

**Mapa rozwoju rynków i technologii
dla sektora innowacyjnych tworzyw
sztucznych**

Niniejsze opracowanie powstało na zlecenie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, jest współfinansowane z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego ze środków Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, w ramach projektu pozakonkursowego *Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*.

Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości nie ponosi odpowiedzialności za opinie wyrażone w publikacji, które są opiniami autorów i jako takie nie odzwierciedlają stanowiska Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, ani też nie są dla niej w żaden sposób wiążące.

Autor:
dr Krzysztof Grzybowski

Współpraca:
Zespół ds. Sektora Publicznego, Innowacji i Zachęt Inwestycyjnych Deloitte
Departament Analiz i Strategii, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości

Copyright by Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, 2018



Niniejsze opracowanie jest rezultatem tzw. Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania (PPO), prowadzonego przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii w partnerstwie z Polską Agencją Rozwoju Przedsiębiorczości, w ramach projektu pozakonkursowego pn. *Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*.

Celem projektu pozakonkursowego jest monitorowanie i aktualizacja obszarów B+R+I priorytetowych dla rozwoju polskiej gospodarki, tzw. Krajowych Inteligentnych Specjalizacji (KIS). Lista tych obszarów ma charakter otwarty i jest aktualizowana stosownie do zachodzących zmian społeczno-gospodarczych.

Spis treści

Streszczenie.....	6
Summary	10
Słownik pojęć/ wykaz skrótów.....	14
Wprowadzenie metodyczne	19
Cel i zakres BTR	26
Czym są tworzywa sztuczne	27
Łańcuch wartości w sektorze	29
Charakterystyka rynku globalnego.....	34
Analiza barier rynkowych	36
Kluczowi gracze rynkowi.....	37
Analiza dostępnych produktów i technologii	40
Uwarunkowania prawne dla branży	41
Charakterystyka rynku polskiego	43
Kluczowi gracze rynkowi w Polsce	45
Jednostki badawcze	46
Popularne wydarzenia branżowe	48
Podstawowa analiza wielkości rynku	48
Analiza dynamiki rynku	49
Analiza barier rynkowych	53
Analiza cyklu życia produktów	54
Globalne trendy rozwojowe	64
<i>Industry 4.0</i>	64
<i>Nowe modele biznesowe i Open Innovation</i>	65
<i>Druk 3D</i>	65
<i>Wykorzystanie surowców odnawialnych</i>	66
<i>Rosnące wymagania regulacyjne</i>	67
<i>Rozwój innowacji materiałowych</i>	67
<i>Rozwój elektroniki organicznej</i>	70
<i>Technologie kompozytowe</i>	71
<i>Projektowanie pod recykling</i>	73
Analiza SWOT dla branży	76
Scenariusze rozwojowe	84
Program rozwoju dla branży innowacyjnych tworzyw sztucznych w Polsce w perspektywie 5-10 lat.....	110
Mapa drogowa.....	113
<i>Mapa drogowa rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych</i>	115
<i>Oddziaływania pomiędzy planowanymi działaniami oraz ich wpływ na cele operacyjne scenariusza „Rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych”</i>	116
<i>Mapa rozwoju kluczowych technologii</i>	117
Ocena potencjału gospodarczego sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych w kontekście KIS	119
Wnioski i rekomendacje.....	121

<i>Spis rysunków i tabel</i>	125
<i>Spis źródeł</i>	126
<i>Spis źródeł internetowych</i>	127





Streszczenie

Sterowanie rozwojem gospodarczym na poziomie kraju jest zadaniem niezwykle złożonym. Do głównych przyczyn takiej sytuacji należy wyjątkowo silne powiązanie gospodarek krajowych na poziomie globalnym i wielość czynników, na które zarządzający nie mają wpływu lub wręcz nie są w stanie ich przewidzieć. W warunkach wysokiej niepewności oraz wspomnianych ograniczeń niezwykle istotne jest, aby, wyznaczwszy konkretne cele gospodarcze, dopasowywać prowadzoną politykę do dynamicznie zmieniających się okoliczności.

Mapa rozwoju rynków i technologii dla sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych (BTR – Business Technology Roadmap) powstała w ramach projektu pozakonkursowego Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji, realizowanego wspólnie przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii oraz Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości.

Podstawą tworzenia i monitorowania inteligentnych specjalizacji jest proces przedsiębiorczego odkrywania (PPO), integrujący różnych interesariuszy w celu identyfikowania priorytetów w zakresie badań, rozwoju i innowacji,

wokół których koncentrowane są inwestycje prywatne i publiczne. Kluczowe znacznie przy określaniu tych priorytetów mają przedsiębiorcy oraz przedstawiciele instytucji otoczenia biznesu i jednostek naukowych.

Istotnym etapem PPO jest Smart Lab (SL), czyli cykl spotkań grup przedsiębiorców z udziałem przedstawicieli nauki, otoczenia biznesu i administracji, które są moderowane przez doświadczonych konsultantów – ekspertów branżowych. Celem SL jest inicjowanie i rozwijanie inicjatyw projektowych w obszarach/ dziedzinach zidentyfikowanych w trakcie pierwszego etapu PPO, tzw. Smart Panelu, oraz zweryfikowanie potencjału tych obszarów jako ewentualnych nowych specjalizacji. BTR jest efektem prac wykonanych na spotkaniach SL dedykowanym i rozwijanym w sektorze innowacyjnych tworzyw sztucznych.

BTR powstawała pomiędzy marcem a lipcem 2018 r. W tym czasie odbyły się 4 spotkania w formule SL, podczas których pracowano nad poszczególnymi elementami BTR dla polskiej branży tworzyw sztucznych. W spotkaniach wzięli udział zarówno przedstawiciele polskich firm sektora tworzyw sztucznych, jak i przedstawiciele świata nauki oraz instytucji otoczenia biznesu.

Ze względu na specyfikę procesu PPO, dokument przedstawia przede wszystkim perspektywę biznesową, a jego istotą jest próba określenia

i zdefiniowania obszarów technologicznych, których przyspieszony rozwój stwarza szansę uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorców funkcjonujących w branży. W związku z tak zdefiniowanym celem, BTR skupia się przede wszystkim na tych elementach, które stanowią podstawę decyzji biznesowych. Są to m.in. analiza potencjału sektora, w tym głównych trendów rozwojowych i technologicznych, opis głównych interesariuszy na świecie i w kraju oraz identyfikacja najbardziej obiecujących obszarów współpracy wraz z nakreśleniem projektów kluczowych dla branży.

Z punktu widzenia logiki prezentacji tematu, dokument dzieli się na trzy części.

W ramach części pierwszej przedstawiono problematykę tworzyw sztucznych, ich zastosowania, powszechności, ale także zagrożeń związanych ze stosowaniem plastików. Opisano łańcuch wartości w sektorze, uwzględniając poszczególne funkcje, jakie podmioty działające w branży w nim pełnią. W tej części dokumentu analizie poddano globalny, europejski i polski rynek, opisano kluczowych graczy i interesariuszy. Przeprowadzona analiza wskazuje, że rynek europejski, w tym rynek polski, powinien rozwijać się w tempie szybszym, niż wynosi średni wzrost rynku światowego, aczkolwiek należy mieć na uwadze

dynamicznie rozwijające się rynki krajów azjatyckich. Zwrócono uwagę na szczególne uwarunkowania prawne, które nie tylko wpływają na kondycję biznesową przedsiębiorstw funkcjonujących w branży, ale także przekładają się na rozwiązania technologiczne, którym dedykuje się coraz więcej środków.

Część druga skupia się na analizie globalnych trendów rozwojowych, jednocześnie stanowi kontekst do analizy SWOT dla sektora tworzyw sztucznych w Polsce, a także analizy PESTEL, która pozwala na pełne zobrazowanie sytuacji. Analiza SWOT polskiego sektora tworzyw sztucznych stanowiła punkt wyjścia do prac analitycznych związanych z interpretacją zidentyfikowanych czynników i opracowaniem niezbędnych dla branży działań w nadchodzącej przyszłości. Znamiennym jest fakt, iż branża tworzyw sztucznych w przeważającym zakresie jest przetwórcza, a zatem uzależniona od dostawy surowca przez zagranicznych kontrahentów. Fakt dostępu do surowca oraz niewielki dystans do kluczowych zagranicznych rynków sprzedaży są czynnikami kształtującymi charakter naszej branży, które pozostaną aktualne prawdopodobnie także w najbliższych latach. Przed branżą tworzyw sztucznych w Polsce stoją obecnie wyzwania dotyczące nowego prawodawstwa unijnego,

w szczególności strategii dla tworzyw sztucznych. Zgodnie z jej zapisami obecny obieg tworzyw sztucznych powinien w ciągu następnych kilkudziesięciu lat przekształcić się w obieg zamknięty. Rezultatem tego podejścia będzie ścisła kontrola obiegu substancji w środowisku oraz nadzór nad ich utylizacją i ponownym wykorzystaniem w formie recyklatów. Poza tym trendem, istotne dla branży będą rosnące wymogi odnośnie bezpieczeństwa i jakości użytkowanych tworzyw.

Wyniki analizy PESTEL wskazują na dodatni trend rozwoju branży tworzyw sztucznych w Polsce. Brak jest jednoznacznych czynników, które hamowałyby lub uniemożliwiały jej wzrost. Zidentyfikowane przeszkody, np. konieczność adaptacji branży do nowej legislacji unijnej, czy konkurencja ze strony producentów zagranicznych (szczególnie z Bliskiego Wschodu i Stanów Zjednoczonych Ameryki) należy traktować jako wyzwania, które kształtować będą wizerunek sektora polskiego i europejskiego.

Część trzecia dokumentu wskazuje najbardziej przyszłościowe kierunki rozwoju branży i technologii rozwijanych na rzecz branży, w tym prezentuje zestaw rekomendacji dla poszczególnych składowych ekosystemu biznesowego. Celem jest nakreślenie warunków i rekomendowanych działań

niezbędnych do osiągnięcia wypracowanej wizji rozwojowej sektora tworzyw sztucznych w Polsce.

Technologie, które stanowią atrakcyjne nisze rynkowe dla polskich przedsiębiorstw, zostały przedstawione w układzie zgodnym z cyklem życia produktu, tj.:

- wytwarzanie podstawowego surowca do produkcji wyrobów z tworzyw,
- modyfikowanie tworzyw i wytwarzanie ostatecznych produktów,
- zbiórka, segregacja, utylizacja i recykling zużytych odpadów.

Technologie związane z wytworzeniem podstawowego surowca do produkcji wyrobów z tworzyw powinny koncentrować się na:

- opracowaniu nowatorskich i wysokomarżowych rozwiązań materiałowych, użytecznych w nowoczesnej elektronice organicznej oraz materiałach funkcjonalnych (np. smart materials),
- opracowaniu tworzyw pochodzenia naturalnego, w tym tworzyw bioresorbowalnych, czyli możliwych do wykorzystania w ciele człowieka, bądź do hodowli komórek,
- opracowaniu tworzyw biodegradowalnych, których

rozwój powinien być przedmiotem szczególnej uwagi ze względu na wdrażane ustawodawstwo unijne.

W obszarze modyfikowania i wdrażania ostatecznych produktów szczególnie ważne dla naszego kraju są technologie wysokomarżowych kompozytów oraz rozwiązań z zakresu tworzyw konstrukcyjnych. Niemniej ważne będą technologie wytwarzania innowacyjnych opakowań, w tym folii, a w szczególności folii dedykowanych procesowi recyklingu. W tej kategorii mieści się także nisza technologiczna druku 3D. Jest to trend ogólnoświatowy, który z powodzeniem może być rozwijany także w Polsce.

W obszarze zbiórki, segregacji, utylizacji i recyklingu należy zintensyfikować działania na rzecz projektowania pod recykling oraz ulepszenia systemów zbiórki, sortowania, selekcji i przetwarzania mechanicznego odpadów.

Wypracowane w trakcie spotkań SL rekomendacje wskazują, iż utworzenie dedykowanej tworzywom sztucznym KIS nie jest uzasadnione.

Przedsiębiorcy potrafią odnaleźć niekomercyjne formy wsparcia dla działań innowacyjnych w ramach obecnie zdefiniowanych KIS. Niemniej wskazane jest zmodyfikowanie opisów niektórych KIS w sposób, który lepiej będzie uwzględniał potencjał branży. Istotne jest zwrócenie uwagi na fakt, że wielu przedsiębiorców w branży ma

stosunkowo niewielką wiedzę na temat możliwości pozyskania finansowania niekomercyjnego, co sugeruje, że należy zwiększyć działania na rzecz promocji.

Uczestnicy SL, w tym także ekspert branżowy oraz konsultanci biznesowi wskazują, że warto zastanowić się nad uruchomieniem Programu Sektorowego Innoplast, a także modyfikacją pozostałych istniejących programów krajowych, w sposób który uwzględni i wzmocni wysiłki badawczo-rozwojowe sektora tworzyw sztucznych. Nade wszystko podkreślano konieczność stworzenia środowiska Open Innovation, tj. ukierunkowanego na swobodną i otwartą wymianę informacji nt. innowacji i osiągnięć naukowych, a także usprawnienie tworzenia sieci współpracy pomiędzy przedsiębiorcami oraz łączenie biznesu ze światem nauki.



Summary

This Business Technology Roadmap (BTR) for innovative technologies in plastics, has been developed under the non-competitive project, Monitoring of National Smart Specialization, implemented by the Ministry of Entrepreneurship and Technology along with the Polish Agency for Enterprise Development. A foundation for defining and monitoring Smart Specializations is formed by so called Entrepreneurial Discovery Process (EDP) that integrates various stakeholders around identification of R&D&I priorities for private and public investments. The key role in discovering these priorities is played by entrepreneurs, business support organisations and scientific institutions. A major component of EDP, so called Smart Lab (SL), consists of a series of meetings moderated by experienced professionals with expertise in a specific business sector, and attended by entrepreneurs accompanied by researchers, business support providers and public administration. The main objective of SLs, is to define and develop project initiatives in the economic specialisations identified during the initial stage of EDP,

i.e. Smart Panel, while also to validate them as potential new smart specialisations. BTR summarizes the outcome of work done during SL meetings dedicated to development of innovative solutions for plastics sector.

This document was prepared between March and July 2018. During this period four meetings in the SL formula have been held, to develop specific parts of BTR for Polish plastics sector. SL meetings have been attended by representatives of both, the Polish plastics companies and research institutions.

Due to a specific nature of EDP, the document primarily presents the business perspective. Its main focus is to determine and define technology fields where accelerated growth can create opportunities for entrepreneurs operating in the sector, to gain a competitive advantage. With this goal in mind, BTR provides a basis for business decisions, presents analyses of the sector's potential, including main technological and development trends, major stakeholders in Poland and on global level as well as the most promising cooperation areas and key projects for the industry.

For the sake of internal logic of the structure and content presentation, this document has been divided into three main parts. The first one captures the present state of the industry and its environment. A detailed depiction of

plastics sector in general is offered, including their use, applications, as well as risks attributed to plastics usage. The value chain for plastics sector is presented, including particular functions that enterprises in the sector serve. Moreover, the first section of the document analyzes global, European and Polish markets, describes key players and stakeholders in the plastics sector. The analysis conducted, indicates that the European market, including the Polish one, should develop faster than the average growth of the global market. It is an optimistic perspective, although one should bear in mind the dynamically developing markets of Asian countries, which are highly competitive in the plastics industry. Special attention was paid to specific legal conditions that not only have impact on the business activities of enterprises operating in the industry, but also affect the technological solutions being developed, namely tightening of environmental laws translate into new products and production techniques development.

The second part of BTR focuses on analysis of global development trends and technologies promoted in the field and sets the background for SWOT analysis of the Polish plastics sector as well as PESTEL analysis. In this context a thorough analysis of the Polish plastics sector was conducted. Both analyses (SWOT and PESTEL) serve as a starting point for projections and

recommendations for the sector in the forthcoming years. It should be noted that the Polish plastics sector is predominantly a processing one, and therefore depends on the supply of raw materials from foreign suppliers. This fact, along with relatively small distance to key foreign markets may become the defining factors for the industry in the nearest future.

The plastics industry in Poland is currently facing challenges regarding the new EU legislation, particularly important here is the European Commission's REACH European Strategy for Plastics. According to its provisions, plastics sector should adopt the character of a circular economy within the next several decades. As a result, there will be strict control of the circulation of substances in the environment and proper supervision over waste disposal or reusing of plastics in the form of recyclates. Moreover, the industry will be affected by the growing legal obligations in terms of safety and quality of plastics in use.

The PESTEL analysis proved a positive development trend of the industry in Poland. There are no definite factors that would impair or prevent its growth. The identified obstacles, i.a. implementation of the EU regulations, competition on part of foreign companies (particularly from Middle East countries and USA) should be treated rather as challenges, which

may become defining for the Polish and European sectors, but also the ones enhancing its growth.

The third part of the document indicates the most promising development trends in the sector, and includes a set of recommendations for the Polish plastics business ecosystem. It outlines the conditions and recommended actions that will enable achievement of the development vision for the plastics sector in Poland.

The technologies that should be the main subject of developing innovative solutions and which constitute attractive market niches for the Polish enterprises are presented in line with the product's life cycle, i.e.:

- technologies related to production of raw materials for manufacturing of plastic products,
- technologies for plastic modification and manufacturing of final products, and
- technologies related to collection, segregation, utilization and recycling systems.

Technologies related to the production of the basic materials for manufacturing of plastic products should focus on:

- development of innovative and high-margin material solutions useful in modern organic

electronics and functional materials (e.g. smart materials),

- development of natural-origin materials, including bioresorbable plastics, i.e. suitable for use in human body or for cell culture,
- development of biodegradable plastics, which should be of special importance, due to the implemented EU legislation.

In the area of modification and implementation of final products, technologies of high-margin composites and solutions in the field of engineering plastics are particularly important for the country. It seems that equally important will be technologies for production of innovative packaging, including foil and recyclable foil. The category also includes the technological niche of 3D printing. It is a global trend that may be successfully developed in Poland as well.

In the area of collection, segregation, utilization and recycling, it is crucial to intensify efforts in design for reuse and recycling and improvement of collection, sorting and mechanical processing of waste.

According to the recommendations made during SL meetings, there is no need for establishing a new plastic-dedicated smart specialisation in Poland (National Smart Specialisation – NSS). The entrepreneurs are capable of finding the non-commercial sources of funding

within the currently defined NSS. Nevertheless, it is advisable to modify the descriptions of some NSS in a way that they better address the full potential of the plastics industry. It should be noted that many entrepreneurs have limited awareness of the possibility of obtaining non-commercial financing for their companies, which suggests that the promotional activities in the industry could be amplified.

The SL participants, including the industry expert and business consultants, point out that a launch of a support scheme dedicated to the sector, so called Innoplast Programme – is worth considering. It would also be worth to revise other existing national programmes, including the undertakings of the Polish Development Fund in a way that reflects and strengthens the research and development efforts of the plastics sector. Above all, there was much emphasis put on the necessity to create an Open Innovation environment, i.e. directed at the free and open exchange of information on innovation and scientific achievements, as well as on improvement of networking among entrepreneurs and connecting business with the researchers.



Słownik pojęć/ wykaz skrótów

Skrót	Pojęcie	Wyjaśnienie
ABS	Poli(akrylonitryl-co-butadien-co-styren)	Tworzywo otrzymywane w procesie polimeryzacji 1,3-butadienu oraz kopolimeryzacji akrylonitrylu ze styrenem wraz z jednoczesnym szczepieniem powstałego kopolimeru na polibutadienie
AGD	Artykuły Gospodarstwa Domowego Aplikacja	W dokumencie stosowane w znaczeniu „rozwiązanie produktowe”
ASA	Akrylonitryl	Związek chemiczny z grupy nityli, służący do produkcji tworzyw sztucznych, tj. np. oliakrylonitrylu, jego kopolimerów oraz jako ważny substrat w wielu innych syntezach organicznych
	Badania podstawowe	Oryginalne prace eksperymentalne lub teoretyczne, podejmowane przede wszystkim w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktów bez nastawienia na bezpośrednie zastosowanie praktyczne
BDO	Baza danych o odpadach	Rejestr internetowy pod adresem: www.bdo.mos.gov.pl zawierający dane podmiotów wprowadzających produkty, produkty w opakowaniach i gospodarujących odpadami
BOPP	Folia polipropylenowa	Folia stosowana do pakowania, może być bezpośrednio materiałem opakowaniowym albo składową laminatów
B+R	Badania i rozwój, prace badawczo-rozwojowe	
B+R+I	Badania, rozwój i innowacje	
BTR	Business Technology Roadmap – Mapa Rozwoju Technologii	Opracowanie zawierające opis sytuacji technologiczno-rynkowej wraz z mapą rozwoju technologii i planowanymi projektami B+R w danej dziedzinie
	Chmura obliczeniowa	Model zdalnego przetwarzania i przechowywania danych oparty na użytkowaniu usług dostarczonych przez usługodawców, bez konieczności instalacji oprogramowania na własnym sprzęcie
	Compounding	Proces przetwarzania tworzyw sztucznych poprzez mieszanie stopionych głównych składników i dodatków

	Cyklosiloksan	Związek chemiczny z grupy silikonów służący do syntezy tworzyw sztucznych
DPR	<i>Dokument Potwierdzający Recykling</i>	Dokument potwierdzający dokonanie recyklingu odpadu, wydawany przez przedsiębiorcę prowadzącego proces odzysku
GIOŚ		Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
HIPS		Polistyren wysoko udarowy, stosowany w rozwiązaniach o szczególnych wymogach mechanicznych
	Integracja wsteczna	Rozszerzenie łańcucha wartości danego modelu biznesowego o etap(y) poprzedzające praktykowany w ramach przedsięwzięcia proces biznesowy ¹
IOB	Instytucja otoczenia biznesu	
IOT	Koncepcja Internetu Rzeczy	Koncepcja, wedle której jednoznacznie identyfikowalne przedmioty mogą pośrednio albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać lub wymieniać dane za pośrednictwem odpowiedniego kanału informacyjnego
IS	Inteligentna Specjalizacja	Obszar badawczo-rozwojowy lub innowacyjny, zidentyfikowany oddolnie przez przedsiębiorców oraz przedstawicieli nauki, jako priorytetowy dla poprawy konkurencyjności i innowacyjności gospodarki oraz jakości życia społeczeństwa
KE	Komisja Europejska	
KIS	Krajowa Inteligentna Specjalizacja	Obszar wskazany jako Inteligentna Specjalizacja na poziomie krajowym. Obszary KIS zostały wskazane w dokumencie „Krajowa inteligentna specjalizacja”, który został opracowany w 2014 roku przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii (byłe Ministerstwo Gospodarki) – we współpracy z Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwem Inwestycji i Rozwoju (byłe Ministerstwo Rozwoju Regionalnego). Koncepcja inteligentnej specjalizacji polega na określeniu priorytetów gospodarczych oraz skupieniu inwestycji na specjalizacjach badawczo-rozwojowych i technologicznych zapewniających zwiększenie wartości dodanej gospodarki i jej konkurencyjności na rynkach zagranicznych
LCA	Life cycle assessment	Ocena cyklu życia
	Masterbatche z dodatkami	Systemy ciekłe lub płynne będące zazwyczaj skoncentrowaną mieszaniną dodatków, np. kolorantów, nanomateriałów itp., ułatwiające w tej postaci ich integrację z przetwarzanym tworzywem sztucznym
	Melamina	Aromatyczny związek chemiczny z grupy amin, pochodna triazyny, trimer cyjanamidu. Surowiec ten stosowany jest do wyrobu żywic melaminowych, używanych do produkcji

¹ Integracja wsteczna jest rozpatrywana w szerokim zakresie w niniejszym opracowaniu. Wytwarzanie surowca może wiązać się z opracowaniem technologii jego wytwarzania, w szczególności gdy dotyczy to innowacyjnego rozwiązania. Surowcem jest materiał stanowiący punkt wyjścia lub jego początkowy element w łańcuchu wartości. Zapewnienie dostępu do tego surowca może być zrealizowane za pomocą wytwarzania go ze źródeł odnawialnych i związanych z tym niezbędnych technologii, które umożliwiają ich produkcję, bądź też z tradycyjnych źródeł kopalnych i nowatorskich metod np. zgazowania węgla.

		laminatów dekoracyjnych, płyt drewnopochodnych, klejów, farb i lakierów
MNiSW	Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego	
MPiT	Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii	
MSP	Małe i średnie przedsiębiorstwa	
NAFTA	North American Free Trade Agreement	Północnoamerykański Układ o Wolnym Handlu
NCBR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju	
OEM	Original equipment manufacturer	Producent oryginalnego wyposażenia
OLED	Organic light emitting device	Organiczne urządzenie emisji światła
PA-6	Poliamid-6	Tworzywo stosowane na masową skalę ze względu na dobre właściwości mechaniczne
PAN	Polska Akademia Nauk	
PARP	Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości	
PC	Poliwęglan (z ang. Polycarbonate)	Tworzywa termoplastyczne (formowane przez wtryskiwanie i wytłaczanie na gorąco) o bardzo dobrych własnościach mechanicznych
PCW	Polichlorek winylu	Tworzywo otrzymywane w wyniku polimeryzacji chlorku winylu. Ma właściwości termoplastyczne i cechuje je wysoka wytrzymałość mechaniczna oraz odporność na działanie niektórych rozpuszczalników
PEDOT: PSS	Poli (3,4-etylenodiotyiofen) sulfonian polistyrenu	Mieszanka dwóch polimerów, z których jeden to polistyrenosiarczan sodu, a drugi to poli (3,4-etylenodiotyiofen) lub PEDOT i PSS polistyrenosulfonian wykorzystywany jako transparentny i przewodzący polimer o wysokiej plastyczności
PE-HD, PE-MD, PE-LD, PE-LLD	Polietylen	Polietylen – popularny polimer o właściwościach termoplastycznych wykorzystywany w wielu aplikacjach. HD, MD, LD – kolejno: o dużej, średniej i niskiej gęstości; LLD – o niskiej gęstości i liniowej strukturze
PESTEL	z ang. Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal	Narzędzie planowania analizujące czynniki polityczne, gospodarcze, społeczne, technologiczne, środowiskowe i prawne
PET	Politereftalan etylu	Termoplastyczny polimer z grupy poliestrów stosowany na dużą skalę do produkcji włókien syntetycznych i butelek do napojów bezalkoholowych
PETG	Politereftalan etylu z domieszką glikolu	Termoplastyczny polimer powstały na bazie PET o większej elastyczności i wytrzymałości na temperaturę i radiację
PFR	Polski Fundusz Rozwoju	

PLA	Polilaktyd	Polimer należący do grupy poliestrów alifatycznych, jest w pełni biodegradowalny. PLA otrzymuje się z odnawialnych surowców naturalnych
PMMA	Polimetakrylan metylu	Przezroczyste tworzywo sztuczne (szkło akrylowe)
POIR	Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014-2020	
	Polimery	Substancje chemiczne o bardzo dużej masie cząsteczkowej, które składają się z wielokrotnie powtórzonych jednostek zwanych merami
POM	Polioksymetylen	Organiczny związek chemiczny, polimer z grupy polieterów wykorzystywany do wytwarzania termoplastycznych tworzyw sztucznych
	Poliacetal	Półkryształiczny termoplast o wysokiej wytrzymałości mechanicznej i sztywności. Znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, maszynowym, chemicznym i przetwórczym
	Poliolefiny	Polimery zawierające tylko węgiel i wodór, w których występują długie łańcuchy węglowe -C-C-C-, stanowiące podstawowy szkielet łańcuchów samych polimerów
	Polioskometylen	Polimer z grupy polieterów wykorzystywany do wytwarzania termoplastycznych tworzyw sztucznych
PP	Polipropylen	Organiczny związek chemiczny, polimer z grupy poliolefin, termoplast powszechnie stosowany, np. w opakowaniach
PPO	Proces Przedsiębiorczego Odkrywania	Wieloletni, cykliczny mechanizm diagnozy, identyfikacji, aktywizacji i integracji firm z potencjałem do rozwijania działalności innowacyjnej (z udziałem przedstawicieli środowiska nauki i otoczenia biznesu) w oparciu o wyniki prac badawczo-rozwojowych. Celem procesu jest wypracowanie mechanizmu współpracy finansowej i niefinansowej przedsiębiorców, której efektem ma być ilościowy i jakościowy wzrost nowych lub ulepszonych produktów/ technologii wdrażanych na rynku polskim i eksportowanych na rynki zagraniczne. Proces PPO jest realizowany przez MPiT oraz PARP
	Produkt małotonażowy	Produkt wytwarzany w relatywnie małych ilościach
PS	Polistyren	Tworzywo otrzymywane w procesie polimeryzacji styrenu. Polistyren, jako tworzywo lite, jest stosowany do produkcji sztucznej biżuterii, szczoteczek do zębów, pudełek do płyt kompaktowych, elementów zabawek. Ma jednak znacznie mniejszą odporność chemiczną od polietylenu i dlatego zasadniczo nie stosuje się go do produkcji opakowań produktów żywnościowych zawierających tłuszcze. Najbardziej rozpowszechnionym zastosowaniem polistyrenu jest produkcja jego formy spienionej, nazywanej styropianem
	Pultruzja	Metoda przeciągania włókna, polega na wytwarzaniu sposobem ciągłym profili kompozytowych o różnych kształtach przekroju (pełne, otwarte i zamknięte)
PUR	Poliuretan	Tworzywo cechujące się łatwością w użytkowaniu, o możliwości dostosowania formie i parametrach użytkowych
PVA	Polialkohol winylowy	Polimer stosowany jako składnik klejów, lakierów, apretur włókienniczych, do wyrobu aparatury chemicznej, jako stabilizator farb emulsyjnych, zagęszczaczy farmaceutycznych

RTO	Research and Technology Organisations/ Organizacje badawcze i technologiczne	
SAN	Styren-akrylonitryl	Kopolimer styrenu i akrylonitrylu, stosowany jako termoplastyczne tworzywo sztuczne, np. do produkcji obudów akumulatorów samochodowych
SAP	Superabsorbent	Substancja polimerowa o dużych właściwościach absorpcyjnych wykorzystywana np. w pieluszkach dziecięcych
SL	Smart Lab	Jeden z etapów PPO, obejmujący spotkania grup przedsiębiorców, z udziałem przedstawicieli nauki, otoczenia biznesu i administracji, moderowane przez doświadczonych konsultantów – ekspertów branżowych. Celem SL jest inicjowanie i rozwijanie inicjatyw projektowych w obszarach/ dziedzinach zidentyfikowanych w trakcie pierwszego etapu PPO, tzw. Smart Panelu oraz zweryfikowanie potencjału tych obszarów jako ewentualnych nowych specjalizacji
SP	Smart Panel	Jeden z elementów procesu PPO, obejmujący przygotowanie i realizację badań wśród przedsiębiorców oraz analizę danych zastanych dostępnych w instytucjach publicznych. Celem SP jest identyfikacja potencjału społeczno-ekonomicznego przedsiębiorstw prowadzących działalność gospodarczą. Rezultatem SP jest lista zidentyfikowanych obszarów/ dziedzin (specjalizacji) o wysokim potencjale innowacyjnym i wyselekcjonowana grupa przedsiębiorców reprezentujących te obszary/ dziedziny, którzy otrzymają zaproszenie do udziału w dalszych etapach PPO
	Surowiec	Materiał służący do dalszej przeróbki
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – mocne strony, słabe strony, szanse, zagrożenia	
	Termoplastyczność	Cecha materiału, dzięki której w określonej temperaturze i ciśnieniu tworzywo stałe zaczyna mieć własności lepkiego płynu
Tier-1, Tier-2,...		Poziomy oznaczające kolejność dostawcy w łańcuchu dostaw
TPC	Termoplast poliestrowy	Kopolimer blokowy poliestrowy lub termoplastyczny elastomer poliestrowy o doskonałej wytrzymałości mechanicznej
	Trioksan	Związek organiczny wykorzystywany do m.in. produkcji tworzyw sztucznych np. polioksymetylenu
UV	Ultrafiolet	



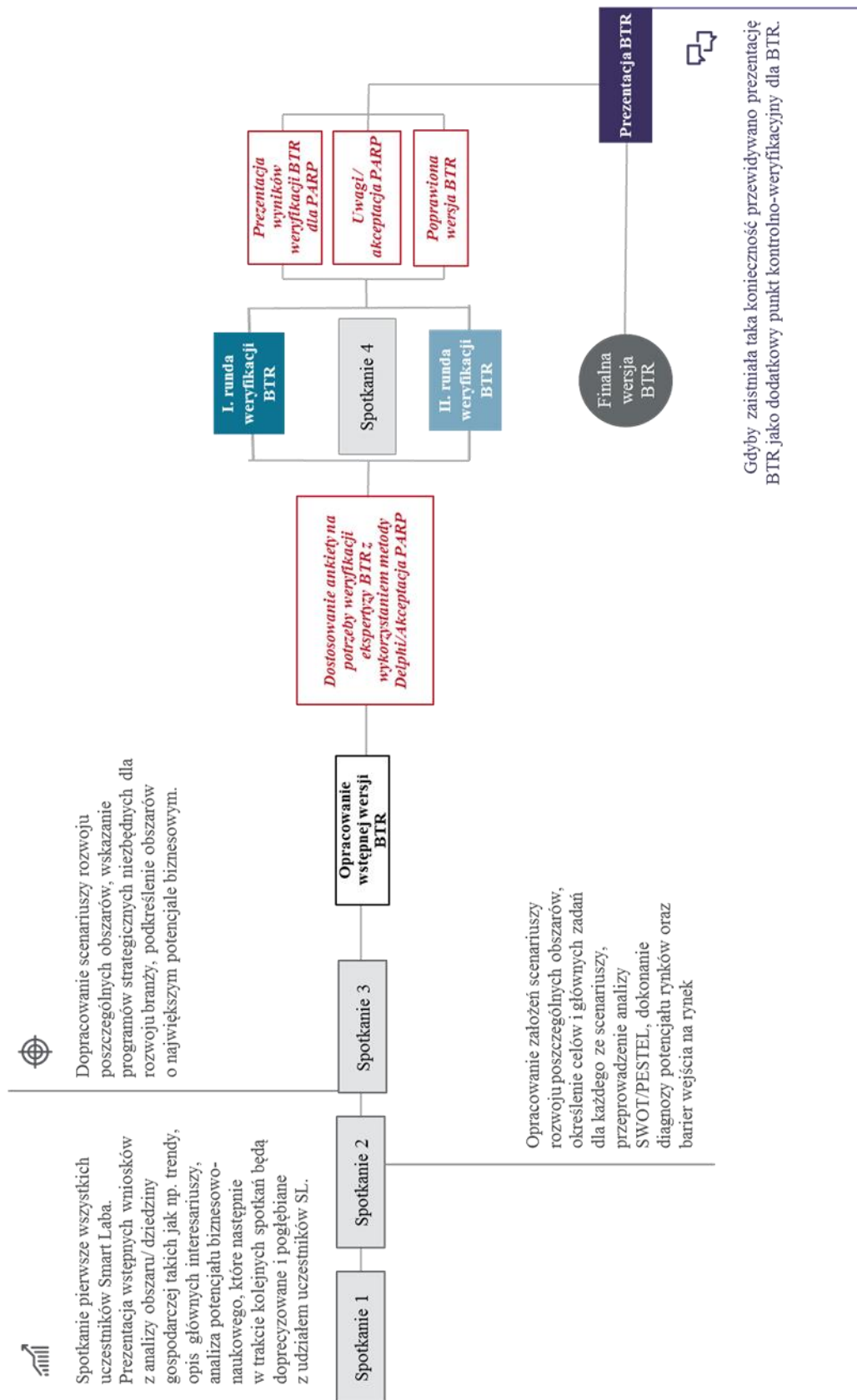
Wprowadzenie metodyczne

Mapa rozwoju rynków i technologii dla sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych w Polsce (BTR) powstała w ramach projektu pozakonkursowego Monitoring Krajowej Inteligentnej Specjalizacji, realizowanego wspólnie przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii oraz Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości. Inteligentne specjalizacje mają przyczyniać się do transformacji gospodarki krajowej poprzez jej unowocześnienie, przekształcenie strukturalne oraz tworzenie innowacyjnych rozwiązań społeczno-gospodarczych, jak również do podniesienia jej konkurencyjności na arenie międzynarodowej. Istnienie systemu monitorowania, aktualizacji i ewaluacji inteligentnych specjalizacji w Polsce stanowi warunek ex-ante dla celu tematycznego 1 w ramach perspektywy finansowej na lata 2014-2020 oraz umożliwia weryfikację stopnia osiągnięcia celów wytyczonych w KIS.

Proces monitorowania polega na systematycznym obserwowaniu zmian zachodzących w ramach poszczególnych specjalizacji na poziomie krajowym, poprzez analizę i ocenę trendów rozwojowych oraz identyfikację nisz rynkowych, potrzeb i potencjału rozwojowego przedsiębiorstw. Podstawą tworzenia i monitorowania inteligentnych specjalizacji jest proces przedsiębiorczego odkrywania (PPO), integrujący różnych interesariuszy w celu identyfikowania priorytetów w zakresie badań, rozwoju i innowacji, wokół których koncentrowane są inwestycje prywatne i publiczne. Kluczowe znaczenie przy określaniu tych priorytetów mają przedsiębiorcy oraz przedstawiciele instytucji otoczenia biznesu i jednostek naukowych. Zadania w ramach systemu monitorowania wdrażania inteligentnych specjalizacji na poziomie krajowym oraz regionalnym, realizowane w oparciu o model agregujący, który wykorzystuje dane społeczno-gospodarcze oraz PPO,

dostarczają informacji o poniesionych nakładach w stosunku do osiągniętych efektów. Pozwala to na zbadanie wpływu interwencji publicznej na zmiany społeczne, gospodarcze i środowiskowe w obszarach specjalizacji oraz dostosowanie instrumentów wsparcia do zidentyfikowanych niedoskonałości rynku, barier rozwojowych i potrzeb firm. Realizacja PPO, którego elementami są: Komitet Sterujący, Grupa Konsultacyjna, Obserwatorium Gospodarcze, Grupy Robocze ds. krajowych inteligentnych specjalizacji, Smart Panel i Smart Laby, przyczynia się do zwiększenia aktywnego zaangażowania przedsiębiorców w określanie kierunków strategicznego wsparcia w polityce innowacyjnej kraju. Niniejsza BTR jest efektem prac wykonanych na spotkaniach Smart Laba dedykowanego branży innowacyjnych tworzyw sztucznych.

Metodykę prac nad BTR przedstawiono na Rysunku 1.

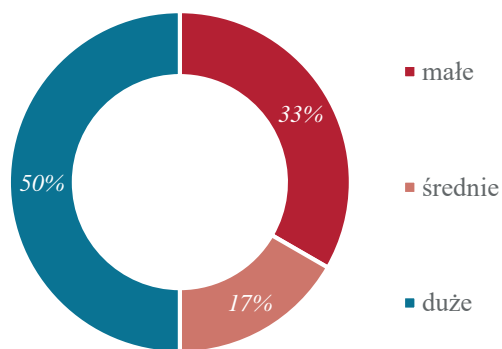


Gdyby zaistniała taka konieczność przewidywano prezentację BTR jako dodatkowy punkt kontrolno-weryfikacyjny dla BTR.

Rysunek 1. Schemat prezentujący metodykę prac nad BTR dla sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych

Źródło: opracowanie własne

Niniejsza BTR dla sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych w Polsce została przygotowana w ścisłej współpracy przedsiębiorców działających w branży tworzyw sztucznych, przedstawicieli świata nauki, zajmujących się tematyką i technologiami wytwarzania tworzyw sztucznych, konsultanta – eksperta branżowego wspieranego przez konsultantów biznesowych, we współpracy z instytucjami publicznymi – PARP oraz MPiT. Dokument został wypracowany w modelu ekspercko-partycypacyjnym, z zastosowaniem różnych narzędzi, scharakteryzowanych poniżej.



