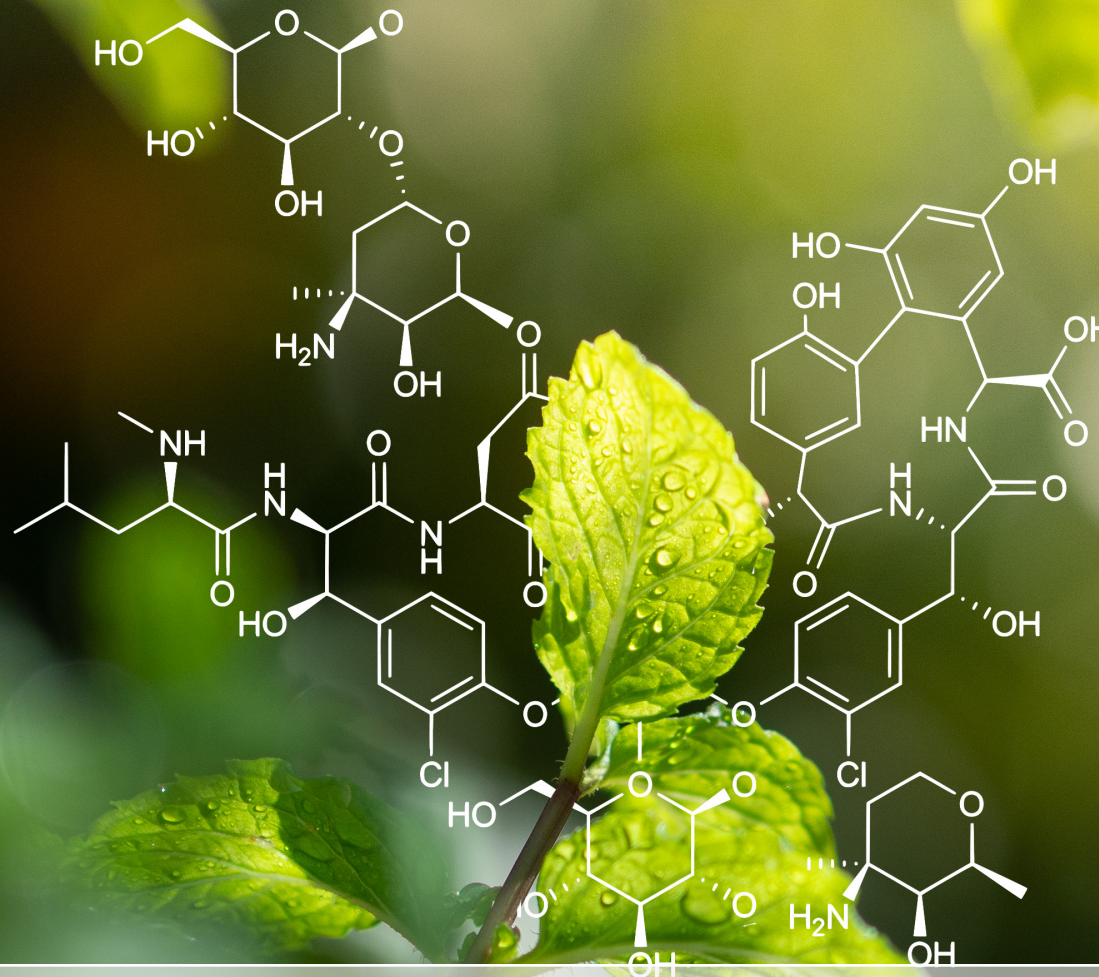
Wielkość światowego rynku mieszanek tworzyw sztucznych została wyceniona na 60,35 mld USD w 2021 r. i oczekuje się, że w latach 2022-2030 będzie się rozwijać w tempie skumulowanej rocznej stopy wzrostu (CAGR) wynoszącej 7,4%. Rosnąca substitucja naturalnego kauczuku, drewna, metali, szkła i betonu dla tworzyw sztucznych ma napędzać wzrost rynku. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne rośnie ze względu na ich zastosowanie w różnych zastosowaniach przemysłowych ze względu na ich łatwość i zdolność do formowania.



Polimery i Tworzywa Biodegradowalne



- ❖ Czynniki mającymi wpływ na rozwój rynku biotworzyw są akcje ekologiczne, promujące ochronę środowiska naturalnego oraz wspieranie postaw ekologicznych wśród konsumentów.,
- ❖ Tworzywa biodegradowalne wciąż przez niektórych konsumentów mogą być utożsamiane z produktami droższymi a przy tym niższej jakości w porównaniu z odpowiednikami wytwarzanymi z surowców petrochemicznych.,
- ❖ Tworzywa polimerowe (PP, PE) z dodatkiem prodegradantów (np.: TDPA), oceniane są jako jeden z rodzajów materiałów biodegradowalnych,
- ❖ Wraz ze wzrostem ilości biotworzyw na rynku, koszty produkcji mają szansę zbliżyć się do cen materiałów konwencjonalnych,
- ❖ Aspekt środowiskowy i wysoka akceptacja konsumentów w krajach rozwiniętych są dodatkowymi zachętami rozwoju trendu biotworzyw,
- ❖ Biotworzywa charakteryzują się specyficznymi właściwościami, które niekiedy różnią je od konwencjonalnych tworzyw sztucznych (np.: połysk, barierowość, antystatyczność, możliwość zadruku).