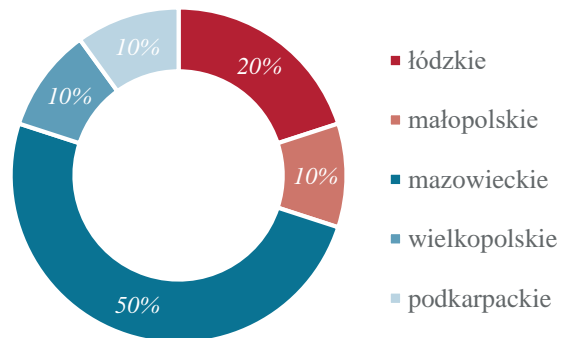
Rysunek 2. Wielkość firm sektora tworzyw sztucznych biorących udział w SL

Źródło: opracowanie własne

Wstęp merytoryczny, zakres oraz tryb prac został zaproponowany i opracowany przez konsultanta – eksperta branżowego dra Krzysztofa Grzybowskiego, we współpracy z konsultantami biznesowymi Zespołu ds. Sektora

² PlasticsEurope jest jednym z czołowych europejskich stowarzyszeń branżowych, którego

Publicznego, Innowacji i Zachęt Inwestycyjnych Deloitte. Materiał ten posłużył jako podstawa do pracy o charakterze warsztatowym w cyklu spotkań Smart Lab, które odbyły się między 26 marca 2018 r. a 22 maja 2018 r.



Rysunek 3. Lokalizacja firm sektora tworzyw sztucznych biorących udział w SL

Źródło: opracowanie własne

W spotkaniach udział brali przedsiębiorcy – przedstawiciele przemysłu tworzyw sztucznych w Polsce. Ponadto w prace zaangażowana była grupa reprezentantów instytucji naukowych. W cyklu uczestniczył również przedstawiciel instytucji otoczenia biznesu – polskiego oddziału europejskiego Stowarzyszenia Producentów Tworzyw Sztucznych PlasticsEurope². Podczas spotkań m.in. wypracowano najważniejsze obszary koncentracji technologii wytwarzania tworzyw sztucznych, przeprowadzono analizę SWOT i analizę PESTEL,

centra zlokalizowane są w Brukseli, Frankfurtu, Londynie, Madrycie, Mediolanie i Paryżu.

uzgodniono scenariusze rozwojowe – technologiczny oraz biznesowe w perspektywie 10-letniej, a następnie nakreślono plan prac i kamienie milowe, które należy osiągnąć w celu realizacji scenariuszy.

Zaproponowane na spotkaniach podejście warsztatowe opierało się w dużej części o techniki *Agile* nakierowane na przyrostowe rozwijanie podejścia wypracowanego i uzgodnionego na pierwszym spotkaniu. Dzięki zastosowanym technikom warsztatowym, już w początkowej fazie SL uczestnicy stworzyli ramowe scenariusze działania, opierające się na wykorzystaniu zidentyfikowanych silnych stron i szans oraz odpowiadające na zagrożenia.

W kolejnych iteracjach zaproponowano kamienie milowe w projektowanych scenariuszach, a także rodzaje działań, które należy podjąć, aby zrealizować poszczególne etapy. Podobnie iteracyjnej analizie podlegały technologie niezbędne do osiągnięcia zakładanych rezultatów w kolejnych latach, z uwzględnieniem ich aktualnej i docelowej dojrzałości oraz podziału na technologie kluczowe i technologie wspierające dla danego scenariusza. Dla każdej z faz rozwojowych poszukiwano możliwych do komercjalizacji produktów i usług, jak również synergii pomiędzy obszarami.

To samo podejście zastosowano do budżetowania planowanych działań i etapów rozwoju oraz identyfikacji najbardziej pożądaných instrumentów wsparcia, w odpowiedzi na zmieniającą

się kondycję sektora w przyjętej krótszej i dłuższej perspektywie planowania.

Schematy wypracowanych scenariuszy rozwoju zamieszczone są w rozdziale *Scenariusze rozwojowe*. Na podstawie tych scenariuszy zdefiniowano projekty strategiczne, rekomendowane do wsparcia publicznego.

Budżety poszczególnych zadań zostały oszacowane w kilkietapowej procedurze. W pierwszym kroku to przedsiębiorcy uczestniczący w Smart Labie zostali poproszeni o oszacowanie budżetów poszczególnych zadań. Dysponowali oni szerokim doświadczeniem biznesowym i mogli oprzeć się o budżety podobnych projektów realizowanych w ramach własnych organizacji.

Następnym krokiem była ocena ekspercka zaproponowanych budżetów, która uwzględniała:

- propozycje przedsiębiorców,
- budżety podobnych projektów realizowanych z udziałem środków publicznych,
- budżety projektów komercyjnych.

Ocena ekspercka przeprowadzona została przez wszystkich uczestników SL, w tym eksperta branżowego oraz zespół Deloitte.

Pomiędzy spotkaniami SL miała miejsce intensywna wymiana uwag i informacji, zarówno drogą mailową, jak i za pomocą platformy Share Point. Dodatkowo, wśród uczestników SL przeprowadzone zostało badanie ankietowe, którego celem

było zebranie informacji na temat priorytetowych technologii w sektorze.

Ostatnim etapem prac była ponowna interakcja z uczestnikami Smart Laba, którzy mieli możliwość zapoznania się z odpowiednio opracowanymi wynikami SL. Uczestnicy mieli dzięki temu okazję do dyskusji i zaproponowania korekt.

W końcowej fazie prac, w procedurze eksperckiej wykorzystującej metodę Delphi, starano się potwierdzić potencjał rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych.

Istotą Mapy Drogowej Technologii jest próba określenia i zdefiniowania obszarów technologicznych, których przyśpieszony rozwój stwarza szansę uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorców funkcjonujących w branży.



Cel i zakres BTR

Istotą Mapy Drogowej Technologii jest próba określenia i zdefiniowania obszarów technologicznych, których przyspieszony rozwój stwarza szansę uzyskania przewagi konkurencyjnej dla przedsiębiorców funkcjonujących w branży. Przyspieszony rozwój może być osiągnięty m. in. poprzez zwiększone inwestycje w przedsięwzięcia B+R. Szczegółowo cele i zakres niniejszego dokumentu przedstawiają się następująco:



Analiza potencjału biznesowo-naukowego sektora tworzyw sztucznych.



Ocena głównych trendów biznesowych i technologicznych, zarówno w ujęciu rynku globalnego, jak i w kontekście rynku krajowego.



Opis głównych interesariuszy na świecie, w Europie i w Polsce.



Przeanalizowanie zasadności utworzenia dedykowanej RIS lub KIS dla danego obszaru technologicznego.



Opracowanie mapy drogowej oraz założeń dla programowania inwestycji środków publicznych w działalność badawczo-rozwojową. Na podstawie scenariuszy rozwoju, można wyodrębnić konkretne działania, których wsparcie byłoby niezwykle cenne dla przyspieszenia rozwoju sektora, a które także napotykają pewną lukę w finansowaniu.



Analiza możliwych kierunków i rekomendacje dla uczestników rynku, kluczowe w planowaniu ich budżetów na B+R w danym okresie. Scenariusze rozplanowane są w perspektywie 10-letniej. Ważnym punktem odniesienia jest zaznaczona perspektywa 5-letnia, która pozwala na dobre rozplanowanie finansowania, zarówno po stronie publicznej, jak i przedsiębiorstw.



Zidentyfikowanie obszarów współpracy oraz zdefiniowanie tematyki projektów istotnych dla danej branży – zadanie zasadniczo zostało wykonane podczas spotkań warsztatowych w formule „Smart Lab”. Wówczas wskazano kluczowe obszary, z uwzględnieniem podmiotów szczególnie ważnych dla każdego z nich.



Czym są tworzywa sztuczne

Tworzywami sztucznymi określa się materiały wytworzone z polimerów syntetycznych niewystępujących w przyrodzie lub zmodyfikowanych polimerów naturalnych. Uzupełnieniem polimerów są zazwyczaj dodatki modyfikujące ich własności pod kątem potrzeb aplikacyjnych. Funkcjonalność samych polimerów jest stosunkowo ograniczona, dlatego stosuje się szeroki wachlarz modyfikatorów, którymi mogą być plastyfikatory, stabilizatory termiczne, stabilizatory promieniowania UV, uniepalniacze, środki antystatyczne, środki spieniające, barwniki, wypełnienia proszkowe lub włókniste i inne.

Termin „tworzywa sztuczne” funkcjonuje obok często stosowanych określeń potocznych, jak np. plastik.

³ Reakcja, w wyniku której związki chemiczne o małej masie cząsteczkowej zwane monomerami, lub mieszanina kilku takich związków, reagują same ze sobą, aż do wyczerpania wolnych grup funkcyjnych, w wyniku czego powstają cząsteczki o wielokrotnie większej masie cząsteczkowej od substratów, tworząc polimer.

Dwa główne procesy wykorzystywane do produkcji tworzyw to:

- polimeryzacja³,
- polikondensacja⁴.

Około 90% tworzyw pochodzi ze źródeł kopalnych (co stanowi około 6% światowej konsumpcji ropy naftowej)⁵.

Istnieją tysiące tworzyw sztucznych zgrupowanych w 3 głównych kategoriach (podział za European Parliament Research Service⁶):

- termoutwardzalne,
- termoplastyczne,
- elastomery.

Zaletami tworzyw sztucznych jest łatwość ich przetwórstwa oraz niskie koszty produkcji. Możliwość taniego wytworzenia dużych wolumenów tych

⁴ Reakcja polimeryzacji, przebiegająca stopniowo i z wydzieleniem niskocząsteczkowego produktu ubocznego (np. wody, metanolu, glikolu).

⁵ Komisja Europejska, Zielona Księga - w sprawie europejskiej strategii dotyczącej odpadów z tworzyw sztucznych w środowisku, 2013.

⁶ European Parliamentary Research Service, Didier Bourguignon, Members' Research Service PE 603.940, May 2017.

materiałów stała się katalizatorem rozwoju sektora w ostatnich kilkudziesięciu latach.

Wadami niezmodyfikowanych tworzyw sztucznych są przede wszystkim:

- mała odporność na wysokie temperatury,
- niskie właściwości mechaniczne w porównaniu do innych popularnych materiałów,
- bardzo długi czas rozkładu.

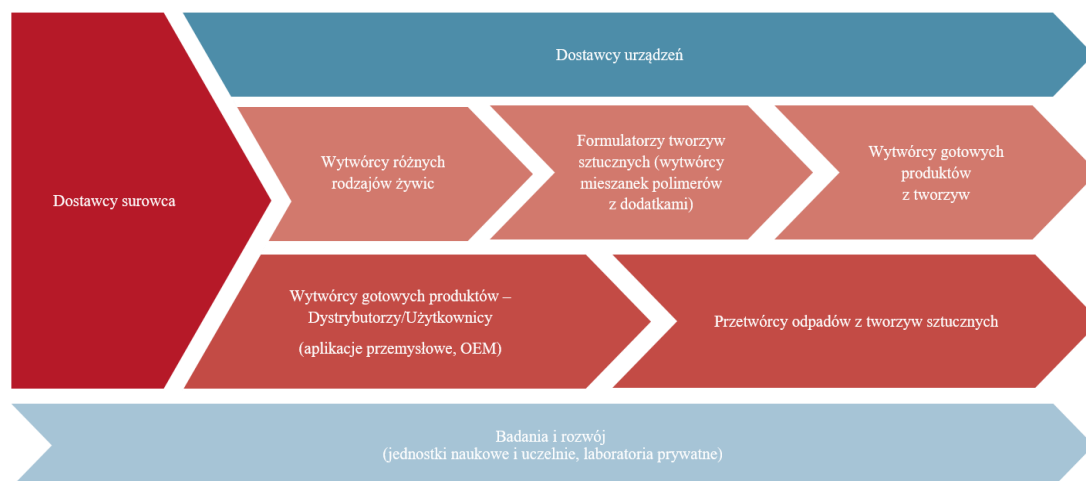
Zapobieganie zaśmiecaniu środowiska naturalnego przez gromadzenie ich na składowiskach odpadów jest jedynie półśrodkiem, który nie rozwiązuje problemu zwiększającej się ilości odpadów tworzywowych. Pomimo wysokiej trwałości, budowa chemiczna tworzyw umożliwia opracowywanie powtarzalnych i skutecznych technologii zagospodarowania odpadów do ponownego wykorzystania, obróbki mechanicznej, obróbki chemicznej lub

użytkowania energetycznej w spalarniach odpadów.

Tworzywa sztuczne stanowią podstawę do produkcji materiałów powszechnie wykorzystywanych w sektorach: motoryzacyjnym, transportowym, budowlanym, przemysłowym, agrokulturze, opakowaniowym, elektronicznym i elektrycznym, biomedycznym, farmaceutycznym, kosmetycznym i innych. Tworzywa sztuczne są kluczowe pod względem kosztów i jakości produkcji w wyżej wymienionych sektorach, dlatego też mogą decydować o ich konkurencyjności. Innowacyjne tworzywa, powstałe w oparciu o osiągnięcia z ostatniego okresu, głównie w dziedzinie nauk chemicznych, stanowić powinny podstawę oferty sektora tworzyw sztucznych w Polsce.

Łańcuch wartości w sektorze

W ramach sektora tworzywowego wyróżnić można szereg składowych elementów – uczestników branży, odpowiedzialnych za poszczególne fragmenty łańcucha wartości.



Rysunek 4. Schemat łańcucha wartości sektora tworzyw sztucznych

Źródło: opracowanie własne, na podstawie „Plastics Value Chain in Germany”, German Trade & Invest, 2017

Pierwszym elementem łańcucha wartości są **dostawcy surowca** – zazwyczaj przedsiębiorstwa z branży wydobywania lub przetwórstwa ropy i gazu, którzy dzięki posiadanemu dostępowi do węglowodorów oraz infrastrukturze technicznej są w stanie przetworzyć je do podstawowej formy prostych monomerów, takich jak etylen, propylen itp., wykorzystywanych w kolejnych etapach procesu produkcyjnego. Użytkownicy monomerów to zazwyczaj producenci tworzyw, m.in. producenci oligomerów (związków złożonych z niewielkiej ilości merów), prepolimerów (systemów monomerów, które po przereagowaniu stworzyły

tymczasową formę możliwą do dalszej polimeryzacji) lub polimerów. Wiele oligomerów cyklicznych jest zdolnych do dalszej polimeryzacji poprzez otwarcie pierścienia – np. trioksan łatwo polimeryzuje do polioksymetylenu (POM) lub cyklosiloksany do syntezy silikonów. Przykładem prepolimerów są żywice syntetyczne – lepkie ciecze, które w odpowiednich warunkach twardnieją do postaci ciała stałego. Niektóre z nich powstają na drodze np. estryfikacji, część z nich to duroplasty.

Drugim elementem w łańcuchu wartości tworzyw sztucznych są tzw. **formulatorzy** (tzw. *plastics compounders*). Formulacje tworzyw sztucznych powstają poprzez zmieszanie

polimerów z odpowiednimi dodatkami w stanie ciekłym (stopionym) do postaci mieszanek (blends) – np. mieszanki kopolimerów takich jak ABS, SAN z dodatkami w postaci antyutleniaczy, stabilizatorów UV i innych dodatków, czasami w postaci wzmacniających włókien. Formulacje są często wytwarzane za pomocą ekstruderów i przyjmują postać włókien chłodzonych po wytłoczeniu w wodzie lub poprzez natrysk i kierowanie z urządzenia do granuladora. Ten ostatni tnie włókna na drobne pellety tworząc granulaty. Z opisanych form **wytwórcy gotowych produktów** są w stanie, poprzez odpowiednie przetwarzanie i formowanie do pożądanej postaci, wytworzyć produkty końcowe spełniające wymogi określonych aplikacji. Niektórzy **producenci gotowych produktów** integrują w swej działalności kilka elementów łańcucha i są w stanie, opierając się o podstawowy surowiec, wytworzyć gotowe produkty. Taki model biznesowy wymaga relatywnie dużych nakładów i zazwyczaj ma miejsce w przypadku podmiotów zainteresowanych ograniczeniem kosztów produkcji gotowego wyrobu. To odróżnia te podmioty od wytwórców gotowych wyrobów. Są to zazwyczaj producenci OEM albo dystrybutorzy gotowych lub prawie gotowych rozwiązań materiałowych lub produktów końcowych. Stopień integracji poszczególnych elementów łańcucha zależy od istniejącego w danym sektorze i przyjętego przez danego gracza modelu

biznesowego. Istotne z punktu widzenia łańcucha wartości tworzyw sztucznych jest ogniwo **przetwórców odpadów** (z tworzyw sztucznych do formy pierwotnej lub do niej zbliżonej) oraz **podmiotów utylizujących** te substancje chemicznie lub energetycznie.

Pośrednim elementem w łańcuchu wartości są **dostawcy urządzeń**, profilujący swoje rozwiązania pod kątem potrzeb przetwórców oraz ich klientów końcowych. Zaangażowanie dostawców urządzeń ma miejsce w szerokim zakresie działalności i cyklu życia tworzyw. Podobnie, jeśli nie bardziej, zaangażowane są **jednostki i podmioty zajmujące się badaniami i rozwojem** tworzyw sztucznych.

Przemysł tworzyw sztucznych stanowi często początek łańcucha wartości dla innych sektorów. Jego rozwój zależy od koniunktury i potrzeb grup odbiorców. Poniżej opisane zostały najpopularniejsze tworzywa, ich specyfika i ogólne udziały w rynku.

Polietylen (PE)

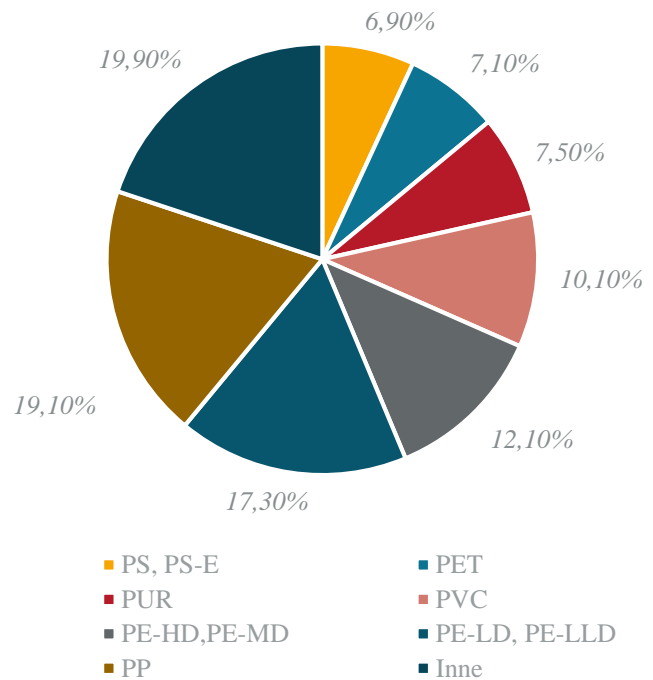
Jednym z najbardziej popularnych tworzyw jest polietylen oraz różne jego formy (około 29,4% światowej konsumpcji tworzyw). Jest to prosty w budowie polimer, który zależnie od rodzaju wykorzystuje się w różnych aplikacjach, tj. rury, folie, pojemniki, sprzęt sportowy itd.

Wyróżniamy 6 rodzajów polietylenu:

- UHMWPE (ultra-high-molecular-weight polyethylene) – rodzaj

polietylenu o bardzo dużej masie cząsteczkowej używany dla specyficznych zastosowań, np. włókna kamizelek kuloodpornych (nazwy handlowe: *spectra* i *dyneema*),

- PE-HD (PE high density) – polietylen charakteryzujący się dużą gęstością, otrzymywany przez polimeryzację niskociśnieniową, stosowany w przemyśle spożywczym,
- MDPE (medium density PE) – polietylen o średniej gęstości, stosowany w szeregu różnych rozwiązań,
- PE-LD (low density PE) – polietylen niskiej gęstości – przezroczysty, giętki i miękki, stosowany w przemyśle spożywczym,
- LLDPE (linear low density PE) – niskociśnieniowy liniowy PE o niskiej gęstości, stosowany m.in. w opakowaniach,
- PXE (cross-linked low/high density PE) – polietylen charakteryzujący się usieciowaną strukturą na skutek poprzecznego łączenia łańcuchów – stosowany do produkcji rur i izolacji.



Rysunek 5. Rodzaje tworzyw sztucznych wykorzystywanych globalnie (2015 r.)

Źródło: *PlasticsEurope*

Polipropylen (PP)

Polipropylen to tworzywo wytwarzane w ilości około 19,1% całkowitej masy tworzyw na świecie. Jest to prosty związek organiczny z grupy poliolefin powstały z niskociśnieniowej polimeryzacji propenu. Stanowi wygodne tworzywo do produkcji wyrobów ze względu na wysoką termoplastyczność (wykorzystanie granulatu). Wykorzystuje się go zazwyczaj w dwóch poniższych procesach: wtryskiwania lub wytłaczania. Poprzez wtryskiwanie zazwyczaj wytwarza się elementy cienkościenne, czasami o skomplikowanych kształtach lub dużych powierzchniach (np. pojemniki, skrzynki, różne opakowania).

Produkty wtryskiwane cechuje duża sztywność mechaniczna i połysk. Poprzez wytłaczanie wytwarza się takie produkty jak rury, izolacje rur stalowych, izolacje kabli, płyty, profile, folie, różne włókna itp. Przydatną zaletą tego tworzywa jest fakt, że zużyte produkty polipropylenowe po oczyszczeniu mogą być przetworzone do granulatu, a następnie ponownie wykorzystane w produkcji kolejnych wyrobów.

Polichlorek winylu (PCW)

Polichlorek winylu jest tworzywem otrzymywanym w wyniku polimeryzacji chlorku winylu. Jest termoplastyczny, posiada wysoką wytrzymałość mechaniczną i odporność na działanie niektórych rozpuszczalników. Można wyróżnić dwa główne jego rodzaje: polimer twardy i miękki (miękki charakteryzuje się większą zawartością plastyfikatorów). Stosuje się go głównie do produkcji wykładzin podłogowych, stolarki budowlanej i innych.

W medycynie używany jest jako materiał na dreny, sondy, cewniki, strzykawki itp. Znajduje również zastosowanie w przemyśle opakowaniowym i izolacjach.

Poliuretan (PUR)

Poliuretan jest twardym, popularnym w użyciu tworzywem, występującym zazwyczaj w dwóch postaciach: litej oraz w piankach. Z poliuretanu wykonywane są popularne włókna: spandeks (lycra, elastan), elastomery stosowane w różnych aplikacjach (odzież, części

samochodowe) oraz różnego rodzaju pianki. Te ostatnie są wykorzystywane w przemyśle meblarskim (gąbki miękkie), samochodowym (gąbki miękkie i twarde, sztywne pianki do zderzaków, elementy wystroju wnętrza), a także w przemyśle obuwniczym oraz szeregu innych aplikacji.

Tworzywa sztuczne stanowią podstawę do konstrukcji układów dwufazowych, tj. **kompozytów**. Jest to materiał o strukturze niejednorodnej, złożony z dwóch lub więcej komponentów (faz) o różnych właściwościach. Dobór komponentów w kompozycie zazwyczaj wynika z potrzeby wykorzystania określonych cech w produkcie końcowym, np. osnowa kompozytu (tj. jego zbrojenie) wzmacnia tworzony kompozyt, podczas gdy wypełnienie (faza ciągła) nadaje mu cech elastyczności.

Wśród kompozytów można wyróżnić kilka kategorii, wyodrębnionych ze względu na konstrukcję:

- kompozyty strukturalne – oparte na ciągłych strukturach komponentów konstrukcyjnych, np. warstw (np. sklejka), prętów (np. żelbet) lub regularne struktury trójwymiarowe,
- laminaty – oparte na włóknach zatopionych w tworzywie,
- mikrokompozyty, nanokompozyty,
- stopy strukturalne, np. mieszaniny polimerów lub polimerów z innymi materiałami o bardzo regularnej mikrostrukturze.

Kompozyty są otrzymywane na wiele różnych sposobów. Do najstarszych technologii wytwarzania należy zaliczyć laminowanie ręczne oraz natryskowe. Inne metody, bardziej współczesne to:

- infuzja (Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding) zapoczątkowana w latach 70-ych XX wieku. Metoda polega na układaniu suchego zbrojenia do formy oraz wtrysku wypełniającego kompozyt żywicy pod obniżonym ciśnieniem (próżnią),
- Resin Transfer Moulding (RTM) – w tej metodzie oprócz próżni umożliwiającej łatwe nasycanie żywicą osnowy, stosuje się też ciśnienie nacisku formy na kompozyt. Możliwa automatyzacja tej metody umożliwiła zwiększenie wydajności produkcji kompozytów, w porównaniu do starszych rozwiązań, a także poprawiła właściwości uzyskiwanych wyrobów,
- technologia prepregów – oparta na preimpregnowanych, ściśle zdefiniowanych wykrojach zbrojeń wyciętych z rolek bazowych. Po ułożeniu w formie jest odpowiednio kształtowana i utwardzana,
- Sheet Moulding Compounds (tłoczywo w formie płytowej) – w tej metodzie włókna wypełnienia są cięte przez nóż obrotowy i podawane pomiędzy dwie folie, na których rozprowadzana jest żywica. Układ taki jest prasowany i nawijany na rolki. W tej postaci tworzywo jest wykorzystywane

do produkcji gotowych elementów np. części karoserii,

- Bulk Moulding Compounds (tłoczywo w postaci bezkształtnej) – w tej metodzie wszystkie składniki ciekłe są mieszane razem, a następnie łączone z wypełnieniem. Jednorodny układ może być użyty do gotowych wyrobów wytwarzanych metodą wtryskiwania,
- pultruzja i nawijanie – technologie oparte na przeciąganiu (pultruzji) oraz nawijaniu (filament winding) kompozytów włókiennych. Metodą pultruzji produkowane są pręty i profile. Poprzez nawijanie włókien wytwarza się wyroby o kształcie bryły obrotowej.

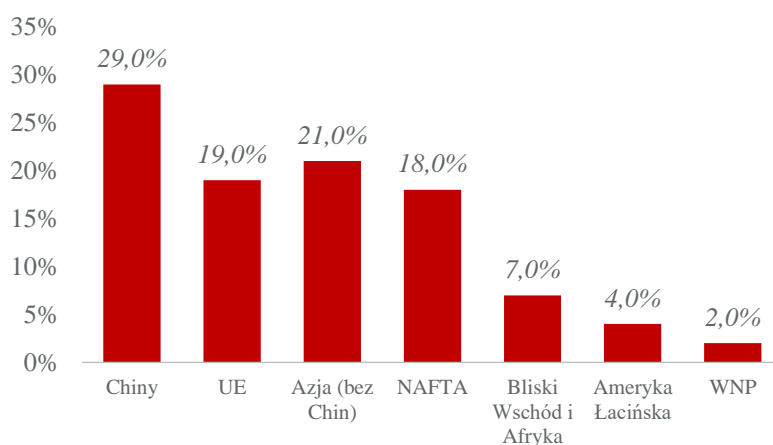


Charakterystyka ryнку globalnego

Analiza dynamiki rynku

Światowy rynek tworzyw sztucznych osiągnął w 2016 r. wartość ponad 421 mld USD⁷. Szacuje się, że w ostatnich latach, 30% światowej produkcji tworzyw sztucznych zostało wypracowane przez Chiny. Poza Chinami, istotny udział w rynku miały pozostałe kraje azjatyckie (21%) oraz Unia Europejska (19%). Kolejne 18% światowej produkcji dostarczyły kraje zjednoczone w NAFTA, 7% – Afryka, dalej Ameryka Południowa i Wspólnota Niepodległych Państw⁸.

W skali globalnej produkcja tworzyw sztucznych rosła stabilnie w ostatnich latach w tempie około 3,6%⁹, zaś w Europie w ostatnich latach ulegała



Rysunek 6. Rozkład geograficzny światowej produkcji tworzyw sztucznych w 2016 r.

Źródło: *PlasticsEurope Market Research Group & Conversio Market&Strategy GmbH*

⁷ Research and Markets, Global Plastics Market forecast, 2017.

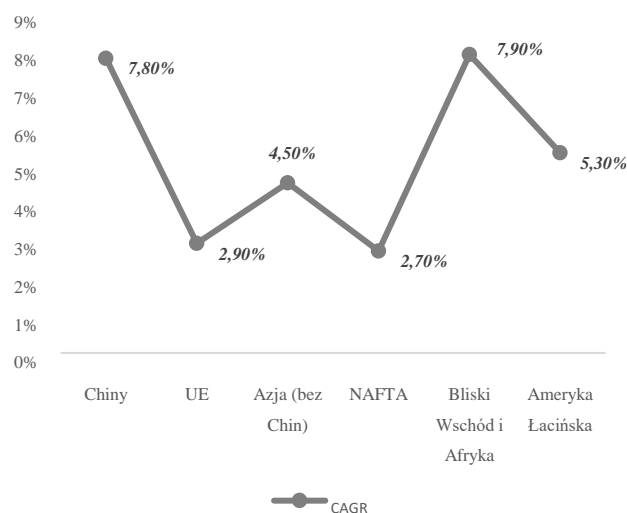
⁸ PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) & Conversio Market & Strategy GmbH, Plastics – the Facts, 2017.

⁹ CAGR, 2011-2015.

wahaniom, ze względu na zmiany w popycie wewnętrznym. Istotny udział w rozwoju globalnego sektora miały Chiny oraz Bliski Wschód, dla których tempo wzrostu zapotrzebowania na tworzywa wyniosło ponad 8%. Na uwagę zasługuje fakt, że średnioroczny wzrost zapotrzebowania dla krajów Unii Europejskiej był relatywnie niski. Fakt ten wskazuje na dojrzałość europejskiego rynku oraz ograniczenia jego wzrostu w porównaniu do innych regionów. Wzrost sektora w krajach NAFTA, a w szczególności w USA, był częściowo podyktowany podażą gazu z alternatywnych źródeł, którego niska cena zachęciła przetwórców do produkcji podstawowych surowców wykorzystywanych w niektórych gałęziach przemysłu organicznego, np. etylenu^{10,11}.

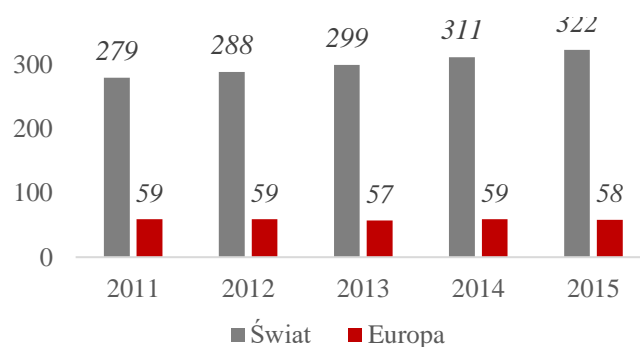
Europejski przemysł tworzyw sztucznych jest znaczącym uczestnikiem unijnej gospodarki – zatrudnia ponad 1,5 mln pracowników oraz skupia około 60 tys. podmiotów, w przeważającej części małe i średnie przedsiębiorstwa. Produkcja europejska jest przedmiotem aktywnej wymiany zagranicznej. W 2016 r. Unia Europejska zanotowała dodatni bilans wymiany handlowej w wysokości ok. 16,5 mld EUR. Należy zauważyć, że 70% popytu unijnego na tworzywa sztuczne pochodzi z 6 krajów, w tym z Polski. Największym konsumentem tworzyw sztucznych w Europie są

Niemcy, które są równocześnie także największym ich producentem (podobnie jak w przypadku ogólnej produkcji chemicznej)¹².



Rysunek 7. Średnioroczny wzrost zapotrzebowania na tworzywa sztuczne w 2016 r. (CAGR 2015-2017)

Źródło: PlasticsEurope Market Research Group & Conversion Market&Strategy GmbH



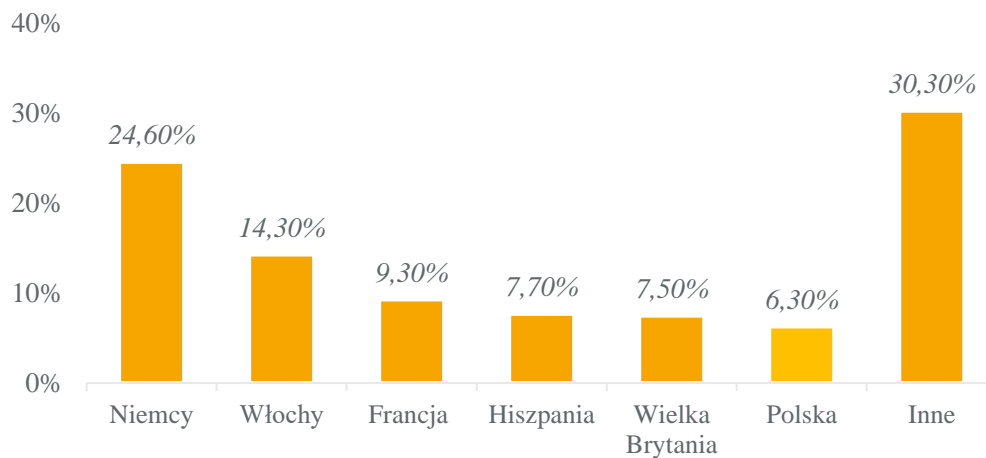
Rysunek 8. Wielkość rynku tworzyw sztucznych w skali globalnej

Źródło: Raport firmy ICIS (www.icis.com)

¹⁰ Raport ICIS market report, 12.2017.

¹¹ Executive Packaging, International Trends in Plastics Packaging and Processing, 2017.

¹² Plastics Europe Polska, "Tworzywa sztuczne – Fakty 2016", 2016.



Rysunek 9. Udział krajów Unii Europejskiej w zapotrzebowaniu na tworzywa sztuczne

Źródło: Plastics Europe

Analiza barier rynkowych

Do podstawowych barier rynkowych, z którymi mierzą się producenci tworzyw sztucznych należą:

- bariery kapitałowe, w tym związane z wydatkami na B+R,
- bariery handlowe, w tym koszty transportu,
- bariery związane z dostępem do dostawców i odbiorców.

W przypadku pierwszej kategorii, należy zaznaczyć, że produkcja polimerów jest zazwyczaj działalnością kapitałochłonną, ze znaczącym wpływem efektu skali na jej wynik. Dlatego też, kluczowa jest rola dużych graczy na rynku tworzyw, których moce produkcyjne decydują o ekonomice procesu i kształtują zarówno

podaż, jak i ceny rynkowe. Zazwyczaj poszczególni gracze koncentrują się na wybranych rodzajach polimerów. Jedynie nieliczni posiadają szeroką paletę tworzyw i produkują je w ilościach znaczących z perspektywy rynku. Koszt inwestycyjny instalacji produkcyjnych utrudnia wejście na ten rynek nowych podmiotów. Poza koniecznymi środkami na inwestycje w moce produkcyjne, niezbędne jest utrzymanie relatywnie wysokich nakładów na B+R. Główni gracze na rynku światowym wydają na B+R ponad 2,5% przychodów¹³. Inwestycje w B+R pozwalają utrzymać się w czołówce rynku, dzięki atrakcyjnej i dostosowanej do potrzeb odbiorców ofercie oraz zoptymalizowanym procesom produkcji, transportu i sprzedaży. Procesy te są efektem prac rozwojowych, a także decydują o wyniku

¹³ Chemical & Engineering News, "Chemical makers hold research spending steady, but capital spending will stall in 2016", 94, 16, 2016.

ekonomicznym przedsiębiorstwa. W przypadku postępującej liberalizacji światowego handlu, decydującą rolę w sprzedaży ma transport i obecność miejsc produkcji blisko odbiorców. Szczególnie istotne jest to w przypadku wielkotonażowych tworzyw sztucznych, których koszty transportu stanowią mogący być istotnym czynnikiem decydującym o ostatecznej marży producenta i jego konkurencyjności. W ramach kosztów transportu należy uwzględnić przewóz dóbr, ubezpieczenie, załadunek, rozładunek, przeładunek oraz magazynowanie. Ponadto należy uwzględnić obciążenia związane z ewentualnymi taryfami celnymi. Dlatego też bliska obecność głównych odbiorców jest rozwiązaniem coraz częściej praktykowanym. Przykładem mogą być rosnące moce produkcyjne na rynkach azjatyckich w sąsiedztwie docelowych odbiorców tworzyw, takich jak sektor samochodowy, budowlany, czy produktów konsumenckich. Poza kosztem transportu, istotny jest również czas wykonywania zamówienia na tworzywa. Im dłuższy czas realizacji zamówienia, tym gorsza jest sytuacja jego odbiorców. W przypadku nagłego zapotrzebowania na dany materiał lub produkt, producent nie ma możliwości odpowiednio szybkiej reakcji na potrzeby rynku. Koszt transportu, niezaburzona dostępność surowca oraz czas jego transportu decydują o ekonomice producenta, jak i jego elastyczności w odpowiedzi na zachowania rynku. Dlatego też, podstawowym wyzwaniem

związanym z wejściem na rynek tworzyw sztucznych, jest nawiązanie kontaktów handlowych pomiędzy producentami monomerów oraz producentami gotowych wyrobów z tworzyw sztucznych. Istotne są te powiązania, które dotyczą sąsiadujących z danym podmiotem elementów łańcucha, np. wytwórca monomerów może być zainteresowany współpracą z bezpośrednim odbiorcą jego wyrobów, dzięki czemu jest w stanie dostarczać surowce w odpowiednim czasie. Brak bezpośrednich lub ułatwionych geograficznie, czy też poprzez powiązania kapitałowe, związków z dostawcami surowców lub odbiorcami produktów, ogranicza konkurencyjność podmiotu i stanowi może barierę w wejściu, jak i wyzwaniem w utrzymaniu się na rynku. Dobrym przykładem w tym zakresie jest firma **Sabir**. Duże moce pozwalające na relatywnie taną produkcję monomerów, umożliwiają firmie również korzystną produkcję wyrobów w dalszych elementach łańcucha wartości tworzyw.

Kluczowi gracze rynkowi

Ze względu na rosnące znaczenie tworzyw z materiałów biopodobnych, główni gracze rynkowi (w tym wymienieni w tabeli poniżej) tworzą firmy joint venture z firmami biotechnologicznymi w celu opracowania niezbędnych rozwiązań. Rozwój firm w skali globalnej jest też skupiony na

dostosowaniu technologii do rosnących wymogów recyklingu. Ponadto główni gracze europejscy oraz z Ameryki Północnej koncentrują swoją uwagę na tworzeniu ośrodków produkcji na szybko rosnących rynkach Bliskiego Wschodu, Azji i Pacyfiku. Te regiony, poza relatywnie niższymi kosztami produkcji, charakteryzują się stale rosnącym zapotrzebowaniem na tworzywa sztuczne.

Wsparcie w postaci przywilejów podatkowych lub zachęt finansowych stanowi jeden z głównych pozarynkowych czynników sprzyjających rozwojowi sektora w Azji. Korzystne warunki dla rozwoju produkcji tworzyw w tym regionie dają już rezultaty w postaci nadwyżki zdolności produkcyjnych niektórych tworzyw, co jednocześnie powoduje wzrost konkurencyjności tego rynku.

Jak wspomniano wcześniej, w Unii Europejskiej ok. 60 tys. przedsiębiorstw zajmuje się produkcją tworzyw sztucznych. Jedną z najbardziej znanych firm z sektora jest Amcor – międzynarodowy gigant pochodzenia australijskiego z branży opakowaniowej, którego wyroby są wykorzystywane w różnych sektorach. Inny gracz – Alpla Werke to austriacki producent opakowań, którego produkty są jednymi z najpopularniejszych w Europie. Pozostali, znaczący gracze branży opakowaniowej to Coveris (amerykański producent papierów, filmów oraz opakowań) i Sealed Air Corporation (amerykański producent opakowań). Najważniejsi globalni gracze, obecni na rynku europejskim, przedstawieni są w *Tabeli 1*.

Firma	Siedziba	Przychody (USD)	Zatrudnienie	Główne produkty
		Przychody w Polsce (PLN)	Zatrudnienie w Polsce	
Alpla Werke	Austria	3,8 mld USD	19 300	Opakowania, części form wtryskowych, butelki i nakrętki polietylenowe
		0,550 mld PLN	600	
Amcor	Australia	10 mld USD	29 000	Opakowania, w tym opakowania podlegające recyklingowi, tworzywa sztuczne, tworzywa elastyczne
		0,43 mld PLN	320	
BASF	Niemcy	63,7 mld USD	113 000 (w tym 39 000 w tworzywach sztucznych)	Tworzywa sztuczne, chemikalia, barwniki, półprodukty do farmaceutyków, żywice
		1,7 mld PLN	630	
Coveris	Luksemburg	2,6 mld USD	11 000	Produkcja kubków, pojemników, pokrywek, tac, itp. wykonanych m.in. z PS, PP, PET
		0,57 mld PLN	800	
Dow Chemical	Midland, Michigan USA	49 mld USD	49 500	Produkcja tworzyw polietylenowych, chlor, PAG
		0,17 mld PLN	50	
Exxon Mobil	Texas, USA	236 mld USD	75 600	Tworzywa sztuczne, produkty petrochemiczne, poliolefiny, tworzywa polimerowe <i>W Polsce nie prowadzi działalności zw. z produkcją tworzyw sztucznych</i>
		0,035 mld PLN	51	
Ineos	Szwajcaria	40 mld USD	17 000	Tworzywa sztuczne, półprodukty do opakowań, produkcji farmaceutyków, produktów agrochemicznych
		0,004 mld PLN	11	
Lyondell Basell	Holandia	33 mld USD	13 000	Tworzywa i mieszanki polipropylenowe, rafinaty <i>W Polsce jako Basell Orlen Polyolefins</i>
		3,7 mld PLN	415	
Sabic	Arabia Saudyjska	35,4 mld USD	40 000	Polimery przemysłowe, jeden z największych producentów polietylenu, polipropylenu, poliolefin; <i>W Polsce działalność sprzedażowa</i>
		0,004 mld PLN	10	
Sealed Air Corp	Karolina Północna, USA	4,5 mld USD	15 000	Opakowania, w tym folie opakowaniowe. Najpopularniejszym produktem firmy jest folia bąbelkowa
		0,27 mld PLN	200	

Tabela 1. Zestawienie najważniejszych graczy światowych obecnych na rynku europejskim

Źródło: opracowanie własne

Analiza dostępnych produktów i technologii

Tworzywa sztuczne powszechnie używane można podzielić na kilka kategorii pod względem ich walorów użytkowych, tj.:

- duroplasty – odporne mechaniczne tworzywa (twarde i trudno topliwe) popularne w użyciu jako materiały konstrukcyjne,
- termoplasty – łatwotopliwe i plastyczne tworzywa, dzięki

temu łatwe w przetwarzaniu poprzez wtrysk lub wytłaczanie,

- elastomery – tworzywa o dużej sprężystości, które na skutek przyłożonego naprężenia zmieniają swój kształt, a powracają do pierwotnego po odjęciu siły.

Z punktu widzenia branży istotny jest sposób przetwarzania tworzyw do postaci i właściwości wymaganych przez pożądane aplikacje. Spośród wielu stosowanych metod przetwarzania wyróżnić można technologie zestawione w *Tabeli 2*.

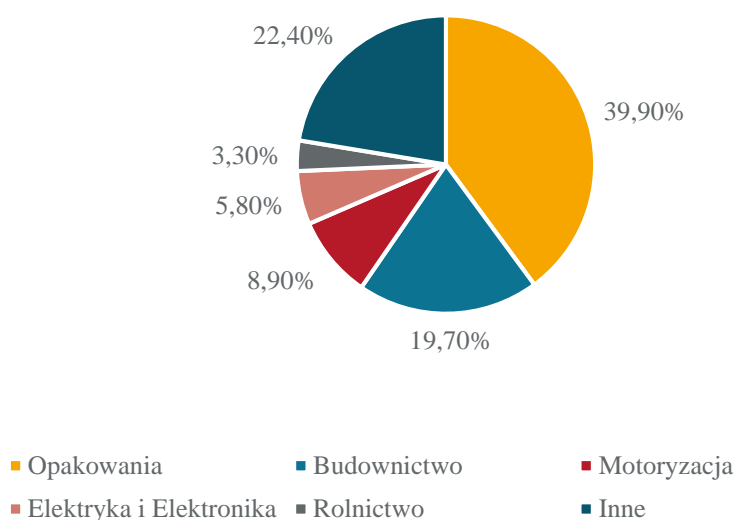
Metoda przetwarzania	Wytworzone produkty
Wytłaczanie	Profile, rury, płyty, folie, osłony kabli i profili
Wytłaczanie z rozdmuchem	Wyroby puste w środku np. butelki
Kalandrowanie	Folie, taśmy, panele, płyty
Wtryskiwanie	Kształtki, np. pojemniki, pokrywki, szczoteczki do zębów, skrzynki, naczynia, koła zębate, obudowy
Prasowanie	Kształtki, płyty, korpusy, profile, laminaty, płyty drukowane, gniazdko i wtyczki
Formowanie rotacyjne	Duże zbiorniki, kubły na śmieci, beczki, zbiorniki paliwa
Spienianie	Bloki, płyty, taśmy, kształtki, różnego typu pianki
Odlewanie	Folie, bloki, kształtki, powłoki
Termoformowanie	Kubki, opakowania, wanny, kadłuby łodzi, różne wyroby o małej grubości ścianki i dużych rozmiarach, obudowy, meble
Wytłaczanie powlekające i wylewanie	Powlekanie tkanin, papieru, drewna i blach
Odlewanie i zalewanie	Różnego typu kształtki, hermetyzacja wyrobów
Odlewanie ze spienianiem	Wypełnienia pustych przestrzeni, powłoki, duże kształtki

Tabela 2. Metody przetwórstwa tworzyw sztucznych i przykłady formowanych wyrobów

Źródło: Kazimierz Borkowski, *Przemysł tworzyw sztucznych – materiałów XXI wieku*, *Mechanik*, 4, 2015

Charakterystyka tworzyw sztucznych decyduje o ich przeznaczeniu i wykorzystaniu. Głównym odbiorcą tworzyw w UE jest przemysł opakowaniowy (prawie 40% całego wolumenu tworzyw). Kolejnymi pod względem chłonności jest budownictwo (19,7%) i motoryzacja (8,9%). Pozostałe sektory mają mniejszy udział w całkowitym wolumenie wykorzystywanych tworzyw.

Trzy główne sektory: opakowania, budownictwo i motoryzacja, w głównej mierze decydują o rozwoju tej branży. Fakt ten był szczególnie widoczny podczas kryzysu zapoczątkowanego w 2008 r., kiedy malejące zapotrzebowanie z tych sektorów dotkliwie odbiło się na kondycji branży i w znacznym stopniu zdecydowało o dynamice rozwoju.



Rysunek 10. Wykorzystanie tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej, 2015 r.

Źródło: Plastics Europe

Uwarunkowania prawne dla branży

W obszarze regulacji prawnych kształtujących sektor tworzyw sztucznych, w najbliższym czasie kluczowe będzie zaostrzenie się przepisów dotyczących kwestii cyklu życia tworzyw sztucznych oraz ich wpływu na środowisko. Przejawem tych działań jest Strategia dla Tworzyw

Sztucznych¹⁴ zaprezentowana przez Komisję Europejską na początku 2018 r. Jej zapisy wskazują na konieczność zmiany organizacji sektora w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Tworzywa sztuczne, znane ze swojego niskiego kosztu wytworzenia, w odniesieniu do oddziaływania na otoczenie i środowisko naturalne, będą objęte ścisłą kontrolą w każdym

¹⁴ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-5_pl.htm

elementem łańcucha wartości. Rynek europejski nie jest obecnie (tj. w 2018 r.) przygotowany na to wyzwanie, czego dowodem mogą być problemy z utylizacją odpadów w 2017 r. w krajach europejskich, wywołane zakazem importu odpadów przez Chiny i wywołanym w ten sposób wzrostem liczby składowisk. Zmiany w ustawodawstwie europejskim pociągają za sobą konieczność rozwoju systemów segregacji i utylizacji odpadów. Są one w związku z tym związane z nieuchronnym obciążeniem interesariuszy – producentów, użytkowników końcowych i samorządów lokalnych.

Stałym elementem prawodawstwa europejskiego w zakresie tworzyw sztucznych jest rozporządzenie Komisji Europejskiej REACH, regulujące kwestie stosowania chemikaliów, poprzez ich rejestrację i ocenę, a w niektórych przypadkach, udzielanie zezwoleń i wprowadzanie ograniczeń obrotu niektórymi substancjami. Rozporządzenie weszło w życie 1 czerwca 2007 r. i zastąpiło lub zmieniło kilkadziesiąt dotychczas obowiązujących wspólnotowych aktów prawnych (zarówno rozporządzeń, jak i dyrektyw),

wdrożonych do prawa polskiego ustawą z dnia 11 stycznia 2001 r. o substancjach i preparatach chemicznych. Obecnie Rozporządzenie obowiązuje na terytorium Unii Europejskiej, Norwegii, Islandii oraz Liechtensteinu. Nadzorem nad wdrażaniem rozporządzenia zajmuje się Europejska Agencja Chemikaliów w Helsinkach. Rozporządzenie REACH pozytywnie wpłynęło na stałe podnoszenie się poziomu ochrony zdrowia i środowiska, i trwale wpisało się w otoczenie prawne branży.

Ustawodawstwo ponadnarodowe, w szczególności Unii Europejskiej, w sposób ciągły aktualizuje i dostosowuje prawo do zidentyfikowanych zagrożeń związanych z produkcją i wykorzystaniem tworzyw sztucznych. W przypadku stwierdzenia niekorzystnych właściwości substancji, Komisja opracowuje, a następnie wdraża poprawki regulujące zasady stosowania ww. substancji. Przykładem takiego działania jest opublikowana na początku 2018 r. poprawka do regulacji tworzywowej modyfikująca możliwości wykorzystania czterech substancji organicznych.



Charakterystyka ryнку polskiego

Polski rynek tworzyw sztucznych obejmuje kilka istotnych grup interesariuszy, takich jak:

- organy kontrolne i regulacyjne,
- nabywcy i odbiorcy biznesowi (klienci B2B),
- odbiorcy końcowi produktów wykonanych przy użyciu tworzyw sztucznych (klienci końcowi),
- dostawcy surowców nisko przetworzonych tworzyw lub monomerów (producenci lub dystrybutorzy firm zagranicznych),
- firmy przetwórstwa odpadów z tworzyw sztucznych (firmy zbierające odpady, segregujące i przetwarzające).

Do kluczowych interesariuszy instytucjonalnych należą:

Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju – formułuje oraz nadzoruje wdrażanie Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju, opracowuje oraz wdraża polityki regionalne, sprawuje nadzór nad wdrażaniem funduszy Unii Europejskiej, analizuje i prognozuje rozwój kraju,

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego prowadzi politykę państwa w obszarze nauki oraz szkolnictwa wyższego,

Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii – odpowiada za monitorowanie Krajowej Inteligentnej Specjalizacji oraz koordynację procesu przedsiębiorczego odkrywania na poziomie krajowym,

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju – agencja wykonawcza MNiSW, która finansuje badania przemysłowe i prace rozwojowe,

Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości – agencja wykonawcza, podlegająca MPiIT, która bierze aktywny udział w tworzeniu i efektywnym wdrażaniu polityki państwa w zakresie przedsiębiorczości i innowacyjności, jest zaangażowana w realizację krajowych i międzynarodowych przedsięwzięć, finansowanych ze środków funduszy strukturalnych, budżetu państwa oraz programów wieloletnich Komisji Europejskiej,

Inspekcja Ochrony Środowiska – złożona z głównego oraz wojewódzkich inspektoratów, której misją jest kontrola podmiotów gospodarczych, tak by korzystanie ze środowiska odbywało się z poszanowaniem ogólnie przyjętych zasad i norm w tym zakresie. Jej zadaniem jest monitorowanie i ocena stanu środowiska oraz dostarczanie władzy publicznej i społeczeństwu informacji o środowisku,

Krajowa Izba Gospodarcza – zrzesza, na zasadzie dobrowolności, izby gospodarcze (branżowe i bilateralne) oraz inne organizacje gospodarcze i społeczne, których przedmiotem działania jest wspieranie rozwoju gospodarczego,

Polska Izba Przemysłu Chemicznego – organizacja reprezentująca branżę chemiczną wobec organów administracji państwowej oraz organizacji międzynarodowych,

Polski Związek Przetwórców Tworzyw Sztucznych – stowarzyszenie reprezentujące polskich przetwórców tworzyw sztucznych oraz pracodawców z tego obszaru,

Polska Organizacja Handlu i Dystrybucji – stowarzyszenie zrzeszające podmioty aktywne w dystrybucji oraz sprzedaży, w szczególności sieci handlowe obecne w Polsce,

PlasticsEurope – stowarzyszenie reprezentujące producentów tworzyw sztucznych działających w Europie.

Pozostałe **organizacje** istotne dla branży:

Stowarzyszenie „**Polski Recykling**” promuje recykling odpadów w Polsce oraz wspiera rozwój krajowej branży recyklingu,

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek z tworzyw sztucznych (PRiK) – prowadzi działalność integrującą środowisko wytwórców rur i kształtek z tworzyw sztucznych.

Kluczowi gracze rynkowi w Polsce

Firma	Siedziba	Przychody PLN za 2016 r.	Zatrudnienie	Charakterystyka
Anwil	Włocławek, woj. kujawsko-pomorskie	2 200 mln PLN	1 270	Nawozy azotowe, chlorek winylu. Firma wiodąca w sektorze Wielkiej Syntezy Chemicznej w kraju. Jest jedynym w Polsce producentem suspensyjnego polichloroku winylu oraz znaczącym producentem nawozów azotowych
Alupol Packaging	Tychy, woj. śląskie	395,4 mln PLN	293	Produkcja opakowań aluminiowych, największy producent opakowań giętkich w kraju i jeden z największych w Europie. Spółka inwestuje w nowe moce produkcyjne i planuje zwiększać swoją wydajność
Boryszew	Warszawa, woj. mazowieckie	6 400 mln PLN	9 138	Producent kabli dla przemysłu motoryzacyjnego, łożysk kulkowych, chemikaliów
Grupa Azoty	Tarnów, woj. małopolskie	9 700 mln PLN	13 935	Producent tworzyw konstrukcyjnych, wykonanych z PA-6, polioxymentylenu, największy w Europie producent melaminy, poliamidu-6 i poliacetalu. Surowce te są wykorzystywane w produkcji opakowań oraz w motoryzacji i przemyśle elektronicznym
Synthos	Oświęcim, woj. małopolskie	4 800 mln PLN	250	Producent kauczuków syntetycznych i rozciągliwego polistyrenu. Firma posiada m.in. nową linię kauczuku butadienowo-styrenowego w Oświęcimiu, której koszt inwestycyjny wyniósł ponad 560 mln PLN. Linia dostarcza surowca niezbędnego do produkcji opon takim producentom jak Michelin lub Pirelli

Tabela 3. Najważniejsze firmy na rynku polskim

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3 prezentuje najważniejsze firmy w polskim sektorze tworzyw sztucznych. Wśród pozostałych istotnych dla rynku graczy można wyróżnić:

Ergis S.A. – środkowoeuropejski lider w produkcji opakowań przemysłowych oraz folii do pakowania żywności i farmaceutyków, a także folii hydroizolacyjnych z PCW. W ofercie

przedsiębiorstwa znajdują się folie stretch z LLDPE (w tym folie nanoERGIS), izolacyjne i specjalistyczne miękkie folie PCW, twarde folie do żywności i leków PET, PET/PE i PCW oraz taśmy spinające z PET, granulaty z PCW, giętkie laminaty do żywności, płatki PET, folie BOPP,

Basell Orlen Polyolefins Sp. z o.o.

(BOP) – polska spółka joint venture, która specjalizuje się w produkcji poliolefin. BOP jest jedynym polskim producentem polipropylenu oraz polietylenu i największym krajowym wytwórcą tworzyw sztucznych,

Polyone (w Polsce PolyOne Poland Manufacturing Sp. z o.o.) – światowy lider w sektorze rozwoju usług i rozwiązań inżynierii polimerowej dla producentów wielu branż. Specjalnością Polyone na rynku polskim są koncentraty barwiące i dodatki modyfikujące, tworzywa termoplastyczne oraz elastomery termoplastyczne,

Lerg S.A. – producent i eksporter żywic syntetycznych stosowanych w różnych gałęziach przemysłu, produkuje m.in. żywice na bazie mocznika, melaminy, styrenu, fenolu i metanolu. Firma posiada w swojej ofercie także formalinę, szpachlówkę oraz żelkoty. Firma zajmuje wysoką pozycję wśród liderów na rynku półproduktów i surowców chemicznych,

PCC Rokita S.A. – zakłady przemysłu chemicznego należące do grupy PCC SE z siedzibą w Duisburgu. Jest producentem i dystrybutorem ponad 400 produktów wykorzystywanych w branżach, takich jak przemysł tworzyw sztucznych, kosmetyczny, budowlany, tekstylny oraz chemia gospodarcza i przemysłowa.

Sektor tworzyw sztucznych w Polsce zatrudnia około 10% wszystkich zatrudnionych w sektorze europejskim.

Odbiorcami produktów wytworzonych w Polsce są Niemcy, Czechy, Włochy, Ukraina, Litwa i Austria.

Jednostki badawcze

Tworzywa sztuczne stanowią przedmiot ciągłego zainteresowania wielu jednostek badawczych w kraju. Wśród nich można wymienić ośrodki takie jak:

Instytut Chemii Przemysłowej – prowadzi badania naukowe podstawowe i stosowane oraz prace rozwojowe, wdrożeniowe i projektowe dotyczące procesów chemicznych, w szczególności w dziedzinach: petrochemii i karbochemii, syntezy organicznej, chemii i technologii polimerów i tworzyw sztucznych, chemii gospodarczej, katalizy i biokatalizy przemysłowej, inżynierii chemicznej i innych,

Instytut Chemii Organicznej (IChO) – instytut naukowy Polskiej Akademii Nauk z siedzibą w Warszawie. Tematyka badań w IChO jest skoncentrowana wokół problemów współczesnej chemii organicznej,

COBRO – Instytut Badawczy Opakowań – państwowy instytut badawczy nadzorowany przez ministra właściwego do spraw gospodarki. Przedmiotem podstawowej działalności instytutu jest prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych w dziedzinie opakowalnictwa, przystosowanie wyników tych prac do potrzeb praktyki oraz ich wdrażanie w podmiotach przemysłowych oraz innych organizacjach,

Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników – jednostka naukowa specjalizująca się w dziedzinie inżynierii materiałów polimerowych, w tym modyfikacji i przetwórstwa termoplastów, żywic chemoutwardzalnych, kauczuków i elastomerów, farb i lakierów oraz projektowania i budowy maszyn i urządzeń do przetwórstwa tworzyw polimerowych w nowoczesnych formach współpracy z przemysłem,

Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania – specjalizuje się w technologiach obróbki skrawaniem i ścierniej, technologiach niekonwencjonalnych, inżynierii materiałowej, metrologii technicznej, montażu i automatyzacji procesów wytwarzania,

Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Blachownia" (ICSO) – jednostka badawcza sektora chemii organicznej. Znajduje się w czołówce najlepszych Instytutów w Polsce, o czym świadczy kategoria A, przyznana decyzją Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Tematyka badawcza Instytutu obejmuje prowadzenie badań naukowych i prac badawczo rozwojowych dotyczących procesów chemicznych, w szczególności w zakresie: syntezy i technologii organicznej, żywic fenolowych, akrylowych, epoksydowych, poliwęglanów i innych oraz modyfikowaniu właściwości żywic, rozdziału gazów, procesów wodorowych i ciśnieniowych, technologii

przetwarzania surowców odnawialnych, procesów petro- i karbochemicznych, katalizy homo- i heterogennej, chemii i technologii polimerów i tworzyw sztucznych oraz ich modyfikacji i przetwórstwa, środków powierzchniowo-czynnych i chemii gospodarczej, środków pomocniczych dla różnych gałęzi przemysłu, analizy chemicznej, fizykochemii, inżynierii chemicznej, ochrony środowiska i utylizacji odpadów.

Na uwagę zasługują też liczne wydziały uniwersytetów oraz politechnik specjalizujących się w tematyce tworzyw sztucznych. Wymienić tu można m.in. Instytut Inżynierii Materiałowej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, Wydziały Chemiczny oraz Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej, Wydział Chemiczny Politechniki Rzeszowskiej, Wydział Chemiczny Uniwersytetu Warszawskiego, czy też Wydział Chemiczny Politechniki Łódzkiej.

Instytucje naukowe są źródłem pomysłów i technologii na wczesnym etapie rozwoju, potencjalnie mogących być przedmiotem komercjalizacji bezpośredniej (sprzedaż praw do technologii lub wdrożenie technologii w ramach powołanej spółki odpryskowej typu *spin-out* lub *spin-off*) lub pośredniej (licencjonowanie praw do technologii). W chwili obecnej, według opinii przedstawicieli sektora tworzyw sztucznych, współpraca pomiędzy przedstawicielami nauki oraz biznesu jest

utrudniona. Na powyższy stan składa się wiele przyczyn, które zostały szerzej zaprezentowane w kolejnych rozdziałach opracowania.

Popularne wydarzenia branżowe

Branża tworzyw sztucznych działa aktywnie w Polsce i jest organizatorem wielu spotkań i wydarzeń branżowych. Do najważniejszych z nich należą:

- Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy PLASTPOL,
- Targi 3D SOLUTIONS,
- Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej oraz Badań Nieniszczących,
- Międzynarodowe Targi Kooperacyjne Przemysłu Narzędziowo-Przetwórczego INNOFORM,
- Międzynarodowe Targi Opakowań Packaging Innovations,
- Dni Druku 3D,
- Targi Techniki Pakowania i Opakowań WARSAW PACK,
- Salon Technologii i Materiałów Kompozytowych KOMPOZYT meeting,
- Targi Technologii Przemysłowych INDUSTRY meeting,
- Konferencja Branży Tworzyw Sztucznych.

W organizacji wydarzeń branżowych aktywne są uznane w jej środowisku podmioty, m.in.:

- PlasticsEurope Polska,
- Międzynarodowe Targi Poznańskie,
- Targi Kielce,
- Bydgoski Klaster Przemysłowy,
- Stowarzyszenie producentów i użytkowników materiałów opakowaniowych i opakowań,
- Stowarzyszenie Techniczne Tworzywa Sztuczne,
- Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych, i inne.

Aktywne życie branżowe skupia się w przestrzeni publicznej, zazwyczaj wokół kilku portali branżowych, np.:

- tworzywa.org,
- plastech.pl,
- eplastics.pl.

Podstawowa analiza wielkości rynku

Polski sektor przemysłu tworzyw sztucznych stanowi ważną gałąź gospodarki. Szacuje się, że jego działalność przyniosła w 2016 r. ponad 80 mld PLN przychodów, co stanowi znaczący wkład w PKB kraju (ok. 5,3% w 2016 r.). Na branżę składa się około 8 000 przedsiębiorstw zatrudniających blisko 160 tys. pracowników. Dominującym rodzajem działalności w tym sektorze jest przetwórstwo tworzyw – wg PlasticsEurope generuje ono blisko 84% przychodów i odpowiada

za 95% zatrudnienia w branży¹⁵. Przetwórcy tworzyw to zazwyczaj firmy małe, zatrudniające średnio około 19 pracowników. W ramach przetwórstwa przeważa produkcja opakowań (w tym folii) oraz rur, profili budowlanych oraz kabli. Według angielskiej grupy badawczej AMI, Polska jest ciągle postrzegana jako rynek o relatywnie dobrym wzroście i dobrych prognozach na nadchodzące lata (2016-2019)¹⁶. Na rozwój sektora istotny wpływ mają m.in. inwestycje w produkcję samochodów i dóbr elektrycznych wytwarzanych w Unii Europejskiej. Przyszłość sektora zależeć będzie głównie od wzrostu gospodarczego w Europie Zachodniej i utrzymania konkurencyjnej pozycji wobec dostawców tworzyw z innych regionów geograficznych.

Analiza dynamiki rynku

Pomimo stosunkowo jednorodnego charakteru, przemysł tworzyw sztucznych rozwija się w Polsce dość intensywnie, a jego wzrost często przekracza wzrost PKB lub całego przemysłu. Dla przykładu, w analizowanym 2016 r. wzrost przychodów sektora wyniósł 6,7% przy wzroście PKB 2,7% i przemysłu 4,2% w skali roku. Fakt intensywnego wzrostu sektora nie jest zjawiskiem wyjątkowym dla ostatnich lat, ale

towarzyszy polskiej gospodarce od dłuższego czasu. W rezultacie produkcja w ciągu 15 lat wzrosła trzykrotnie i to pomimo znaczącego spowolnienia branży chemicznej w czasach kryzysu zapoczątkowanego w latach 2008-2009. Rosnące inwestycje w sektorach klienckich dla branży tworzywowej będą przyczyniać się do utrzymania dynamiki wzrostu. Zagrożeniem dla sektora może być rosnąca konkurencja producentów azjatyckich, amerykańskich oraz z Bliskiego Wschodu. Dlatego też sektor powinien poszukiwać źródeł oszczędności oraz wdrażać coraz bardziej innowacyjne i wysokomarżowe rozwiązania.

Popyt polskiego rynku tworzyw sztucznych sięga ok. 3 mln ton różnych tworzyw polimerowych¹⁷. W stosunku do 2015 r. popyt na tworzywa w Polsce według Conversion Market & Strategy wzrósł o ok. 6,9%. Grupa badawcza AMI podaje dane o niższej dynamice. Według AMI, sektor tworzyw sztucznych będzie rósł w latach 2016-2019 w średniorocznym tempie 3%. Jest to dynamika niższa niż w poprzednich latach: między 2009 r. a 2014 r. sektor rósł średnio 3,5% rocznie. Szybki przyrost rynku w Polsce wydaje się być niezagrożony, a stabilność trendu wzmocnia wciąż niezaspokojony popyt konsumentów na te materiały. Przeliczając zużycie tworzyw na

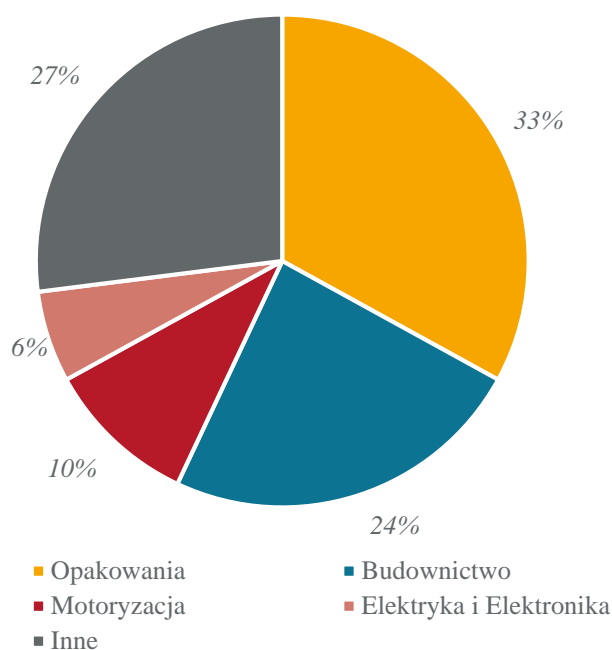
¹⁵ Raport roczny 2016, PlasticsEurope Polska, 2017.

¹⁶ AMI Research, Plastic Processors in Poland, 2016.

¹⁷ Dane dla roku 2016 za Conversion Market & Strategy GmbH oraz AMI Research Group.

1 mieszkańca, w Polsce zużywa się obecnie ok. 85 kg tworzyw, średnia unijna wynosi 95 kg wyrobów z tworzyw sztucznych, podczas gdy na świecie, np. w Chinach, wartość ta sięga prawie 200 kg na mieszkańca. Stąd wniosek, że rosnące od kilkunastu lat zużycie surowców do produkcji wyrobów z tworzyw powinno utrzymać się również w najbliższej przyszłości¹⁸.

Dostęp do surowców podstawowych, stanowiących wsad dla przetwórców, pochodzi głównie ze źródeł zagranicznych, w mniejszym stopniu ze źródeł krajowych. Niekorzystnym uwarunkowaniem produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych jest konieczność importu surowca w obliczu ograniczonych mocy wytwórczych w kraju. Pomimo braku znaczących inwestycji w nowe zdolności produkcyjne, w Polsce produkuje się wszystkie podstawowe tworzywa sztuczne, tj. poliolefiny (polietyleny i polipropyleny), polichlorek winylu (PCW), polistyreny (PS, EPS) lub politereftalan etylu (PET). W przypadku tworzyw konstrukcyjnych wytwarza się poliamid 6 (PA6) i polioksymetylen (POM), żywice i tworzywa poliestrowe, epoksydowe i fenolowe, a także systemy poliuretanowe. Wiele z tych materiałów jest oferowanych przez obecnych na rynku przedstawicieli światowych producentów lub firmy dystrybucyjne.



Rysunek 11. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne w Polsce w 2016 r.

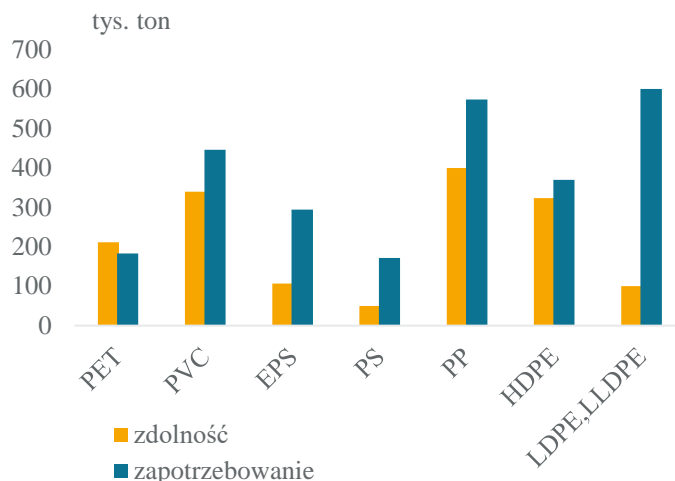
Źródło: PlasticsEurope

Intensywny wzrost zużycia tworzyw sztucznych obserwuje się w segmentach opakowań, produkcji urządzeń, sprzętu elektronicznego i elektrycznego oraz motoryzacyjnym. W rezultacie sektor doświadczył 10% wzrostu w inwestycje w 2016 r.; dla porównania w przemyśle odnotowano spadek o 8%. Pomimo wzrostu wymienionych sektorów, tworzywa sztuczne znajdują zastosowanie wciąż głównie w przemyśle opakowaniowym – 33% oraz budownictwie – 24% (dane za 2016 r.). Nie jest to sytuacja odosobniona,

¹⁸ Biuletyn Euro Info, Enterprise Europe Network, Europejski rynek tworzyw sztucznych, 2008.

podobne zjawiska obserwujemy na rynku europejskim, w którym te dwa sektory stanowią obszary największego zużycia tworzyw sztucznych, z tą różnicą, że zużycie w opakowaniach (39,9%) jest większe, a mniejsze w budownictwie (19,6%). W Polsce, w ciągu ostatnich co najmniej 5 lat, notuje się dynamiczny wzrost zużycia tworzyw w produkcji opakowań. Średnioroczny wzrost zużycia tworzyw w tym segmencie wynosił 4,4%. Dlatego należy przewidywać, że podobnie jak w Europie, udział sektora opakowań w stosunku do budownictwa, będzie rósł. Dla pozostałych gałęzi rynku, takich jak przemysł motoryzacyjny oraz elektroniczno-elektryczny, także przewiduje się tendencje wzrostowe. Polska, pomimo ograniczonego rozwoju sektora motoryzacyjnego, jest znaczącym dostawcą Tier-1, Tier-2 dla dużych europejskich graczy rynkowych. Jednocześnie w ostatnich latach podjęto krajowe inicjatywy produkcji własnych pojazdów tj. elektrycznych autobusów (UrsusBus, Solaris), pociągów (Pesa), traktorów (Ursus), pojazdów rolniczych (Pronar). W sektorze elektroniki i elektryki Polska jest wyróżniającym się producentem sprzętu AGD.

Potrzeby sektora znajdują swoje odzwierciedlenie w danych handlowych. Pośród najczęściej wykorzystywanych tworzyw znajdują się różne postacie polietylenu (30%), polipropylenu (19%), PCW (13%) i różne postacie polistyrenu (14%)¹⁹.



Rysunek 12. Bilans produkcji i konsumpcji tworzyw sztucznych w Polsce

Źródło: PlasticsEurope Polska

Rodzima produkcja tworzyw sztucznych na potrzeby krajowych przetwórców jest niewystarczająca, stąd istotna rola importu. W 2016 r. całkowity import tworzyw sztucznych wyniósł ponad 3,9 mln ton, eksport zaś stanowił 1,9 mln ton. W przypadku wyrobów import wyniósł około 0,9 mln ton, podczas gdy eksport 0,86 mln ton.

Rosnące zapotrzebowanie na tworzywa oraz brak znaczących inwestycji w produkcję podstawowych polimerów pogarszają corocznie bilans handlowy Polski. W rezultacie w 2016 r. ujemny bilans handlowy branży wyniósł ponad 3,3 mld EUR. Głównym partnerem dla polskich przedsiębiorstw są Niemcy, w dalszej kolejności pozostałe kraje Unii Europejskiej, z którą wymiana handlowa stanowi ponad 80%. Spoza Unii Europejskiej głównymi partnerami są Rosja (eksport gotowych wyrobów)

¹⁹ Plastics Europe Polska, Raport roczny, 2016.

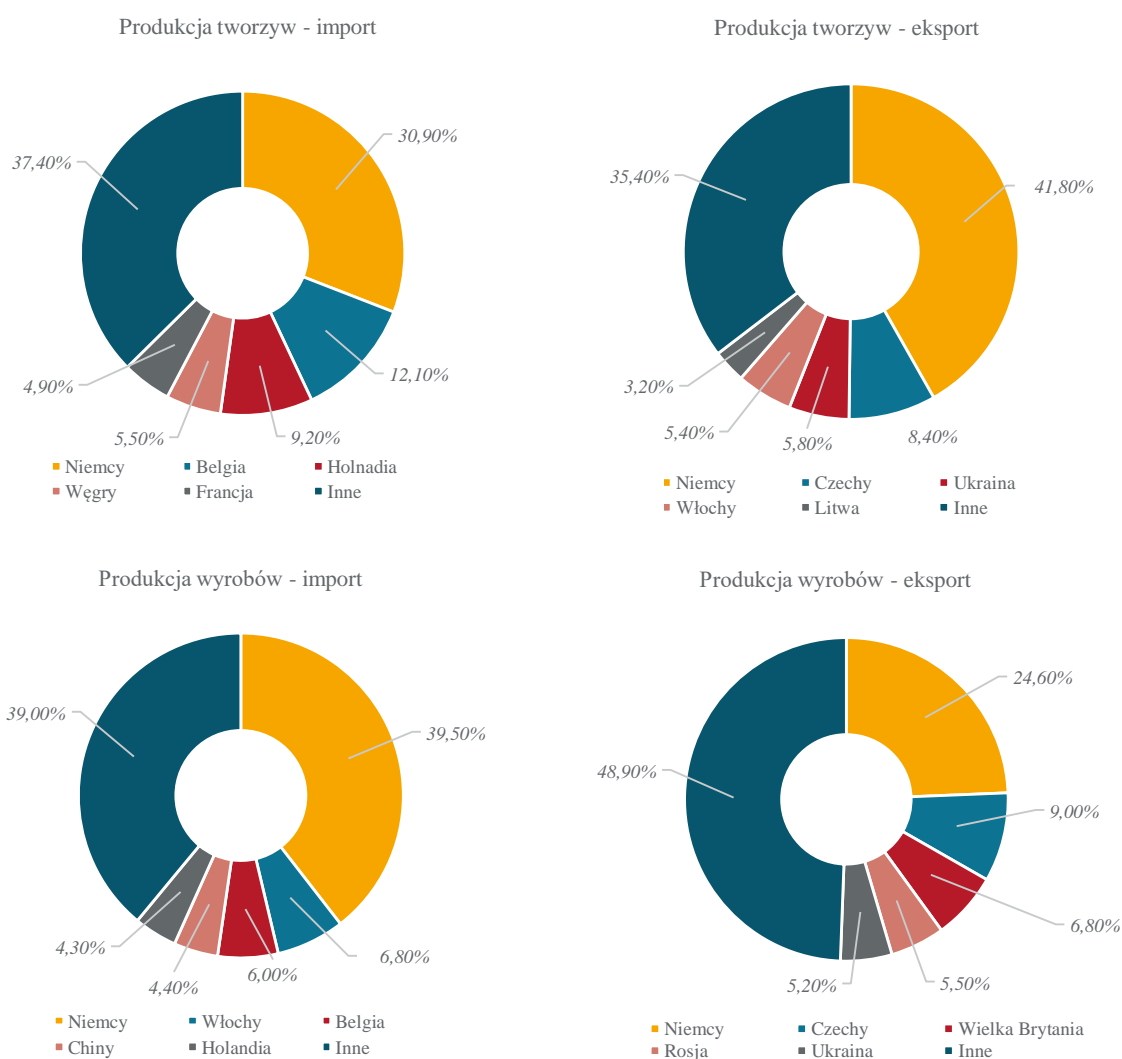
i Ukraina (eksport tworzyw podstawowych), Korea Południowa (z której importujemy tworzywa w formie podstawowej) oraz Chiny (import

gotowych wyrobów, najczęściej konsumenckich).



Rysunek 13. Schemat obecnego modelu cyklu życia tworzyw sztucznych

Źródło: opracowanie własne



Rysunek 14. Bilans handlowy Polski w zakresie tworzyw sztucznych (gotowe wyroby i materiały)

Źródło: PlasticsEurope Polska

Analiza barier rynkowych

Poza barierami charakterystycznymi dla działalności w przemyśle tworzyw sztucznych, jedną z głównych barier rozwoju sektora w Polsce, są nowe regulacje dotyczące gospodarki o obiegu zamkniętym (europejska Strategia dla Tworzyw w Gospodarce o Obiegu Zamkniętym). Dla wielu graczy rynkowych nowe podejście stanowi wyzwanie technologiczne oraz barierę dla dalszego rozwoju. W nadchodzących latach, firmy tworzywowe będą zmuszone do dostosowania swojej działalności do nowych wymagań związanych z produkcją, ale i utylizacją produktów. Takie mechanizmy jak Rozszerzona Odpowiedzialność Producenta, przyczynią się do dodatkowego obciążenia finansowego obecnych graczy. Klienci końcowi, przyzwyczajeni do obecnej relatywnie niskiej ceny tworzyw, mogą nie zaakceptować wzrostu cen produktów, dlatego dodatkowe koszty będą musieli ponieść również i producenci. Fakt ten stanowić będzie barierę w rozwoju branży, a jednocześnie barierę wejścia dla nowych podmiotów na rynek, głównie wynikającą ze zwiększonych kosztów prowadzenia działalności. Dostosowanie się sektora do nowego modelu gospodarki wiązać się będzie z reorganizacją działalności podmiotów funkcjonujących na rynku. W szczególności, zmianie ulegnie w pewnym zakresie struktura

dostawców oraz dystrybucji dla producentów tworzyw z uwzględnieniem rosnącej roli podmiotów odpowiedzialnych za utylizację i recykling materiałów. Konieczność wypracowania nowej struktury operacyjnej, jak i modelu biznesowego, może stanowić barierę dla podmiotów nieprzygotowanych do wprowadzanych zmian, w szczególności mniejszych firm. Rozwój biznesu w obszarze tworzyw sztucznych wiązać się będzie z koniecznością ostrożnego planowania rozwoju²⁰.