UWAGA | Wszelkie opinie i uwagi autora stanowią własną ocenę rzeczywistości i są dalece odległe od kreowanej w mediach rzeczywistości

Tworzywa Biodegradowalne

Segmenty rynku, w których można spotkać **tworzywa biodegradowalne**:

- ❖ opakowania,
- ❖ żywność i gastronomia,
- ❖ rolnictwo i ogrodnictwo,
- ❖ elektronika,
- ❖ branża motoryzacyjna,
- ❖ AGD, gospodarstwo domowe,
- ❖ budownictwo i architektura,
- ❖ tekstylia/odzież (jednorazowa odzież medyczna i bielizna szpitalna),
- ❖ medycyna/stomatologia (resorbowalne nici chirurgiczne, opatrunki, implanty),
- ❖ farmacja (nośniki leków o kontrolowanym uwalnianiu),
- ❖ artykuły higieniczne,
- ❖ kosmetyka, chemia gospodarcza i inne.

W 2020 roku globalne zużycie polimerów biodegradowalnych stanowiło mniej niż jedną czwartą procenta (mniej niż 0,25%) całkowitego zużycia tworzyw termoplastycznych.

Normy przedmiotowe nie określają szczegółowo zakresu pojęcia biodegradacja, co może być kłopotliwe szczególnie dla konsumentów. I tak biodegradacja jest definiowana przez normy przedmiotowe, jako: „**rozkład tworzywa, którego degradacja jest skutkiem działalności naturalnie występujących mikroorganizmów takich jak bakterie, grzyby i glony**” [ASTM D 6400-04], „rozkład tworzywa, który objawia się **zmniejszeniem masy molowej fragmentów łańcucha**, wywołanym przez działanie naturalnie występujących mikroorganizmów, takich jak bakterie, grzyby i glony” [PN-EN ISO 472:2002].

environmentally friendly polymers (biokorozja)

Biodegradowalność materiału nie jest synonimem terminu kompostowalność. **Wszystkie polimery kompostowalne są biodegradowalne, natomiast nie każdy polimer biodegradowalny posiada status kompostowalnego.** Powstający w procesie biologicznego rozpadu tworzywa kompost podlega wymaganiom dotyczącym nawozów i nie może zawierać substancji toksycznych ani niepodlegających rozkładowi, takich jak m.in. farby drukarskie.



Materiały przyjazne środowisku można podzielić na trzy podstawowe kategorie:

- **biodegradowalne, kompostowalne** wytwarzane na bazie surowców odnawialnych,
- **biodegradowalne**, wytwarzane na bazie surowców petrochemicznych,
- **niebiodegradowalne**, wytwarzane na bazie surowców odnawialnych.

Polimery biodegradowalne pochodzące z naturalnych źródeł, czyli surowców odnawialnych, można podzielić na sześć podgrup **POLISACHARYDY, PROTEINY, TŁUSZCZE. POLIESTRY (wytwarzane przez mikroorganizmy lub rośliny, syntezowane z bio-pochodnych), INNE**

Averous i Boquillon sklasyfikowali biodegradowalne polimery w następujących grupach:

- ❖ polimery izolowane z **biomasy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego**, do których należą polisacharydy, lipidy oraz białka,
- ❖ polimery **syntetyzowane przez mikroorganizmy lub genetycznie modyfikowane rośliny**, poliestry hydroksykwasów (PHA),
- ❖ polimery **syntetyzowane chemicznie z monomerów** otrzymywanych w procesie fermentacji biomasy, np. polilaktyd (PLA),
- ❖ polimery **otrzymywane z surowców petrochemicznych**: polikaprolaktony (PCL), poliesteroamidy (PEA), alifatyczne kopoliestry oraz aromatyczne kopolimery.

Do polimerów niebiodegradowalnych (tzn. nie ulegających rozpadowi biologicznemu w procesie kompostowania), ale wytwarzanych z surowców odnawialnych, należą m.in. polietylen, polipropylen, poliamid i poli(chlorek winylu). Wówczas nazwy poprzedzane są przedrostkiem „bio” lub „zielony”. Podstawową zaletą tej grupy tworzyw jest fakt, że nie różnią się właściwościami od ich petrochemicznych odpowiedników, poza źródłem pochodzenia surowców do ich syntezy. „Bio-PE”, czyli tzw. zielony polietylen wytwarzany jest m.in. z etylenu uzyskiwanego z **alkoholu etylowego (bioetanol)** wytwarzanego w procesie fermentacji trzciny cukrowej, stąd często stosuje się skrót myślowy, że „bio-PE” pochodzi wprost z trzciny cukrowej.



circular economy
eco design
product life time



Chemicznie, skrobia jest polimerem składającym się z węglowodanów złożonych (polisacharydów) –**amylozy** i **amylopektyny**. Długość łańcucha skrobi zależy od surowca, z którego pochodzi. Skrobia **NIE ROZPUSZCZA SIĘ** w wodzie.