Istotną barierą rozwoju na rynku tworzyw sztucznych jest konieczność konkurencji z rosnącymi w siłę producentami azjatyckimi, amerykańskimi i z Bliskiego Wschodu. Wysoka konkurencyjność w przypadku większości ww. podmiotów wynika z łatwego dostępu do taniego surowca oraz doskonalenia modelu biznesowego, jak i technologii – głównie wzdłuż kolejnych elementów łańcucha wartości. Na przykład, polscy producenci żywic epoksydowych są uzależnieni od dostawy surowców, tj. epichlorodryny, zazwyczaj oferowanej przez producentów z Europy Zachodniej. Ponadto należy uwzględnić obciążenia związane z ewentualnymi taryfami celnymi i kosztami transportu. Przykładowo, koszty transportu chemikaliów do Polski z obszaru ARA (Amsterdam, Rotterdam, Antwerpia) to dodatkowe kilkadziesiąt EUR na tonie produktu. W rezultacie

²⁰ Wieselhuber & Partner, Competitiveness of the European Plastics Converting Industry, 2016.

producenci są zmuszeni do redukcji kosztów, zwiększania innowacyjności i unikalności oferowanych rozwiązań (poprzez np. wczesne odpowiadanie na potrzeby rynku), oraz wykorzystywania wewnętrznych atutów, takich jak niewielka odległość od odbiorców.

Barierą w dalszym rozwoju sektora tworzyw sztucznych jest ograniczony, dostęp do atrakcyjnych cenowo surowców do produkcji monomerów, a w konsekwencji polimerów.

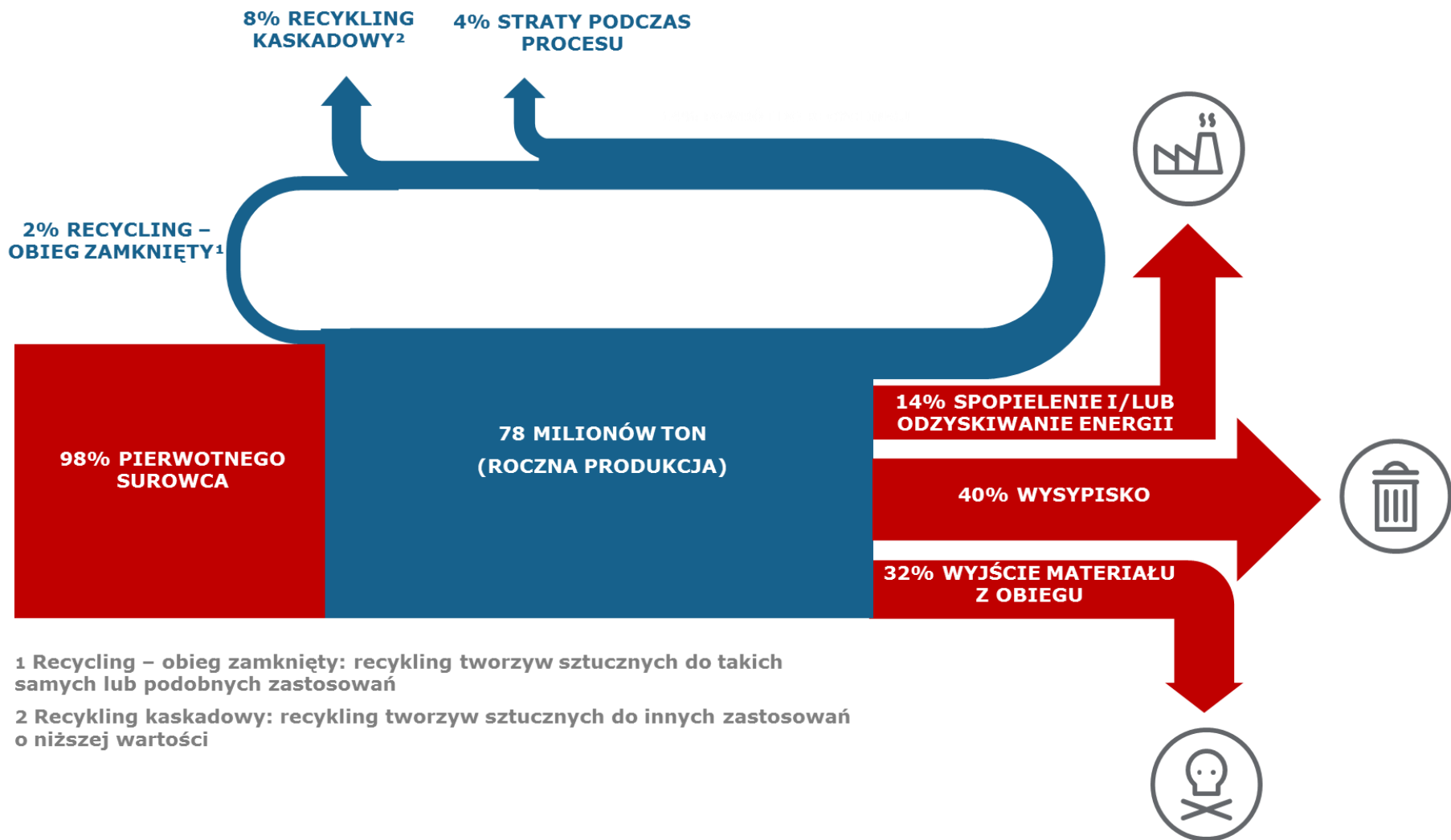
Ograniczenie w dostępie do taniej ropy i gazu stanowić może w najbliższych latach czynnik stymulujący rozwój tworzyw pochodzenia naturalnego lub ich recykling²¹. Rozwój tworzyw biodegradowalnych, wymaga dalszego doskonalenia i należy się spodziewać innowacyjnych rozwiązań w tym zakresie w nadchodzących latach, jak też ich rosnącej popularności. Jednocześnie, biorąc pod uwagę kształtowanie się wymogów prawnych dotyczących wykorzystania gruntów do produkcji biopaliw i narastające w prawodawstwie europejskim ograniczenia możliwości wykorzystania areałów uprawnych na potrzeby energetyczne, należy spodziewać się podobnej polityki w zakresie wykorzystania gruntów pod produkcję tworzyw organicznych.

Analiza cyklu życia produktów

Dotychczas funkcjonujący w gospodarkach na całym świecie model cyklu życia tworzyw sztucznych ma charakter liniowy. Zakłada on wytworzenie podstawowych chemikaliów z węglowodorów kopalnych, a następnie ich przetworzenie do postaci bardziej skomplikowanej w formie monomerów, układów polimerowych, złożonych systemów z dodatkami innych substancji podwyższających parametry tworzywa. Tworzywa sztuczne, czerpiące główne źródło swej popularności z właściwości materiałowych oraz relatywnie niskiej ceny, były i są masowo produkowane w celu zaspokojenia potrzeb wielu gałęzi gospodarki. Niestety, w dotychczasowym modelu mały nacisk kładzie się na wykorzystanie zużytych i niepotrzebnych odpadów trafiających na wysypiska. (Relatywnie niska cena tworzyw sztucznych przyczynia się do małego zainteresowania użytkowaniem odpadów.) Producentom łatwiej jest wytworzyć nowy materiał z surowców kopalnych, niż przetwarzać odpady, które ze względu na ich potencjalne usieciowanie, obecność domieszek, plastyfikatorów i wypełnień, są często trudne w utylizacji.

²¹ W opinii Europejskiego Stowarzyszenia Biotworzyw, globalna produkcja biodegradowalnych tworzyw, (które na końcu cyklu życia mogą; po spełnieniu pewnych warunków; być użyte jako biomasa), i biotworzyw, może wzrosnąć z 4 mln ton w 2016

r. do 6 mln w 2021 r. Użytkowanie gruntów do produkcji biotworzyw stanowiło w 2014 r. zaledwie około 0,01% całkowitej powierzchni agrarnej, Business Europe, Position on the future of plastics, 2017.



Rysunek 15. Analiza cyklu życia tworzyw sztucznych na przykładzie opakowań (wykres Sankeya)

Źródło: Ellen MacArthur Foundation

Rezultatem funkcjonowania takiego modelu jest to, że jedynie około 14% z wytwarzanych opakowań jest zbieranych na potrzeby ponownego wykorzystania lub utylizacji, zaś pozostałe 86% (o wartości powyżej 80 mld USD rocznie), wypada z obiegu²². Niedoskonałość obecnych materiałów, jak i technologii zbiórki, sortowania i przetwarzania powoduje, że ponownie wykorzystane tworzywa służą zazwyczaj do produkcji materiałów niskiej jakości, które nie będą już poddane recyklingowi.

Według raportu Ellen MacArthur Foundation, porównywalna ilość odpadów z tworzyw sztucznych do tej poddawanej recyklingowi, jest kierowana do spalarni lub odzysku energetycznego, głównie poprzez mieszanie z wysokoenergetycznymi odpadami stałymi lub ciekłymi w procesie spalania (np. technologicznego w produkcji cementu z uwzględnieniem pyrolizy) lub gazyfikacji. Pomimo korzyści odzysku energii z odpadu, nie bez znaczenia pozostaje fakt zmarnotrawionego kosztu wytworzenia tworzyw w procesie. Rosnące możliwości w projektowaniu materiałów z tworzyw sztucznych, jak i procesów ich obróbki i potencjalnej utylizacji, skłaniają do weryfikacji tego podejścia i podjęcia prób zwiększenia poziomu recyklingu materiałów. Ze wspomnianej analizy wynika również, że około 72% odpadów tworzywowych jest nieodzyskiwanych. Około 40% z nich

trafia na wysypiska, a aż 32% umyka systemowi zbiórki, co oznacza, że odpady są albo niezbiране albo zbierane i nielegalnie składowane.

Obecny, niedoskonały obieg tworzyw sztucznych w gospodarkach całego świata przyczynia się do nasilenia negatywnych zjawisk, takich jak: degradacja środowiska naturalnego, generowanie gazów cieplarnianych podczas produkcji lub spalania odpadów oraz szkodliwy wpływ na zdrowie ludzkie.

Degradacja środowiska naturalnego spowodowana jest głównie przedostawaniem się tworzyw sztucznych do otoczenia. Proces ten jest szczególnie widoczny w oceanach do których; według szacunków; wyrzucanych razem ze śmieciami, bądź też nawiewanych z lądu, jest co najmniej 8 mln ton tworzyw sztucznych rocznie. W oceanach tworzywa mogą pozostawać setki lat w niezmienionej postaci, a przy obecnym tempie produkcji, ich ilość będzie się gwałtownie akumulować. Dynamika procesu skłoniła niektórych ekspertów do opracowania predykcji, według której w 2050 r. w ocenach będzie więcej tworzyw sztucznych, niż ryb. Co więcej, ze względu na właściwości, głównie długowieczność, ich ilość będzie się raczej stabilizować niż zmniejszać (pomimo podjęcia prób ograniczenia

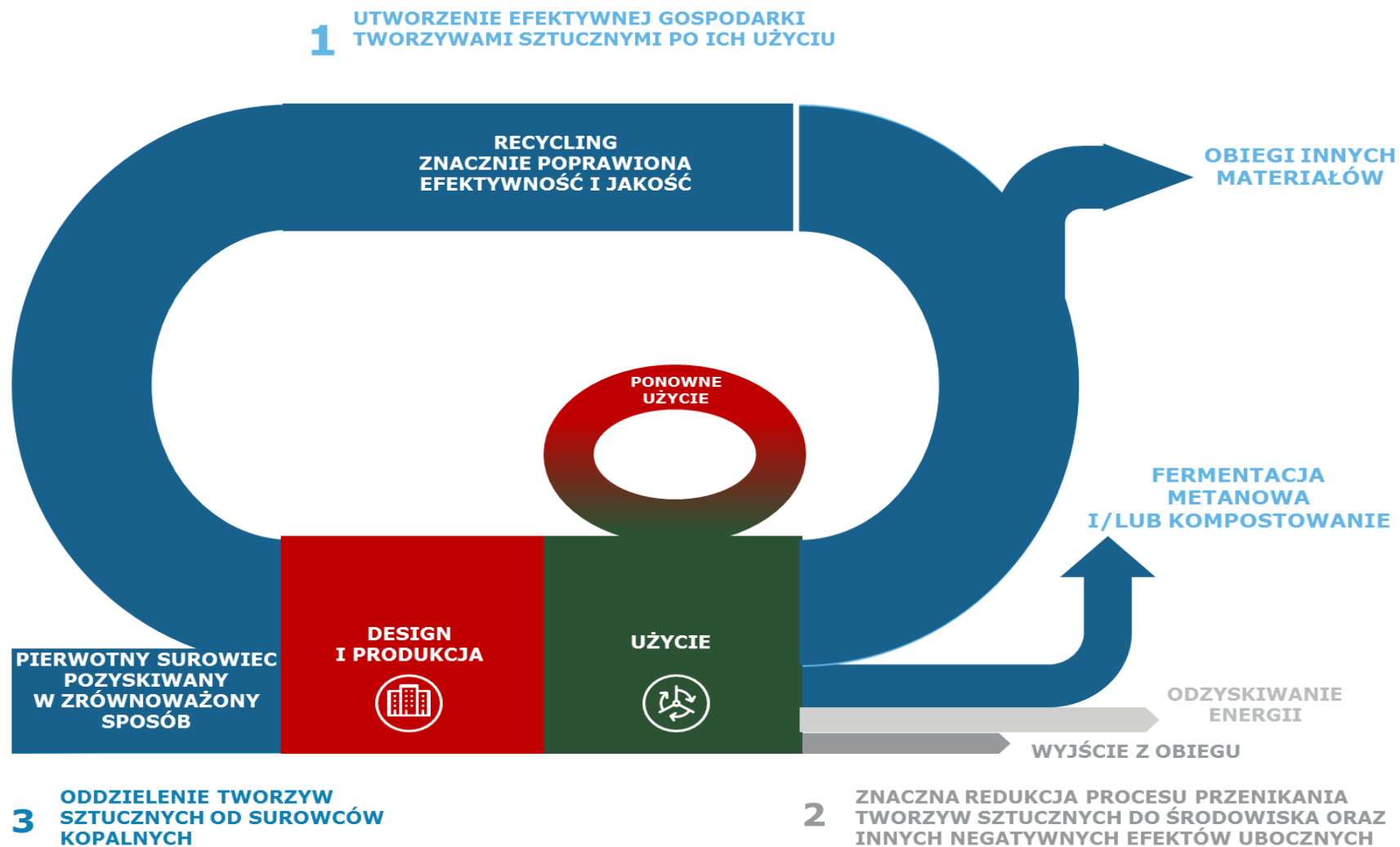
²² Ellen MacArthur Foundation, The New Plastics Economy Rethinking The Future Of Plastics, 2016.

„wycieku” tworzyw sztucznych do oceanów).

Wytwarzanie oraz utylizacja tworzyw sztucznych mogą powodować powstawanie gazów cieplarnianych. Według szacunków, połowa zużywanego surowca (tj. 4-8% globalnej produkcji surowców kopalnych) jest spożytkowana na wytworzenie tworzyw i generuje na tym etapie największe ilości gazów. Pozostała potencjalna masa gazów cieplarnianych jest uwięziona w samych tworzywach i może być uwolniona podczas ich przetwarzania, np. spalania lub gazyfikacji. Objętość powstających gazów cieplarnianych związanych z produkcją i przetwarzaniem tworzyw, będzie w przyszłości stale rosła, ze względu na zwiększające się zapotrzebowanie na te materiały. Według szacunków, przy obecnym tempie rozwoju, emisja gazów cieplarnianych w skali globalnej dla tego sektora będzie stanowić 15% całkowitej emisji w 2050 r. Osobnym aspektem oddziaływania tworzyw sztucznych na otoczenie jest ich często złożona struktura wynikająca z dostosowania materiału do potrzeb konkretnego produktu, bądź zastosowania. Z tego powodu, większość tworzyw sztucznych, poza samymi polimerami, zawiera w sobie dodatki, takie jak stabilizatory, plastyfikatory, pigmenty i inne substancje, które mogą być szkodliwe dla zdrowia użytkownika. W ostatnich latach szereg takich dodatków zakwalifikowano jako szkodliwe dla zdrowia i zaczęto je

sukcesywnie zastępować bezpieczniejszymi odpowiednikami (np. halogenkowe środki uniepalniające lub też same monomery – np. Bisphenol A). Chociaż wysiłki branży są obecnie ukierunkowane na zastępowanie szkodliwych rozwiązań bezpieczniejszymi, należy w sposób ciągły analizować wpływ poszczególnych rozwiązań materiałowych na zdrowie człowieka i stan otoczenia naturalnego, a także propagować działania mające na celu poprawę tych rozwiązań.

W celu zapobiegania negatywnym skutkom obecnej gospodarki tworzywami sztucznymi, Komisja Europejska zgłosiła propozycje pakietu ustaw w celu zmiany dotychczasowego liniowego modelu, na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym (tzw. circular economy). W ramach tego podejścia surowce, materiały i produkty będą wykorzystywane w stopniu dużo większym niż dotychczas, m.in. poprzez ponowne wielokrotne użycie, naprawy, odzysk. W rezultacie zmaleje ilość odpadów zalegających wysypiska śmieci oraz zużycie surowców pierwotnych do produkcji tworzyw sztucznych.



Rysunek 16. Proponowany model cyklu życia tworzyw sztucznych w gospodarce cyrkularnej (wykres Sankeya)

Źródło: Ellen MacArthur Foundation, *The New Plastics Economy Rethinking The Future Of Plastics*, 2016

W porównaniu do dotychczasowej praktyki przetwarzania tworzyw sztucznych, ważnym aspektem nowego podejścia jest odpowiednie zaprojektowanie oraz wyprodukowanie tworzyw, których zbiórka, selekcja i przetwarzanie będą łatwiejsze, możliwe będzie ponowne wielokrotne wykorzystanie, z naciskiem na te zastosowania, w których pierwotnie był wykorzystywany dany materiał (np. zużyta butelka PET po przetworzeniu byłaby wykorzystana ponownie w tym samym celu)^{23,24}.

Ze względu na rosnącą popularność tworzyw sztucznych w nowoczesnej gospodarce, wzrastają obawy związane z ich wpływem na środowisko naturalne. Niektóre organizacje międzynarodowe, np. United Nations Environmental Programme, dokonały alternatywnej oceny wpływu tworzyw sztucznych na nasze otoczenie²⁵, uwzględniającej emisję gazów cieplarnianych, potencjalne zanieczyszczenia powietrza, wody, ziemi, malejące zasoby wody, jak i kumulację odpadów w morzach. Ich analiza wskazała na konieczność rozważenia zastąpienia tworzyw sztucznych alternatywnymi materiałami, które mogłyby w mniejszym stopniu

oddziaływać na środowisko. Jednakże, ostatnie badania wykonane przez Franklin Associates²⁶ i grupę Denkstatt'a²⁷, które przedstawiają wyniki modelowania zamienników tworzyw (np. papier, stal, aluminium, szkło) sugerują, że odejście od tworzyw może powodować wyższe całkowite koszty środowiskowe. Dlatego też w dyskusji nad wdrożeniem modelu gospodarki zamkniętej należy rzetelnie dokonywać oceny szkodliwości i przydatności poszczególnych materiałów przy uwzględnieniu całościowej analizy cyklu życia materiału (tj. obejmującej cały łańcuch jego wartości).

Zaproponowana przez Unię Europejską i przyjęta na początku 2018 r. strategia dotycząca tworzyw sztucznych, jest pierwszym krokiem w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Główne założenia nowego podejścia można przedstawić w kilku punktach:

1. stworzenie podstaw efektywnej gospodarki wykorzystania zużytych tworzyw sztucznych, dzięki systemowi recyklingu, ponownego wykorzystania materiałów oraz stosowania kontrolowanej biodegradacji tworzyw dla wybranych aplikacji,

²³ Komisja Europejska, Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym, 2018.

²⁴ Komisja Europejska, Odpady z tworzyw sztucznych: europejska strategia na rzecz ochrony naszej planety, obrony naszych obywateli i wzmocnienia pozycji naszego przemysłu, 2018.

²⁵ United Nations Environmental Programme (UNEP), Valuing Plastics: The Business Case for Measuring, Managing and Disclosing Plastic Use in the Consumer Goods Industry, 2014.

²⁶ Franklin Associates, Impact of Plastics Packaging on Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in the United States and Canada, 2013.

²⁷ Denkstatt., How Packaging Contributes to Food Waste Prevention, 2015.

2. znacząca redukcja wycieku tworzyw sztucznych z obiegu do środowiska naturalnego,
3. uniezależnienie wytwarzania tworzyw sztucznych od surowców kopalnych – opracowywanie nowych źródeł z surowców odnawialnych zachęcających do recyklingu, ponownego wykorzystania materiałów oraz stosowania kontrolowanej biodegradacji tworzyw dla wybranych aplikacji.

U podstaw skutecznego wdrożenia modelu gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) leży efektywny system zachęt²⁸. Powinien on być powiązany z zachętami ekonomicznymi mającymi na celu przeciwdziałanie „wyciekaniu” tworzyw sztucznych z gospodarki (rozumianego jako nielegalne, bądź niestaranne zagospodarowanie tworzyw sztucznych, powodujące szkodę dla gospodarki i środowiska) oraz zachęcanie do zwiększonego wykorzystywania materiałów pochodzenia naturalnego, czyli ze źródeł odnawialnych. Analizując potrzeby takiego systemu należy wyróżnić szereg zadań niezbędnych do realizacji, wśród których najważniejszymi są:

- projektowanie tworzyw sztucznych z uwzględnieniem wymogów GOZ, przy ewentualnym wykorzystaniu nowych materiałów, z uwagi na potrzebę efektywnej zbiórki, klasyfikacji oraz przetwarzania tworzyw sztucznych,

- stworzenie rynku materiałów wtórnych oraz „odnowionych” (tj. poddanych recyklingowi, aby przystosować je do ponownego użycia) poprzez opracowanie odpowiednich rozwiązań technologicznych i organizacyjnych,
- zaangażowanie przemysłu w proces wdrażania GOZ oraz dostosowanie regulacji do wymogów nowego systemu,
- opracowanie rozwiązań wspierających rozwój innowacyjnych technologii materiałowych i procesowych.

Stworzenie systemu efektywnej gospodarki przetworzonymi tworzywami sztucznymi

W optymalnej gospodarce o obiegu zamkniętym, ponowne wykorzystanie materiałów jest traktowane jako ostatni element systemu. Poza materiałami z drugiego obiegu, ważnym elementem systemu są materiały kompostowalne przemysłowo, wytwarzane dla szczególnych zastosowań. Ich wykorzystanie przyniesie efekty dla gospodarki jedynie w powiązaniu z odpowiednimi rozwiązaniami w zakresie zbiórki i przetwarzania, np. poprzez fermentację anaerobową lub kompostowanie przemysłowe, aby przywrócić materiałowi jego pierwotną formę albo nadać mu inną postać

²⁸ Rada Ministrów, „Mapa drogowa - Transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym”, Projekt uchwały, 2018.

przydatną dla gospodarki (np. jako składnik nawozów). W obecnym podejściu tworzywa sztuczne są projektowane albo jako możliwe do recyklingu lub kompostowania, albo też dla żadnej z tych opcji. Wdrożenie nowego systemu musi wiązać się z opracowaniem rozwiązań w tym zakresie. Pod względem ekonomicznym bardziej właściwe wydaje się stosowanie recyklingu, jako że materiał powraca do obiegu zamkniętego w swojej najbardziej udoskonalonej formie, w przeciwieństwie do postaci prostych składników, będących efektem kompostowania. Kompostowanie tworzyw ma swoje uzasadnienie w przypadku generacji prostych składników chemicznych, np. w systemach, w których tworzywa są trudne w przetwarzaniu. Projektowanie i wytwarzanie tworzyw z myślą o kompostowaniu ma też swoje uzasadnienie przy założeniu, że tworzywa ostatecznie nie trafią do recyklingu. Przewiduje się, że preferowanymi metodami przetwarzania odpadów będą w pierwszej kolejności technologie recyklingu mechanicznego „closed loops”, w których odpady zostaną wykorzystane w ramach tych samych lub zbliżonych produktów. Kolejnym preferowanym rozwiązaniem są technologie mechanicznego recyklingu „open loops”, gdzie odpad po przetworzeniu przyjąłby formę zmienioną i zastosowany byłby w innej, niż pierwotnie aplikacji. Pozostałe kategorie

utylicacji odpadów dotyczą ich chemicznego przetworzenia oraz odzysku energetycznego²⁹.

Ograniczenie „wycieku” tworzyw sztucznych do środowiska

Długowieczność tworzyw wymusza podejmowanie działań zmierzających do ograniczania ilości, które przedostają się do środowiska. Niestety wiele gospodarek będących w fazie dynamicznego rozwoju (np. krajów azjatyckich) koncentruje wysiłki na rozwinięciu technologii wytwarzania i przetwarzania surowców, kosztem ich zbiórki i utylizacji. W rezultacie około 80% wycieku tworzyw z systemu obiegu ma miejsce w tych krajach.

Rozwiązaniem powinno być szybkie przyjęcie zasad gospodarki o obiegu zamkniętym wraz z zachętami ekonomicznymi skłaniającymi do przestrzegania jej założeń i ograniczania wycieku materiałów do środowiska. Sprzyjać temu procesowi może odpowiednie projektowanie materiałów, które po wykorzystaniu mogłyby mieć wyższą wartość, niż mało użyteczne odpady tworzywowe obecnie. W sytuacji, gdy odpad z tworzywa sztucznego posiada realną i atrakcyjną wartość dla gospodarki, jest mniej prawdopodobne, że trafi on poza obieg systemu zamkniętego. Efektywny system powinien być wdrożony w krajach azjatyckich, natomiast w krajach

²⁹ Plastics Europe, View Paper On Mechanical and Organic Recycling, 2017.

rozwiniętych, tj. w państwach Unii Europejskiej i Ameryki Północnej powinien być znacząco dopracowany. W tych ostatnich, co roku do mórz i oceanów trafia 170 tys. ton odpadów. Ponadto należy zmienić własności tworzyw oraz pozbawić je ich dotychczasowej długowieczności w warunkach naturalnych. Dotychczas produkowane tworzywa sztuczne są biodegradowalne, ale jedynie w dość specyficznych warunkach kompostowania. Dlatego należy stworzyć rozwiązania technologiczne umożliwiające degradację tworzyw sztucznych w naturalnym środowisku w przypadku niekontrolowanego przedostania się tych substancji do otoczenia. W tym celu systemy materiałowe powinny być pozbawione potencjalnie szkodliwych dodatków oraz modyfikacji. Przykładem dobrego rozwiązania są systemy papierowe, które wyeksponowane na warunki naturalne ulegają degradacji oraz wchłonięciu do otoczenia. Opracowanie potencjalnych rozwiązań wymaga intensyfikacji działań proinnowacyjnych, a następnie ich skutecznego wdrożenia.

Uniezależnienie wytwarzania tworzyw sztucznych od surowców kopalnych – opracowywanie nowych źródeł z surowców odnawialnych

Wdrożenie praktycznego systemu recyklingu i ponownego wykorzystania tworzyw sztucznych jest kluczowe dla ograniczenia konsumpcji surowców

kopalnych na potrzeby produkcji tych materiałów. Jednakże, upowszechnienie recyklingu nie jest wystarczające dla uzyskania odpowiedniego poziomu redukcji zapotrzebowania na ropę naftową i gaz. Rozwiązaniem może być wytwarzanie tworzyw z surowców odnawialnych, które mogą bezpośrednio konwertować gazy cieplarniane, takie jak metan i dwutlenek węgla lub używanie biomasy jako alternatywnego surowca. Wykorzystanie alternatywnych surowców wymaga opracowania oraz wdrożenia innowacyjnych rozwiązań ze szczególnym uwzględnieniem potencjału i możliwości wykorzystania areałów rolnych do tego typu produkcji. Szczególnie ważna jest tu kwestia etyczna wykorzystania ziem uprawnych pod produkcję biomasy przemysłowej, zamiast potencjalnej uprawy żywności. Przyjęty przez Komisję Europejską pakiet ustaw zakłada, że do 2030 r. wszystkie opakowania z tworzyw sztucznych na rynku UE będą nadawać się do recyklingu. Ponadto zmniejszy się zużycie tworzyw sztucznych jednorazowego użytku i zostaną wprowadzone ograniczenia dotyczące celowego stosowania mikrodrobin plastiku – jednej z najuciążliwszych form dla środowiska. Celem strategii jest, aby w krajach Unii Europejskiej został wprowadzony system recyklingu opłacalny dla przedsiębiorstw i pokrywający cały łańcuch wartości tworzyw sztucznych. Bezpośrednim rezultatem wdrożenia systemu będzie

ograniczenie ilości odpadów z tworzyw sztucznych i ich przedostawania się do środowiska naturalnego. Ponadto zaostreniu powinny zostać poddane wymogi dotyczące składowania tych materiałów. Poza samą strategią dla tworzyw sztucznych przewiduje się opracowanie nowych dyrektyw odnośnie urządzeń odbiorczych w portach morskich. W najbliższych planach jest również przedstawienie przez Komisję wniosku w sprawie tworzyw jednorazowego użytku oraz dokonanie przeglądu w sprawie opakowań i przygotowanie wytycznych na 2019 r. dotyczących ich selektywnej zbiórki i sortowania³⁰.

Implementację nowego podejścia do problematyki tworzyw mają wspierać działania zmierzające do osiągnięcia celów dotyczących recyklingu odpadów. Cele, które były pierwotnie zdefiniowane w propozycjach ustaw bardzo wysoko, zostały ostatecznie złagodzone. Niemniej stanowią one w dalszym ciągu duże wyzwanie, szczególnie dla polskiej gospodarki. Ostatecznie uzgodniony przez Parlament i Radę Europejską wiążący cel recyklingu w zakresie odpadów komunalnych został ustalony na poziomie 65% do 2035 r. Dla odpadów opakowaniowych ustalono cel recyklingu i przygotowania do ponownego użycia na poziomie 70%. Kraje członkowskie

zgodziły się również ograniczyć składowanie odpadów z gospodarstw domowych maksymalnie na poziomie 10% do 2035 r.³¹

³⁰ Komisja Europejska, Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym, 2018.

³¹ Komisja Europejska, Aneksy do: Komunikatu Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym, 2018.



Globalne trendy rozwojowe

Obszar tworzyw sztucznych doświadcza wpływu trendów typowych dla całego sektora chemicznego, związanych głównie z innowacjami materiałowymi, procesowymi oraz dyfuzją rozwiązań z innych sektorów - m.in. z obszaru nowych technologii cyfrowych. Trendy rozwojowe w równym stopniu dotyczą rynku światowego, jak i rynku krajowych producentów.

Industry 4.0

W tym ostatnim przypadku szczególnie istotny jest trend wykorzystania danych oraz zdobyczy technicznych do automatyzacji i optymalizacji procesów przemysłowych. Proces ten został nazwany w jednym z raportów jako „czwarta rewolucja przemysłowa” (lub Industry 4.0) wskazując na fakt znaczącej zmiany organizacji obszarów wytwarzania w porównaniu z dotychczasowym modelem³².

W popularyzowanym obecnie ujęciu, ww. koncepcja dotyczy zjawiska integracji technik z zakresu

automatyzacji, przetwarzania i wymiany danych oraz produkcji.

Urzeczywistnieniem założeń Industry 4.0 byłaby inteligentna fabryka, w której wytwarzanie dóbr byłoby w pełni zautomatyzowane i nadzorowane w czasie rzeczywistym przez stworzone w tym celu inteligentne oprogramowanie. Spośród dotychczas opracowanych rozwiązań z tego obszaru, przydatnych dla sektora tworzyw sztucznych, można wymienić szereg rozwiązań ERP (enterprise resource planning), systemów zarządzania produkcją, utrzymaniem ruchu (Asset Performance Management) i zapobiegania awariom (Preventive i Predictive Maintenance). Ponadto rosnące znaczenie mają systemy predykcyjne z wykorzystaniem dużych macierzy danych (big data analysis) podporządkowane planowaniu działalności przedsiębiorstw.

³² Mario, Hermann, et al., et al., “Design Principles for Industry 4.0 Scenarios: A Literature

Review”, Technische Universität Dortmund, working paper, 2015.

Nowe modele biznesowe i Open Innovation

Postęp technologiczny w zarządzaniu i organizacji przedsiębiorstw wpływa również na model biznesowy. Narzędzia usprawniające działanie przedsiębiorstw umożliwiają wydajne zarządzanie i monitorowanie coraz większych organizacji. W rezultacie pomimo czynników rynkowych i biznesowych, mniejszym wyzwaniem obecnie jest łączenie firm w duże podmioty i ich restrukturyzacja. Postępująca konsolidacja branży chemicznej jest tego dowodem. Przewiduje się, że do 2030 r. w Unii Europejskiej pozostanie 2-3 dużych graczy chemicznych³³. Reorganizacja dotyczyć będzie również zarządzania innowacjami oraz pracami badawczo-rozwojowymi. Poza oczywistymi korzyściami z wdrożenia nowych rozwiązań cyfrowych, w organizacji prac badawczo-rozwojowych coraz popularniejszy staje się model otwartego zarządzania innowacjami – tzw. Open Innovation (OI). Koncepcja ta zakłada otwarte i współpracujące podejście do procesu tworzenia innowacji. W ramach środowiska OI firmy pozyskują potrzebną wiedzę i innowacje w budowanej przez siebie sieci kontaktów (wyspecjalizowane instytucje badawcze, dostawcy, użytkownicy, klienci, a także konkurenci). Jednakże samo pozyskiwanie innowacji dostarcza firmie

częściową korzyść, ponieważ nie ułatwia komercjalizacji wiedzy i know-how posiadanych w ramach firmy. Ponadto w przypadku niektórych innowacji nie sposób w pełni wykorzystać ich potencjału wewnątrz organizacji. Dlatego wynalazki, których firmy nie wykorzystują we własnej działalności, powinny być udostępniane innym podmiotom na zasadzie sprzedaży licencji, czy też w ramach tworzonych konsorcjów lub firm typu *spin-off*. To model biznesowy firm determinuje, z jakich informacji z zewnątrz powinna skorzystać, a jakie informacje wewnętrzne udostępnić innym podmiotom. W rezultacie w środowisku podmiotów wzajemnie powiązanych siecią relacji biznesowych i kontaktów wytwarza się swobodny przepływ pomysłów oraz łatwiej o wspólne wypracowanie innowacyjnego rozwiązania, a następnie jego wdrożenie.

Druk 3D

Tworzywa sztuczne to jeden z najdynamiczniej rozwijających się obszarów inżynierii materiałowej. Jednym z ciekawszych rozwiązań wykorzystujących unikalne własności materiałowe tworzyw sztucznych są technologie druku 3D – tzw. druku przestrzennego. Druk ten polega na wytwarzaniu trójwymiarowych, fizycznych obiektów na podstawie

³³ ATKearney, Chemical Industry Vision 2030: A European Perspective, 2012.

komputerowego modelu. Początkowo była to jedna z metod szybkiego prototypowania używana, zarówno do budowania form, jak i samych prototypów. Wraz z osiąganiem coraz większej precyzji wykonania obiektów, drukarka 3D stała się także metodą wykonywania gotowych wyrobów konsumenckich w tym: zabawek, protez lub części urządzeń.

Technologie druku 3D jako pierwsze materiały wykorzystywały popularne termoplasty i duroplasty.

Zapotrzebowanie odbiorców końcowych na funkcjonalne wyroby o wysokich parametrach zmusza branżę do adaptowania nowych rozwiązań materiałowych na użytek tej technologii. W efekcie, kiedyś niemożliwe drukowanie kompozytów jest teraz coraz bardziej popularne, a powstałe produkty charakteryzują się wyższą wytrzymałością oraz lepszą funkcjonalnością niż dotychczasowe. Zastosowanie druku 3D będzie w najbliższej przyszłości dedykowane kosztownym i niszowym rozwiązaniom, takim jak zindywidualizowane wyroby medyczne, druk części urządzeń, których serwis trwałby wiele dni itp. Postęp w tej dziedzinie powinien sprzyjać szerszej adaptacji różnych tworzyw oraz obniżyć koszt produkcji gotowych wyrobów.

Wykorzystanie surowców odnawialnych

Wpływ nowej strategii dla tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej będzie

wymuszał opracowanie nowych rozwiązań materiałowych w obszarze tworzyw sztucznych związanych z materiałami wyprodukowanymi z surowców odnawialnych. Dotychczas branża próbowała wielokrotnie wdrożyć interesujące rozwiązania w tym zakresie i prawie zawsze natrafiała na problem opłacalności tak uzyskanych materiałów. Przykładem tutaj może być produkcja kwasu akrylowego z gliceryny. Jego synteza, a następnie przetworzenie do popularnych superabsorbentów (SAP) – elementów pieluszek dziecięcych i podpasek odpowiedzialnych za pochłanianie płynów, pozwoliło wprowadzić na rynek produkty z etykietą marketingową „produktu ekologicznego”. Niemniej jednak relatywnie wysoki koszt tych produktów ostatecznie ograniczył ich popularność rynkową. Z sukcesem został wdrożony zaś proces produkcji propanodiolu opracowany przez Dupont (nazwa handlowa Sorona). Technologia tej firmy okazała się być atrakcyjna ekonomicznie i skalowalna na potrzeby odbiorców końcowych włókien polimerowych.

Sektor chemiczny od dłuższego czasu prowadzi projekty badawcze nakierowane na wykorzystanie surowców odnawialnych w syntezie. Pomimo wspomnianych trudności z opłacalnością kolejne rozwiązania wydają się być coraz bardziej praktyczne dla wdrożenia. W świetle zmian prawnych w Unii Europejskiej oraz rezultatów prowadzonych badań należy założyć, że

coraz więcej rozwiązań przemysłowych w sektorze tworzyw sztucznych będzie korzystał z odnawialnych źródeł surowców.

Rosnące wymagania regulacyjne

Osobną kwestią w rozwoju innowacyjnych tworzyw jest ich modyfikacja i domieszkowanie. Wiele zmian materiałowych ma swoje uzasadnienie we wzrastających wymagach prawnych dotyczących środowiska lub bezpieczeństwa zdrowia i otoczenia. Jednym z typowych rozwiązań w tym zakresie są dodatki uniepalniające. Rosnące wymogi bezpieczeństwa w materiałach budowlanych lub wykorzystywanych w konstrukcji środków transportu wymuszają, aby systemy tworzywowe były bardziej niepalne, a jeśli dojdzie do pożaru, nie podtrzymywały ognia, wydzielały mało trujących oparów oraz były stabilne konstrukcyjnie (np. po to, aby można było opóźnić zawalenie się konstrukcji objętej pożarem i bezpiecznie opuścić jego obszar). Wymogi niepalności są sukcesywnie zaostrzane od wielu lat. Dotrzymanie niezbędnych wymogów regulacyjnych zmusza branżę do poszukiwania wydajnych technologii w tym zakresie. Wyzwanie utrudnia fakt, iż Unia Europejska prowadzi również działania ograniczające możliwość użycia pewnych uniepalniaczy jako potencjalnie groźnych dla zdrowia i otoczenia (np. bazujących na halogenkach) na rzecz innych rozwiązań materiałowych

wykorzystujących np. fosforopochodne dodatki, domieszki nanomateriałów, czy płatków grafitu.

W ogólnym ujęciu, w zakresie dodatków nadających funkcjonalność materiałową branża kieruje się wieloma kryteriami, tj. koniecznością spełnienia wymogów regulacyjnych, zachowania atrakcyjnej ceny produktu, utrzymania pozostałych walorów i parametrów wyrobu (np. aby domieszkowanie nie zmieniło formy lub koloru tworzywa), a także zastąpienia dotychczas wykorzystywanych rozwiązań mniej uciążliwymi dla zdrowia i środowiska naturalnego. Powyższy zespół czynników kształtuje kierunek i zakres prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w wielu dziedzinach nauki związanych z funkcjonalnym modyfikowaniem własności tworzyw sztucznych.

Rozwój innowacji materiałowych

Innowacje materiałowe w zakresie tworzyw sztucznych umożliwiają nie tylko spełnienie wymagających norm oraz zastąpienie dotychczasowych składników ekologicznymi alternatywami, ale przede wszystkim służą poprawie jakości tych materiałów oraz poszerzeniu zakresu ich funkcjonalności. W tym obszarze można zidentyfikować szereg popularnych rozwiązań stosowanych w opakowaniach. Zastosowania specyficznych rozwiązań przedłużających przydatność do spożycia wymaga np. żywność. Dotychczas, dzięki

odpowiedniemu procesowi produkcji, koncentrowano się na zachowaniu sterylności żywności (np. pasteryzacja), często kosztem walorów smakowych. Obecnie istnieje wiele rozwiązań materiałowych, które wykorzystują antybakteryjne filmy lub warstwy ochronne, zapewniające ochronę mikrobiologiczną produktów. Różnego rodzaju biopolimery (jak białka, lipidy lub polisacharydy oraz ich kombinacje) są wykorzystywane jako nośnik jadalnych warstw z ochroną antybakteryjną. Mogą być ekstrahowane bezpośrednio z biomasy i łatwo przetwarzane do filmu dla warstw ochronnych – np. do kontroli wymiany gazowej opakowań, przenikania wilgoci lub procesu utleniania żywności (ograniczenie rozwoju mikroorganizmów na żywności). Wspomniane biopolimery mogą być również nośnikiem dla dodatków lub składników odżywczych, uwalnianych w kontrolowanym tempie do opakowania w celu zachowania odpowiednich właściwości żywności. Spośród popularnych rozwiązań tego typu wykorzystuje się takie polimery, jak chitozan lub pektyna, które razem z np. benzoianem sodowym tworzą jadalną warstwę ochronną, wydłużającą okres trwałości żywności. Zakres modyfikacji oraz zmian w samych opakowaniach jest bardzo szeroki. W oparciu o inteligentne rozwiązania materiałowe jest możliwe tworzenie relatywnie intuicyjnych rozwiązań, począwszy od np. identyfikatorów na opakowaniu informujących o rozwoju

mikroorganizmów w jego wnętrzu albo o historii przechowywania opakowania (– identyfikator odbarwiający się wskazuje, że produkt był np. rozmrażany), poprzez bardziej złożone systemy wykorzystujące identyfikatory RFID celem śledzenia historii wyrobu.

Interesującą kategorią rozwiązań materiałowych są wspomniane już inteligentne materiały (smart materials, albo też stimuli – responsive materials). Pod tą kategorią kryją się materiały zmieniające swoje właściwości w kontrolowany sposób w reakcji na bodziec otoczenia. Materiał taki łączy w ramach jednej struktury własności czujnika i aktywatora. Przykładowym rozwiązaniem są systemy polimerowe zmieniające ułożenie łańcuchów oraz objętość własną na skutek zmian odczynu pH lub temperatury otoczenia. Pod wpływem odpowiednich bodźców system polimerowy może zwiększać swoją objętość (tzw. swelling) w odwracalny sposób. Funkcjonalność ta ma wielorakie zastosowanie, np. w pieluszkach dziecięcych, ciecz o odpowiedniej temperaturze rozszerza pory membrany, a następnie na skutek spadku temperatury i wilgoci polimer zaczyna się rozszerzać zamykając strukturę porowatą i uniemożliwiając wypływ cieczy z objętości materiału. Fakt zmian ułożenia łańcuchów polimerowych w przestrzeni ma też znaczenie w projektowaniu systemów o kontrolowanym dozowaniu składników.

Inna popularna grupa rozwiązań materiałowych w tym zakresie to systemy o kształcie pamięci (tzw. shape memory polymers). Materiał poddany różnorodnym odkształceniom mechanicznym pod wpływem bodźców zewnętrznych, zazwyczaj podgrzania i następującego po nim schłodzenia, powraca do swojej pierwotnej postaci. Właściwość ta ma zastosowanie np. w elementach karoserii samochodów, które po podgrzaniu wracają do swojego pierwotnego, tj. nieuszkodzonego kształtu.

Dotychczas wyróżniono systemy dwukształtne tj. takie, które powracają z przejściowej postaci do postaci trwałej przy specyficznej temperaturze oraz trójkształtne, które przechodzą z jednej przejściowej formy do drugiej w pewnej temperaturze oraz do formy pierwotnej przy innej temperaturze.

Ciekawym rozwiązaniem, będącym przykładem osobnej kategorii rozwiązań, jest stosowanie systemów cząsteczkowych i cząstkowych o zróżnicowanych własnościach fizykochemicznych w ramach jednej struktury. Przykładem są tu tzw. „Janus particles” lub struktury na bazie organicznej o zbliżonej funkcjonalności. W „Janus particles” część cząsteczki ma charakter np. hydrofilowy, inna część hydrofobowy, przez co każda z części tej struktury może inaczej oddziaływać na otoczenie i np. przyczepiać się jedną

stroną do włosa (jako składnik szamponu) a drugą stroną hydrofobowo odpychać pozostałe włosy nadając im puszystości. Poza powyższą aplikacją rozwiązanie ma szereg innych zastosowań^{34,35}.

Enkapsulacja przy wykorzystaniu biodegradowalnych polimerów stanowi bardzo atrakcyjną niszę na rynkach medycznych, farmaceutycznych lub spożywczych. Kapsułka chroniąca w swym wnętrzu zawartość to popularne rozwiązanie stosowane przy aplikacji wrażliwych leków. Umożliwia kontrolę uwalniania leku w organizmie poprzez jego wolne lub natychmiastowe wydzielanie w określonych warunkach. Funkcjonalność ta znalazła również zastosowanie w przemyśle spożywczym i kosmetycznym w podawaniu probiotyków, cukrów i innych składników. Probiotyki jako ożywione składniki są wrażliwe na szereg czynników. Dlatego podawane w pożywieniu lub w kosmetykach w formie enkapsulowanej są w stanie dłużej przetrwać i dotrzeć do pożądanego miejsca wzdłuż łańcucha pokarmowego, bądź działać skutecznie na powierzchni skóry (kosmetyki). Rozwiązaniem wykorzystywanym nieświadomie przez wielu konsumentów są enkapsulowane składniki płynów do płukania tkanin zawierające np. czynniki zapachowe. Podczas płukania mikrokapsułki z tymi substancjami są umieszczane na powierzchni tkaniny po to, aby po

³⁴ Perro, A., et al., „Design and synthesis of Janus micro- and nanoparticles”, *Journal of Materials Chemistry*, 35-36, 2005.

³⁵ Max Planck Gesellschaft, „Transporting gold across physical boundaries”, 2007.

wysuszeniu i w trakcie użytkowania, poprzez potarcie tkaniny i inne zabiegi mechaniczne, można było uwalniać pożądane substancje (w tym zapach) do otoczenia^{36, 37}.

Jednym z przykładów interesujących rozwiązań materiałowych obecnie rozwijanych są tzw. samonaprawialne systemy (self-healing materials). Są to systemy materiałowe, które pod wpływem zniszczenia mechanicznego ulegają samonaprawie. Kluczowa w tym przypadku jest obecność czynnika naprawiającego. W prostym układzie są to najczęściej kapsułki z np. żywicą, która ulega zestaleniu, gdy przerwanie materiału naruszy kapsułkę i nastąpi wyciek składnika naprawiającego, wypełniającego powstałą lukę. Rozwiązania te były początkowo rozwijane w Stanach Zjednoczonych, często poprzez spin-offy tamtejszych uniwersytetów (np. Autonomic Materials). Obecnie rozwiązania te wciąż poszukują dla siebie skutecznego obszaru wdrożenia. Rynek jak i odbiorcy końcowi zazwyczaj doceniają ich funkcjonalności, choć istnieć mogą trudności w ocenie formalnej wytrzymałości i żywotności tych materiałów³⁸.

Przedstawione przykłady wskazują na wprost niewyczerpane możliwości systemów inteligentnych rozwiązań

materiałowych, ograniczone jedynie przez pomysłowość wynalazców oraz potrzeby rynkowe.

Rozwój elektroniki organicznej

Osobną kategorią rozwiązań materiałowych mającą duże znaczenie rynkowe jest elektronika organiczna. W tym sektorze materiały zwykle są składową systemów wykorzystywanych do tworzenia transparentnych warstw przewodzących ładunek elektryczny, magazynów energii, diod i wyświetlaczy LED, sensorów oraz fotowoltaiki. Obecnie rozwija się wiele nowatorskich systemów organicznych wykorzystujących jako elementy składowe takie polimery jak: PEDOT: PSS, polianilina, poliacytan, polifenylowinylen i wiele innych. Głównymi wyzwaniem podczas opracowywania rozwiązań jest ich stabilność, ponieważ układy organiczne charakteryzują się zwykle degeneracją w czasie, np. w przypadku organicznych diod LED. W przypadku zaś np. układów fotowoltaicznych rozwiązania te cechowała dotychczas niska wydajność – osiągają one w laboratoriach skuteczność konwersji energii słonecznej zbliżoną do 10% konwersji, podczas gdy tradycyjne ogniwa krzemowe monokryształowe osiągają wydajność około 28%, tańsze

³⁶ Carla Sofia Nogueira Rodrigues Teixeira, Dissertation "Microencapsulation of Perfumes for Application in Textile Industry", UNIVERSIDADE DO PORTO, 2010.

³⁷ Martis, E., et al., "Nanotechnology based devices and applications in medicine: An

overview", *Chronicles of Young Scientists*, 3, 1, 2012.

³⁸ Richard, P., Wool, „Self-healing materials: a review”, *Soft Matter*, 3, 2008.

wielokryształowe około 20%, zaś popularne wielowarstwowe (tzw. multijunction) aż do 46%^{39, 40, 41}.

Technologie kompozytowe

Jednym z głównych nurtów rozwoju tworzyw sztucznych jest technologia kompozytowa. Te struktury materiałowe, składające się z co najmniej dwóch komponentów, mają właściwości nowe (lepsze) w stosunku do komponentów. Układ taki składa się z osnowy i umieszczonego w niej drugiego składnika (wypełnienie/ zbrojenie) o znacznie lepszych właściwościach mechanicznych. Osnowa utrzymuje razem zbrojenie w kompozycie, zapewnia jego wytrzymałość na ściskanie, przenosi naprężenie zewnętrzne na zbrojenie, zatrzymuje rozprzestrzenianie się ewentualnych pęknięć materiału oraz nadaje wyrobom pożądany kształt. Osnową jest najczęściej polimer, np. poliepoksyd, poliester itp. Zbrojeniem mogą być zazwyczaj włókna bądź też proszki. Jego zadaniem jest wzmacnianie materiału i poprawianie właściwości mechanicznych. Sposób organizacji kompozytu (jego wewnętrzna struktura), użyte do jego konstrukcji materiały, ich modyfikacja oraz przygotowanie do procesu technologicznego wykorzystania w produkcji jest częstym tematem prac badawczych. Popularność kompozytów w wielu rozwiązaniach materiałowych,

szczególnie w tych aplikacjach, w których wykorzystywano metale, powoduje, że producenci ciągle doskonalą proces obróbki i przygotowania do produkcji tych systemów. Począwszy od technologii typu *resin transfer molding* (RTM) obecnie powstają różnego rodzaju technologie (np. gotowe systemy prepregowe) mające na celu skrócenie czasu produkcji części z wykorzystaniem kompozytu (szczególnie istotne w produkcji seryjnej w motoryzacji), zapewnienie ich oczekiwanej wydajności oraz obniżenie kosztu wytworzenia. W zakresie osnowy jak i wypełnienia, bada się szereg innowacyjnych rozwiązań, wśród których popularność zdobywają funkcjonalizowane nanomateriały (węglowe nanorurki, płatki grafenu) i inne.

Opracowanie nowych rozwiązań kompozytowych pozwala na skuteczną dyfuzję tego rozwiązania do różnych sektorów. W pierwszej kolejności materiały zdobywają zazwyczaj popularność na rynkach, w których cena produktu jest mniej istotnym kryterium wyboru niż jego użyteczność, tj. w sektorze obronnym, medycznym, farmaceutycznym, lotniczym. Każda innowacyjna technologia ponosi ciężar dostosowania do realiów technicznych i rynkowych otoczenia i musi się borykać z wysokimi kosztami surowców

³⁹ Softpedia News, Nokia Unveils 'Morph' Concept Mobile Phone, 2008.

⁴⁰ David Harbourne, Fusion UV Systems presentation at ICIS conference, 2010.

⁴¹ Wired, „Inkjet-Printed, Flexible, Organic Solar Cells?”, 2011.

(ze względu na niskie wolumeny zakupów, niedopracowaną dostatecznie formulację produktu, niską konkurencję na rynku itp.) oraz brakiem sprawdzonych rozwiązań technicznych. Wraz z rozwojem technologii, dopracowaniem jej poszczególnych elementów łańcucha wartości, koszt wytworzenia oraz zastosowania spada do poziomu atrakcyjnego do adaptacji przez inne sektory – np. motoryzacyjny, konsumencki i inne, do których następuje w kolejnych latach dyfuzja tego rozwiązania. W przypadku produktów z tworzyw sztucznych głównym obszarem wejścia dla nowych rozwiązań są zazwyczaj rynki masowe, gdzie efekt skali pozwala w pełni wykorzystać potencjał innowacji. Dla przykładu, technologia szybkiego i taniego wytwarzania elementów z tworzyw sztucznych przy wykorzystaniu technologii „out of autoclave” znalazła zastosowanie najpierw w przemyśle lotniczym a następnie samochodowym i morskim. Atrakcyjność kompozytów w tych sektorach często wynika z ich ponadprzeciętnych właściwości mechanicznych oraz niskiej wagi. Fakt ten jest szczególnie ważny w przemyśle transportowych (motoryzacja, lotnictwo), gdzie dążenie do zmniejszenia wagi pojazdów urzeczywistnia się w postaci dotychczasowych zamienników części metalowych. Zastępowanie tych

elementów bywa też powodowane konsolidacją wielu elementów metalowych lub tworzywowych w postaci jednej części z tworzywa, co znacznie skraca czas produkcji pojazdu i stanowi w skali masowej produkcji znaczącą oszczędność.

Redukcja wagi w systemach wykonanych z tworzyw sztucznych, szczególnie popularna w sektorze motoryzacyjnym, jest odpowiedzią na potrzeby konsumentów oraz pośrednio administracji odnośnie ograniczenia zużycia paliwa. W USA branża samochodowa analizuje możliwość wykorzystania tworzyw w celu wypełnienia tzw. standardów CAFE (*corporate average fuel economy standards*)⁴². Ta innowacja jest odpowiedzią na ogólne dążenie do ograniczania zużycia paliw, energii oraz materiałów i będzie stanowiła jeden z kierunków rozwoju technologii materiałowych w nadchodzących latach. Trend ten jest w sposób ciągły wspierany przez prawodawstwo unijne. Walka z odpadami przybiera często postać rozwiązań o znaczącym potencjale marketingowym. Jedną z globalnych firm chemii gospodarstwa domowego, w trosce o środowisko naturalne, opracowała oraz wypuściła na rynek opakowania płynu do mycia naczyń w całości wykonane z oceanicznego i konsumenckiego odpadu tworzywowego. Istotne w przypadku

⁴² American Chemistry Council, *Plastics In Automotive*, 2017.

wykorzystania odpadów jest stworzenie i dopracowanie optymalnego systemu ich zbierania a następnie sortowania i klasyfikacji. Dobrej jakości odpad, tj. czysty, posortowany, pozbawiony obcych substancji, jest podstawą osiągnięcia w procesie recyklingu mechanicznego wysokiej jakości surowca. Przewiduje się, że w nawiązaniu do zmian w regulacjach prawnych Unii Europejskiej i jej krajów członkowskich, rosnącą popularnością cieszyć się będą działania innowacyjne mające na celu opracowanie nowych rozwiązań dedykowanych temu zagadnieniu⁴³.

Projektowanie pod recykling

Usprawnienie gospodarki o obiegu zamkniętym w obszarze tworzyw sztucznych będzie wymagać opracowania technologii sortowania odpadów oraz umieszczenia w ich strukturze odpowiednich znaczników (tzw. detectable watermarks). Cennym rozwiązaniem w procesie ograniczania odpadów byłoby również opracowanie, na wzór szklanych, tworzywowych opakowań wielokrotnego użytku.

Rozwój branży tworzyw sztucznych podyktowany nowym i planowanym ustawodawstwem koncentruje się w swych założeniach na minimalizacji efektu cieplarnianego (tzw. carbon efficiency) w całym łańcuchu wartości.

Idealnym rozwiązaniem byłoby opracowanie takich technologii produkcji materiałów, które począwszy od pozyskiwania surowca, produkcji tworzywa i gotowego wyrobu, a następnie jego transport i wykorzystanie funkcjonowałyby przy braku jakiegokolwiek negatywnego wpływu na środowisko (tzw. carbon zero effect). Cenne dla branży będą wszelkie innowacje przybliżające obecne technologie temu celowi. Istotne w tym przypadku jest odpowiednie projektowanie wyrobów z tworzyw sztucznych dla ich łatwego sortowania oraz przetwarzania. Obecnie planuje się opracowanie szeregu dobrych praktyk oraz efektywnych rozwiązań technologicznych, które można określić ogólnym terminem projektowania pod recykling. Wypracowanie odpowiednich wytycznych, jak i samych innowacji w tym zakresie, będzie wymagało intensywnych badań oraz ścisłej współpracy wszystkich zaangażowanych podmiotów w całym łańcuchu wartości produktów tworzywowych. Wytycznymi dla takich rozwiązań jest eliminacja z objętości projektowanego materiału wszelkich elementów niemożliwych do recyklingu, bądź też uproszczenie ich struktury do postaci jednego lub maksymalnie kilku elementów w celu łatwiejszego przetwarzania.

Pomimo planowanych i obecnych zabiegów w celu minimalizacji ilości

⁴³ Biobased news, „Procter & Gamble launches new Fairy Ocean Plastic bottle made from 100% recycled plastic and ocean plastic”, 2017.

odpadów tworzywowych pozostanie pewna część, którą trudno będzie przetworzyć. W przypadku tych części odpadów konieczne będzie opracowanie wydajnych i bardziej efektywnych niż dotychczas technologii przetwarzania mechanicznego i chemicznego do postaci uproszczonych substancji chemicznych, bądź też całkowicie prostych związków chemicznych (np. składników nawozów lub paliwa). Dla tych substancji odpadowych, których obróbka chemiczna byłaby niemożliwa lub nieopłacalna, pozostaje droga odzysku energetycznego (tj. spalania lub zgazowania). Jest to najmniej korzystna technika utylizacji odpadów ze względu na fakt, iż wytworzenie produktu z tworzyw sztucznych wiąże się z kosztem znacznie przewyższającym efekt ekonomiczny procesu odzysku energetycznego.

Pomimo bardzo wydajnych systemów zbiórki i recyklingu odpadów tworzywowych pozostanie pewna część wolumenu, która będzie przedostawała się do środowiska naturalnego.

Odpowiedzią na ten problem może być opracowanie i popularyzacja technologii produkcji biodegradowalnych lub kompostowalnych polimerów wytwarzanych ze źródeł kopalnych lub odnawialnych. Przewiduje się, że zużyte opakowania w procesie obróbki mogą być kompostowane lub przetwarzane anaerobowo, z odzyskiem materiału (recykling) lub odzyskiem energii.

W zamierzeniu część odpadów wykorzystywanych masowo i często

o krótkim okresie życia – np. opakowania, powinny być projektowane tak, aby po niekontrolowanym przedostaniu się do środowiska naturalnego, uległy swobodnej biodegradacji pod wpływem czynników zewnętrznych.

W ślad za regulacjami dotyczącymi zarządzania odpadami, potrzebna jest edukacja i popularyzacja praktyk korzystania z biodegradowalnych tworzyw.

Na podstawie przeprowadzonej analizy oraz w oparciu o posiadaną wiedzę ekspercką trudno określić, aby któraś z omawianych w trakcie Smart Lab technologii stanowiła specjalność polskiej branży tworzyw sztucznych oraz umożliwiła rozwój niszy technologicznej. Historia polskiej branży tworzywowej, jej rozwój w ostatnich dziesięcioleciach, charakteryzuje się adaptacją istotnych innowacji z rynków światowych, na potrzeby i możliwości przemysłu krajowego. Polski wkład intelektualny w nowoczesne rozwiązania dla sektora, wpisuje się w ogólne trendy rozwojowo-badawcze na świecie i brak jest wyraźnych przesłanek, aby wybrane z nich mogły stać się krajową specjalnością.

Pośród nowych rozwiązań technologicznych można wyróżnić jedną z najbardziej obiecujących nisz technologicznych – nowe rozwiązania kompozytowe oraz związane z nimi technologie. Omówione w niniejszej BTR osiągnięcia polskich naukowców są tego

dowodem. Interesującym rozwiązaniem, wartym popularyzacji, jest propozycja nowego podejścia do technologii kompozytowych oraz procesu produkcji z ich wykorzystaniem, dzięki nowatorskiej technologii prepregów oferowanych np. przez firmę New Era Materials. Godne podkreślenia jest wykorzystanie kompozytów w nowych zastosowaniach, m. in. do produkcji lekkich i trwałych felg samochodowych (produkowanych z kompozytów

węglowych) np. przez firmę Fibratex. Wskazuje to na rosnący udział innowacyjnych kompozytów w ogólnej ofercie branży i może stanowić przyczynek do rozwoju krajowej specjalizacji w obszarze tworzyw sztucznych. Inną potencjalną niszą rynkową dla polskich przedsiębiorstw jest produkcja wysokomarżowych, niskotonażowych produktów z tworzyw sztucznych.



Analiza SWOT dla branży

Przeprowadzona w toku spotkań w ramach SL ocena potencjału sektora została ujęta w formie analizy SWOT. Zidentyfikowane zostały mocne i słabe strony branży – czynniki wewnętrzne jej rozwoju oraz szanse i zagrożenia dla jej rozwoju w przyszłości – czynniki niezależne od branży, wobec których należy podjąć odpowiednie działania.

Spośród słabych stron branżę wyróżniają narastające problemy kadrowe z pracownikami produkcji. Widoczna jest też słabość w postaci rozdrobnienia sektora – statystycznie, średnie przedsiębiorstwa liczą poniżej 20 pracowników. Rozdrobnienie uniemożliwia podjęcie skutecznej konkurencji z silnymi graczami na rynku polskim oraz wyjście z produkcją poza granice kraju.

Trudności i brak wiedzy związanej z pozyskiwaniem dofinansowania na B+R oraz brak pełnego zrozumienia w zakresie przepisów ulgi na B+R, nie sprzyjają opracowaniu innowacyjnych rozwiązań, internacjonalizacji i ochronie własności intelektualnej.

Wśród innych słabych stron, wskazywano na obecność wielu dystrybutorów podstawowych polimerów i braku krajowych mocy wytwórczych w zakresie np. monomerów czy prepolimerów aromatycznych. Skrócenie łańcucha wartości oraz konieczność importu surowca do produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych, ogranicza możliwą marżę i czyni sektor mniej konkurencyjnym w stosunku do podmiotów zagranicznych.

W obszarze silnych stron branży, można wymienić takie czynniki jak potencjał kadrowy i infrastrukturalny, niższe koszty produkcji, bliską lokalizację zagranicznych rynków sprzedaży oraz obecność lokalnych ośrodków naukowo-badawczych.

Wśród istotnych możliwości rozwojowych dla branży wskazywano duży i stale rosnący rynek odbiorców. Ponadto sprzyjającą okolicznością jest fakt, że przeciętny polski użytkownik tworzyw sztucznych konsumuje ich mniej niż średnio w UE. Istnienie programów wspierających badania pozwala na opracowanie innowacyjnych

i konkurencyjnych rozwiązań rynkowych, z szansą na internacjonalizację produktu. Duże nadzieje pokłada się w obecnie prowadzonych pracach nad formą organizacji obszaru gospodarki odpadami, w kierunku wdrożenia modelu gospodarki o obiegu zamkniętym. Działania mają na celu m. in. dopracowanie systemu rozszerzonej odpowiedzialności producenta oraz zwiększenie atrakcyjności rynkowej uzyskiwania tzw. dokumentów potwierdzających recykling.

Wśród najważniejszych zagrożeń można wyróżnić narastający import dóbr pochodzenia zagranicznego, szczególnie z regionów o niskich kosztach surowców lub produkcji.

Rosnące koszty pracy w Polsce stanowiącą mogą też zagrożenie dla konkurencyjności naszej branży

w zestawieniu z produkcją Europy Zachodniej.

Analiza SWOT stanowiła punkt wyjścia do prac analitycznych związanych z interpretacją zidentyfikowanych czynników i opracowaniem niezbędnych dla branży działań w nadchodzącej przyszłości, tj. maksymalnie 10 lat.

Silne strony branży (strengths)	Istotność	Horyzont czasowy
Znaczący potencjał rynku produkcyjnego (duża liczba producentów i dostawców wyrobów)	Niska	10 lat
Obecność wykwalifikowanej kadry zarządzającej i inżynierskiej	Wysoka	10 lat
Potencjał technologiczny producentów, zaawansowana infrastruktura	Średnia	5 lat
Wzrost innowacyjności procesowej krajowego sektora	Średnia	5 lat
Deklaracja wsparcia państwa dla rozwoju innowacyjnego branży	Niska	10 lat
Konkurencyjność cenowa produkcji wobec Europy Zachodniej	Wysoka	5 lat
Bliskość rynków zbytu (Unia Europejska)	Wysoka	10 lat
Rozwój innowacyjnych technologii w kraju	Średnia	10 lat

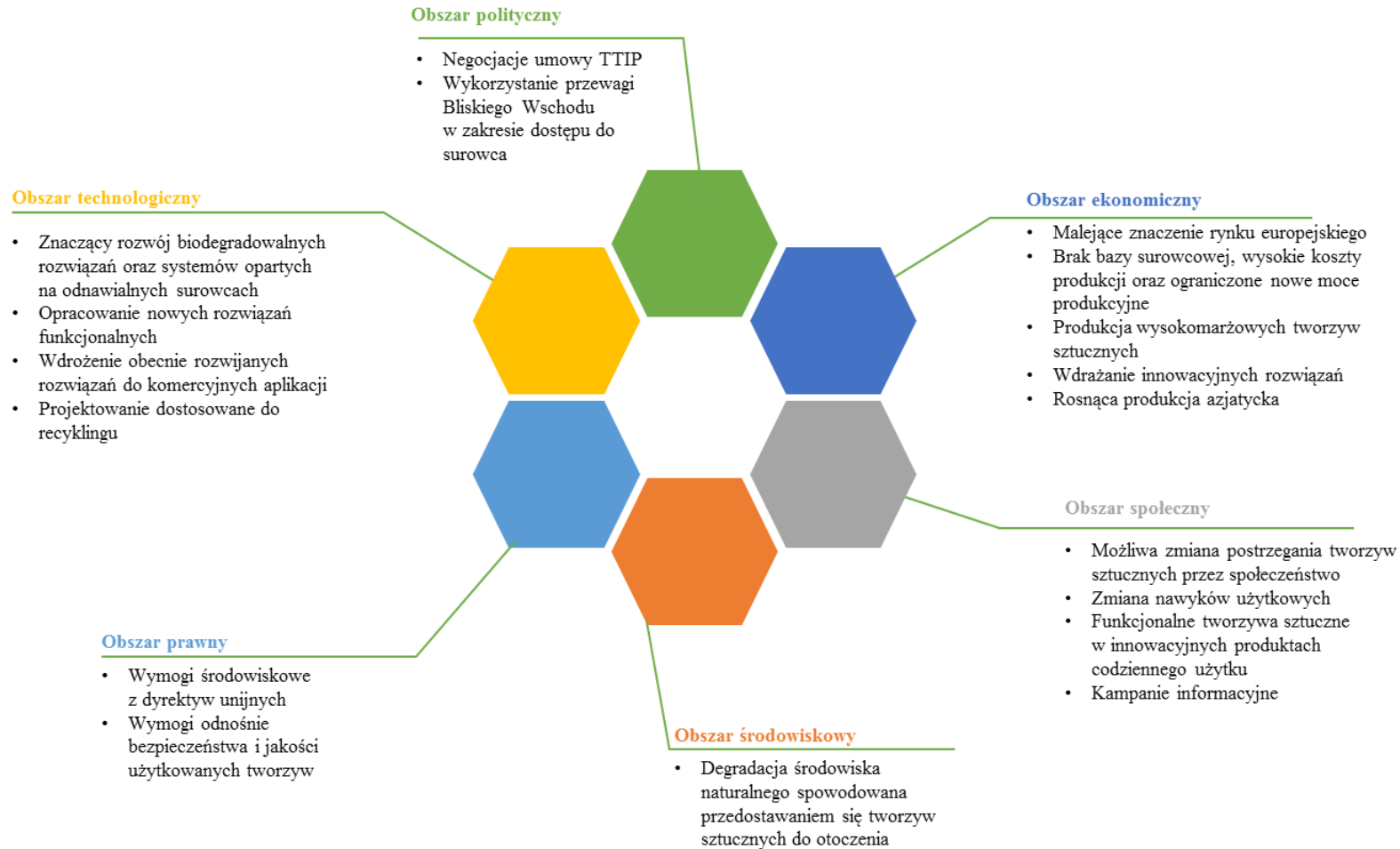
Slabe strony branzy (weaknesses)	Istotność	Horyzont czasowy
Widoczne braki kadry produkcyjnej	Wysoka	10 lat
Rozdrobnienie sektora	Średnia	10 lat
Ograniczony kontakt nauki i biznesu	Wysoka	10 lat
Małe nakłady oraz niska popularność działań B+R w biznesie	Wysoka	10 lat
Trudności i brak wiedzy związanej z pozyskiwaniem informacji na temat dofinansowania na B+R	Średnia	5 lat
Brak pełnego zrozumienia przepisów ulgi na B+R	Niska	10 lat
Niskie finansowanie nauki i B+R	Średnia	10 lat
Zależność od dostawców surowców spoza UE i kraju	Wysoka	10 lat
Ograniczone moce produkcyjne w UE i brak nowych inwestycji (produkcja polimerów). Brak odpowiednich zdolności wytwórczych w niektórych obszarach	Wysoka	10 lat
Brak rozwiązań systemowych dot. recyklingu i zachęt	Wysoka	5 lat
Niski poziom rozwoju branży recyklingu	Wysoka	5 lat
Niska świadomość konsumencka dot. recyklingu	Średnia	5 lat
Brak polskich rozwiązań technologii produkcji tworzyw	Niska	10 lat

Szanse dla branży (opportunities)	Istotność	Horyzont czasowy
Duży rynek odbiorców i potencjał zwiększenia konsumpcji	Wysoka	5 lat
Zmiana paradygmatu wytwarzania u przetwórców	Średnia	10 lat
Dofinansowanie B+R	Wysoka	5 lat
Internacjonalizacja jako potencjał branży	Wysoka	5 lat
Stworzenie systemu zachęt dla zbierania, segregacji i recyklingu odpadów – skierowanie opłat z systemu ROP lub DPR na rozwój systemu recyklingu	Wysoka	10 lat
Zastosowanie LCA do całego łańcucha wartości ⁴⁴	Wysoka	3 lata
Niższa bariera wejścia dla rozwiązań Industry 4.0	Średnia	3 lata
Regulacje dostarczające impulsów rozwojowych (np. ulga na B+R, Strategia dla Tworzyw Sztucznych)	Średnia	10 lat
Zagrożenia dla branży (threats)	Istotność	Horyzont czasowy
Rosnący udział produkcji chińskiej/ azjatyckiej oraz amerykańskiej (USA – wytwórcy, Chiny – wyroby)	Średnia	10 lat
Przewaga konkurencyjna USA, Chin i Bliskiego Wschodu (niższe koszty wytworzenia, dostęp do tańszego surowca itp.)	Niska	10 lat
Koszty pracy (konwergencja do Europy Zachodniej)	Średnia	5 lat
Możliwość opodatkowania tworzyw sztucznych (legislacja)	Średnia	5 lat
Wysokie bariery wejścia na rynek wytwarzania (szczególnie w dalszych elementach łańcucha wartości)	Wysoka	5 lat
Rosnące wymagania regulacyjne będące obciążeniem dla MSP	Wysoka	10 lat

Tabela 4. Analiza SWOT dla branży tworzyw sztucznych

Źródło: opracowanie własne

⁴⁴ W trakcie wdrażania nowej strategii dla tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej pojawiały się dyskusje dotyczące wpływu tworzyw sztucznych na otoczenie człowieka i środowisko. W pozytywnym świetle prezentuje się inne materiały produkcyjne, np. papier, jako mniej szkodliwe i korzystniejsze w zastosowaniu niż tworzywa. Z drugiej strony wskazuje się na konieczność dogłębnej analizy wpływu materiałów użytkowych na otoczenie w formie life cycle assessment (LCA). Przy takiej analizie zastosowanie tworzyw sztucznych wydaje się korzystniejsze od ogólnie panującej negatywnej opinii.



Rysunek 17. Zapis rezultatów analizy PESTEL przeprowadzonej podczas SL

Źródło: Opracowanie własne

Analiza PESTEL wykonana w ramach SL wskazuje na wpływ wielu czynników na rozwój branży:

Czynniki technologiczne

Wśród czynników technologicznych wyróżnić można innowacje materiałowe i procesowe, tj. systemy biodegradowalne i systemy oparte na materiałach ze źródeł odnawialnych. W pozostałych obszarach ujawnić się powinien efekt komercjalizacji nowoczesnych rozwiązań funkcjonalnych, tj. systemów inteligentnych materiałów (smart materials), systemów uniepalniających, innowacji zwiększających parametry użytkowe tworzyw i ich wyrobów. Fakt udoskonalenia materiałów, postępujący rozwój technik wytwórczych oraz dyfuzja innowacji do obszaru produkcji tworzyw sztucznych, powinna dostarczyć w efekcie nowe rozwiązania produkcyjne umożliwiające wytwarzanie ulepszonych materiałów, a także cechujące się ograniczeniem zużycia energii i surowców. Projektowanie dostosowane do recyklingu zmieni technologie wytwórcze, przetwórstwo tworzyw sztucznych oraz ogólny cykl życia produktów i ich trwałość. Łatwy dostęp do surowca i niewielki dystans do kluczowych, zagranicznych rynków sprzedaży, będą czynnikami kształtującymi charakter polskiej branży w najbliższych latach.

Czynniki prawne

Wymogi środowiskowe znajdujące swoje odzwierciedlenie w dyrektywach unijnych będą kształtować w głównej mierze obszar tworzyw sztucznych w nadchodzących

latach. Obecny system zarządzania cyklem życia produktów z tworzyw sztucznych powinien w ciągu następnych kilkudziesięciu lat przyjąć charakter gospodarki o obiegu zamkniętym. Stosowne prawodawstwo krajowe stanowi odzwierciedlenie zmian zachodzących w obszarze Unii Europejskiej. Przykładem może być ustawa z 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi oraz jej nowela z 12 października 2017 r. Istotne dla branży będą rosnące wymogi odnośnie bezpieczeństwa i jakości użytkowanych tworzyw. Postęp w osiągnięciach materiałowych, jak i technologii produkcji, oraz rosnąca świadomość co do zagrożeń wywołanych bliską obecnością w naszym życiu wielu substancji chemicznych, wynikająca z pogłębionych i wciąż rozwijanych badań środowiskowych i medycznych, skłania ustawodawców do zaostrzania norm środowiskowych i bezpieczeństwa odnośnie wytwarzania, użytkowania i utylizacji tworzyw sztucznych.

Czynniki polityczne

Ze względów politycznych istotne dla rozwoju branży będą ceny surowców w ujęciu globalnym oraz ceny konkurencyjnych rozwiązań oferowanych przez producentów amerykańskich, azjatyckich i z Bliskiego Wschodu. Bliski Wschód, stały w swych dążeniach do wydłużenia łańcucha wartości swojej produkcji, będzie starał się wykorzystać przewagę w dostępie do surowca i oferować po atrakcyjnych cenach coraz to bardziej złożone i innowacyjne produkty

opracowywane często w kooperacji z liderami rynku światowego. Zerwanie rozmów ws. porozumienia Transatlantic Trade and Investment Partnership (Transatlantyckie Partnerstwo w dziedzinie Handlu i Inwestycji) oddała obawy branży przed uwolnieniem dostępu dla producentów amerykańskich do rynków europejskich, w tym polskiego.

Czynniki ekonomiczne

Ze strony czynników ekonomicznych należy spodziewać się sprzyjających warunków dla rozwoju branży. Rynki europejski⁴⁵ i polski powinny rosnać stabilnie i szybciej od sektora chemicznego w ogólnym jego ujęciu. W odniesieniu do geograficznych rynków tworzyw sztucznych, rynek europejski, w tym i polski, będzie niestety rósł wolniej niż rynki azjatyckie lub porównywalnie do rynków amerykańskich, za to dynamiczniej niż pozostałe rynki – np. Bliskiego Wschodu. Rosnąca siła wytwórcza producentów chińskich, oraz zwiększający się wolumen produkcji tworzyw sztucznych na bazie gazu ze źródeł niekonwencjonalnych w Stanach Zjednoczonych, stanowi może zagrożenie dla rozwoju branży w Unii Europejskiej. Ponadto postępujący rozwój producentów z Bliskiego Wschodu w postaci wydłużania łańcucha wartości w procesie przetwórstwa węglowodorów kopalnych, stanowi dodatkowo i istotny czynnik kształtujący rynek tworzyw sztucznych. Brak bazy

surowcowej, wysokie koszty produkcji oraz ograniczone nowe moce produkcyjne będą ograniczać rozwój tego sektora. Silną stroną sektora będzie produkcja wysokomarżowych tworzyw sztucznych oraz wdrażanie innowacyjnych rozwiązań decydujących o przewadze konkurencyjnej produkcji UE.