Większość dostępnej na rynku skrobi jest **izolowana z ziaren** (kukurydzy, ryżu i pszenicy) oraz z bulw roślin (ziemniaków, manioku i tapioki). Jest to tzw. skrobia natywna, wydobytą z surowca w procesie technologicznym.

W przetwórstwie tworzyw sztucznych, skrobia krystaliczna może być stosowana jako wypełniacz lub modyfikowana do **skrobi termoplastycznej** (TPS).

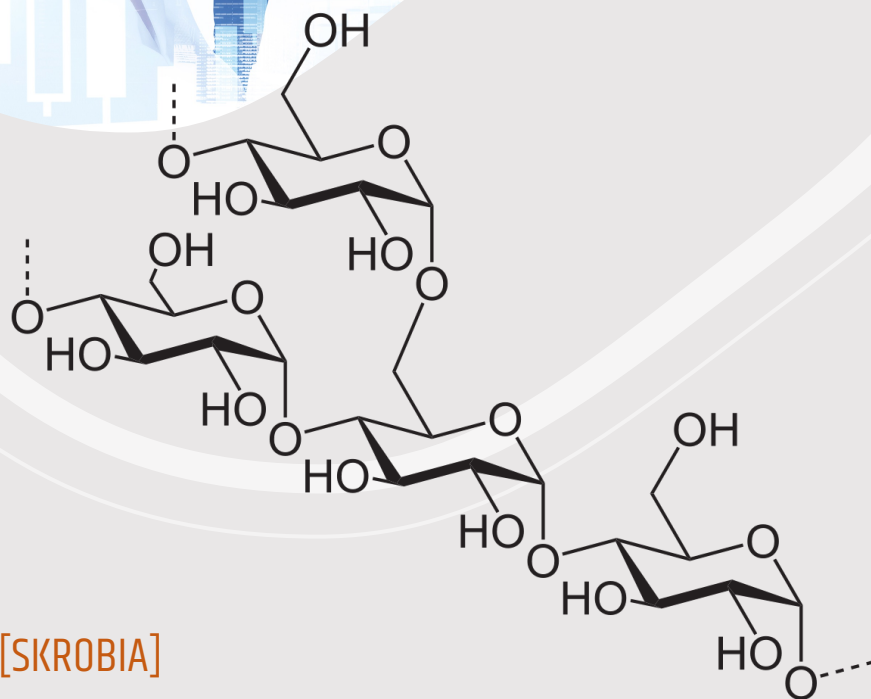
Otrzymywanie skrobi termoplastycznej wiąże się ze zniszczeniem **struktury krystalicznej** poprzez działanie ciśnienia, ciepła, pracy mechanicznej lub plastifikatorów.

TPS wykazuje **słabe właściwości mechaniczne** oraz małą barierowość. Jest materiałem wyjściowym do produkcji wyrobów, które w swoim składzie zawierają naturalne plastifikatory i hydrofilowe substancje biodegradowalne otrzymywane z syntetycznych polimerów. Materiał ten ulega rozkładowi zarówno w obecności tlenu, jak i w warunkach beztlenowych. TPS może być przetwarzany metodą ekstruzji.

Na rynku spotykane są tworzywa na bazie skrobi (powyżej 40% w składzie) oraz modyfikowane skrobią (do 40% w składzie). Są to wartości UMOWNE.

"Zastępowanie polimerów syntetycznych jest **ekonomicznie uzasadnione (!!!)**, nawet do 50% syntetycznego poliestru może być zastąpione skrobią, co pozwala na obniżenie kosztów produkcji materiału. Mieszaniny otrzymane przez zmieszanie do 45% skrobi z PCL wykazują **dobrą wytrzymałość mechaniczną (!!!)**".

[SKROBIA]





- [x] **PREZENTUJMY** tworzywa w sposób zgodny z ich prawdziwą naturą i przeznaczeniem
- [x] **ROZMAWIAJMY** o trudnych tematach dotyczących tworzyw sztucznych
- [x] **KOMUNIKUJMY** językiem dostosowanym odpowiednio do profilu odbiorcy
- [x] **KREUJMY** postawy proekologiczne związane z całym cyklem życia wyrobów z TS
- [x] **PAMIĘTAJMY**, że jednym z podstawowych działań jest edukacja najmłodszych
- [x] **PRZECIWSZTAWIAJMY** się propagowaniu niezgodnego z prawdą wizerunku tworzyw
- [x] **BĄDŹMY** ambasadorami tworzyw sztucznych w codziennym życiu



PLASTICS LIFE

Nie Ma Świata Bez Tworzyw

Rola Społeczności Dla Potrzeb Wizerunku Branży



Applied Market Information
Consulting Marketing und Industriebberatung GmbH
ECEBD
Eurostat
myCeppi
PlasticsEurope Polska
PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)
Plastics Information Europe
Politechnika Lubelska | Monografie