Czynniki społeczne

Zmiany zachodzące w otoczeniu legislacyjnym często stoją w zgodności z oczekiwaniami społecznymi. Podczas spotkań, uczestnicy SL zidentyfikowali szereg czynników społecznych, które będą kształtować branżę w nadchodzących latach. Będą to w głównej mierze rozwiązania przyjazne środowisku i zdrowiu lub ograniczające negatywny wpływ wytwarzania i użytkowania tworzyw na ww. obszary. Opracowanie biodegradowalnych tworzyw sztucznych oraz rozwój systemu zarządzania nimi w całym cyklu życia, powinien zmienić odbiór tych materiałów w społeczeństwie oraz zmienić nawyki użytkowe (przewiduje się konieczność edukacji społeczeństw odnośnie sposobu wykorzystania oraz roli tworzyw w nowej, cyrkularnej gospodarce). Postępująca funkcjonalizacja materiałów oraz możliwości ich modyfikowania i adaptacji w złożonych systemach, powinny sprzyjać zwiększonej akceptacji tych materiałów przez użytkowników końcowych. Innowacje stojące za rozwojem

⁴⁵ W niniejszym opracowaniu rynek polski jest traktowany w szerszym kontekście ze względu na ścisłą integrację z rynkiem europejskim. Swobodny przepływ dóbr i usług powoduje, że aktywność rynkowa polskich wytwórców jest konfrontowana

z działaniem innych podmiotów zagranicznych działających na wspólnym rynku. Dlatego też wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, szczególnie produktowych, trudno rozważać w kategoriach lokalnych.

tworzyw sztucznych w nadchodzących latach, powinny być jedną z głównych sił sprzyjających ich popularyzacji. Kampanie informacyjne organizacji ekologicznych, ostrzegające przed dużą ilością tworzyw sztucznych w oceanach, stymulują różne metody i formy recyklingu

Czynniki środowiskowe

Powszechne przekonanie o szkodliwości tworzyw sztucznych dla środowiska naturalnego, a także zdrowia człowieka, przekłada się bezpośrednio na rosnące oczekiwania w stosunku do producentów tworzyw sztucznych i konsumentów.

Wymienione czynniki analizy PESTEL wskazują na pozytywny wpływ otoczenia na rozwój branży tworzyw sztucznych. Brak jest jednoznacznych czynników, które hamowałyby lub uniemożliwiały rozwój sektora. Zidentyfikowane przeszkody jak np. konieczność adaptacji branży do nowej legislacji unijnej, czy konkurencja ze strony producentów zagranicznych (szczególnie z Bliskiego Wschodu i Stanów Zjednoczonych) należy traktować jako wyzwania, które kształtować będą wizerunek sektora polskiego i europejskiego. Istotne dla jego rozwoju będzie poprawne wykorzystanie potencjału, jakie niosą ze sobą tworzywa sztuczne dla gospodarki, w szczególności jako materiał stanowiący podstawę wielu produktów. W dużym stopniu sprzyjać temu będą wdrażane innowacje w obszarze tworzyw sztucznych, jak i wdrażanie wymogów gospodarki o obiegu zamkniętym.



Scenariusze rozwojowe

W trakcie spotkań SL, uczestnicy wspólnie z ekspertem przeanalizowali 4 scenariusze rozwojowe dla sektora tworzyw sztucznych:

1. Rozwój innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych
2. Dostęp do surowca – integracja wsteczna
3. Wsparcie wdrożenia systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych
4. Wykorzystanie krajowego popytu i bliskości zagranicznych rynków zbytu

Z uwagi na charakter niniejszego dokumentu skoncentrowano się na scenariuszu dotyczącym rozwoju innowacyjnych technologii jako wiodącym. Pozostałe scenariusze zostały potraktowane jako poboczne. Ponadto opracowano katalog działań wspierających realizowanych przez administrację publiczną, obejmujących efektywne wykorzystanie kadry

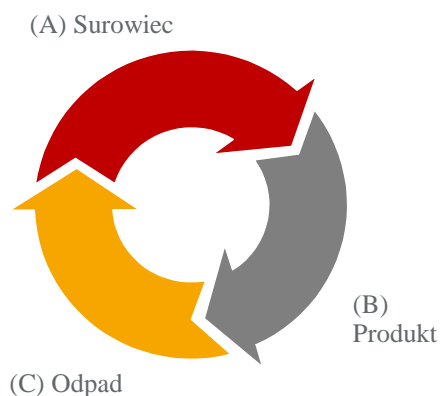
naukowej i zarządczej oraz infrastruktury, w celu intensyfikacji rozwoju branży.

Zwracamy również uwagę na fakt, iż realizacja zarówno scenariusza głównego, jak i scenariuszy pobocznych wymaga udziału administracji publicznej, przy współpracy przedsiębiorstw z branży oraz pozostałych interesariuszy. Stąd w rozdziale tym znalazły się zarówno działania, których realizacja leży po stronie publicznej (facylitator, bądź lider procesu) jak i te, gdzie głównym aktorem pozostają przedsiębiorstwa, jednostki badawczo-naukowe, czy instytucje otoczenia biznesu.

Rozwój innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych

Realizacja niniejszego scenariusza w największym stopniu przyczyni się do innowacyjnego rozwoju sektora.

Technologie, które powinny być przedmiotem prac i które stanowią atrakcyjne nisze rynkowe dla polskich przedsiębiorstw, zostały zaprezentowane poniżej w układzie zgodnym z cyklem życia produktu, tj. związane z wytworzeniem podstawowego surowca do produkcji wyrobów z tworzyw (A), następnie ich modyfikowaniem i wytwarzaniem ostatecznych produktów (B) oraz ich zbiórki, segregacji, utylizacji i recyklingu w formie zużytych odpadów (C).



Rysunek 18. Uproszczony schemat cyklu życia tworzyw sztucznych

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku wytwarzania niezbędnych dla branży surowców (A) możemy wyróżnić następujące technologie niszowe:

- technologie wytwarzania nowatorskich i wysokomarżowych rozwiązań materiałowych użytecznych w nowoczesnej elektronice organicznej oraz materiałach funkcjonalnych (np.

smart materials). Prace związane z rozwojem ww. technologii powinny być prowadzone w sposób ciągły. Należy także stworzyć system skutecznie wspierający komercjalizację tego typu rozwiązań. Materiały takie znalazłyby zastosowanie w przemyśle opakowaniowym (np. jako element rozwiązań inteligentnych opakowań), kosmetyce (np. w spersonalizowanych rozwiązaniach lub rozwiązaniach o inteligentnym dozowaniu/ działaniu), medycynie (np. w systemach inteligentnego podawania leków), chemii gospodarczej (np. w systemach inteligentnego działania środków piorących lub zapachowych),

- technologie wytwarzania rozwiązań materiałowych, oparte o surowce pochodzenia naturalnego, w tym tworzywa bioresorbowalne, tj. możliwe do wykorzystania w ciele człowieka (w inżynierii tkankowej), bądź do hodowli komórek (np. polilaktyd i inne). Przewiduje się rosnącą popularność tego typu rozwiązań w ciągu 5-10 lat na całym świecie. Wyżej wymienione rozwiązania znajdują zastosowanie głównie w medycynie (np. w inżynierii tkankowej, hodowli komórek) oraz rolnictwie (np. w systemach podawania środków ochrony roślin),

- technologie związane z tworzywami biodegradowalnymi – dla przyszłości tworzyw duże znaczenie odegrają tworzywa biodegradowalne, których rozwój powinien być przedmiotem szczególnej uwagi, ze względu na

wdrażane ustawodawstwo unijne. Konieczne będzie prowadzenie badań w tym zakresie, w celu wdrożenia rozwiązań ograniczających problem generowanych odpadów, głównie w przemyśle opakowaniowym (np. biodegradowalne opakowania).

W zakresie przetwarzania prostych tworzyw do formy produktu końcowego (B), można wyróżnić następujące nisze rynkowe:

- kompozyty – temat badawczy kompozytów jest rozległy i rozwijany od dłuższego czasu. Technologie związane z kompozytami będą miały znaczący wpływ na sektor w długim horyzoncie czasowym. W szczególności dla naszego kraju istotne są technologie wysokomarżowych kompozytów oraz rozwiązań z zakresu tworzyw konstrukcyjnych, lekkich materiałów o dużej wytrzymałości, dodatków uniepalniających, systemów o dużej wytrzymałości, czyli materiałowych zastępników metali i innych. Nowe kompozyty znajdują zastosowanie między innymi w przemyśle motoryzacyjnym (np. elementy karoserii), lotniczym (np. elementy konstrukcyjne), budowlanym (np. elementy konstrukcyjne, wykończeniowe), elektroniczno-elektrycznym (np. obudowy urządzeń) i innych,
- folie oraz folie dedykowane procesowi recyklingu – folie są często złożonymi strukturami materiałowymi, których funkcjonalność odpowiada głównie rosnącym potrzebom branży

opakowaniowej. Prace B+R w zakresie rozwoju tego produktu są intensywnie prowadzone i będą kontynuowane w nadchodzących latach. Jednakże, wdrażane nowe prawodawstwo unijne dotyczące sektora, będzie powodować zmiany w charakterze tych folii, których budowa i funkcjonalność będzie musiała odpowiadać potrzebom nowych systemów recyklingowych. W rezultacie nowo powstające rozwiązania foliowe będą musiały być projektowane pod wymogi tych systemów. Innowacyjne folie znajdą swoje zastosowanie głównie w przemyśle opakowaniowym, branży spożywczej i innych,

- opakowania – które są ważnym obszarem tworzyw sztucznych. Ich produkcja stanowi podstawę polskiego sektora, a ich rozwój będzie kluczowy dla jego przyszłości. Dlatego też należy intensyfikować proces powstawania i wdrażania krajowych innowacji w tym zakresie, w szczególności dla opakowań stosowanych w żywności. Tego typu rozwiązania powinny mieć budowę i metodę wytwarzania podporządkowaną wymogom ułatwionego recyklingu. Ponadto powinny one zawierać szereg usprawnień funkcjonalnych, tj. informację o jakości przechowywanej żywności, o historii opakowania, bądź też systemy przedłużające żywotność i walory produktu. Tego typu rozwiązania będą kluczowe w perspektywie 1-3 lat dla opakowań przedłużających żywotność, natomiast w perspektywie 5-10 lat dla

opakowań informujących o stanie żywności,

- technologia druku 3D – będzie ona istotna pod względem zmiany modelu organizacji produkcji. Może być ona wykorzystana np. przy produkcji części zapasowych do urządzeń, protez lub też wyrobów medycznych dopasowanych do ciała człowieka, w branży maszynowej (części do naprawy urządzeń) oraz konsumenckiej (biżuteria, dodatki). Obecnie, ze względu na wysokie koszty, druk 3D nie jest wykorzystywany do masowej produkcji, jednak prognozuje się, iż odegra większą rolę w ciągu 5-10 lat. Dlatego należy prowadzić intensywne prace B+R już teraz, celem obniżenia ogólnych kosztów zastosowania technologii.

Ważnym obszarem innowacji w branży są działania podporządkowane zagospodarowaniu odpadu (C) z tworzyw sztucznych i ich ewentualnemu ponownemu wykorzystaniu. Są to:

- projektowanie pod recykling. Opracowanie tej technologii jest ważne dla spełnienia wskaźników recyklingowych Unii Europejskiej. Projektowanie pod recykling dotyczy szerokiego obszaru, jednakże największy wpływ będzie miało na wyroby jednorazowego użytku, o relatywnie krótkim okresie życia (przemysł opakowaniowy). W dalszej kolejności projektowanie pod recykling będzie dotyczyło wyrobów z tworzyw sztucznych o dłuższym okresie żywotności w takich sektorach, jak elektroniczno-elektryczny

(np. obudowy sprzętu AGD), i motoryzacyjny (np. elementy karoserii i nadwozia),

- działania na całej długości łańcucha wartości – wspomniane systemy recyklingowe wymagają dostosowania rozwiązań na całej długości łańcucha wartości, tj. systemów zbiórki, sortowania, selekcji i przetwarzania mechanicznego odpadów. Technologie z tego zakresu należy rozwijać jak najszybciej, w celu ich skutecznej optymalizacji i wdrożenia do czasu wejścia w życie nowych regulacji recyklingowych, tj. co najmniej do 2025 r. W dłuższym horyzoncie czasowym przewiduje się konieczność opracowania rozwiązań dedykowanych chemicznemu przetwarzaniu odpadów (5-10 lat). Odbiorcą takich rozwiązań będzie głównie branża recyklingowa.

Rozwój działalności w opisanych niszach rynkowych możliwy będzie dzięki rozwojowi rozwiązań w obszarze Industry 4.0:

- technologie Industry 4.0 będą miały istotny wpływ na efektywność całej branży oraz będą decydować o ewentualnym opóźnieniu Polski względem krajów rozwiniętych. Ich wdrożenie powinno nastąpić jak najszybciej. Odbiorcami rozwiązań Industry 4.0 mogą być podmioty, w których tego typu rozwiązania mają zastosowanie ze względu na skalę działalności, tj. przemysł motoryzacyjny, chemiczny, farmaceutyczny i medyczny. Typowymi rozwiązaniami w obszarze

Industry 4.0 są systemy zarządzające całymi organizacjami jak np. *Open Integrated Factory* (system zarządzający SAP). Jest to system umieszczony w chmurze, który zawiera elementy zarządzania zamówieniami, kontroli produkcji oraz systemy predykcji.

Jako wsparcie realizacji scenariusza *Rozwój innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych* przewiduje się również konieczność opracowania oraz wdrożenia rozwiązań popularyzujących programy wspierające prace B+R przedsiębiorstw⁴⁶. Branża wskazuje również na konieczność uproszczenia procedur dla wnioskujących o publiczne dofinansowanie. Kluczowym jest tu szybkość uzyskania dofinansowania prac B+R. Poza paroma wyjątkami, m.in. program „Szybka ścieżka” NCBR, wiele mechanizmów jest z perspektywy rynku zbyt czasochłonnych, biorąc pod uwagę okres od momentu ogłoszenia konkursu do momentu podpisania umowy.

W średnim okresie w scenariuszu przewiduje się konieczność stworzenia środowiska *Open Innovation*, tj. ukierunkowanego na swobodną i otwartą wymianę informacji nt. innowacji i osiągnięć naukowych. W ramach wdrażania ww. rozwiązania systemowego należy opracować szereg inicjatyw stymulujących powstawanie i krzepnięcie sieci relacji (nauka-biznes).

⁴⁶ W trakcie SL uczestnicy sugerowali, iż informacja o źródłach finansowania B+R dostępnych dla przedsiębiorstw, zasadach udzielania dotacji, terminach konkursów powinna

Możliwym rozwiązaniem może być popularyzacja i dostosowanie do wymogów otwartego środowiska, sympozjów i konferencji branżowych, na których dochodziłoby do swobodnych kontaktów, artykułowania potrzeb oraz wymiany poglądów pomiędzy biznesem i nauką. Obecne rozwiązania nie są w tym zakresie wystarczająco skuteczne. Branża nie interesuje się tego typu wydarzeniami, a świat nauki nie potrafi nawiązać skutecznych relacji z biznesem, bądź też nie ma dla niego ciekawej oferty. Rozwiązaniem analogicznym do wspomnianych sympozjów lub konferencji mogą być tzw. odwrócone konferencje, tj. spotkania, na których przedstawiciele przemysłu opisywaliby przed uczestnikami ze świata nauki problemy, z jakimi się stykają, celem wypracowania potencjalnych rozwiązań. Do zacieśnienia relacji biznes-nauka mogą zostać wykorzystane istniejące platformy internetowe, na których przedstawiciele działów technicznych i B+R firm przedstawialiby w formie konkursów lub otwartych zapytań zagadnienia problemowe. Dotychczasowe rozwiązania w postaci np. portalu „Nine sigma” mają pewne ograniczenia, np. na zapytania zamieszczone na portalach odpowiada duża liczba zainteresowanych, ale rzadko kiedy mają oni wiedzę, kompetencje i pomysł na rozwiązanie poruszanego problemu. Ponadto dla wielu

być bardziej/ lepiej rozpowszechniana, najlepiej za pośrednictwem kanałów dotarcia, z których korzystają przedsiębiorcy.

naukowców, platforma internetowa nie jest adekwatnym kanałem komunikacji.

Poniżej zaprezentowano oczekiwane rezultaty dla każdego etapu scenariusza, proponowane działania i środki finansowe niezbędne do ich realizacji.

Etapy scenariusza „Rozwój innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych”



max. 2 lata

Etap I

Przygotowanie narzędzi wsparcia innowacyjnego rozwoju przedsiębiorstw

Cele:

- opracowanie technologii w szczególności w takich obszarach jak:
 - projektowanie pod recykling
 - Industry 4.0
 - kompozyty i systemy produkcji im dedykowane
 - innowacyjne systemy modyfikowania tworzyw sztucznych pod kątem mechanicznym, niepalności, wyglądu, antystarzeniowe, itd.
 - opakowania wydłużające żywotność produktów spożywczych
 - efektywna zbiórka i segregacja oraz czyszczenie odpadów
 - recykling mechaniczny dla przemysłu recyklingowego oraz opracowanie standardów biopolimerów
 - optymalizacja procesów produkcji tworzyw dla całej branży przetwórczej
- opracowanie koncepcji stworzenia środowiska Open Innovation



max. 3 lata

Etap II

Rozwijanie współpracy w ramach środowiska Open Innovation

Cele:

- opracowanie technologii w szczególności w takich obszarach jak:
 - opakowania pod recykling
 - 3D printing
 - tworzywa biodegradowalne ograniczające ilość akumulowanych odpadów głównie dla zastosowań jednorazowego użytku lub o krótkim okresie życia
 - materiały dla elektroniki organicznej, tj. systemy przewodzenia i magazynowania energii, sensory organiczne, OLEDy, elastyczne chipy elektroniczne, ogniwa słoneczne i inne



max. 5 lat

Etap III

Budowanie pozycji konkurencyjnej przez polskie MSP na rynku małotonażowych produktów do wytwarzania wyspecjalizowanych tworzyw sztucznych

Cele:

- osiągnięcie wysokiego poziomu innowacji w obszarze małotonażowych produktów do wytwarzania wyspecjalizowanych tworzyw sztucznych, w szczególności poprzez wsparcie rozwoju w zakresie:
 - inteligentnych opakowań
 - recyklingu chemicznego
 - druku 3D
 - opracowania złożonych systemów elektroniki organicznej (np. personalnych urządzeń lub ich modułów wykonanych z tworzyw sztucznych)
 - systemów smart materials i ich aplikacji
 - systemów self-healing materials.
- wsparcie dalszego rozwoju środowiska Open Innovation.
- ewaluacja dotychczas podjętych działań i zrealizowanych projektów pod kątem ewentualnej modyfikacji podejścia do dalszego rozwoju branży innowacyjnych tworzyw sztucznych

Etap I. Przygotowanie narzędzi wsparcia innowacyjnego rozwoju przedsiębiorstw

Oczekiwane rezultaty Etapu I to m.in.: wdrożenie rozwiązań Industry 4.0 w przedsiębiorstwach i podniesienie w ten sposób poziomu rozwoju technologicznego firm oraz wsparcie rozwoju innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Przewidywany czas trwania Etapu I to maksymalnie 2 lata. Całkowity budżet Etapu I wynosi 111 mln PLN.

Kamienie milowe:

- opracowana koncepcja rozwoju środowiska Open Innovation dla sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych,
- stworzony i uruchomiony program badawczy Innoplast.



Działania Etapu I obejmują:	CZAS TRWANIA ZADANIA	SZACOWANY BUDŻET
Przygotowanie koncepcji rozwoju środowiska Open Innovation w sektorze tworzyw sztucznych:		
<ul style="list-style-type: none"> - identyfikacja potrzeb sektora, - mapowanie instytucji i podmiotów mających stanowić szkielet środowiska Open Innovation, - warsztaty dla reprezentantów środowisk biznesowego, naukowego, administracji publicznej dot. oczekiwanego kształtu środowiska Open Innovation, - określenie luk kompetencyjnych w instytucjach realizujących usługi wsparcia dla biznesu, - przygotowanie rekomendacji dotyczących warunków i form współpracy pomiędzy instytucjami, - przygotowanie planu działań mających na celu podnoszenie kompetencji podmiotów świadczących usługi wsparcia dla biznesu. 	1 rok	1,0 mln PLN
<p>Proces rozwoju środowiska Open Innovation w sektorze tworzyw sztucznych powinien obejmować wszystkich interesariuszy: instytucje naukowo-badawcze, instytucje otoczenia biznesu, a w szczególności przedsiębiorstwa. Administracja publiczna powinna być facylitatorem tego procesu, natomiast jego liderami powinny być aktywne przedsiębiorstwa.</p>		
Wdrożenie w przedsiębiorstwach rozwiązań w zakresie Industry 4.0⁴⁷	2 lata (działanie kontynuowane w kolejnych latach)	40,0 mln PLN (w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)
<p>Stworzenie programu wspierającego rozwój nowoczesnych rozwiązań Industry 4.0 w firmach i podnoszenia ich dojrzałości technologicznej w zakresie np. optymalizacji procesów produkcji. Opracowanie rozwiązań w obszarze Industry 4.0 może polegać na dostosowaniu istniejących rozwiązań na rynku do specyfiki przedsiębiorstwa lub np. wymagać przeprowadzenia prac B+R w przedsiębiorstwach lub przez instytucje naukowe.</p>		
Działania B+R w ramach stworzonego i uruchomionego programu badawczego Innoplast dla sektora tworzyw sztucznych, obejmującego co najmniej takie zagadnienia jak:		
<ul style="list-style-type: none"> - projektowanie pod recykling, w tym projektowanie wyrobów z tworzyw sztucznych w celu ułatwienia ich recyklingu (np. znakowanie – tzw. tracing). Beneficjentem tych rozwiązań będzie głównie branża opakowaniowa, a w dalszej kolejności elektroniczno-elektryczna (obudowy, elementy przewodów), motoryzacyjna (elementy karoserii, wyposażenie i wykończenie wnętrza) i inne, - Industry 4.0 (odbiorcą będzie większość branż, w szczególności motoryzacyjna, chemiczna, farmaceutyczna i medyczna w zakresie systemów i rozwiązań usprawniających zarządzanie i kontrolę produkcji, logistyki, sprzedaży oraz systemy zarządzania wiedzą wewnątrz organizacji), 		

⁴⁷ Działanie komplementarne w stosunku do działania związanego z powołaniem programu Innoplast. Ma szerszy zasięg i nie jest ograniczone rygiem programu sektorowego. W następstwie niniejszego działania firmy

powinny być zainteresowane realizacją projektów inwestycyjnych polegających np. na zakupie nowoczesnych linii produkcyjnych, nowych systemów informatycznych klasy ERP.

- kompozyty i systemy technologii produkcji im dedykowane na użytek sektorów, tj. motoryzacyjnego (elementy karoserii i elementów konstrukcyjnych), lotniczego (elementy konstrukcyjne), budowlanego (wykończenie i wyposażenie wnętrz i inne), elektroniczno-elektrycznego (obudowy i inne),
- innowacyjne systemy modyfikowania tworzyw sztucznych pod kątem mechanicznym, niepalności, wyglądu, antystarzeniowym itd., w szerokim zakresie branż, a głównie w przemyśle motoryzacyjnym (elementy konstrukcyjne i wykończenia wnętrz), lotniczym (elementy konstrukcyjne i wyposażenie wnętrz), budowlanym (elementy konstrukcyjne i wyposażenie wnętrz), elektroniczno-elektrycznym (obudowy, izolacje i inne),
- opakowania wydłużające żywotność produktów spożywczych (folie, opakowania wtryskiwane) oraz zmodyfikowane również w odniesieniu do własności innych, niż wymienione powyżej, tj. lepsza recyklowalność, łatwiejsze otwieranie, wielokrotne otwieranie, głównie dla przemysłu spożywczego, ale też dla kosmetycznego i farmaceutycznego,
- opracowanie technologii wykorzystania źródeł odnawialnych w produkcji tworzyw,
- opracowanie technologii wykorzystania węgla poprzez zgazowanie, na potrzeby produkcji tworzyw,
- efektywne technologie zbiórki, segregacji i czyszczenia odpadów. Zastosowanie tych rozwiązań będzie miało miejsce głównie w branży recyklingowej,
- innowacyjne technologie recyklingu mechanicznego dla przemysłu recyklingowego - opracowanie standardów dla biopolimerów,
- optymalizacja procesów produkcji tworzyw dla całej branży przetwórczej.

2 lata
(z założeniem
przedłużenia na
kolejne Etapy)

70,0 mln PLN
(w tym wkład
własny
przedsiębiorców na
poziomie min. 50%)

Głównymi beneficjentami ww. technologii będzie branża opakowaniowa, motoryzacyjna, budowlana i chemiczna. Rozwiązania tego typu będą miały charakter innowacji procesowej lub technologicznej o korzystnym wpływie na działalność przedsiębiorstwa.

Etap II. Rozwijanie współpracy w ramach środowiska Open Innovation

Oczekiwane rezultaty dla Etapu II to m.in.: wdrożenie koncepcji Open Innovation, zrealizowane projekty B+R mające na celu rozwój technologii: opakowania pod recykling, 3D printing, tworzywa biodegradowalne, badania nad materiałami dla elektroniki organicznej, tj. systemy przewodzenia i magazynowania energii, sensory organiczne, OLEDy, elastyczne chipy elektroniczne, ogniwa słoneczne, zrealizowane inwestycje kapitałowe w ok. 20 start-upach. Przewidywany czas trwania Etapu II to maksymalnie 3 lata. Całkowity budżet Etapu II wynosi 229,5 mln PLN.

Kamienie milowe:

- wdrożony model Open Innovation (np. organizacja w każdym regionie odwróconych konferencji, organizacja innych działań aktywizujących świat nauki do współpracy z biznesem),
- uruchomiony program akceleracyjny/ inkubacyjny/ wsparcia kapitałowego.
- Działania Etapu II obejmują:



CZAS TRWANIA
ZADANIA



SZACOWANY
BUDŻET

Wdrożenie Open Innovation i wzrost liczby przedsiębiorstw aktywnych w ww. sieci:

w tym stworzenie sieci powiązań o charakterze regionalnym, z wykorzystaniem lokalnych ekosystemów innowacji (spotkania tematyczne, odwrócone konferencje itp.).

2-3 lata

4,5 mln PLN

Realizacja projektów w ramach wdrożonego programu sektorowego w zakresie zidentyfikowanych innowacyjnych technologii (Innoplast):

<ul style="list-style-type: none">- opakowania pod recykling (dla branży spożywczej, kosmetycznej, farmaceutycznej),- 3D printing – rozwój innowacyjnych rozwiązań materiałowych zwiększających funkcjonalność technologii (dla branży wyrobów konsumenckich, medycznej, budowlanej, motoryzacyjnej oraz naprawy urządzeń),- opracowanie tworzyw biodegradowalnych, ograniczających ilość akumulowanych odpadów (dla branży spożywczej oraz opakowań transportowych),- prowadzenie badań nad materiałami dla elektroniki organicznej,- dalsze badania nad technologiami wskazanymi w Etapie I.	3 lata <i>(z założeniem przedłużenia na kolejne Etapy)</i>	105,0 mln PLN <i>(w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)</i>
--	---	---

Uruchomienie nowych start-upów w ramach programu inkubacyjnego/ akceleracyjnego, z elementem inwestycji kapitałowych

Inwestycje kapitałowe w ok. 20 start-upów rocznie, zaangażowanych w rozwój technologii tworzyw sztucznych, potencjalnie w takich obszarach, jak: dostosowanie tworzyw sztucznych do wymogów GOZ, opracowanie rozwiązań funkcjonalnych na użytek sektora elektronicznego, budowlanego, opakowaniowego i innych. Inwestycje powinny być poprzedzone procesem inkubacji/ akceleracji.	3 lata	120,0 mln PLN <i>(w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)</i>
---	--------	---

Etap III. Budowanie pozycji konkurencyjnej przez polskie MSP na rynku małotonażowych produktów do wytwarzania wyspecjalizowanych tworzyw sztucznych

Oczekiwane rezultaty dla Etapu III to m.in.: osiągnięcie wysokiego poziomu innowacji w obszarze małotonażowych produktów dla produkcji wyspecjalizowanych tworzyw sztucznych, dalszy rozwój modelu Open Innovation poprzez rozszerzanie go na nowych partnerów, w tym kooperantów międzynarodowych, uruchomione projekty B+R w takich obszarach jak: inteligentne opakowania (np. opakowania informujące o stanie przydatności żywności do spożycia, opakowania informujące o historii produktu), recykling chemiczny (przeróbka odpadów do postaci wartościowych monomerów lub innych substancji komercyjnie atrakcyjnych), druk 3D – innowacyjne aplikacje tej technologii (np. tworzywa bioresorbowalne i biodegradowalne dla medycyny), opracowanie złożonych systemów elektroniki organicznej (np. personalne urządzenia lub ich moduły wykonane z tworzyw sztucznych), systemy smart materials i ich aplikacje (np. materiały z pamięcią kształtu w produktach użytkowych, motoryzacyjnych, inteligentne systemy podawania leków lub składników spożywczych in vivo), systemy self-healing materials (np. rozwiązania samonaprawialnych elementów infrastruktury komunikacyjnej). Przewidywany czas trwania Etapu III to maksymalnie 5 lat. Całkowity budżet Etapu III wynosi 187 mln PLN.

Kamienie milowe:

- w pełni wdrożony model Open Innovation (stworzona sieć powiązań, rozpoznane kompetencje poszczególnych instytucji, stałe wydarzenia wspierające networking, zidentyfikowani partnerzy międzynarodowi).



Działania Etapu III obejmują:

Realizacja projektów dotyczących:

	CZAS TRWANIA ZADANIA	SZACOWANY BUDŻET
<ul style="list-style-type: none">- opracowania złożonych systemów elektroniki organicznej (np. personalnych urządzeń lub ich modułów wykonanych z tworzyw sztucznych),- produkcji małotonażowych urządzeń lub ich elementów wykonanych z tworzyw,- rozwoju rozwiązań inteligentnych materiałów (smart materials) dla produktów chemii gospodarczej, leków, produktów kosmetycznych, art. spożywczych.- rozwoju samonaprawialnych systemów (self-healing) w formie np. obudów urządzeń wrażliwych na uszkodzenia, elementów dla przemysłu zbrojeniowego, elementów konstrukcji budowlanych.	3 – 5 lat	max. 8,0 mln PLN <i>(w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)</i>

Realizacja projektów w ramach rozwijającego się modelu Open Innovation		
Kontynuacja działań podjętych w Etapie I i II.	3 – 5 lat	1,0 mln PLN
Kontynuacja realizacji działań w ramach programu sektorowego w zakresie zidentyfikowanych innowacyjnych technologii (Innoplant)		max. 175,0 mln PLN
Kontynuacja tematów prac B+R rozpoczętych w Etapie I i II oraz modyfikacja programu pod kątem nowych tematów badawczych.	3- 5 lat	(w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)
Wsparcie dyfuzji rozwiązań druku 3D do branż/ sektorów, w których kluczowy jest koszt rozwiązania – np. branża motoryzacyjna, medyczna, sektor urządzeń mechanicznych (projekty popularyzujące osiągnięcia ośrodków naukowych w zakresie druku 3D w przedsiębiorstwach, wspólne projekty ośrodków naukowych i biznesu dotyczące wdrożenia (na małą skalę) rozwiązań druku 3D w wybranych przedsiębiorstwach z branży motoryzacyjnej, medycznej, sektora urządzeń mechanicznych).		max. 3,0 mln PLN
	3- 5 lat	(w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)

Poza głównym scenariuszem rozwoju innowacyjnych technologii, uczestnicy SL zidentyfikowali scenariusze poboczne:

- dostęp do surowca – integracja wsteczna. Scenariusz obejmuje działania mające na celu zabezpieczenie dostępu branży do surowca organicznego,
- wdrożenie systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych – obszar działań niezbędny do realizacji w odniesieniu do unijnej strategii dotyczącej tworzyw,
- wykorzystanie krajowego popytu i bliskości zagranicznych rynków zbytu oraz szereg działań wspierających rozwój branży.

W dalszej części rozdziału przedstawiono także szereg działań wspierających dot. wykorzystania dostępnej infrastruktury, zasobów kadry naukowej i zarządczej w celu intensyfikacji rozwoju branży.

Niektóre działania są wspólne dla więcej niż jednego scenariusza. W takim przypadku w tabelach z działaniami

każdorazowo zamieszczano odpowiednią informację.

Dostęp do surowca – integracja wsteczna

Etapy scenariusza „Dostęp do surowca – integracja wsteczna”



max. 2 lata



max. 3 lata



max. 5 lat

Etap I

Opracowanie technologii wytwarzania surowców na potrzeby integracji wstecznej

Cele:

- opracowanie technologii wykorzystania źródeł odnawialnych w produkcji tworzyw
- opracowanie technologii wykorzystania węgla poprzez zgazowanie, na potrzeby produkcji tworzyw
- stworzenie warunków do rozwoju podaży podstawowych polimerów

Etap II

Stworzenie systemu wsparcia wdrożenia innowacji w zakresie integracji wstecznej tworzyw

Cele:

- opracowanie systemu wsparcia (zachęt) dla wykorzystania surowców ze źródeł odnawialnych i recyklatów
- rozwój mocy produkcyjnych podstawowych polimerów

Etap III

Wdrożenie i rozwinięcie systemu wsparcia wdrożenia innowacji w zakresie integracji wstecznej tworzyw

Cele:

- wdrożenie systemu wsparcia (zachęt) dla wykorzystania surowców ze źródeł odnawialnych i recyklatów oraz rozszerzenie jego zakresu o nowe rozwiązania

Dostęp do surowca – integracja wsteczna

W powyższym scenariuszu zakłada się uzyskanie dla polskiego przemysłu dostępu do podstawowych polimerów.

W trakcie spotkań SL stwierdzono, że mogą one być pochodzenia tradycyjnego – kopalne lub ze źródeł odnawialnych.

W przypadku źródeł kopalnych prowadzi się pewne działania:

- produkcja propylenu metodą PDH Propylen – Grupa Azoty,
- produkcja propylenu z instalacji metatezy – Grupa Orlen.

Innym sposobem rozwiązania problemu braku dostępu do podstawowych surowców, jest opracowanie technologii zgazowania węgla i produkcji podstawowych chemikaliów z gazu syntezowego. Jednakże ta technologia

dotychczas nie osiągnęła pułapu opłacalności i wymaga ewentualnych dalszych prac B+R. Jeśli chodzi o dostępność podstawowych tworzyw na polskim rynku, należy rozważyć ułatwienie dostępu do substancji organicznych aromatycznych, które, w przeciwieństwie do takich substancji jak etylen lub polietylen, są mniej popularne w ofercie handlowej producentów i dystrybutorów, a przez to trudniej dostępne dla branży przetwórczej.

W przypadku produkcji tworzyw ze źródeł odnawialnych istnieje potrzeba badań nad atrakcyjnymi metodami wytwarzania materiałów organicznych z surowców naturalnych. Brakuje rozwiązań, które umożliwiłyby

w pierwszym kroku produkcję tworzyw sztucznych ze źródeł odnawialnych dla produktów konsumenckich, takich jak pieluszki, szczoteczki do zębów, paski do ubrań, obudowy sprzętu elektronicznego, czy elementy motoryzacyjne, a w dalszej kolejności produkcję tworzyw ze źródeł odnawialnych na potrzeby masowych aplikacji, tj. w branży opakowaniowej czy budowlanej. Przykładowymi produktami w tym zakresie powinny być monomery wykorzystywane dotychczas w syntezie, ale pochodzące ze źródeł odnawialnych, a z nich głównie wytwarzane opakowania, materiały rolnicze (włókniny, maty), odzież, oraz elementy w przemyśle elektronicznym, samochodowym i transportowym. Ponadto brak jest systemu zachęt, które skłaniałyby producentów do prowadzenia produkcji z wykorzystaniem surowców odnawialnych. Opracowanie odpowiedniego systemu powinno zostać zakończone w ciągu najbliższych 5 lat. Wyróżnić też należy osobną grupę tworzyw biodegradowalnych. Mogą one być wytwarzane ze źródeł kopalnych lub odnawialnych. Branża posiada obecnie potencjalne rozwiązania w tym zakresie, brak jednak wdrożeń ze względu na nieopłacalność technologii, w porównaniu do tradycyjnych rozwiązań. Ponadto brak jest systemu recyklingu, który by spożytkował to rozwiązanie. Odpowiedni system powinien powstać w ciągu 3-5 lat. Materiały biodegradowalne powinny znaleźć zastosowanie w opakowaniach, produktach rolniczych (w tym

bioresorbowalne), kosmetykach, przemyśle samochodowym, motoryzacyjnym i medycynie (głównie bioresorbowalne elementy inżynierii tkankowej, chirurgii). Ich popularyzacja wymaga stworzenia odpowiedniego systemu zachęt.

Poniżej zaprezentowano oczekiwane rezultaty dla każdego etapu scenariusza, proponowane działania i środki finansowe niezbędne do ich realizacji. Realizacja działań, co do zasady leży po stronie publicznej, jednak jest niezbędna do zachęcenia, czy zmobilizowania podmiotów prywatnych do wykorzystywania i rozwijania technologii, które już powstają, ale nie są powszechnie stosowane, z uwagi na ich niewielką opłacalność w porównaniu do metod stosowanych obecnie. Ponadto działania wskazane w scenariuszu wymagają ścisłej współpracy strony publicznej z przedsiębiorcami, szczególnie, że poszczególne działania po stronie publicznej powodują konkretne konsekwencje po stronie firm, także finansowe. Z uwagi na tę zależność, zdecydowano o umieszczeniu scenariusza wśród działań realizowanych typowo przez sektor tworzyw sztucznych.

Etap I. Opracowanie technologii wytwarzania surowców na potrzeby integracji wstecznej

Oczekiwane rezultaty dla Etapu I to m.in. opracowanie technologii wykorzystania źródeł odnawialnych w produkcji tworzyw, stworzenie warunków do rozwoju podaży podstawowych polimerów odnawialnych, integracja wsteczna w zakresie surowców ze źródeł kopalnych. Przewidywany czas trwania Etapu I to maksymalnie 2 lata. Całkowity budżet Etapu I wynosi 1,5 mln PLN.

Kamienie milowe:

- opracowanie technologii wykorzystania źródeł odnawialnych w produkcji tworzyw, w tym stworzenie nowych standardów biopolimerów na potrzeby przemysłu.

Działania Etapu I obejmują:

Realizacja projektów w ramach wdrożonego programu sektorowego w zakresie zidentyfikowanych innowacyjnych technologii (Innoplast):

- opracowanie technologii wykorzystania źródeł odnawialnych w produkcji tworzyw,
- opracowanie technologii wykorzystania węgla poprzez zgazowanie, na potrzeby produkcji tworzyw.

Popularyzacja wiedzy o standardach biopolimerów⁴⁸ oraz ich wykorzystania w produktach konsumenckich oraz masowej produkcji

To działanie realizowane wspólnie przez przedsiębiorców i jednostki naukowo-badawcze ma na celu zwiększenie popytu na te produkty.

Realizacja działań mających na celu budowę nowych mocy wytwórczych surowców niezbędnych do produkcji tworzyw sztucznych

Należy się spodziewać, iż przedsiębiorstwa mogą uznać te działania za obarczone zbyt wysokim ryzykiem, stąd zaproponowano ich realizację przez państwowe podmioty strategiczne⁴⁹.



CZAS TRWANIA
ZADANIA

SZACOWANY
BUDŻET

2 lata

*Budżet zadania
został uwzględniony
w scenariuszu
wiodącym dot.
innowacyjnych
technologii*

1 rok

1,5 mln PLN

1- 2 lata

Etap II. Stworzenie systemu wsparcia wdrożenia innowacji w zakresie integracji wstecznej tworzyw

Oczekiwane rezultaty dla Etapu II to m.in.: opracowany system wsparcia (zachęt) dla wykorzystania surowców ze źródeł odnawialnych i recyklatów, rozwinięte moce produkcyjne podstawowych polimerów. Przewidywany czas trwania Etapu II to maksymalnie 3 lata. Całkowity budżet Etapu II wynosi 0,6 mln PLN.

Kamienie milowe:

- opracowana koncepcja systemu zachęt wykorzystania surowców odnawialnych i recyklatów,
- wdrożenie ROP.

Działania Etapu II obejmują:



CZAS TRWANIA
ZADANIA

SZACOWANY
BUDŻET

⁴⁸ Opracowanie standardów biopolimerów uwzględniono w scenariuszu dot. rozwoju innowacyjnych technologii

⁴⁹ Uczestnicy spotkań SL wskazali na możliwość budowy nowych mocy wytwórczych podstawowych surowców do produkcji tworzyw sztucznych w naszym kraju. Taka inwestycja wiązałaby się ze znacznymi kosztami

i wymagałaby decyzji strategicznych na wyższym poziomie administracji publicznej. Celowo nie doprecyzowano jakiego rodzaju mogłyby to być inwestycje – jednym z rozwiązań mogłoby być wdrożenie technologii gas to liquids z naszych rodzimych pokładów gazu lub np. opracowanie ekologicznej i nowatorskiej technologii zgazowania węgla, a następnie jej wdrożenie.

Przygotowanie koncepcji reformy polskiego systemu gospodarki odpadami i opakowaniami, uwzględniającej system zachęt wykorzystania surowców odnawialnych i recyklatów z udziałem szerokiego grona interesariuszy – wszystkich podmiotów reprezentujących sektor	1 rok	0,6 mln PLN
--	-------	-------------

**Nowe obowiązki producentów i związane z nimi koszty wynikające z wdrożenia ROP/
Uruchomienie systemu dopłat dla producentów produkujących z użyciem tworzyw biopolimerowych i recyklatów**

Działanie to powinno być realizowane w ścisłej współpracy administracji z przedsiębiorstwami, które w dużej mierze poniosą koszt realizacji działania.
Całkowity koszt wdrożenia ROP, a następnie wysokość środków przeznaczonych na system dopłat będzie zależał od przyjętego modelu ROP. Szacuje się, iż rocznie wdrożenie systemu ROP w obszarze odpadów komunalnych może kosztować producentów 660,0 mln PLN, konsumentów 60,0 mln PLN i ok. 40,0 mln PLN samorządy.

3 lata (z założeniem przedłużenia na kolejny Etap)	760 mln PLN* (kwota wspólna dla działań związanych z wdrożeniem ROP, występujących w kolejnych scenariuszach)
---	--

*Dane szacunkowe, wymagające przeprowadzenia dodatkowych analiz, dlatego kwota działania nie została włączona do budżetów etapów w poszczególnych scenariuszach.

Realizacja działań mających na celu budowę nowych mocy produkcyjnych w państwowych podmiotach strategicznych

Należy się spodziewać, iż przedsiębiorstwa mogą uznać te działania za obciążone zbyt wysokim ryzykiem, stąd zaproponowano ich realizację przez państwowe podmioty strategiczne.

1- 2 lata (Działanie z Etapu 1)

Etap III. Wdrożenie i rozwinięcie systemu wsparcia wdrożenia innowacji w zakresie integracji wstecznej tworzyw

Oczekiwane rezultaty dla Etapu III to m.in.: wdrożony system wsparcia wykorzystania surowców ze źródeł odnawialnych i recyklatów. Przewidywany czas trwania Etapu III to maksymalnie 5 lat. Całkowity budżet Etapu III wynosi 0,8 mln PLN.



Kamienie milowe:

- wdrożony system wsparcia dla producentów wykorzystujących surowce ze źródeł odnawialnych,
- wdrożony system monitoringu stosowania biopolimerów i recyklatów w celu zapobiegania ewentualnym nieprawidłowościom i nadużyciom.

Działania Etapu III obejmują:

Wdrożenie systemu stosowania biopolimerów i recyklatów w celu zapobiegania ewentualnym nieprawidłowościom i nadużyciom i jego monitoring

System powinien być doskonalony w oparciu o wyniki monitoringu.

 CZAS TRWANIA ZADANIA	 SZACOWANY BUDŻET
--	--

Działanie realizowane w sposób ciągły	0,8 mln PLN
---------------------------------------	-------------

Ocena ROP i ewentualna modyfikacja systemu

Działanie to wymaga udziału całej branży, a w szczególności przedsiębiorstw, na których działalność wprowadzenie ROP ma duży wpływ.

Ewaluacja systemu co 2 lata

Wsparcie wdrożenia systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Etapy scenariusza „Wsparcie wdrożenia systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych”



max. 2 lata



max. 3lata



max. 5lat

Etap I

Zaprojektowanie systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Cele:

- zaprojektowanie systemu zbiórki tworzyw sztucznych
- opracowanie planu działań edukacyjnych/ kampanii informacyjno-edukacyjnych dla społeczeństwa dot. zaprojektowanego systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych
- opracowanie technologii nowych materiałów i procesów produkcyjnych, ułatwiających recykling wyrobów

Etap II

Wdrożenie podstawowych elementów systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Cele:

- wdrożenie systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych dla użytkowników końcowych
- wdrożenie systemu sieci podmiotów ulepszonego sortowania i klasyfikacji odpadów oraz sieci recyklerów
- ograniczenie ilości tworzyw w odpadach
- opracowanie technologii nowych materiałów i procesów produkcyjnych, ułatwiających recykling wyrobów
- opracowanie technologii umożliwiających łączenie mieszanek z recyklatami i otrzymywanie wymaganych produktów
- design pod recykling produktów

Etap III

Wdrożenie pełnego systemu systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Cele:

- stworzenie systemu certyfikacji recyklatów
- opracowanie nowych, ulepszonych materiałów pod recykling
- opracowanie technologii recyklingu termicznego
- opracowanie technologii recyklingu chemicznego

Cel scenariusza, tj. wsparcie wdrożenia systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych, wynika z wdrażanego w Unii Europejskiej ustawodawstwa związanego z gospodarką odpadami. Według przyjętych przez Komisję Europejską wytycznych w ciągu 7 lat, do 2025 r., 50% komunalnych odpadów z tworzyw sztucznych ma być poddawanych recyklingowi (obecnie wartość ta w Unii Europejskiej wynosi około 25%).

W związku ze zmianą w europejskich celach odzysku odpadów, branża powinna podjąć szereg strategicznych działań, które można pogrupować w kilku kategoriach. Pierwsza z nich dotyczy działań administracyjnych. Wdrażanie nowych wytycznych gospodarki odpadami wymaga, aby w krótkim horyzoncie czasowym (1-2 lata) zaprojektować system zbiórki tworzyw sztucznych. Równocześnie należy prowadzić działania dotyczące

opracowania planów edukacji społeczeństwa oraz dostępu do wymaganej informacji, dotyczącej nowej strategii dla tworzyw i wdrażania systemu recyklingu. Oba te działania powinny być realizowane przez administrację publiczną. Działania w scenariuszu w przeważającej części leżą po stronie publicznej, jednak są warunkiem sine qua non dla rozwoju poszczególnych technologii związanych z modelem gospodarki o obiegu zamkniętym (projekty dotyczące rozwoju technologii będą realizowane przez przedsiębiorstwa). Niezbędne dla działania całego systemu gospodarki odpadami będzie dopracowanie systemu Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta. Obecna jego postać nie spełnia wymogów branży, ani też nie przyczynia się do jej wymaganego rozwoju. W ramach programu dotyczącego tworzyw opakowaniowych ich producenci płaciliby około 50 EUR za tonę wytworzonego opakowania. Wytwarza się około 5 mln ton, co daje 250 mln EUR rocznie. Oczekiwaniem branży jest, aby ze strony producentów tworzyw, do systemu wpływało około 85% środków, a pozostałe ze strony samorządów i konsumentów. Pieniądze byłyby przeznaczone na system zbiórki, segregacji i przetwarzania odpadów. Konieczne jest również wdrożenie mechanizmów uniemożliwiających zawyżanie wielkości przetwarzanych odpadów przez recyklerów, w celu uzyskania wyższego dofinansowania: przykładowo, recykler deklaruje, że

przetworzył 1 tonę odpadu, choć 30% z niego to były zanieczyszczenia usuwane poza objętość recyklatu. Oczekiwane jest również dokończenie prac nad systemem bazy danych o odpadach (BDO) w celu pełnej ewidencji działalności branży.

W dalszym horyzoncie – 3-5 lat, należy dokonać wdrożenia funkcjonalnego i w pełni operatywnego systemu zbiórki odpadów przez sieć punktów zbiórki i sortowni oraz podmiotów powiązanych. Jednocześnie należy monitorować przebieg procesu zbierania odpadów, ich mycia i klasyfikacji - począwszy od użytkownika końcowego (m.in. skuteczność wdrażania i przestrzegania wymogów zbiórki i segregacji przez tych użytkowników) po podmioty branży odpadowej. Konieczna w tym przypadku jest w dużej mierze efektywna współpraca samorządów i branży odpadowej. Jednocześnie, w tym przedziale czasowym, oczekiwany jest rozwój technologiczny podmiotów odpowiedzialnych za sortowanie odpadów i ich specjalizacja oraz zwiększanie wydajności w segregacji odpadów zmieszanych, czyszczenia odpadów brudnych i skutecznej klasyfikacji odpadów na różne materiały. Szczególnym wyzwaniem będzie opracowanie i wdrożenie technologii segregacji odpadów zmieszanych. Konieczne jest też opracowanie technologii dedykowanych sortowaniu małych odpadów (poniżej 5x5 cm). Przewiduje się, że markery tworzyw sztucznych umożliwią skuteczniejsze ich

sortowanie. Dlatego konieczne jest wprowadzenie odpowiedniego wymogu dla producentów wyrobów z tworzyw. Potrzeby branży w zakresie segregacji mogą też spełniać nowe technologie, np. ich optycznej klasyfikacji. Wsparcie w postaci innowacyjnych rozwiązań powinno również dotyczyć firm zagospodarowujących wydzielony i oczyszczony odpad – tj. firm recyklingowych. Zgodnie z przewidywanymi zmianami w branży, będą one obarczone koniecznością przetwarzania rosnących ilości zużytych tworzyw, często o coraz gorszej jakości i niskiej wartości. Obecnie, większość tych firm z pobudek ekonomicznych jest bardziej skłonna skupiać swoją uwagę na odpadzie o wyższej wartości. Jednakże przewidywane zmiany w celach recyklingowych, wymuszać będą przetwarzanie również tych mniej przydatnych. Przetworzony materiał, często w postaci recyklatu, będzie wymagał ujednoczenia i standaryzacji. W początkowym okresie branża będzie oczekiwać wypracowania norm i standardów związanych z tymi

materiałami, które gwarantowałyby ich odbiorcom pewność co do jakości oraz powtarzalność jego właściwości. Z technologii, które stale będą pozostawać w kręgu zainteresowania branży, należy wymienić te dotyczące opracowania nowych, ulepszonych tworzyw – nadających się do łatwiejszego recyklingu, rozwiązania umożliwiające bezproblemowe łączenie mieszanek z recyklatami i otrzymywanie wymaganych produktów, design pod recykling produktów, których forma – np. jednomateriałowe opakowania – umożliwi powstawanie mniejszej ilości odpadów, ich łatwiejsze rozdzielanie itp. Osobną grupę badań stanowić będą prace poświęcone odzyskowi energetycznemu tworzyw sztucznych oraz ich recyklingowi chemicznemu, tj. przetworzeniu do innej wygodnej w użyciu postaci chemicznej (np. glikoliza substancji).

Poniżej zaprezentowano oczekiwane rezultaty dla każdego etapu scenariusza, proponowane działania i środki finansowe niezbędne do ich realizacji.

Etap I. Zaprojektowanie systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Oczekiwane rezultaty dla Etapu I to m.in.: opracowana koncepcja systemu zbiórki tworzyw sztucznych, zwiększona skuteczność systemu Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta (ROP)⁵⁰, opracowane technologie nowych materiałów i procesów produkcyjnych ułatwiających recykling wyrobów.

Przewidywany czas trwania Etapu I to maksymalnie 2 lata. Zadania dla Etapu I zostały uwzględnione i wycenione w scenariuszu wiodącym dot. innowacyjnych technologii.

Kamienie milowe:

- wdrożony model gospodarki obiegu zamkniętego, w szczególności w odniesieniu do tworzyw sztucznych.

Działania Etapu I obejmują:

Uwzględnienie w programie Innoplast takich zagadnień, które będą przedmiotem prac B+R, jak:

- badania nad procesami i rozwiązaniami rozdziału odpadów, ich mycia itd.,
- opracowanie nowych materiałów oraz tzw. design pod recykling dla branży opakowaniowej, elektroniki i elektryki, produktów konsumenckich oraz sektorów motoryzacyjnego i transportowego,
- projekty dotyczące recyklingu mechanicznego w obiegu zamkniętym (tzw. closed loops) jako najbardziej pożądanego.



CZAS TRWANIA
ZADANIA

SZACOWANY
BUDŻET

2 lata
(z założeniem
przedłużenia na
kolejne Etapy)

Budżet zadania
został uwzględniony
w scenariuszu
wiodącym dot.
innowacyjnych
technologii

Etap II. Wdrożenie podstawowych elementów systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Oczekiwane rezultaty dla Etapu II to m.in.: wdrożony system zbiórki odpadów dla użytkowników końcowych, wdrożony system sieci podmiotów ulepszonego sortowania i klasyfikacji odpadów oraz sieci recykerów, opracowane technologie nowych materiałów i procesów produkcyjnych ułatwiających recykling wyrobów na potrzeby branży opakowaniowej, produktów konsumenckich, sprzętu elektroniczno-elektrycznego, motoryzacji, opracowane mieszanki umożliwiające łączenie mieszanek z recyklatami i otrzymywanie wymaganych produktów końcowych na potrzeby branży opakowaniowej, produktów konsumenckich, sprzętu elektroniczno-elektrycznego, motoryzacji, wdrożony system finansowanego wsparcia zużycia recyklatów. Przewidywany czas trwania Etapu II to maksymalnie 3 lata.

Całkowity budżet Etapu II wynosi 3,0 mln PLN.

Kamienie milowe:

- wdrożony ogólnopolski system monitoringu przetwarzania odpadów.

Działania Etapu II obejmują:

Opracowanie i wdrożenie spójnego systemu regulacji prawnych oraz standardów zbiórki odpadów tworzywowych, w tym wytyczne dotyczące preferowanych rozwiązań, narzucanie celów zbiórki użytkownikom końcowym (segregacja odpadów). Dodatkowo wsparcie współpracy samorządów z recyklerami

Działanie to wymaga współpracy administracji z przedsiębiorstwami, w szczególności podczas opracowywania standardów zbiórki odpadów tworzywowych.



CZAS TRWANIA
ZADANIA

SZACOWANY
BUDŻET

1 rok

3,0 mln PLN

⁵⁰ Działania w scenariuszu w przeważającej części leżą po stronie publicznej, jednak są warunkiem sine qua non dla rozwoju poszczególnych

technologii związanych z modelem gospodarki o obiegu zamkniętym.

Realizacja projektów B+R w ramach programu Innoplast w zakresie:

- nowych materiałów oraz tzw. designu pod recykling dla branży opakowaniowej, elektroniki i elektryki, produktów konsumenckich oraz sektorów motoryzacyjnego i transportowego,
- technologii stosowania recyklatów (B+R).

1- 2 lata
(Działanie realizowane w Etapie I i kontynuowane w Etapie II)

Budżet zadania został uwzględniony w scenariuszu wiodącym dot. innowacyjnych technologii

Nowe obowiązki producentów i związane z nimi koszty wynikające z wdrożenia ROP/ Uruchomienie systemu dopłat dla producentów produkujących z użyciem tworzyw biopolimerowych i recyklatów

Działanie to powinno być realizowane w ścisłej współpracy administracji z przedsiębiorstwami, które w dużej mierze poniosą koszt realizacji działania.

Całkowity koszt wdrożenia ROP, a następnie wysokość środków przeznaczonych na system dopłat będzie zależała od przyjętego modelu ROP. Szacuje się, iż rocznie wdrożenie systemu ROP w obszarze odpadów komunalnych może kosztować 660 mln PLN producentów, 60 mln PLN konsumentów i ok. 40 mln PLN samorządy.

5 lat
(z założeniem przedłużenia na kolejne Etapy)

Budżet zadania został uwzględniony w scenariuszu „Dostęp do surowca – integracja wsteczna”

Etap III. Wdrożenie pełnego systemu gospodarki odpadami z tworzyw sztucznych

Oczekiwane rezultaty dla Etapu III to m.in.: opracowane nowe, ulepszone materiały pod recykling, opracowane technologie odzysku energetycznego i chemicznego, opracowane i wdrożone technologie znakowania tworzyw, tzw. (tracing), wdrożony system finansowego wsparcia zużycia recyklatów. Przewidywany czas trwania Etapu III to maksymalnie 5 lat. Całkowity budżet Etapu III wynosi 0,5 mln PLN.

Kamienie milowe:

- wdrożony funkcjonalny system monitoringu modelu wsparcia stosowania biopolimerów i recyklatów.

Działania Etapu III obejmują:



CZAS TRWANIA
ZADANIA



SZACOWANY
BUDŻET

Opracowanie standardów i norm dla znakowania (tracing) tworzyw sztucznych

0,5 roku

0,5 mln PLN

Nowe obowiązki producentów i związane z nimi koszty wynikające z wdrożenia ROP/ Uruchomienie systemu dopłat dla producentów produkujących z użyciem tworzyw biopolimerowych i recyklatów (cd.)

Działanie to powinno być realizowane w ścisłej współpracy administracji z przedsiębiorstwami, które w dużej mierze poniosą koszt realizacji działania. Całkowity koszt wdrożenia ROP, a następnie wysokość środków przeznaczonych na system dopłat będzie zależała od przyjętego modelu ROP. Szacuje się, iż rocznie wdrożenie systemu ROP w obszarze odpadów komunalnych może kosztować 660,0 mln PLN producentów, 60,0 mln PLN konsumentów i ok. 40,0 mln PLN samorządy.

4 lata
(kontynuacja działania z Etapu 2)

Budżet zadania został uwzględniony w scenariuszu „Dostęp do surowca – integracja wsteczna”

Uwzględnienie w programie Innoplast takich zagadnień, które będą przedmiotem prac B+R, jak:

- badania nad nowymi procesami i produktami ułatwiającymi gospodarkę odpadami tworzywowymi.

4 lata

Budżet zadania został uwzględniony w scenariuszu wiodącym dot. innowacyjnych technologii

Wykorzystanie krajowego popytu i bliskości zagranicznych rynków zbytu

Etapy scenariusza „Wykorzystanie krajowego popytu i bliskości zagranicznych rynków zbytu”



max. 2 lata

Etap I

Przygotowanie narzędzi

Cele:

- wsparcie internacjonalizacji firm
- wsparcie certyfikacji produktów i ochrony własności intelektualnej firm
- stymulowanie powstawania *start-upów*



max. 3 lata

Etap II

Rozwój sieci kontaktów i integracja partnerów na poziomie międzynarodowym

Cele:

- identyfikacja kierunków rozwoju dla branży na rynku polskim i zagranicznym
- mapowanie podmiotów odpowiedzialnych za kontakty polskiej branży z partnerami zagranicznymi
- rozwój sieci Open Innovation poza granicami kraju



max. 5 lat

Etap III

Wsparcie firm w wejściu na zagraniczne rynki zbytu

Cele:

- rozwój polskiej branży w kierunku produkcji innowacyjnych małotonażowych rozwiązań w zakresie modyfikatorów tworzyw, ich uszlachetniaczy, uniepalniaczy, plastyfikatorów oraz produkcja masterbatchy z dodatkami i compounding

Wiele przedsiębiorstw, szczególnie tych oferujących innowacyjne rozwiązania, ma problem z ich sprzedażą za granicą. Eksport wymaga od firm spełnienia wymogów odbiorców, dlatego potrzebne jest opracowanie mechanizmów wsparcia przedsiębiorców w zakresie certyfikacji produktów, jak i ochrony własności intelektualnej w postaci patentów lub wzorów użytkowych. Dostosowanie do wymogów rynków zagranicznych, musi być zainicjowane jak najszybciej i wdrożone w krótkim okresie (1-2 lata). W podobnym horyzoncie czasowym niezbędne jest stworzenie rozwiązań stymulujących powstawanie innowacyjnych *start-upów*.

W kolejnym etapie prac istotną będzie analiza rynku odnośnie sektorów

i kierunków sprzedaży oraz rozwoju dla polskiej branży tworzyw sztucznych, a także konieczność intensywnego rozwijania sieci kontaktów z odbiorcami i podmiotami zagranicznymi. W tym zakresie wymagana jest aktywna działalność placówek zagranicznych, podobnie jak to ma miejsce w przypadku innych państw – przykładem mogą być ambasady Wielkiej Brytanii czy Finlandii (Finpro).

Poza tym należy zmodyfikować sposób działania brokerów technologii. Jednostki naukowe zainteresowane komercjalizacją swoich rozwiązań powinny rozwijać skuteczne akcje marketingu naukowego. W tym działaniu potrzebne jest aktywne uczestnictwo świata nauki i biznesu oraz wsparcie administracji państwowej.

Na kolejnym etapie powinny być realizowane inwestycje w innowacyjne i komercyjnie atrakcyjne firmy/ *start-upy*/ projekty realizowane w ramach współpracy świata nauki i biznesu (dzięki np. działaniu systemu Open Innovation). Polska branża powinna rozwijać się w kierunku produkcji innowacyjnych małotonażowych rozwiązań w zakresie

modyfikatorów tworzyw, ich uszlachetniaczy, uniepalniaczy, plastyfikatorów oraz produkcji masterbatchy z dodatkami i compounding.



Poniżej zaprezentowano oczekiwane rezultaty dla każdego etapu scenariusza, proponowane działania i środki finansowe niezbędne do ich realizacji.

Etap I. Przygotowanie narzędzi

Oczekiwane rezultaty dla Etapu I to m.in.: przygotowanie firm do internacjonalizacji, wsparcie certyfikacji produktów i ochrony własności intelektualnej firm, instrumenty wsparcia powstawania start-upów. Przewidywany czas trwania Etapu I to maksymalnie 2 lata. Całkowity budżet Etapu I wynosi 26,0 mln PLN.

Kamienie milowe:

- zwiększone wykorzystanie ulgi podatkowej na działania B+R przez przedsiębiorstwa, podniesiona wysokość ulgi B+R,
- uruchomiony cykl misji gospodarczych do krajów europejskich i azjatyckich,
- uruchomiony projekt, w ramach którego przedsiębiorcy mogą uzyskać dofinansowanie do certyfikacji produktów,
- uruchomiony program akceleracyjny/ inkubacyjny dla start-upów.

<i>Działania Etapu I obejmują:</i>	 CZAS TRWANIA ZADANIA	 SZACOWANY BUDŻET
Realizacja programów/ projektów obejmujących:		
<ul style="list-style-type: none"> • opracowanie narzędzi wsparcia MSP przez Izby Handlowe zrzeszające/ reprezentujące przedsiębiorców działających w branży tworzyw sztucznych, • opracowanie wytycznych dla polskich placówek dyplomatycznych dot. promocji sektora i przedsiębiorstw z sektora przy okazji działań realizowanych przez placówki, • organizacja misji gospodarczych dla przedsiębiorstw do krajów europejskich i azjatyckich połączonych z rozmowami B2B. 	2 lata <i>(z założeniem przedłużenia na kolejne Etapy)</i>	6,0 mln PLN
Dofinansowanie do certyfikacji produktów dla przedsiębiorców MSP, w szczególności dla branży opakowaniowej, chemicznej, budowlanej, motoryzacyjnej oraz elektroniczno-elektrycznej	2 lata <i>(z założeniem przedłużenia na kolejne Etapy)</i>	20,0 mln PLN <i>(w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)</i>
Uruchomienie programów akceleracyjnych/ inkubacyjnych dla start-upów	2 lata	<i>Budżet zadania uwzględniony w scenariuszu wiodącym dot. innowacyjnych technologii</i>

Etap II. Rozwój sieci kontaktów i integracja partnerów na poziomie międzynarodowym

Oczekiwane rezultaty dla Etapu II to m.in.: zidentyfikowane kierunki rozwoju branży na rynku polskim i zagranicznym, zmapowane podmioty odpowiedzialne za kontakty polskiej branży z partnerami zagranicznymi oraz wdrożenie programu internacjonalizacji MSP, rozwój sieci Open Innovation poza granicami kraju (np. poprzez powstawanie nowych powiązań, relacji partnerskich, wymiany wiedzy z jednostkami naukowo-badawczymi zza granicy). Przewidywany czas trwania Etapu II to maksymalnie 3 lata. Całkowity budżet Etapu II wynosi 16,3 mln PLN.

Kamienie milowe:

- wdrożony program wsparcia internacjonalizacji dla MSP,
- stworzony efektywny system brokerów technologii.



Działania Etapu II obejmują:	CZAS TRWANIA ZADANIA	SZACOWANY BUDŻET
Realizacja projektów obejmujących analizy potrzeb przedsiębiorców sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych w Polsce, analiza rynków światowych, technologii, fuzji i przejęć w celu określenia najbardziej obiecujących kierunków internacjonalizacji – projekty realizowane na rzecz przedsiębiorstw przy ich wkładzie własnym min. 50%	1 rok (analizy powinny być powtarzane cyklicznie z uwagi na dynamiczne zmiany na rynkach światowych)	0,3 mln PLN (w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)
Program dofinansowujący certyfikację w krajach docelowych (jeśli uzyskanie certyfikatu nie jest możliwe w Polsce)	2 lata	4,0 mln PLN (w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)
Dofinansowanie specjalistycznych szkoleń/ seminariów dot. tworzyw sztucznych prowadzonych przez instytuty naukowe dla MSP	2 lata (kontynuacja w kolejnym Etapie)	2,0 mln PLN
Stworzenie efektywnego systemu brokerów technologicznych (wsparcie finansowe kierowane do brokerów i IOB)	1 rok	10,0 mln PLN

Etap III. Wsparcie firm w wejściu na zagraniczne rynki zbytu

Oczekiwane rezultaty dla Etapu III to m.in.: pierwsze osiągnięcia polskiej branży w kierunku produkcji innowacyjnych małotonażowych rozwiązań w zakresie modyfikatorów tworzyw, ich uszlachetniaczy, uniepalniaczy, plastyfikatorów oraz produkcja masterbatchy z dodatkami i compounding. Przewidywany czas trwania Etapu III to maksymalnie 5 lat. Całkowity budżet Etapu III wynosi 70,0 mln PLN.

Kamienie milowe:

- wdrożone narzędzia finansowego wsparcia innowacyjnych firm i *start-upów* za pomocą funduszy będących pośrednikami finansowymi⁵¹.



Działania Etapu III obejmują:	CZAS TRWANIA ZADANIA	SZACOWANY BUDŻET
Finansowanie innowacyjnych firm i start-upów w ich wejściu na rynki zbytu w sektorach opakowaniowym, budowlanym, motoryzacyjnym, transportowym, mechanicznym oraz elektroniczno-elektrycznym – działania w zakresie internacjonalizacji oraz ewentualnie certyfikacji lub spełnienia innych niezbędnych wymogów formalnych	2 lata	70,0 mln PLN (w tym wkład własny przedsiębiorców na poziomie min. 50%)

Działania wspierające

Dodatkowo, zaproponowano działania wspierające realizację scenariuszy, obejmujące efektywniejsze wykorzystanie zasobów kadry naukowej i zarządczej oraz dostępnej infrastruktury, a także działania administracji publicznej niezbędne dla realizacji scenariusza głównego oraz scenariuszy pobocznych.

Jednym z istotniejszych krótkookresowych działań jest *opracowanie mapy specjalizacji polskiego świata nauki w obszarze technologii tworzywa sztucznych*. Jest to zadanie konieczne dla wdrożenia modelu współpracy opartego o koncepcję Open Innovation. Tak opracowana mapa specjalizacji jednostek naukowych i dostępnej infrastruktury (wylistowanie m.in. oprócz specjalizacji poszczególnych ludzi/ zespołów ich publikacji, wdrożeń, dostępności sprzętu, możliwości certyfikacji w danych jednostkach) pozwoli na szybką identyfikację potencjalnych współpracowników oraz infrastruktury na potrzeby planowanych prac B+R.

To działanie wymaga szybkiego wdrożenia w horyzoncie 1-3 lat. Kluczowe w tym zakresie będzie również prowadzenie tzw. marketingu naukowego celem promocji w środowisku biznesowym nowych rozwiązań naukowych oraz stworzenie systemu, w którym środowisko naukowe pełniłoby rolę partnera odpowiadającego na potrzeby przemysłu.

Jak już zostało wspomniane, wsparciem w tym zakresie mogą być platformy internetowe, na których przedstawiciele działów technicznych i B+R firm przedstawialiby w ramach konkursów lub otwartych zapytań swoje problemy bądź zagadnienia do rozwiązania.

Wskazuje się również na istnienie pewnych wąskich gardeł dla rozwoju branży. *Przykładowo w Polsce istnieje niewiele instytutów certyfikujących tworzywa sztuczne, np. do kontaktu z żywnością*. Istotne jest poszerzenie tej kompetencji na inne jednostki certyfikujące w jak najkrótszym czasie (1-5 lat).

Kluczowe z punktu widzenia rozwoju branży jest też *biznesowe zorientowanie kadry zarządczej technicznej (np. inżynierów)*. W uzasadnionych przypadkach należałoby wesprzeć ww. osoby programami szkoleń poszerzających ich kompetencje finansowe i rynkowe. Istnieje oczekiwanie branży, aby te działania podjąć w ciągu 1-3 lat.

Ważnym działaniem będzie również stymulowanie i zachęcanie firm MSP (typowa firma z sektora zatrudnia do 20 osób) do podejmowania intensywnych i dofinansowanych publicznie prac B+R. Dla wielu małych firm jest to ciężar finansowy i biurokratyczny.

Uczestnicy SL potwierdzili *konieczność przeprowadzenia ewaluacji działań i zrealizowanych projektów oraz*

⁵¹ W zależności od dostępności programów wsparcia, fundusze mogą być finansowane zarówno ze środków publicznych, jak i prywatnych.

*ewentualnej modyfikacji podejścia do rozwoju sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych zaproponowanego w niniejszym dokumencie*⁵². Prowadzone działania powinny uwzględniać trzy główne typy firm obecnych na polskim rynku, tj.:

- *Firmy (z reguły są to duże przedsiębiorstwa) zainteresowane często modyfikacją dotychczasowych produktów oraz sporadycznie opracowaniem nowych.*

Firmy te poświęcają zwykle na wdrożenie 3-5 lat od pomysłu do produkcji (tj. cała skala TRL). Ponadto posiadają własny zespół B+R i wdrażają rozwiązania na dużą skalę. Dla powodzenia ich przedsięwzięć konieczna jest dobra współpraca z nauką (w tym mapa specjalizacji) oraz wsparcie państwa w obszarze B+R, internacjonalizacji itd.

- *Firmy, które zazwyczaj kopiują rozwiązania gigantów rynkowych i są konkurencyjne ze względu na niższe koszty wytwarzania.*

Firmy⁵³ te potrzebują gotowych technologii pochodzących z jednostek naukowych. Ważne w przypadku transferu technologii w tym zakresie jest zminimalizowanie ryzyka dotyczącego zastosowania technologii w skali produkcyjnej. Przydatne dla procesu byłoby też wsparcie finansowe.

- *Start-upy.*

W ramach działań wspierających przede wszystkim nowe przedsiębiorstwa, potrzebne jest opracowanie mapy jednostek naukowych wraz z prowadzonymi w nich pracami B+R (mapa specjalizacji) oraz dostępną infrastrukturą. Tworzone z wykorzystaniem mapy zespoły projektowe złożone z przedstawicieli instytucji naukowych i biznesu będą mogły realizować projekty B+R, których celem będzie m.in. zagospodarowanie nisz rynkowych i uruchomienie produkcji w małej skali.

⁵² po upływie ok. 5 lat

⁵³ W tej grupie znajdują się głównie MSP

Działania wspierające realizację scenariuszy obejmujące efektywniejsze wykorzystanie dostępnej infrastruktury, zasobów kadry naukowej i zarządczej

Całkowity budżet działań dodatkowych wynosi: 109,8 mln PLN.



<i>Działania dodatkowe obejmują:</i>	CZAS TRWANIA DZIAŁANIA	SZACOWANY BUDŻET
<p>Opracowanie mapy specjalizacji jako przewodnika dla przedsiębiorstw z sektora tworzyw sztucznych po dostępnych zasobach naukowych i infrastrukturalnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> opracowanie mapy i wytycznych do jej stosowania, popularyzacja mapy wśród interesariuszy branży. 	<i>Uwzględnione w scenariuszu technologicznym</i>	
<p>Realizacja projektu mającego na celu podniesienie kompetencji jednostek naukowych w obszarze m.in. certyfikacji produktów do użytku w sektorze spożywczym i innych:</p> <ul style="list-style-type: none"> program dofinansowujący podniesienie kompetencji jednostek naukowych w zakresie certyfikacji dla produktów i producentów krajowych. 	2 lata	3,0 mln PLN
Wzmocnienie kompetencji jednostek naukowych w zakresie marketingu naukowego	2 lata	0,5 mln PLN
Stworzenie/ dostosowanie/ wykorzystanie portali internetowych dedykowanych wymianie informacji (typu NineSigma)	1 rok	0,2 mln PLN
Realizacja projektów, których celem jest przeprowadzenie szkoleń biznesowych dla inżynierów	2 lata	3 mln PLN
Zmiana profilu średnich szkół technicznych i zawodowych w sposób uwzględniający potrzeby sektora	2 lata	4 mln PLN
<p>Wypracowanie podejścia do rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych wspólnie przez środowisko branżowe i wszystkie zainteresowane resorty</p> <p>W wyniku działań realizowanych w Etapie I i II, w szczególności dotyczących wdrożenia modelu Open Innovation oraz prowadzonych prac B+R, dofinansowanych z programu Innoplast, a także uwarunkowań zewnętrznych, takich jak np. polityka UE, wymogi dot. gospodarki o obiegu zamkniętym, sektor będzie potrzebował przeprowadzenia ewaluacji zrealizowanych działań i projektów a w ich następstwie ewentualnej modyfikacji podejścia zaproponowanego w niniejszym dokumencie i określenia/ aktualizacji priorytetów rozwojowych na kolejne lata, a także modyfikacji instrumentów wsparcia.</p>	1 rok	0,3 mln PLN
<p>Uproszczenie zasad ubiegania się o środki UE dystrybuowane w Polsce</p> <p>Uproszczenie i usprawnienie procedur ubiegania się o środki unijne.</p>	1 rok	0 PLN
Preferencje podatkowe (ulga B+R - rozszerzenie obecnie dostępnej ulgi)	2 lata	76 mln PLN ⁵⁴

⁵⁴ Gazeta Prawna, "Ulga B+R bez fajerwerków (...)", 23.08.2017 r.

Promocja ulgi B+R wśród MSP	1 rok	0,3 mln PLN
Popularyzacja programów dofinansowujących B+R		
Opracowanie i wdrożenie kampanii informacyjno-szkoleniowej dla przedsiębiorców, której celem jest zachęcanie przedsiębiorców do sięgania po finansowanie dotacyjne na B+R. W ramach kampanii powinno być przeprowadzonych co najmniej kilkadziesiąt spotkań w całej Polsce, podczas których przedsiębiorcy będą szkoleni w sposób praktyczny, tzn. jak należy przygotować projekt i dokumenty formalne, aby pomyślnie przejść proces aplikacyjny.	1 rok	0,5 mln PLN
Opracowanie programów wsparcia dla branży na poziomie regionalnym (dot. regionów, których inteligentne specjalizacje obejmują tworzywa sztuczne)	1 rok	16 mln PLN <i>(w tym środki prywatne na poziomie min. 50%)⁵⁵</i>
Wdrożenie ogólnopolskiego systemu monitorowania przetwarzania odpadów (w tym z tworzyw sztucznych)	1 rok <i>(z założeniem przedłużenia na kolejne Etapy)</i>	1,0 mln PLN
Egzekwowanie ustawy o czystości i porządku w gminach		
W ramach tego działania proponowana jest zwiększona kontrola w zakresie wypełniania ustawy np. zbiórki odpadów, egzekwowanie segregacji na użytkownikach końcowych, doskonalenie systemu w oparciu o wnioski z monitoringu i kontroli systemu zbiórki odpadów i ich segregacji, np. poprzez kopiowanie najlepszych praktyk, takich jak stosowanie zindywidualizowanych kodów kreskowych na workach na śmieci, znakowanie produktów pod segregację itp. Popularyzacja najlepszych praktyk w gospodarowaniu odpadami.	2 lata	2,5 mln PLN
Przeprowadzenie ogólnopolskiej kampanii edukacyjnej w szkołach – popularyzacja idei segregacji odpadów	2 lata	2,0 mln PLN
Stworzenie systemu usprawniającego nawiązywanie i utrzymywanie kontaktów biznesowych z zagranicznymi rynkami oraz ze światem nauki:		
Działanie obejmuje przegląd instytucji odpowiedzialnych za kontakty branży z partnerami zagranicznymi i wypracowanie zasad organizacji systemu.	1 rok	0,5 mln PLN

⁵⁵ Zakłada się, iż na etapie przygotowania programów wsparcia branży na poziomie regionalnym konieczne może być sfinansowanie przez przedsiębiorstwa np. badań rynku, analizy

popytu/ podaży, wykonania studium wykonalności przed uruchomieniem programu wsparcia, tak, aby był on maksymalnie dopasowany do potrzeb branży.



Program rozwoju dla branży innowacyjnych tworzyw sztucznych w Polsce w perspektywie 5-10 lat

Można wyróżnić trzy główne czynniki decydujące o rozwoju tej branży, tj.:

- *wpływ europejskiej strategii dotyczącej tworzyw sztucznych,*
- *rozwój innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych,*
- *wpływ trendów technologicznych i rynkowych na rynki klienckie dla tworzyw sztucznych.*

Zaproponowany poniżej program rozwoju dla branży innowacyjnych tworzyw sztucznych w Polsce w perspektywie 5-10 lat stanowi podsumowanie powyżej zaprezentowanych uwarunkowań rozwoju branż oraz scenariuszy rozwoju, w tym zaprezentowanych działań i projektów. Branża tworzyw sztucznych będzie w najbliższych lat przechodziła znaczące zmiany. Przyjęta w styczniu 2018 r. pierwsza ogólnoeuropejska strategia w dziedzinie tworzyw sztucznych, jest jednym z elementów procesu przechodzenia na model gospodarki o obiegu zamkniętym. Dokument ma na celu wzmocnienie ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem tworzywami sztucznymi, przy jednoczesnym wsparciu rozwoju i innowacyjności sektora. Zakładanym

efektem wprowadzonej Strategii, ma być proces zmian w sektorze tworzyw, obejmujących cały cykl życia wyrobów i wdrożenie zmian w projektowaniu, wytwarzaniu i stosowaniu produktów, a także ich recyklingu. Oczekuje się, że do 2030 r. wszystkie opakowania z tworzyw sztucznych na rynku UE będą podatne do recyklingu, zmniejszy się zużycie tworzyw sztucznych jednorazowego użytku, a ponadto zostaną wprowadzone ograniczenia dotyczące celowego stosowania mikrodrobin plastiku. Realizacja założeń Strategii będzie najważniejszym wyzwaniem dla branży w nadchodzących latach, wymuszając wewnętrzne zmiany organizacyjne, rozwój i wdrażanie nowych rozwiązań technologicznych oraz zmiany systemowe.

Poza modyfikacjami wynikającymi z prawodawstwa unijnego, istotny wpływ na sektor będą miały innowacyjne rozwiązania w obszarze tworzyw sztucznych. Rozwój tej grupy materiałów będzie miał charakter wielokierunkowy, uwarunkowany dążeniem do ograniczenia wykorzystania surowców kopalnych w produkcji tworzyw, wzrostem ich funkcjonalności i bezpieczeństwa użycia dla człowieka i środowiska oraz postępującą złożonością i udoskonalaniem systemów wykorzystujących tworzywa. Ważne jest, aby krajowa branża brała aktywny udział w procesie rozwoju i wdrażania innowacyjnych rozwiązań. W przeciwnym wypadku, należy spodziewać się postępującego spadku zyskowności branży oraz ograniczenia jej udziału, zarówno w rynku krajowym, jak i zagranicznym.

Rozwój sektora będzie w znacznym stopniu kształtowany przez wymogi rynkowe, tj. oczekiwania i potrzeby klientów. Zdolność krajowej branży w dostosowaniu oferty do trendów rynkowych będzie wynikać głównie z możliwości rozwijania działalności innowacyjnej. Kondycja branży będzie zależeć od poziomu konkurencyjności wobec zagranicznych graczy, obecnych na naszym rynku. Aby sprostać ciągłej rywalizacji, niezbędne będzie wdrażanie nowoczesnych rozwiązań organizacyjnych i technologicznych w różnych dziedzinach działalności przedsiębiorczej. Tym działaniom powinien być podporządkowany program wspierający

branżę w nadchodzących latach, który jest podsumowaniem przedstawionych wcześniej scenariuszy rozwoju. Celem nadrzędnym planowanych działań powinno być umożliwienie rozwoju polskiego sektora tworzyw sztucznych w kierunku atrakcyjnego i konkurencyjnego producenta wysokomarżowych i małotonażowych rozwiązań materiałowych.

Oczekiwanym rezultatem w nadchodzącym okresie 1-3 lat będzie przygotowanie branży na zmiany systemowe i organizacyjne, poprzez dostosowanie prawodawstwa krajowego, opracowanie koncepcji oraz planów wdrożenia zmian systemowych i usprawnienie oraz optymalizację obecnych narzędzi prorozwojowych dla branży.

Głównymi działaniami w najbliższym okresie (tj. 1-3 lat) powinny być:

- działania popularyzujące i ułatwiające wsparcie projektów B+R firm,
- stworzenie programu sektorowego badań w obszarze tworzyw sztucznych – Innoplast,
- stworzenie mapy specjalizacji branży,
- stworzenie narzędzi i rozwiązań systemowych wspierających wejście przedsiębiorców z obszaru tworzyw sztucznych na rynki zagraniczne poprzez dofinansowanie certyfikacji produktów, działania promocyjne, umożliwiające nawiązywanie kontaktów z partnerami biznesowymi z zagranicy (przy aktywnym

działaniu izb handlowych oraz placówek dyplomatycznych),

- opracowanie koncepcji oraz rozpoczęcie prac systemowych nad unowocześnionym systemem gospodarki odpadami.

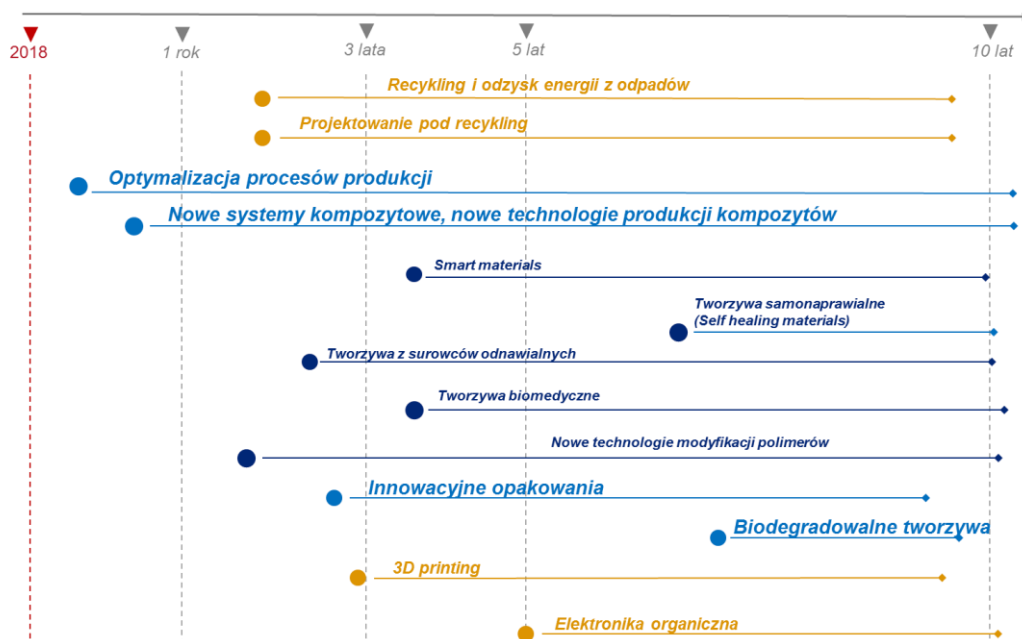
Równolegle do powyższych działań rozwojowych muszą być prowadzone prace B+R nad nowymi technologiami zaprezentowane w scenariuszu „*Rozwój innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych*”. Łączne nakłady potrzebne na realizację ww. scenariusza wynoszą 528,3 mln PLN, przy czym w Etapie 1 – 111,5 mln PLN, w Etapie 2 – 229,5 mln PLN i w Etapie 3 – 187,3 mln PLN.



Mapa drogowa

W trakcie spotkań SL uczestnicy wspólnie z ekspertem wypracowali prognozy dotyczące przewidywanego rozwoju innowacyjnych technologii w obszarze tworzyw sztucznych. Identyfikacja poszczególnych technologii poddanych analizie wiązała się z oceną możliwości ich zastosowania w krajowym przemyśle oraz przewidywanej w przyszłości dyfuzji rozwiązań obecnie niepopularnych w naszym kraju. Wśród technologii istotnych dla rozwoju branży znajdują się rozwiązania ukierunkowane na powstawanie nowych systemów kompozytowych, nowych technologii ich produkcji, optymalizacji procesów produkcji, nowych technologii modyfikacji polimerów oraz innowacje dotyczące zagospodarowania odpadów, np. technologie recyklingowe i odzysku energetycznego, czy projektowanie pod recykling. Wśród uczestników SL przeważało przekonanie, iż badania nad większością spośród wskazanych technologii powinny być inicjowane, a następnie wspierane, także w perspektywie krótkoterminowej. Wpływ technologii na rozwój sektora tworzyw sztucznych i branż wspierających/zależnych będzie znaczący. Według

prognoz, w najbliższych latach, do najbardziej obiecujących technologii będą należały rozwiązania dotyczące druku 3D, elektroniki organicznej, smart materials lub systemów samonaprawialnych (tzw. self-healing). Technologie związane z wytwarzaniem innowacyjnych opakowań, biodegradowalnych tworzyw, czy systemów z surowców odnawialnych będą miały nieco mniejsze znaczenie w najbliższym czasie. Część z innowacyjnych technologii obecnie rozwijanych przez krajowe ośrodki badawcze znacznie wpłynie na działalność sektora w późniejszym okresie.



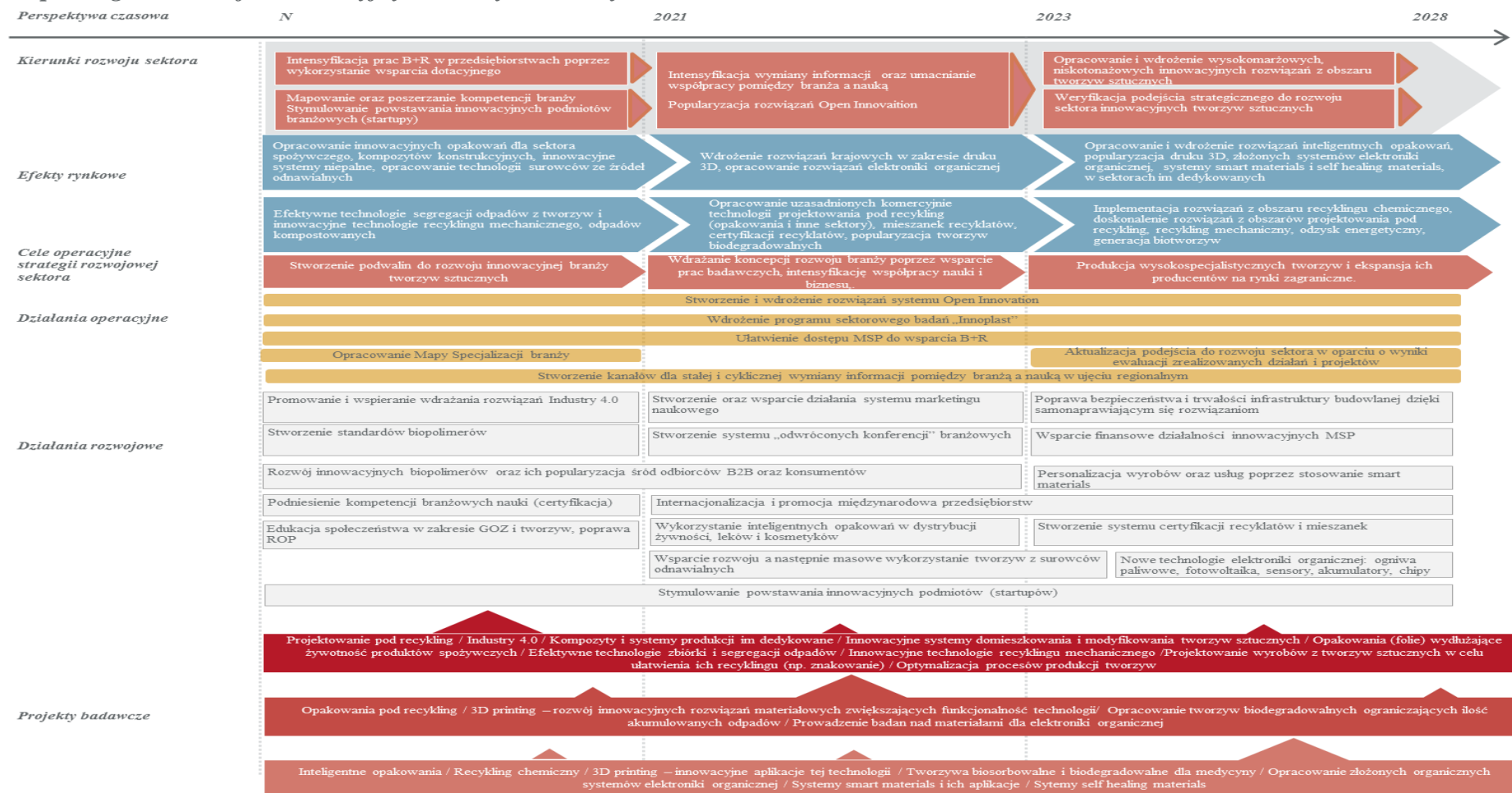
Rysunek 19. Potencjał rynkowy technologii stosowanych w tworzywach sztucznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie prac przeprowadzonych w trakcie SL

Na Rysunku 19 zaprezentowano poszczególne technologie, ich potencjał rynkowy (zilustrowany poprzez wielkość obiektu) oraz przedziały czasowe, w których będą miały największe znaczenie dla rynku. Przewiduje się, że rozwój technologii będzie przebiegał równolegle. Dla przykładu, w odniesieniu do badań nad innowacyjnymi rozwiązaniami z zakresu elektroniki organicznej przewiduje się koncentrację wysiłków na stworzeniu elementarnych rozwiązań dla tej dziedziny w pierwszym okresie planowanych działań.

W późniejszych etapach przewiduje się popularyzację prac nad stworzeniem bardziej złożonych systemów z tego zakresu, opierających się na rozwiązaniach wypracowanych w pierwszym etapie. Takie ujęcie zagadnienia nie wyklucza istnienia i konieczności wspierania prac, które dotyczyłyby różnego poziomu zaawansowania i złożoności elektroniki organicznej w poszczególnych etapach – np. wsparcia badań nad złożonymi układami organicznymi zbudowanymi z wielu elementów już w najbliższym czasie.

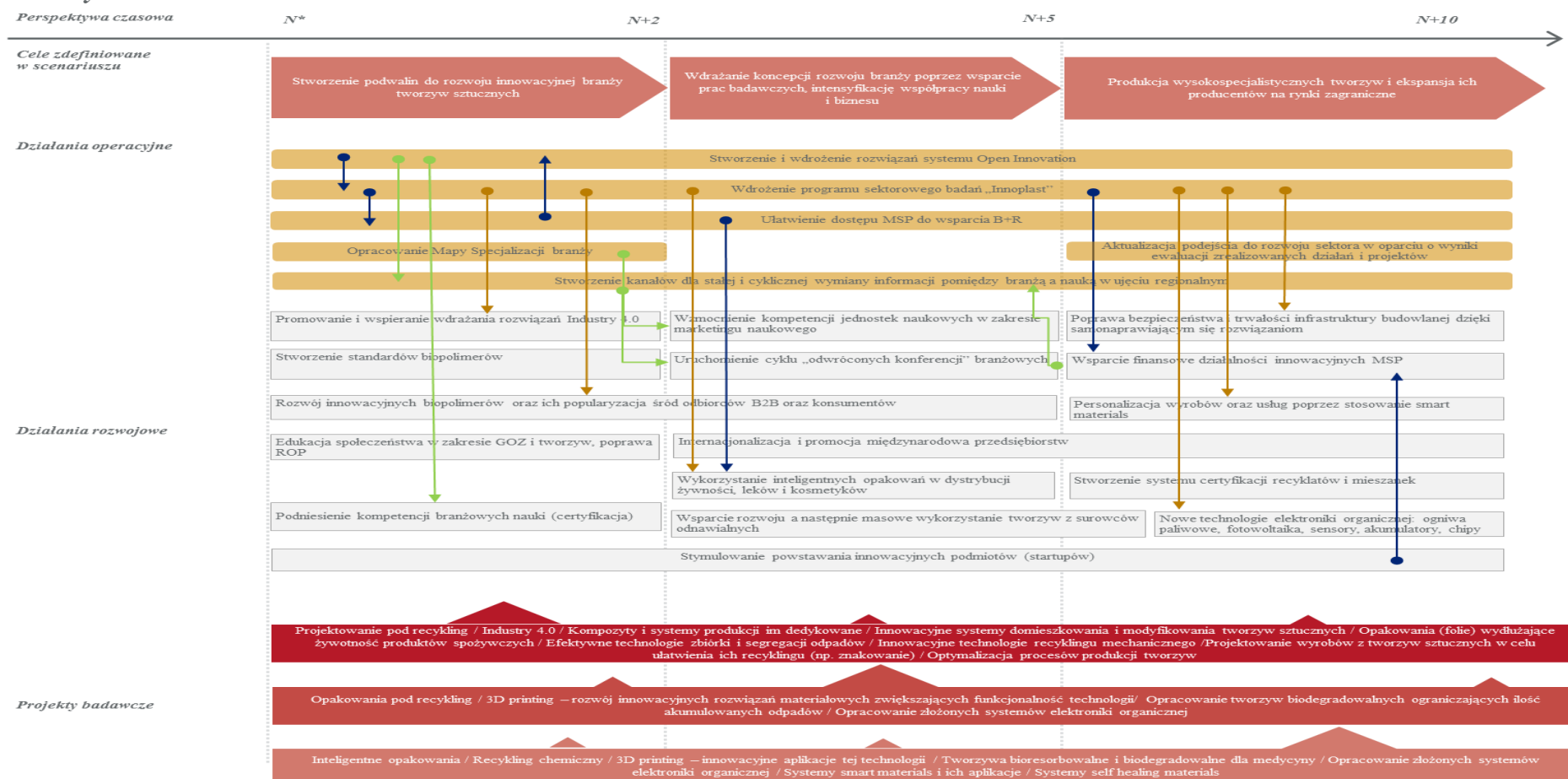
Mapa drogowa rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych



Rysunek 20. Mapa drogowa rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych

Źródło: opracowanie własne

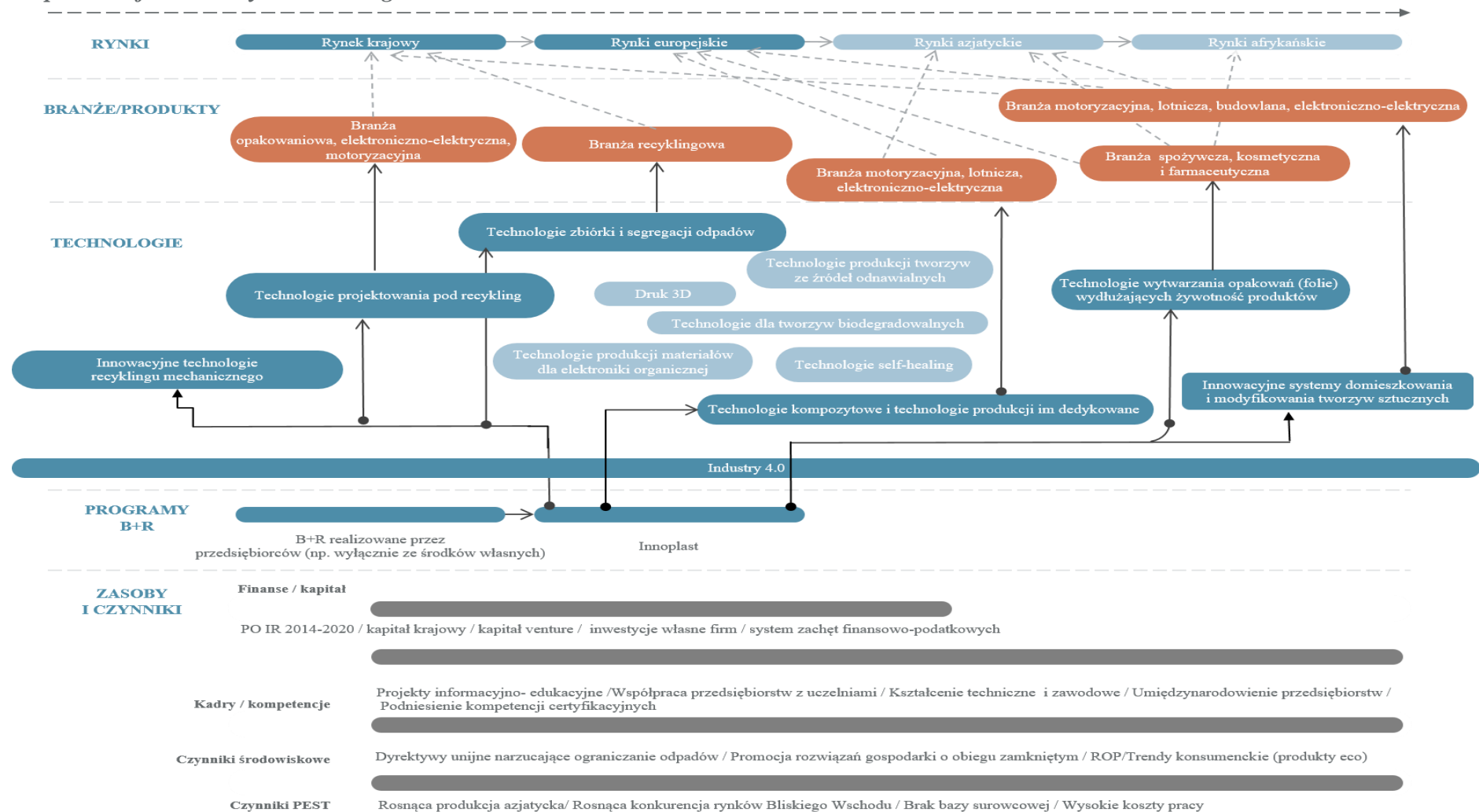
Oddziaływania pomiędzy planowanymi działaniami oraz ich wpływ na cele operacyjne scenariusza „Rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych”



Rysunek 21. Identyfikacja oddziaływań pomiędzy planowanymi działaniami oraz ich wpływ na cele operacyjne scenariusza „Rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych”

Źródło: Opracowanie własne

Mapa rozwoju kluczowych technologii



Rysunek 22. Mapa drogowa rozwoju kluczowych technologii

Źródło: Opracowanie własne

Opracowana mapa drogowa działań rozwojowych branży skupia się na niezbędnych aktywnościach z obszaru B+R oraz działaniach je wspierających. W kontekście wprowadzania innowacyjnych rozwiązań w sektorze, kluczowe jest stworzenie warunków oraz modelu niezakłóconej wymiany informacji pomiędzy uczestnikami tego środowiska. W szczególności rozwiązania z zakresu Open Innovation będą przyczyniać się do rozwoju sieci powiązań oraz współpracy wewnątrz branży, w szczególności pomiędzy światem nauki, przedsiębiorcami oraz inwestorami. Wsparcie finansowe prac B+R prowadzonych przez przedsiębiorstwa będzie pozytywnie wpływać na częstotliwość i jakość tych relacji. Opracowanie nowatorskich rozwiązań w wyniku prowadzonych prac B+R a następnie ich skuteczna komercjalizacja powinna sprzyjać realizacji nadrzędnego celu, jakim jest ukształtowanie konkurencyjnego i innowacyjnego sektora tworzyw sztucznych, specjalizującego się w produkcji małotonażowych wysokomarżowych produktów, w szczególności z ostatnich elementów łańcucha wartości tworzyw sztucznych. Rozwój modelu Open Innovation powinien wiązać się z ogólnym podnoszeniem jakości usług marketingu naukowego oferowanego przez jednostki naukowe oraz z rozwojem systemu wymiany informacji pomiędzy światem biznesu i nauki na poziomie regionalnym.

Skuteczność realizacji proponowanej mapy drogowej rozwoju technologii zależeć będzie od szeregu powiązanych z nią działań wspierających.

W opracowaniu zostały one skategoryzowane w scenariuszach pobocznych oraz w katalogu działań dodatkowych.



Ocena potencjału gospodarczego sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych w kontekście KIS

Sektor tworzyw sztucznych pełni w Polsce ważną rolę jako dostawca niezbędnych rozwiązań materiałowych stosowanych w różnych branżach, począwszy od produktów konsumenckich, opakowań, po rynek budowlany, transportowy i chemiczny. Wyzwania stojące przed każdym z tych rynków stanowią jeden z czynników wpływających na zmiany w sektorze tworzyw sztucznych. Producenci i przetwórcy tworzyw aby nadążyć za zachodzącymi zmianami oczekiwań odbiorców, w sposób ciągły unowocześniają i dostosowują swoją ofertę. Przemysł tworzyw sztucznych jest jednym z najbardziej innowacyjnych w Polsce. Stały rozwój branży jest tego wyrazem, jak również obserwowany popyt na usługi jednostek B+R.

Uczestnicy SL podkreślali potencjał wzrostowy sektora oraz wskazywali na konieczność jego skutecznego wykorzystania, m.in. w celu przełamania

wciąż istniejących barier. Jako główną barierę na drodze do szybkiego rozwoju sektora wskazywano m. in. utrudniony dostęp do dofinansowania działalności B+R oraz brak programu sektorowego. Takim programem mógłby stać się Innoplast.

Uczestnicy SL potwierdzili, iż nie ma uzasadnienia dla tworzenia odrębnej KIS dla sektora tworzyw sztucznych, ale istnieje potrzeba doprecyzowania opisów istniejących KIS. Opisy KIS, zdaniem uczestników SL, powinny być uzupełnione o następujące zagadnienia:

- działania związane z nowymi trendami w zakresie rozwoju tworzyw sztucznych, dedykowane gospodarce o obiegu zamkniętym. Brak jest w opisach KIS wyraźnego uszczegółowienia potrzeby rozwoju technologii projektowania pod recycling lub tzw. tracinu tworzyw sztucznych – technologii, których rozwój powinien wydatnie wpłynąć na

jakość i skuteczność segregacji odpadów z tworzyw sztucznych, jak i ich przetwarzanie,

- obszarem wymagającym wzmocnienia jest projektowanie funkcjonalnych i innowacyjnych rozwiązań polimerowych i kompozytowych do ogólnych zastosowań. W obecnym kształcie KIS, proponowany obszar badań dotyczy głównie rozwiązań transportowych przyjaznych środowisku. Należy rozważyć, czy takie definiowanie zagadnienia nie zawęży możliwości rozwoju sektora,
- inteligentne materiały (smart materials) są zawężone do zastosowań w elektronice, optoelektronice, sensoryce, informatyce, fotonice i komunikacji. Należy rozważyć, czy obecna definicja inteligentnych materiałów ujęta w KIS, nie zawęży możliwego rozwoju powyższych technologii w takich obszarach jak medycyna, farmacja, przemysł spożywczy i kosmetyczny,
- ostatnim obszarem prorozwojowym, który wymaga uszczegółowienia i rozwinięcia jest technologia druku 3D. Jej obecny opis wyraźnie ukierunkowuje badania na powstawanie nowych struktur materiałowych

wykorzystywanych przy użyciu tej technologii, bez uszczegółowienia w kierunku materiałów wsadowych dla tej techniki (z wyjątkiem technik mikrofluidyzacyjnych). Dodatkowo, brak jest jednoznacznego wsparcia dla rozwoju tych technologii od strony aplikacyjnej (z wyjątkiem branży meblarskiej).

W celu skutecznego rozwoju branży należałoby rozszerzyć i uszczegółwić opisy KIS o wyżej wymienione obszary.



Wnioski i rekomendacje

Tworzywa sztuczne były jednym z pierwszych przykładów osiągnięć naukowych współczesnej chemii z sukcesem wdrożonych do masowej produkcji w XX wieku. Kilkadziesiąt lat po gwałtownym wdrożeniu tworzyw, ich rynek stale rośnie, szczególnie w krajach azjatyckich. Na rynku europejskim mamy do czynienia ze stabilnym wzrostem oraz rozwojem wyspecjalizowanych i wysokomarżowych rozwiązań materiałowych.

Jak każdy sektor, rynek tworzyw sztucznych doświadcza znaczących zmian. Do kluczowych trendów, które będą go kształtować w nadchodzących latach należą: wdrażane prawodawstwo unijne oraz innowacyjne rozwiązania.

Model gospodarki o obiegu zamkniętym

W ramach wprowadzanej w życie strategii dla tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej prowadzi się działania

mające na celu **odejście od liniowego modelu cyklu życia tych materiałów** (tj. wytwarzanie surowca, obróbka i modyfikacja, produkcja wyrobów, składowanie zużytych produktów z tworzyw sztucznych) na rzecz modelu gospodarki o obiegu zamkniętym (tzw. circular economy). Model ten przewiduje konieczność zwracania zużytych tworzyw sztucznych do ponownego wykorzystania i stworzenia przez to zamkniętego obiegu ich masy. Stanowi to wyzwanie dla branży ze względu na brak dostatecznych narzędzi, kompetencji oraz infrastruktury. Dlatego też przed polską branżą tworzywową stoi **wyzwanie dostosowania się do nowych potrzeb i nowego modelu gospodarki**, w szczególności wdrożenie szeregu rozwiązań systemowych.

Jednym z elementów kluczowych dla poprawnego funkcjonowania branży będzie **rozwiązanie kwestii odpowiedzialności za generowane odpady tworzywowe**, najlepiej w postaci dostosowanej do specyfiki i wymagań

polskich realiów uaktualnionej Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta. Jedynie poprawnie sformułowany oraz wdrożony system zagospodarowania i reutilizacji odpadów pozwoli na prawidłowe funkcjonowanie branży tworzywowej w Polsce. Celowi temu powinno być poświęcone wiele uwagi oraz starań w najbliższych latach m.in. poprzez dopracowaną politykę państwa w tym zakresie oraz związane z nią wymogi, jak również systemy wsparcia producentów, przetwórców i podmiotów zajmujących się recyklingiem tworzyw sztucznych.

Podnoszenie konkurencyjności

Wsparcie oraz odpowiednie ukierunkowanie rozwoju branży powinno uwzględniać jej obecną słabość w postaci **przewagi podmiotów małych o niedostatecznej konkurencyjności na arenie międzynarodowej**. Służyć temu powinny programy podnoszące konkurencyjność tych podmiotów poprzez:

- **dofinansowanie badań** w ramach programów badawczych Innoplast,
- **certyfikację produktów**,
- wspierające **działania marketingowe na rynkach zagranicznych**.

Powstawanie i wdrażanie innowacyjnych rozwiązań

Poza kwestią rozwoju w kierunku circular economy branża będzie doświadczała trendów związanych z powstawaniem i wdrażaniem **dedykowanych innowacyjnych rozwiązań** oraz **dyfuzją rozwiązań z innych sektorów**.

Przewiduje się, że polska branża tworzyw sztucznych ma już teraz na tyle duży potencjał, aby **w perspektywie 10 lat rozwinąć swoje możliwości badawczo-produkcyjne** do poziomu producenta systemów małotonażowych służących do produkcji lub modyfikacji tworzyw sztucznych i aplikacji specjalistycznych. Konieczne w tym zakresie jest **wdrożenie odpowiednich rozwiązań systemowych** oraz mechanizmów wspierających rozwój branży w pożądanym kierunku. Wśród istotnych działań w tym zakresie wymienić należy:

- **stworzenie programu sektorowego badań Innoplast**,
- budowanie **ekosystemu Open Innovation**,
- opracowanie **mapy specjalizacji branży** jako jednego z pierwszych, ale i bardzo istotnych narzędzi umożliwiającego skuteczne nawiązanie współpracy pomiędzy światem nauki i biznesu.

Analiza branży tworzyw sztucznych wskazuje na drzemiący w niej **potencjał badawczo-rozwojowy** oraz **możliwości techniczne produkcji innowacyjnych rozwiązań** przez krajowych

producentów. Środowisko Open Innovation stanowić powinno podstawę dla wzrostu sektora i podnoszenia jego konkurencyjności.

Rekomendacje **dotyczące rozwoju technologicznego branży** skupiają się na następujących technologiach:

- biopolimerów,
- wytwarzania surowców podstawowych ze źródeł odnawialnych,
- inteligentnych opakowań na użytek żywności, leków i kosmetyków,
- spersonalizowanych rozwiązań z obszaru smart materials,
- elektroniki organicznej,
- kompozytów w zastosowaniu głównie w przemyśle samochodowym i budowlanym,
- tworzyw o ułatwionym recyklingu,
- druku 3D i związanych z nim materiałów.

Działania administracji publicznej

Współpraca z administracją publiczną jest niezbędna do realizacji większości wcześniej wymienionych działań.

Jednocześnie przedsiębiorcy wskazywali na pewne działania, które wsparłyby ich rozwój, a za które odpowiedzialność leży po stronie organów publicznych. Wśród rekomendowanych działań (wskazanych w rozdziale dot. scenariuszy rozwoju) znajdują się:

- **monitorowanie efektów realizacji projektów zaproponowanych w niniejszym dokumencie, przydatności/ skuteczności instrumentów wsparcia, a następnie ewentualna modyfikacja podejścia do rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych** wypracowana wspólnie przez środowisko branżowe i wszystkie zainteresowane resorty,
- **uproszczenie zasad ubiegania się o środki UE** dostępne w ramach programów państwowych,
- **preferencje podatkowe** (ulga B+R - rozszerzenie obecnie dostępnej ulgi).
- popularyzacja programów dofinansowujących B+R,
- opracowanie **programów wsparcia dla branży na poziomie regionalnym** (w tych regionach, w których inteligentne specjalizacje obejmują tworzywa sztuczne),
- wdrożenie **ogólnopolskiego systemu monitorowania przetwarzania odpadów** (w tym z tworzyw sztucznych).

Działania promocyjne

Poza działaniami rozwojowymi ważna jest też **promocja oraz lobbing polskich rozwiązań** na arenie europejskiej, a w konsekwencji – międzynarodowej. Konieczne będzie:

- stworzenie odpowiednich **programów promocji,**
- większe **zaangażowanie dostępnych obecnie środków i podmiotów,** np. placówek dyplomatycznych (ich intensywne działania promocyjne zorganizowane wokół jednego wspólnego programu mogą przynieść wymierne korzyści dla branży jak i polskiej gospodarki).

Branża tworzyw sztucznych powinna dążyć do wypracowania oferty innowacyjnych produktów o wysokiej marżowości. Obecna specyfika branży oraz drzemiący w niej potencjał, jak również sprzyjające uwarunkowania zewnętrzne umożliwiają realizację tego zamierzenia w perspektywie najbliższych 10 lat.

Spis rysunków i tabel

Rysunki

Rysunek 1. Schemat prezentujący metodykę prac nad BTR dla sektora innowacyjnych tworzyw sztucznych	21
Rysunek 2. Wielkość firm sektora tworzyw sztucznych biorących udział w SL	22
Rysunek 3. Lokalizacja firm sektora tworzyw sztucznych biorących udział w SL	22
Rysunek 4. Schemat łańcucha wartości sektora tworzyw sztucznych.....	29
Rysunek 5. Rodzaje tworzyw sztucznych wykorzystywanych globalnie (2015 r.).....	31
Rysunek 6. Rozkład geograficzny światowej produkcji tworzyw sztucznych w 2016 r.	34
Rysunek 7. Średnioroczny wzrost zapotrzebowania na tworzywa sztuczne w 2016 r. (CAGR 2015-2017).....	35
Rysunek 8. Wielkość rynku tworzyw sztucznych w skali globalnej	35
Rysunek 9. Udział krajów Unii Europejskiej w zapotrzebowaniu na tworzywa sztuczne	36
Rysunek 10. Wykorzystanie tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej, 2015 r.	41
Rysunek 11. Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne w Polsce w 2016 r.	50
Rysunek 12. Bilans produkcji i konsumpcji tworzyw sztucznych w Polsce	51
Rysunek 13. Schemat obecnego modelu cyklu życia tworzyw sztucznych	52
Rysunek 14. Bilans handlowy Polski w zakresie tworzyw sztucznych (gotowe wyroby i materiały)	52
Rysunek 15. Analiza cyklu życia tworzyw sztucznych na przykładzie opakowań (wykres Sankeya)	55
Rysunek 16. Proponowany model cyklu życia tworzyw sztucznych w gospodarce cyrkularnej (wykres Sankeya)	58
Rysunek 17. Zapis rezultatów analizy PESTEL przeprowadzonej podczas SL	80
Rysunek 18. Uproszczony schemat cyklu życia tworzyw sztucznych	85
Rysunek 19. Potencjał rynkowy technologii stosowanych w tworzywach sztucznych	114
Rysunek 20. Mapa drogowa rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych	115
Rysunek 21. Identyfikacja oddziaływań pomiędzy planowanymi działaniami oraz ich wpływ na cele operacyjne scenariusza „Rozwoju innowacyjnych tworzyw sztucznych”	116
Rysunek 22. Mapa drogowa rozwoju kluczowych technologii	117

Tabele

Tabela 1. Zestawienie najważniejszych graczy światowych obecnych na rynku europejskim	39
Tabela 2. Metody przetwórstwa tworzyw sztucznych i przykłady formowanych wyrobów	40
Tabela 3. Najważniejsze firmy na rynku polskim	45
Tabela 4. Analiza SWOT dla branży tworzyw sztucznych	79

Spis źródeł

- American Chemistry Council, *Plastics in Automotive*, 2017.
- Andrzej Sobolak, *Oplaty produktowe*, Krajowe Forum Dyrektorów Zakładów Oczyszczania Miast, Kołobrzeg, 2017.
- Andrzej Sobolak, *Oplaty produktowe*, Krajowe Forum Dyrektorów Zakładów Oczyszczania Miast, Kołobrzeg, 2017.
- AT Kearney, *Chemical Industry Vision 2030: A European Perspective*, 2012.
- Biobased news, „Procter & Gamble launches new Fairy Ocean Plastic bottle made from 100% recycled plastic and ocean plastic”, 2017.
- Biuletynu Euro Info, Enterprise Europe Network, *Europejski rynek tworzyw sztucznych*, 2008.
- Carla Sofia Nogueira Rodrigues Teixeira, *Dissertation “Microencapsulation of Perfumes for Application in Textile Industry”*, Universidade do Porto, 2010.
- Chemical & Engineering News, “Chemical makers hold research spending steady, but capital spending will stall in 2016”, 94, 16, 2016.
- David Harbourne, *Fusion UV Systems presentation at ICIS conference*, 2010.
- Ellen MacArthur Foundation, *The New Plastics Economy Rethinking the Future of Plastics*, 2016.
- European Parliamentary Research Service, Didier Bourguignon, *Members' Research Service PE 603.940*, May 2017.
- Executive Packaging, *International Trends in Plastics Packaging and Processing*, 2017.
- Gazeta Prawna, „Ulga B+R bez fajerwerków. Korzysta więcej podatników CIT, ale odliczają mniej”, 23.08.2017.
- German Trade & Invest “*Plastics Value Chain in Germany*”, 2017.
- Henry Chesborough *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology* (2003).
- ICIS market report, 12.2017.
- Jarosław Bieniaś, *Struktura i właściwości materiałów kompozytowych*, Politechnika Lubelska, 2002.
- Kanekiyo, Y., et al., *Stimuli-Responsive Guest Binding and Releasing by Dendritic Polymer-Based Hydrogels*, *Polymer Journal*, 40, 8, 2008.
- Kazimierz Borkowski, *Przemysł tworzyw sztucznych – materiałów XXI wieku*, *Mechanik*, 4, 2015.
- Komisja Europejska, *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym*, 2018.
- Komisja Europejska, *Aneksy do Komunikatu Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym*, 2018.
- Komisja Europejska, *Odpady z tworzyw sztucznych: europejska strategia na rzecz ochrony naszej*
- Komisja Europejska, *Zielona Księga – w sprawie europejskiej strategii dotyczącej odpadów z tworzyw sztucznych w środowisku*, 2013.
- Mario, Hermann, et al., “*Design Principles for Industry 4.0 Scenarios: A Literature Review*”, Technische Universität Dortmund, working paper, 2015.
- Martis, E., et al., “*Nanotechnology based devices and applications in medicine: An overview*”, *Chronicles of Young Scientists*, 3,1, 2012.
- Max Planck Gesellschaft, “*Transporting gold across physical boundaries*”, 2007.
- Paweł Tryzna, *Technologie wytwarzania kompozytów polimerowych*, Baltazar Kompozyty, lipiec 2014.
- Perro, A., et al., “*Design and synthesis of Janus micro- and nanoparticles*”, *Journal of Materials Chemistry*, 35-36, 2005.
- Plastech.pl, “*Nowy typ polimerów z pamięcią kształtu*”, 2010.
- PlasticsEurope Polska, “*Tworzywa sztuczne – Fakty 2016*”, 2016.
- PlasticsEurope Polska, *Raport roczny*, 2016.
- PlasticsEurope, *Biodegradable plastics fact sheet*, 2017.
- PlasticsEurope, *View Paper On Mechanical and Organic Recycling*, 2017.
- Plastics Today, *DuPont accelerating in bioplastics for packaging and more*, 2017.
- PlasticsEurope Market Research and Statistics Group/ Conversio Market & Strategy GmbH, *badania rynkowe*.
- PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) & Conversio Market & Strategy GmbH, *Plastics – the Facts*, 2017.
- Puls Biznesu, “*600 mln PLN na innowacje. Wystartował PFR KOFFI FIZ*”, 13.11.2017.
- Rada ministrów, “*Mapa drogowa – Transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym*”, Projekt uchwały, 2018.
- Research and Markets, *Global Plastics Market Forecast*, 2017.

Richard, P., Wool, „Self-healing materials: a review”, *Soft Matter*, 3,2008.

Softpedia News, Nokia Unveils 'Morph' Concept Mobile Phone, 2008.

Valdes, A. et al. State of the Art of Antimicrobial Edible Coatings for Food Packaging Applications”, *Coatings* 2017, 7(4), 56

Wired, „Inkjet-printed, Flexible, Organic Solar Cells?”, 2011

Spis źródeł internetowych

<https://www.miiir.gov.pl/strony/strategia-na-rzecz-odpowiedzialnego-rozwoju/>

<https://news.sap.com/industry-4-0-two-examples-future-factory/>

<http://www.pioiro.pl/aktualnosci-i-wydarzenia/tworzywa>



Infolinia: 801 332 202
info@parp.gov.pl

Obserwuj nas także na:

