



**POLSKA IZBA
PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO**

Realizacja wybranych założeń
Gospodarki o Obiegu Zamkniętymna
podstawie powiązań surowcowo-
produktowych
oraz synergii biznesowej wybranych
podmiotów przemysłu chemicznego



@PolskaChemia

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach pierwszego konkursu na projekty otwarte w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych "Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków GOSPOSTRATEG.

Opracowanie wskaźników pomiarowych umożliwiających ocenę postępu w transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym oraz wpływu gospodarki o obiegu zamkniętym na rozwój społeczno-gospodarczy na poziomie mezoekonomicznym (regionów) i makroekonomicznym (gospodarki narodowej).
Akronim oto – GOZ



Spis treści

Wprowadzenie	3
1. Zagospodarowanie odpadów i produktów ubocznych	5
2. Produkty GOZ	10
3. Działania firm branży chemicznej pod kątem gospodarki o obiegu zamkniętym.....	12
3.1. Przykłady powiązań surowcowo-produktowych z wykorzystaniem odpadów i produktów ubocznych.....	12
3.2. Przykłady produktów i rozwiązań wpisujących się w ideę GOZ	21
3.3. Przykłady efektywnej gospodarki surowcami naturalnymi	36
Podsumowanie	37

WPROWADZENIE

Przemysł chemiczny, od wielu lat w pełni wpisuje się w założenia Gospodarki o Obiegu Zamkniętym. GOZ to nowa, efektywna gospodarka zasobami, innowacyjny model gospodarczy, poszukiwanie rozwiązań efektywnych środowiskowo i ekonomicznie. Dogłębne poznanie założeń i celów GOZ pozwala zrozumieć zachodzącą transformację technologiczną i produktową przemysłu. Wszechobecność surowców i produktów chemicznych we współczesnym świecie sprawia, że trudno dziś znaleźć gałąź gospodarki niepowiązaną z chemią.

Należy zwrócić szczególną uwagę, iż cały przemysł chemiczny jest systemem naczyń połączonych. Efektem głębokich, wewnętrznych zależności sektora, jest codzienna praktyka sprawiająca, że wszelkie powstające w procesach technologicznych produkty, produkty uboczne, odpady ulegają ponownemu zagospodarowaniu i stają się surowcem, głównym komponentem dla innego procesu, produktu albo w ramach tego samego podmiotu przemysłowego albo w ramach współpracy gospodarczej (synergii biznesowej).

Przemysł chemiczny, bardzo odpowiedzialnie podchodząc zarówno do wszelkich surowców i dóbr naturalnych troszczy się również o środowisko, m.in., znacząco eliminując swoje negatywne oddziaływanie i zmniejszając zużycie surowców. Procesy technologiczne są tak projektowane, aby surowce w obiegu zamkniętym były wykorzystywane w jak największym stopniu. Działania, wpisujące się w szeroko rozumianą Gospodarkę o Obiegu Zamkniętym, polegające np. na uzdatnianiu (oczyszczaniu) wody wykorzystanej już raz w procesach technologicznych są jednymi z najczęściej podejmowanych w krajowym przemyśle chemicznym. Ponadto wszelkie działania podmiotów gospodarczych bazujące na wykorzystaniu odpadów, rozwijające technologie recyklingu chemicznego, wprowadzanie recyklatów do produktów, czy też wprost na ich surowcowym wykorzystaniu to działania będące immanentną częścią przemysłu chemicznego, dodatkowo wpisujące się w idee GOZ.

Dogłębna znajomość procesów technologicznych, świadomość złożoności struktury sektora oraz realnych działań firm z branży są elementami niezbędnymi do prawidłowej i wnikliwej analizy zachowań przedstawicieli przemysłu chemicznego w świetle kierunków rozwoju Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.

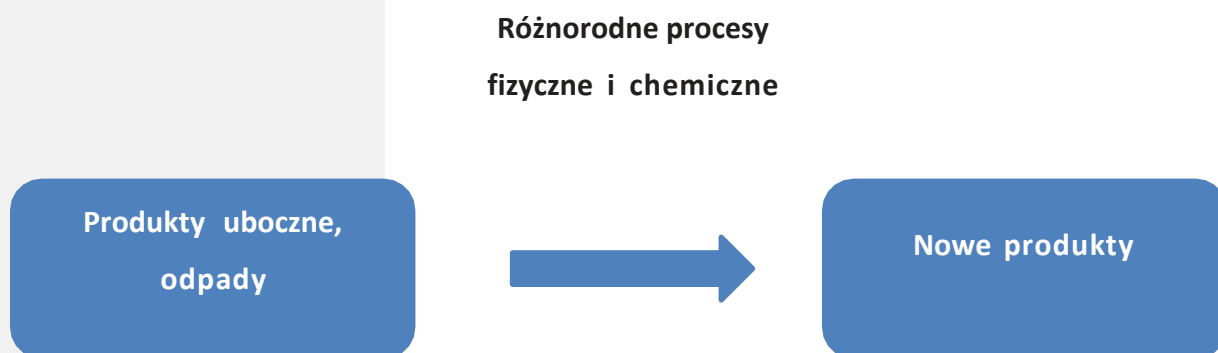
Polska Izba Przemysłu Chemicznego, zrzeszająca blisko 150 podmiotów przemysłu chemicznego, dysponująca odpowiednią kadrą ekspercką oraz doświadczeniem w pracach badawczo-rozwojowych przygotowała niniejsze opracowanie dot. realizacji wybranych założeń Gospodarki o Obiegu Zamkniętym na podstawie powiązań surowcowo-produktowych oraz synergii biznesowej wybranych podmiotów przemysłu chemicznego. Jednocześnie wskazane zostało efektywne wykorzystanie surowców naturalnych w obiegu zamkniętym oraz nowe produkty i rozwiązania GOZ-owe w branży chemicznej wraz ze scharakteryzowaniem ich pod kątem oddziaływania na środowisko i spełniania założeń GOZ.

Wybór produktów i rozwiązań nastąpił w oparciu o dobre praktyki podmiotów krajowych i zagranicznych funkcjonujących w Polsce oraz na przykładzie wybranych krajów Unii Europejskiej. Przemysł chemiczny dysponuje rozwiązaniami, produktami wprowadzonymi na rynek, jak również takimi, które znajdują się na zaawansowanych etapach procesu projektowo-produkcyjnego.

W opracowaniu pokazane zostały przykłady powiązań surowcowo-produktowych, a więc dalszego zagospodarowania produktów ubocznych bądź odpadów oraz produkty GOZ-owe. Wykonana została analiza powiązań surowcowo-produktowych pod kątem GOZ na przykładzie wybranych przedsiębiorstw przemysłu chemicznego w Polsce w celu zgromadzenia informacji świadczących o dalszym zagospodarowywaniu produktów, produktów ubocznych, odpadów powstających w danych procesach przemysłowych. Jednocześnie wskazana została synergia biznesowa prowadząca do wydłużenia czasu życia produktów ubocznych, czy odpadów oraz przykłady efektywnego wykorzystania surowców naturalnych, a więc zamknięcia ich obiegu w ramach procesów technologicznych.

1. ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW I PRODUKTÓW UBOCZNYCH

Branża chemiczna w bardzo świadomy i odpowiedzialny sposób podchodzi do gospodarki zasobami, surowcami, odpadami. Dlatego wszelkie powstające produkty czy odpady próbuje ponownie zagospodarować o czym świadczą liczne nowe produkty, czy też procesy bazujące na ich wykorzystaniu.



Wśród odpadów, które ulegają dalszym procesom prowadzącym do nowych rozwiązań, produktów są m.in.

- oleje przepracowane, wszelkie oleje smarowe lub przemysłowe, które nie nadają się już do zastosowania, do którego były pierwotnie przeznaczone, a w szczególności zużyte oleje z silników spalinowych i oleje przekładniowe, a także oleje smarowe, oleje do turbin i oleje hydrauliczne.
- Syntetyczne oleje, emulsje powstające z obróbki metali.
- Odpady opakowaniowe z tworzyw sztucznych, zmieszane odpady tworzyw sztucznych głównie z grupy poliolefin, miąż gumowy.
- Zużyte katalizatory, odpady z budowy, remontów i demontażu obiektów budowlanych.
- Odpady z rolnictwa, sadownictwa, upraw hydroponicznych, rybołówstwa, leśnictwa, łowiectwa oraz przetwórstwa żywności.

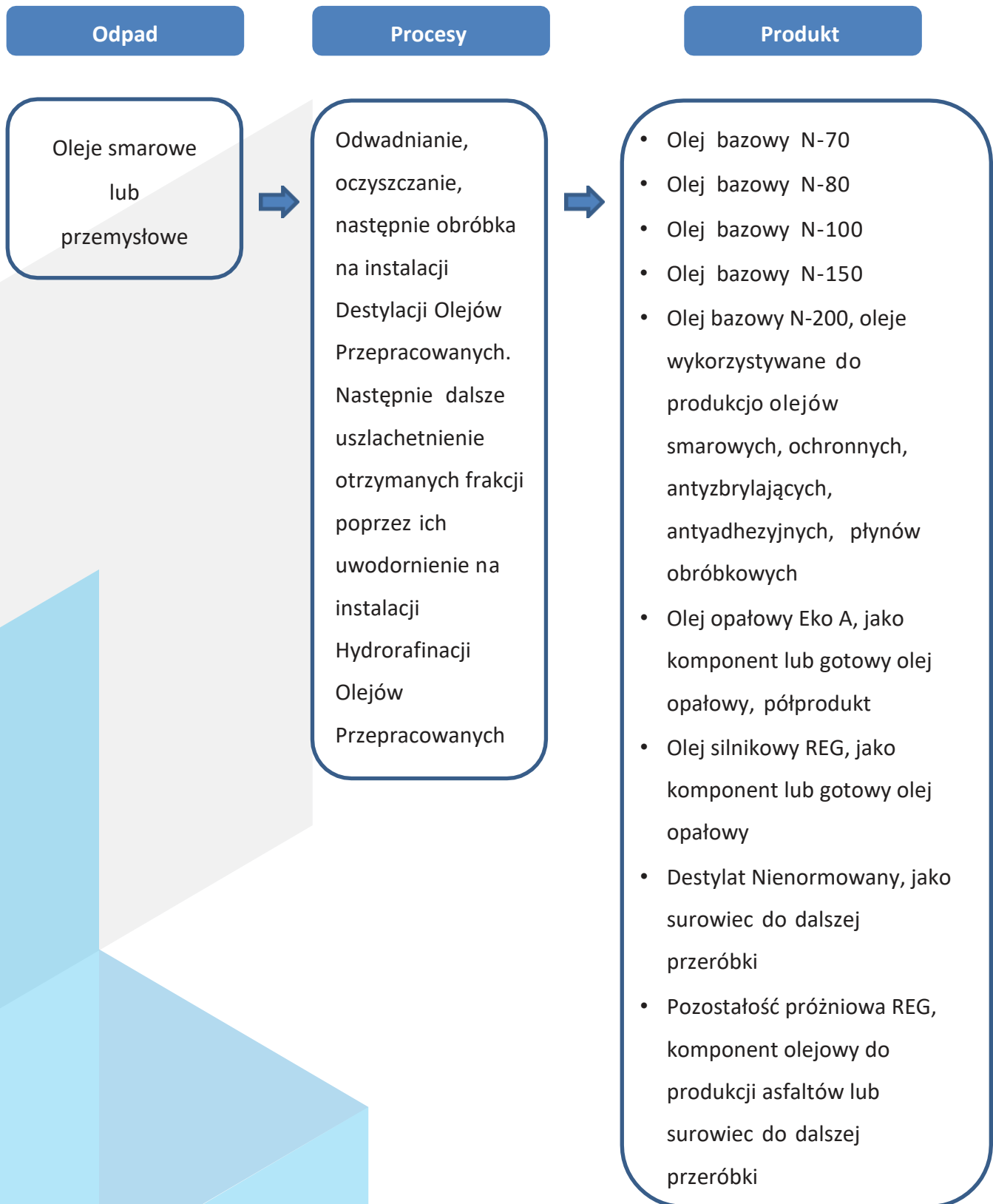
- Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania podstawowych produktów przemysłu chemii organicznej.
- Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania wodorotlenków.
- Szlamy solankowe czy stałe odpady z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych.

Procesy, dzięki którym odpady mogą stać się surowcem, ulec ponownemu wykorzystaniu są bardzo różnorodne w zależności od ich pochodzenia, charakterystyki i składu.

Należą do nich m.in.:

- instalacje regeneracji olejów odpadowych (odwadnianie, oczyszczanie, destylacja, uwodornienie),
- procesy recyklingu mechanicznego i chemicznego (pirolizy, krakingu, hydrorafinacji, destylacji),
- odzysku metali,
- wyłaczania,
- procesy degummingu,
- estryfikacji,
- metanogenezy,
- syntezy.

Poniżej przedstawiony został przykład zagospodarowania w nowe produkty odpadów w postaci wszelkich olejów smarowych lub przemysłowych, które nie nadają się już do zastosowania, do którego były pierwotnie przeznaczone, a w szczególności zużyte oleje z silników spalinowych i oleje przekładniowe, a także oleje smarowe, oleje do turbin i oleje hydrauliczne:



Schemat 1: Przykład przetworzenia odpadów w nowe surowce, produkty wraz ze wskazaniem stosowanych procesów

Gospodarka obiegu zamkniętego to nie tylko zagospodarowanie odpadów i tworzenie z nich nowych produktów i rozwiązań, ale to również wykorzystywanie produktów, produktów ubocznych powstających w licznych procesach przemysłowych. Zgodnie z ideą GOZ w branży chemicznej nic nie ulega marnotrawieniu, a wszystkie cykle produkcyjne są tak opracowywane, aby tworzyły obieg zamknięty, a ewentualne odpady i produkty uboczne ulegały zagospodarowaniu przez ten sam podmiot gospodarczy lub inny w ramach szeroko pojętej współpracy gospodarczej.

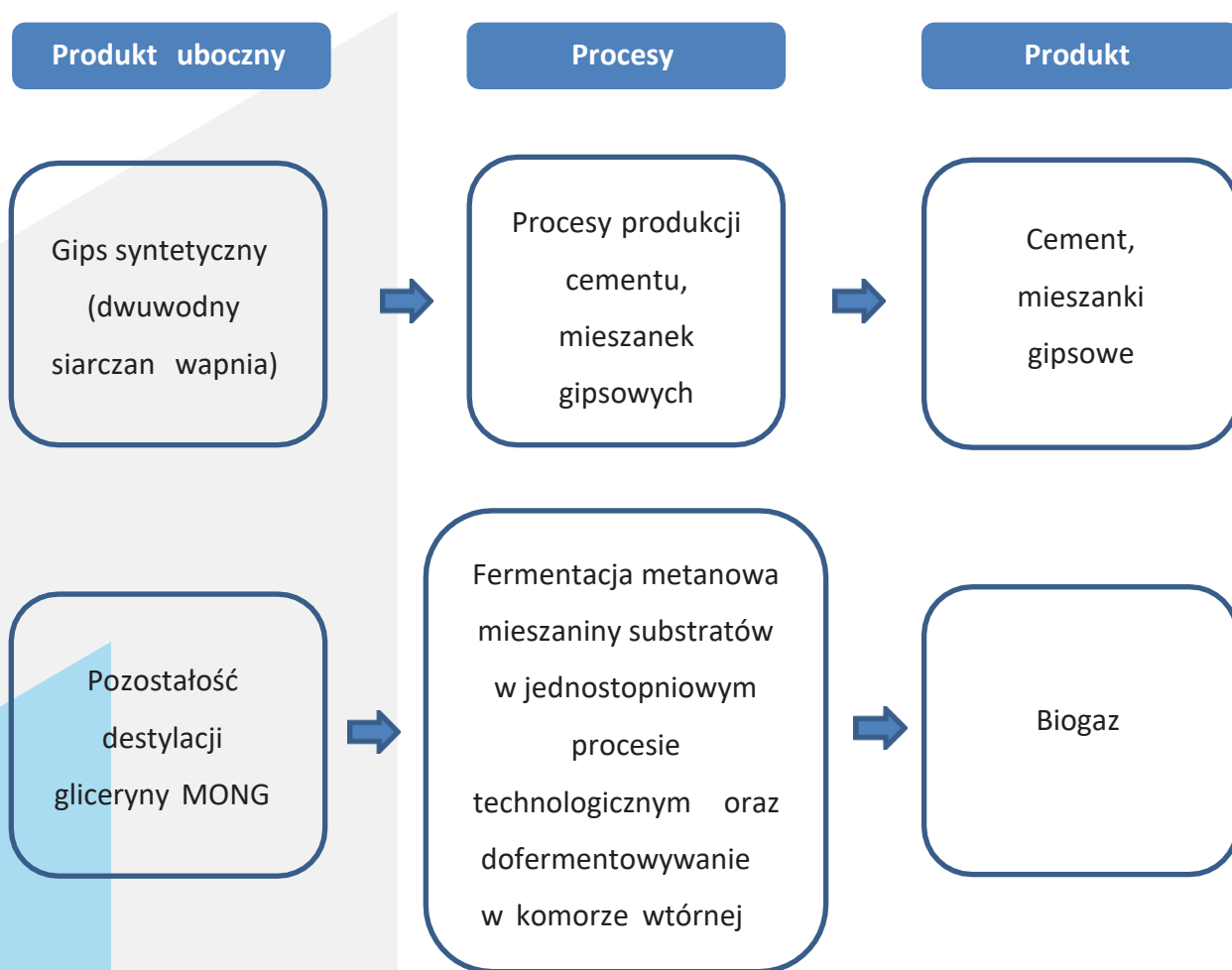
Wśród takich produktów ubocznych w branży chemicznej znajdują się m.in.

- gips syntetyczny,
- pozostałość destylacji gliceryny,
- żużel paleniskowy,
- kwas siarkowy o stężeniu 78%,
- faza organiczna (mieszanka polioli polieterowych),
- odgazy zawierające gazowy chlor,
- dwutlenek węgla,
- olej talowy,
- biogaz (powyżej 70% CH₄),
- retentat,
- ścier,
- uboczne produkty pochodzenia roślinnego i zwierzęcego,
- nawóz organiczny.

A procesy jakim podlegają to m.in.:

- fermentacja metanowa,
- metanogeneza,
- połączenie strumienia odgazów z nowym strumieniem,
- produkcja suchego lodu,
- spalanie biogazu za pomocą silnika spalinowego z generatorem prądu elektrycznego,
- produkcja cementu, mieszanek gipsowych,
- zatężanie kwasu,
- filtracja.

Schemat 2 obrazuje przykład zagospodarowania produktów ubocznych w postaci gipsu syntetycznego oraz pozostałości destylacji gliceryny w nowe substraty, produkty:

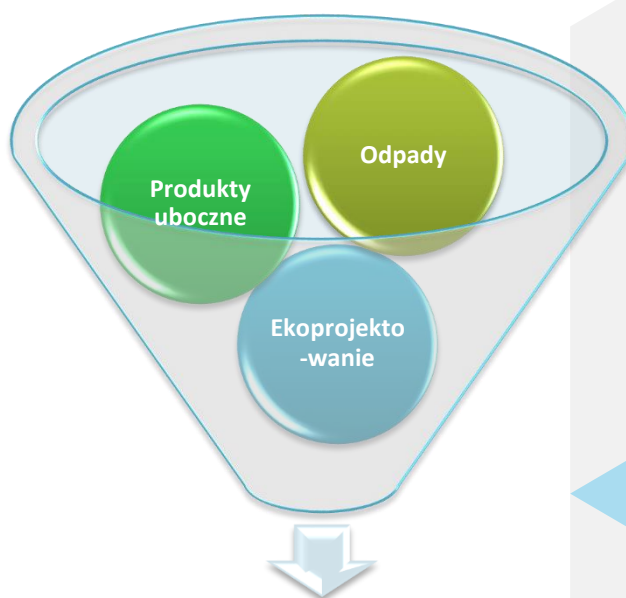


Schemat 2: Przykład przetworzenia produktów ubocznych w nowe surowce, produkty wraz ze wskazaniem stosowanych procesów

2. PRODUKTYGOZ

GOZ polega na zamykaniu obiegu, wydłużaniu cyki życia produktów i traktowaniu odpadów jako cennych surowców wtórnych. Celem niniejszego opracowania jest pokazanie produktów, rozwiązań tworzonych przez branżę chemiczną, które wpisują się w idee GOZ.

Znajdują się tu zarówno produkty projektowane z myślą o ponownym wykorzystaniu, a więc podlegające procesom recyklingu, jak również takie, których głównym składnikiem są odpady powstające w innych procesach, a poprzez ich skuteczne zagospodarowanie nadawane jest im drugie życie przez ponowne wprowadzenie do obiegu surowcowo-produktowego, co zostało poniżej przedstawione na schemacie 3.



Produkt, który może podlegać procesom odzysku lub być komponentem dla nowych rozwiązań produktowych wielu branż przemysłowych

Schemat 3: Idea tworzenia nowych produktów i rozwiązań zgodnie z założeniami GOZ

Należy pamiętać, iż produkty GOZ to nie tylko opakowania i rozwiązania w branży spożywczej, to również nie tylko biotworzywa, ale równie dobrze może to być wodór jak i produkty stosowane w chemii budowlanej czy innych gałęziach przemysłu.

Wśród produktów GOZ-owych lub też powstających z odpadów czy produktów ubocznych w branży chemicznej znajdują się m.in.:

- wodór,
- regranulaty z tworzyw sztucznych,
- nafta syntetyczna,
- oleje bazowe,
- oleje mineralne,
- cement i mieszanki gipsowe,
- biogaz, biometan,
- podchloryn sodu,
- suchy lód, ciekły dwutlenek węgla,
- cementowe kleje do płytek ceramicznych,
- modyfikowane asfalty,
- woski parafinowe hydrorafinowane,
- wolne od zanieczyszczeń rozpuszczalniki alifatyczne,
- zabudowa instalacji do odzysku ciepła odpadowego spalin,
- zabudowa generatorów pary,
- poliole powstające w procesie recyklingu chemicznego,
- stopy kopolimerowe - reaktywne elastomery terpolimerowe,
- kompatybilizatory RETAIN™,
- termoplastyczny silikonowy granulat hybrydowy.

3. Działania firm branży chemicznej pod kątem gospodarki obiegu zamkniętym

Badaniu poddane zostały zarówno małe, średnie jak i duże przedsiębiorstwa funkcjonujące w przemyśle chemicznym, prowadzące działalność pod kątem opracowywania nowych produktów GOZ jak i te, w których realizowane jest domykanie obiegu i efektywne gospodarowanie zasobami.

3.1. Przykłady powiązań surowcowo-produktowych z wykorzystaniem odpadów i produktów ubocznych

1) ORLEN Południe S.A.

- *Wszelkie oleje smarowe lub przemysłowe, które nie nadają się już do zastosowania, do którego były pierwotnie przeznaczone, a w szczególności zużyte oleje z silników spalinowych i oleje przekładniowe, a także oleje smarowe, oleje do turbin i oleje hydrauliczne, jak również syntetyczne oleje, emulsje powstające z obróbki metali (są to odpady o kodach: 12 01 07*, 12 01 09*, 12 01 10*, 13 01 04*, 13 01 05*, 13 01 09*, 13 01 10*, 13 01 11*, 13 01 12*, 13 01 13*, 13 02 04*, 13 02 05*, 13 02 06*, 13 02 07*, 13 02 08*, 13 03 06*, 13 03 07*, 13 03 08*, 13 03 09*, 13 04 01*, 13 04 02*, 13 04 03*, 13 05 06*, 13 07 01*, 13 07 03*, 13 08 02*, 13 08 99*, 16 07 08*, 19 02 07*).*

Odpady przyjmowane są do instalacji regeneracji olejów odpadowych ORLEN Południe S.A. zakład w Jedliczu autocysternami lub cysternami kolejowymi. Na podstawie wykonanych analiz oleje są klasyfikowane i kierowane do odpowiednich zbiorników instalacji wstępnego odwadniania i oczyszczania. Wstępnie oczyszczone i odwodnione oleje wprowadzane są do dalszej obróbki na instalacji DOP (Destylacja Olejów Przepracowanych) uruchomionej w roku 1995 r.

Instalacja do destylacji olejów przepracowanych wybudowana została według technologii VISCOLUBE i polega na odwodnieniu i oddestylowaniu lekkich węglowodorów w temperaturze do 140°C pod próżnią 200 mm Hg, a następnie na rozfrakcjonowaniu oleju podgrzanego do 360-370°C pod próżnią 15 mm Hg na poszczególne frakcje. Frakcje te poddawane są następnie dalszemu uszlachetnieniu poprzez ich uwodornienie na instalacji HOP (Hydrorafinacja Olejów Przepracowanych).

W rezultacie powstaje **olej bazowy N-70, olej bazowy N-80, olej bazowy N-100, olej bazowy N-150, olej bazowy N-200**. Są to oleje bazowe o różnych zakresach lepkości, wykorzystywane do produkcji olejów smarowych, ochronnych, antyzbrylających, antyadhezyjnych, płynów obróbkowych. **Olej opałowy Eko A** przeznaczony do zastosowania jako komponent lub gotowy olej opałowy, półprodukt lub do innych zastosowań przemysłowych. **Olej pozostały komponent** - produkt przeznaczony jako komponent lub gotowy olej opałowy. **Olej silnikowy REG** - przeznaczony jest jako komponent lub gotowy olej opałowy. **Destylat Nienormowany** - produkt odsiarczania oleju napędowego, który stosowany jest jako surowiec do dalszej przeróbki. **Pozostałość próżniowa REG** -komponent olejowy do produkcji asfaltów lub surowiec do dalszej przeróbki. **W procesie regeneracji z olejów odpadowych / przepracowanych uzyskuje się wysokiej jakości, głęboko rafinowane oleje bazowe, które są stosowane do wytwarzania różnego typu: przemysłowych olejów smarowych, jak np.: maszynowych, hydraulicznych, turbinowych, olejów do sprężarek chłodniczych i powietrznych, olejów technologicznych, jak np.: do obróbki metali, do olejów konserwacyjnych i antyadhezyjnych, olejów samochodowych, jak np.: olejów silnikowych oraz olejów przekładniowych do przekładni manualnych i automatycznych.** Regeneracja olejów odpadowych skutkuje polepszeniem wskaźników i mniejszym obciążeniem dla środowiska naturalnego, niż pierwotna produkcja olejów bazowych z ropy naftowej - dla znaczących oddziaływań na środowisko, tj.: wyczerpywania się zasobów naturalnych - ponad 30 razy, globalnego ocieplenia (emisja gazów cieplarnianych) - ponad 2 razy, zakwaszenia i pyłu drobnego - ponad 5 razy, eutrofizacji - ponad 3 razy, potencjalnego ryzyka zachorowania na raka -

ponad 10 razy¹. Oleje odpadowe/przepracowane jako alternatywne źródło dla ropy naftowej do produkcji olejów bazowych chronią nieodnawialne zasoby surowców energetycznych.

Od 1996 r. do 2008 r. zaoszczędzono około 3 mln Mg półproduktów ropy naftowej. Do produkcji olejów bazowych z regeneracji na nowoczesnych instalacjach, potrzeba tylko połowy energii niezbędnej do wyprodukowania tej samej masy olejów bazowych z ropy naftowej. Regeneracja olejów odpadowych/przepracowanych skutkuje wzrostem bezpieczeństwa gospodarki narodowej w zapotrzebowaniu na środki smarowe w okresie tzw. „szoku naftowego”. **Z 1 Mg ropy naftowej uzyskuje się 0,150 Mg olejów bazowych, a z 1 Mg olejów odpadowych uzyskuje się 0,600 Mg olejów bazowych. Otrzymywanie 1 kg zregenerowanego oleju bazowego powoduje znacznie mniejszą emisję dwutlenku węgla do atmosfery (ok. 0,8 kg CO₂), w porównaniu do emisji dwutlenku węgla przy produkcji tej samej ilości olejów bazowych z ropy naftowej (ok. 3,2 kg CO₂).**

- *Odpady o kodach: 07 01 08*, 02 03 04, 07 01 99, 07 06 99, 20 01 25*

Źródłem przetwarzanych odpadów jest głównie branża gastronomiczna i produkcyjna sektora rolniczego (zarówno hodowlana jak i produkcja płodów rolnych). Odbierana gliceryna niekondycjonowana powstaje w wyniku procesów produkcyjnych i w wyniku zawrócenia przechodzi ponowny proces podnoszący jej jakość i ograniczający zanieczyszczenia. Oleje roślinne swoje źródło mają w branży gastronomicznej oraz w produkcji rolnej.

Odpady przyjmowane są do instalacji Produkcji Estrów i Gliceryny ORLEN Południe S.A. zakład w Trzebini autocysternami oraz cysternami kolejowymi i po rozładunku trafiają do parku zbiorników. Procesem wstępnym jest degumming polegający na podgrzaniu surowca tłuszczowego oraz separacji gum, mydeł, wody i zanieczyszczeń od oleju.

¹ Źródło: IFEU – Institut für Energie-und Umweltforschung, Heidelberg, Luty 2005 „Ocena ekologiczna i energetyczna rerafinacji olejów odpadowych (przepracowanych) do olejów bazowych: Zastępowanie olejów bazowych uzyskanych z produkcji pierwotnej zawierających składniki semi-syntetyczne i syntetyczne.” Badanie uwzględnia pięć najnowocześniejszych technologii regeneracji olejów odpadowych/przepracowanych stosowanych w Europie.

Kwasy tłuszczowe poddawane są procesowi estryfikacji kwaśnej za pomocą kwaśnej katalizy (kwas siarkowy) z metanolem, równoległe w sekcji rafinacji olej oraz estry kwaśne mieszane są z gliceryną alkaliczną. Po obróbce wstępnej olejów, trójglicerydy podawane są dwustopniowej transestryfikacji w celu oddzielenia kwasów tłuszczowych od trójwartościowego alkoholu gliceryny i przyłącza do jednowartościowego. Po rozdzieleniu faz w zbiorniku sedymentacji następuje dwustopniowe przemywanie – kwaśne (kwasem siarkowym) oraz neutralne (wodą technologiczną). Powstałe estry metylowe po wysuszeniu oraz kontroli jakości przepompowywane są do zbiornika magazynowego. Sekcja zakwaszania gliceryny ma za zadanie zmieszanie surowej gliceryny z kwasem siarkowym oraz rozdzielenie mieszaniny na fazę glicerynową, kwasy tłuszczowe oraz szlam siarczanu potasu. **Siarczan potasu po przemyciu i wysuszeniu stanowi gotowy produkt, kwasy tłuszczowe zawracane są do procesu estryfikacji, faza glicerynowa trafia do sekcji rektyfikacji metanolu.** Rektyfikacja metanolu polega na zatężeniu metanolu oraz sedymentacji i suszeniu gliceryny w wyparkach pod niskim ciśnieniem. Gliceryna techniczna po odwodnieniu poddawana jest dwuetapowej destylacji celem zatężenia a następnie jest oczyszczana w adsorberach z węglem aktywnym oraz ziemią bielącą. Dodatkowym procesem oczyszczania jest obróbka chemiczna z użyciem wodorotlenku baru. **Gotowa gliceryna po kontroli osiąga czystość 99% i pompowana jest do zbiorników.**

W procesie tym powstają estry metylowe kwasów tłuszczonych (biodiesel). **Bioester B100** jest to ester metylowy stosowany jako samoistne pełnowartościowe paliwo do silników z zapłonem samoczynnym, **gliceryna destylowana** - alkaliczna gliceryna o stopniu koncentracji powyżej 99,5% stosowana do produkcji materiałów wybuchowych, do produkcji polioli, do zastosowań technicznych (płyny eksploatacyjne, farby, lakiery, rozpuszczalniki, manometry), w chemii gospodarczej. **Soapstock (mydło z tłuszczami)** - produkt rafinacji olejów roślinnych stosowany do produkcji kwasów tłuszczowych, pasz dla zwierząt oraz mydła, chociaż poszukuje się również innych sposobów zagospodarowania tego surowca. **Siarczan potasu** - stosowany w rolnictwie (do produkcji nawozów) oraz do produkcji szkła i ałunów, do utrzymywania murawy stadionów, boisk sportowych, pól golfowych. **Kwasy tłuszczowe** - znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w medycynie, farmacji, kosmetyce i kosmetologii.

Gliceryna techniczna - do zastosowań technicznych przy produkcji środków antyzamrazających, antyzbrylających, antyadhezyjnych, w biogazowniach, do spalania w energetyce zawodowej.

Pod względem ekonomicznym wyeliminowana zostaje konieczność poszukiwania odbiorcy odpadu, którego zadaniem jest jego unieszkodliwienie. Korzyści środowiskowe dostrzegamy w nadaniu istniejącej już substancji nowych właściwości fizykochemicznych umożliwiających wykorzystanie powstałego już odpadu.

- Pozostałość destylacji gliceryny MONG

Odpad powstaje w procesie produkcji gliceryny destylowanej (surowca do produkcji glikolu propylenowego). MONG powstaje w III sekcji procesu - jednostce destylacji gliceryny. W wyparce cienkowarstwowej odparowywana jest gliceryna, a pozostałość z odparowania (MONG), odprowadzana jest za pomocą układu z dwoma zaworami/komorami spustowymi do koleby, a następnie przetransportowana do kontenerów.

MONG będzie wykorzystany w istniejących biogazowniach rolniczych, których 100% udziałowcem jest ORLEN Południe S.A. Są to:

- CHP Energia sp. z o.o.
- Bioutil sp. z o.o.
- Bioenergy Project sp. z o.o.

Odpowiednio przygotowana mieszanina substratów poddawana jest fermentacji metanowej w pierwotnej komorze fermentacyjnej, w jednostopniowym procesie technologicznym, w temperaturze 52°C oraz w komorze wtórnej, w której zachodzi dofermentowywanie substratów w temperaturze 38°C. Wytworzony biogaz zbierany jest w zbiorniku magazynowym znajdującym się bezpośrednio nad wtórną komorą fermentacyjną. Obie komory pracują szeregowo. Istnieje możliwość dozowania substratów.

Zastosowanie pozostałości po oczyszczaniu gliceryny (MONG) jako dodatku w mieszance z substratami pochodzenia roślinnego i odzwierzęcego w procesie fermentacji metanowej, daje bardzo dobry efekt ekonomiczny dla biogazowni i radykalnie zwiększa produkcję zielonej energii, potrzebnej do wypełnienia celu wskaźnikowego nałożonego Dyrektywą UE RED II. Przeprowadzone badania (dane

literaturowe) wskazują, iż **15% dodatek nieoczyszczonej gliceryny ma bardzo silny wpływ na wzrost ilości wytwarzanego biogazu (480 m³ z 1 Mg substratu)**. Na wzrost potencjału biogazowego oraz zawartości metanu w biogazie, mają wpływ zawarte w MONG-u związki organiczne, głównie gliceryny. Pod względami ekonomicznymi spółka wykorzystując odpad jako surowiec wygeneruje przychód zamiast ponosić koszty związane z gospodarowaniem odpadem.

W październiku 2021 r. do Urzędu Marszałkowskiego woj. Małopolskiego złożony został wniosek o uznanie odpadu MONG jako produktu ubocznego celem dalszego zagospodarowania w innych instalacjach ORLEN Południe S.A.

2) Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A.

- Gips syntetyczny, a więc dwuwodny siarczan wapnia (CaSO₄·2H₂O)

Powstaje on w instalacji odsiarczania spalin (IOS), której głównym celem jest redukcja emisji tlenków azotu, tlenków siarki oraz zmniejszenie emisji pyłów. Przekazywany jest następnie podmiotom zewnętrznym, posiadającym uprawnienia do produkcji z wykorzystaniem gipsu syntetycznego do produkcji cementu, mieszanek gipsowych.

Główną korzyścią środowiskową jest brak wytwarzania odpadu. Produkt uboczny znajduje zastosowanie w procesie technologicznym, pozwalającym na jego całkowite zagospodarowanie.

- Odpady opakowaniowe z tworzyw sztucznych (o kodzie 15 01 02), odpady komunalne z tworzyw sztucznych zebrane selektywnie (o kodzie 20 01 39)

Powstają w wyniku zużycia opakowanych produktów. Mogą pochodzić zarówno z gospodarstw domowych, nieruchomości niezamieszkałych (biura, szkoły, obiekty handlowe) jak i zakładów przemysłowych.

Odpad trafia do zakładów zajmujących się gospodarką odpadami. Mogą być to zarówno firmy prywatne jak i komunalne, gdzie odpady są sortowane i dalej sprzedawane jako surowiec do recyklingu, przetwarzane na paliwo alternatywne RDF lub kierowane jako odpad poprodukcyjny (tzw. balast) na składowiska.

Wysortowany odpad powinien zostać przekazany do zakładu recyklingu, który przetworzy go na regranulat, który jako produkt trafi z powrotem na rynek. Produktem

recyklingu tworzyw sztucznych może być regranulat (w wyniku tzw. recyklingu materiałowego/mechanicznego) lub mieszanina różnych frakcji węglowodorów, które będą dalej wykorzystane np. w produkcji petrochemicznej. W rezultacie powstają regranulaty (np. PET, PP, PE, PS etc.), węglowodory identyczne z węglowodorami kopalnymi.

Korzyści środowiskowe polegają na ponownym wprowadzeniu na rynek odpadu z tworzyw sztucznych w postaci regranulatu, z którego produkowane mogą być opakowania czy inne produkty z tworzyw sztucznych lub jako mieszanina węglowodorów uzyskiwana z ze źródeł odpadowych (odnawialnych). Węglowodory pozyskane w recyklingu chemicznym mogą być wykorzystywane podobnie jak węglowodory kopalne. Zaletą jest ograniczenie składowania odpadów, ograniczenie przetwarzania termicznego oraz redukcja śladu węglowego, a także spełnienie wymagań UE w zakresie recyklingu.

W celu pozyskania odpowiedniej jakości surowca odpadowego z tworzyw sztucznych powinna zostać nawiązana współpraca między zakładami posiadającymi odpady z tworzyw sztucznych oraz zakładami gospodarki odpadami a recyklerami.

3) CFI World S.A.

- Odpad produkcyjny w postaci miazgi gumowego

Odpad powstaje w procesie wytłaczania i formowania na prasach w postaci wypyłek z form, bez finalnego kształtu. Odpad jest mielony i ponownie wykorzystywany w procesie produkcji **mat elektroizolacyjnych**. Jest on mieszany z kauczukiem pierwotnym lub 100% produkcja z odpadu.

Zagospodarowanie miazgi gumowego zapobiega utylizacji odpadów i powstawaniu szkodliwych substancji w procesie spalania.

Wykorzystanie produktu służącego do homogenizacji mielonej gumy pozwala zagospodarować odpad powstający podczas produkcji, jak również możliwe jest wykorzystanie większej ilości odpadu. Zwiększa się udział % odpadu zagospodarowanego. Proces ponownej produkcji okazał się efektywny czasowo - w tej samej jednostce czasu produkcja zwiększyła swoją przepustowość o 20%. Poprawione

zostały również właściwości elektryczne, zwiększona wytrzymałość na przebicia. Prądy upływu zminimalizowane do 0. Otrzymanie tych wyników pozwoliło na zastosowanie 2 razy większej ilości regeneratu gumowego w porównaniu z dotychczas istniejącym rozwiązaniem.

4) PCC Rokita S.A.

- Wieloskładnikowe nawozy zawieszinowe

Odpad jakim są fosforany z produkcji polialkilenoglikoli (07 01 99 (woda fosforanowa)) jest przekazywany do producenta nawozów w celu wykorzystania go jako pełnowartościowy surowiec do produkcji wieloskładnikowych nawozów zawieszinowych.

Dzięki temu następuje mniejsze przechodzenie składników do wód gruntowych ze względu na lepsze wykorzystanie przez rośliny, jak również możliwość nawożenia pod powierzchnią gleby co zmniejsza straty związków azotu i korzystnie wpływa na stan środowiska.

5) NextChem S.p.A.

- Odpady z twardych tworzyw sztucznych

Sztuczne odpady z tworzyw sztucznych, wstępnie posortowane w zakładzie odzysku materiałów, mogą być następnie wykorzystane jako surowiec do produkcji wysoko oczyszczonych i wysokowydajnych polimerów pochodzących z recyklingu za pomocą technologii recyklingu i "upcyklingu".

Wstępnie posortowane odpady z tworzyw sztucznych (pochodzące ze źródeł miejskich lub przemysłowych/komercyjnych) mogą zyskać nową wartość dzięki procesom recyklingu lub upcyklingu. NextChem, dzięki swojej technologii "MyReplast", oferuje klientom gotowe rozwiązania w zakresie recyklingu i upcyklingu, stosując różne technologie, w tym redukcję rozmiaru za pomocą rozdrabniaczy, dalszą rafinację za pomocą technologii NIR (Near-Infra-Red) do sortowania różnych polimerów (PE, PP, PET, PS, ABS, PVC, itd...), mycie i/lub intensywne mycie turbinowe w celu usunięcia

substancji organicznych i kleju, separację densymetryczną, suszenie i sortowanie według kolorów. Wszystko to pozwala na uzyskanie płatków polimerów o wysokiej czystości, gotowych do dalszego wykorzystania. Kolejnym etapem, który pozwala na "upcykling" odpadów z tworzyw sztucznych, jest compounding. NextChem, dzięki swojej technologii „MyReplast”, jest w stanie zaoferować pełne rozwiązania w zakresie compoundingu i receptury chemicznej, poprzez dozowanie dodatków, środków wzmacniających, elastomerów, pigmentów, kompatybilizatorów, aby umożliwić swoim klientom osiągnięcie wysokiego poziomu wydajności polimerów z recyklingu, spełnienie właściwości technicznych dla zastosowań wysokospecjalistycznych, nawet przy wykorzystaniu 100% zawartości z recyklingu.

Technologia "MyReplast" firmy NextChem umożliwia wykorzystanie odpadów z tworzyw sztucznych do produkcji wartościowych polimerów i pozwala klientom na produkcję towarów bez wykorzystania surowców kopalnych i bez składowania i/lub spalania odpadów. Zakłady te są samodzielne i nie wymagają zewnętrznych bodźców ekonomicznych.

Ponadto w ramach współpracy gospodarczej NextChem może pomóc klientom począwszy od pozyskania odpowiedniego surowca, poprzez zaprojektowanie i zbudowanie instalacji do upcyklingu, która zostanie zainstalowana w idealnym miejscu za instalacją odzysku materiałów. Jak również może pomóc w sprzedaży produktów oraz wesprzeć rozwój nowych projektów.

3.2. Przykłady produktów i rozwiązań wpisujących się w ideę GOZ

1) Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A.

- *Zabudowa instalacji do odzysku ciepła odpadowego spalin*

Produktem w duchu GOZ jest ciepło technologiczne i energia cieplna. Założeniem projektu było odzyskanie 17 GJ ciepła odpadowego ze spalin, a więc odzysk energii cieplnej i ograniczenie zużycia paliw. Wśród korzyści środowiskowych można wymienić wykorzystanie ciepła z pieców, które często odprowadzane jest przez kanały spalinowe do komina jako ciepło stracone oraz **zmniejszenie emisji CO₂ o blisko 8 tys. ton rocznie**.

Zabudowa instalacji została zrealizowana, funkcjonuje na instalacji DRW VI.

- *Zabudowa generatorów pary*

Otrzymywane jest ciepło odpadowe do produkcji pary niskociśnieniowej, dzięki czemu następuje odzysk ciepła odpadowego, oszczędność paliwa oraz zachowana jest efektywna gospodarka zasobami. Zabudowa generatorów została zrealizowana, funkcjonuje na instalacji Hydrokrakingu (HRK), a wykorzystanie ciepła odpadowego do produkcji pary niskociśnieniowej oszczędza paliwo niezbędne do prowadzenia procesu. Rozwiązanie to jest przykładem efektywnej gospodarki zasobami i otrzymało Białe Certyfikaty.

- *Wodór wytwarzany z odpadów komunalnych*

Produkt powstaje z wykorzystaniem surowców odpadowych. Eliminuje to konieczność wykorzystywania surowców kopalnych (gazu ziemnego) w celu wytworzenia wodoru. Dodatkowo jest to bardziej efektywny proces pod kątem odzyskania energii zawartej w odpadach od spalania, a także nie generuje produktów ubocznych, które wymagają unieszkodliwiania - wszystkie produkty z procesu mogą mieć charakter surowcowy i mogą być dalej stosowane w różnych gałęziach gospodarki.

Nierecyklowalne odpady komunalne są obecnie głównie zagospodarowywane poprzez spalanie w instalacjach termicznego przetwarzania odpadów wytwarzających ciepło i energię elektryczną jako główne produkty oraz spaliny i popiół jako produkty uboczne. Generuje to emisje do atmosfery, ale także powoduje konieczność

unieszkodliwienia popiołów. W omawianym procesie produkt stały jest zeszkłony, dzięki czemu nie uwalnia związanych w nim substancji do gleby i wód, więc może być stosowany jako kruszywo alternatywne. Natomiast produkty gazowe (Wodór i CO₂) powstają jako czyste strumienie gotowe do dalszego wykorzystania:

- wodór jako substrat do procesów rafinerijno-petrochemicznych lub jako paliwo dla transportu kołowego;
- CO₂ jako gaz techniczny lub dla przemysłu spożywczego, jako substrat do procesów typu CCU lub CCS.

Dodatkowo unika się emisji gazów cieplarnianych pochodzących ze składowania odpadów. Mając na uwadze wszystkie zalety tego procesu rozwiązanie wdrażane jest obecnie przez PKN ORLEN.

- *Nafta syntetyczna*

Produkt (ciekła mieszanina węglowodorów) powstający z odpadów poliolefin (polipropylen, polietyleny, kopolimery PE/PP), których nie można poddać recyklingowi mechanicznemu ze względu na zanieczyszczenia, niskie parametry fizyko-chemiczne itd. Wykorzystanie procesów recyklingu chemicznego pozwala zawrócić materiałowo tworzywa sztuczne (w tym wypadku PE, PP i kopolimery). Dotychczas odpady z tworzywa sztucznych, które nie spełniają wymogów recyklingu mechanicznego były kierowane do wytwarzania paliw alternatywnych (pre-RDF, RDF), a następnie stosowane w spalarniach odpadów lub cementowniach w celu odzyskania energii.

W omawianym procesie produkt recyklingu chemicznego (ciekła mieszanina węglowodorów) skierowana będzie do co-processingu w części petrochemicznej zakładu produkcyjnego w celu wytworzenia nowych surowców petrochemicznych.

Poddanie tych odpadów recyklingowi chemicznemu pozwala:

- uniknąć emisji GHG związanych ze spalaniem paliw alternatywnych;
- redukuje ilość energii, jaką należałoby włożyć w wytworzenie analogicznych ilości nowego tworzywa lub innych produktów petrochemicznych z surowców kopalnych;
- redukuje zapotrzebowanie na surowce kopalne.

Rozwiązanie obecnie jest wdrażane przez PKN ORLEN.

2) Basell Orlen Polyolefins Sp. z o.o.

- *Tworzywa sztuczne/poliolefiny - polimery do produkcji folii, elementów wtryskowych, rur itp.*

Produkt można przetwarzać nieskończoną ilość razy przy założeniu prawidłowej segregacji. Wyprodukowane elementy polimerowe mogą być zmielone i ponownie wykorzystane do produkcji innych przedmiotów.

Produkcja tworzyw sztucznych odbywa się z zachowaniem zasady prawidłowego gospodarowania nimi/nadzoru, co daje wymierne korzyści w postaci lekkich, ekologicznych produktów, które można przetwarzać nieskończoną ilość razy. Produkt dostępny na rynku od 15 lat.

3) ORLEN Południe S.A.

- *Olej bazowy N-70*
- *Olej bazowy N-80*
- *Olej bazowy N-100*
- *Olej bazowy N-150*
- *Olej bazowy N-200*

Są to oleje bazowe o różnych zakresach lepkości, wykorzystywane do produkcji olejów smarowych, ochronnych, antyzbrylających, antyadhezyjnych, płynów obróbkowych.

- *Olej opałowy Eko A*

Olej przeznaczony do zastosowania jako komponent lub gotowy olej opałowy, półprodukt lub do innych zastosowań przemysłowych.

- *Olej pozostały komponent*

Produkt przeznaczony jest jako komponent lub gotowy olej opałowy.

- *Olej silnikowy REG*

Przeznaczony jest jako komponent lub gotowy olej opałowy.

- *Destylat Nienormowany*

Produkt odsiarczania oleju napędowego, posiadający zastosowanie jako surowiec do dalszej przeróbki.

- *Pozostałość próżniowa REG*

Komponent olejowy do produkcji asfaltów lub surowiec do dalszej przeróbki.

Proces regeneracji olejów odpadowych wpisuje się jako etap odzysku w ogólnym schemacie GOZ olejów smarowych, który można podzielić na następujące etapy:

- 1) tworzenia baz olejowych z ropy naftowej/olejów odpadowych,
- 2) produkcja środków smarowych,
- 3) zbiórka olejów przepracowanych,
- 4) regeneracja/odzysk frakcji olejowych z olejów przepracowanych,
- 5) ponowne wykorzystanie produktów regeneracji w produkcji.

W procesie regeneracji z olejów odpadowych / przepracowanych uzyskuje się wysokiej jakości, głęboko rafinowane oleje bazowe, które są stosowane do wytwarzania różnego typu: przemysłowych olejów smarowych, jak np.: maszynowych, hydraulicznych, turbinowych, olejów do sprężarek chłodniczych i powietrznych, olejów technologicznych, jak np.: do obróbki metali, do olejów konserwacyjnych i antyadhezyjnych, olejów samochodowych, jak np.: olejów silnikowych oraz olejów przekładniowych do przekładni manualnych i automatycznych.

Regeneracja olejów odpadowych skutkuje polepszeniem wskaźników i mniejszym obciążeniem dla środowiska naturalnego, niż pierwotna produkcja olejów bazowych z ropy naftowej - dla znaczących oddziaływań na środowisko¹ tj.:

- ✓ Wyczerpywania się zasobów naturalnych - ponad 30 razy.
- ✓ Globalnego ocieplenia (emisja gazów cieplarnianych) - ponad 2 razy.
- ✓ Zakwaszenia i pyłu drobnego - ponad 5 razy.
- ✓ Eutrofizacji - ponad 3 razy.
- ✓ Potencjalnego ryzyka zachorowania na raka - ponad 10 razy.

Oleje odpadowe / przepracowane jako alternatywne źródło dla ropy naftowej do produkcji olejów bazowych chronią nieodnawialne zasoby surowców energetycznych. **Od 1996 r. do 2008 r. zaoszczędzono około 3 mln ton półproduktów ropy naftowej.**

Do produkcji olejów bazowych z regeneracji na nowoczesnych instalacjach, potrzeba tylko połowy energii niezbędnej do wyprodukowania tej samej masy olejów bazowych z ropy naftowej. Regeneracja olejów odpadowych / przepracowanych skutkuje wzrostem bezpieczeństwa gospodarki narodowej w zapotrzebowaniu na

środki smarowe w okresie tzw. „szoku naftowego”.

Z 1 tony ropy naftowej uzyskuje się 150 kg olejów bazowych, a z 1 tony olejów odpadowych uzyskuje się 600 kg olejów bazowych.

Otrzymywanie 1 kg zregenerowanego oleju bazowego powoduje znacznie mniejszą emisję dwutlenku węgla do atmosfery (ok. 0,8 kg CO₂), w porównaniu do emisji dwutlenku węgla przy produkcji tej samej ilości olejów bazowych z ropy naftowej (ok. 3,2 kg CO₂).

Opracowana technologia działa od kilkunastu lat, a powstające produkty sprzedawane są na skalę przemysłową.

4) CFI World S.A.

- *Cementowe kleje do płytek ceramicznych*

Cementowe kleje do mocowania okładzin z płytek ceramicznych w klasach podwyższonych parametrów przyczepności, odporności na spływ, wydłużonego czasu otwartego oraz odkształcalności z wykorzystaniem miazgi gumowej. Projekt obecnie w fazie testów - badany jest wpływ dodatków gumowych na parametry klejów cementowych do płytek w oparciu o przedmiotową normę EN 12004, ze szczególnym uwzględnieniem odkształcenia poprzecznego oraz parametrów przyczepności w warunkach podwyższonej temperatury.

Projekt spełnia założenia wykorzystania surowców w obiegu zamkniętym, z minimalizacją zalegania odpadów gumowych poprzez tworzenie zamkniętej pętli procesów, w której powstające odpady gumowe traktowane są jako surowce przy produkcji klejów cementowych do płytek.

- *Regenerat gumowy TOR do produkcji asfaltów*

Firma CFI World zagospodarowuje miazgę gumową dzięki opracowaniu jej mieszanki z produktem pomocniczym firmy EVONIK Industries AG pod nazwą handlową Vestenamer®. Jest to dodatek do miazgi gumowej pozwalający na lepszą homogenizację z masami asfaltowymi, dodatkowo pozwalający na zagospodarowanie do 20% odpadu gumowego. Takie rozwiązanie pozwala uzyskać dodatkowe korzyści wpływające na cały proces eksploatacji dróg jak również mniejsze zanieczyszczenie

środowiska. Mieszanki z dodatkiem TOR charakteryzują się zwiększoną wytrzymałością na warunki atmosferyczne - szczególnie niskie temperatury. Wysokie temperatury - brak odkształceń (kolein). Droga hamowania na modyfikowanym asfalcie skraca się, ponadto uzyskiwany jest zmniejszony poziom hałasu i zwiększona żywotność nawierzchni w czasie. Równocześnie analizując aspekty środowiskowe należy podkreślić m.in. zmniejszenie emisji lotnych związków organicznych o 57%.

Projekt spełnia założenia wykorzystania surowców w obiegu zamkniętym minimalizując zaleganie odpadów gumowych poprzez tworzenie zamkniętej pętli procesów, w której powstające odpady gumowe wykorzystane są do produkcji modyfikowanych asfaltów. Produkt został skomercjalizowany i jest dostępny na rynku. Ponadto pozwala na zacieśnienie współpracy między producentami modyfikowanych asfaltów a podmiotami przetwarzającymi regenerat gumowy/oponowy.

5) CLARITER

Unikalna technologia upcyklingu firmy CLARITER przekształca odpady z tworzyw sztucznych w 3 składniki przemysłowe: oleje, woski i rozpuszczalniki, które wytwarzają ponad 1000 produktów końcowych i konsumenckich bez wykorzystania ropy naftowej.

- **CLARIWAX**

Woski parafinowe, hydrowoski o numerze EC 265-154-5. Ze względu na zakres wrzenia do grupy wosków wyróżnia się 3 podstawowe produkty: Clariwax®S, Clariwax®M oraz Clariwax®W. Używane w produktach do zastosowań profesjonalnych i przemysłowych, a także do zastosowań konsumenckich, takich jak pasty do podłóg, pasty do butów, smary, emulsje woskowe, lakiery do drewna, świece, lakiery samochodowe, lakiery do mebli, powłoki antykorozyjne.

- **SOLVENTRA**

Do grupy rozpuszczalników alifatycznych, ze względu na różne zakresy wrzenia wyróżnia się 4-5 produktów. Stosowane m.in. w powłokach, środkach czyszczących, smarach, płynach do obróbki metali / olejach do walcowania oraz jako spoiwa i środki antyadhezyjne.

- *OILTER*

Według klasyfikacji biały olej mineralny o numerze EC 232-455-8, stosowany w produktach powłokowych, do produkcji cieczy obróbczych oraz jako smarw laboratoriach.

Poprzez zastosowanie technologii recyklingu chemicznego z tworzyw sztucznych, dla których kończy się cykl życia, otrzymuje się trzy grupy produktów: woski, wolne od zanieczyszczeń rozpuszczalniki alifatyczne oraz oleje białe. Technologia Clariter znacząco przyczynia się do wdrażania GOZ, gdyż odpady plastikowe – np. opakowania, mogą zostać wykorzystane w innych procesach lub bezpośrednio jako składniki produktu końcowego. Spełnione są 3 podstawowe zasady założeń GOZ: reduce, reuse, recycle. Zgodnie ze wstępną analizą LCA, rozpuszczalniki, oleje i woski, powstałe w procesie Clariter, mają mniejszy ślad węglowy niż produkty tego samego typu pochodzenia naftowego. Dzięki efektowi zastąpienia, można zatem mówić o ujemnym netto śladzie węglowym.

Wśród korzyści środowiskowych należy podkreślić przedłużenie cyklu życia produktu końcowego, zachowanie możliwie jak najdłużej wartości produktów oraz wyeliminowanie odpadów i ich zaleganie. Tworzenie kolejnej wartości, dzięki wielokrotnemu wykorzystaniu w sposób produktywny. Zaoszczędzenie kosztów materiałów przez przemysł, tworzenie nowych rynków i nowych produktów. Zwiększenie poziomów recyklingu, a także wprowadzenie na rynek nowych, wysokojakościowych produktów z odpadów, które zastąpią produkty obecnie wytwarzane z ropy naftowej. Technologia ta znajduje się na 7 poziomie TRL (gotowości technologicznej).

Dalsze wykorzystywanie odpadów pozwala uzyskać wysokowartościowe produkty (woski, rozpuszczalniki, olej), które następnie stają się surowcami dla różnych branż przemysłu. Dzięki procesowi hydrowyafinacji wyeliminowane zostają zanieczyszczenia heteroatomowe, dzięki czemu wzrasta wartość otrzymanego produktu oraz zwiększa się zakres jego zastosowania. Dodatkowo otrzymany produkt nie doprowadza do niekorzystnych oddziaływań na środowisko lub zdrowie ludzkie. Korzyścią dla firmy Clariter jest uzyskanie pełnowartościowych produktów końcowych, które mogą być przekazywane do odbiorcy, partnera biznesowego, gdzie staną się surowcem lub

komponentem do utworzenia wysokojakościowego wyrobu (świece, emulsje woskowe, pasty do podłóg, butów, farby, środki smarne itp).

Możliwa jest zatem następująca współpraca biznesowa w przypadku:

- a) WOSKÓW - producenci świec; producenci kosmetyków; producenci emulsji woskowych; w celu otrzymania wyrobów takich jak np.: świece, emulsje woskowe, pasty do podłóg, pasty do butów, smary, lakiery do drewna, lakiery samochodowe, lakiery do mebli, powłoki antykorozyjne;
- b) ROZPUSZCZALNIKÓW - producenci farb, producenci tuszów drukarskich; w celu otrzymania wyrobów takich jak np: farby, tusze drukarskie;
- c) OLEJU - producenci środków smarnych, firmy z branży petrochemicznej; w celu otrzymania wyrobów takich jak np: środki smarne, ciecze obróbcze.

6) DOW

- *Chemiczny recykling pianki poliuretanowej do polioli (Renuva™ polyol)*

Około 30 milionów materacy jest wyrzucanych, a większość z tych nieporęcznych, nieulegających biodegradacji odpadów trafia na wysypiska. Poprzez program recyklingu materacy RENUVA™, DOW planuje zmniejszyć tę górę odpadów, dając nowe życie piance poliuretanowej (PU) ze starych materacy. Nowy surowiec (poliole) zostanie następnie wykorzystany w produktach z elastycznej lub sztywnej pianki do zastosowań takich jak płyty izolacyjne budynków, a nawet nowe materace.

Chociaż przekształcanie pianek PU w poliole nie jest nowością, nigdy nie zostało ono wdrożone w przypadku odpadów poużytkowych ze względu na złożoność łańcucha wartości i technologii. Na przykład w większości krajów brakuje odpowiednich urządzeń do zbiórki odpadów, które uniemożliwiają stabilne pozyskiwanie surowców do recyklingu chemicznego. A rynek niższego szczebla takich polioli jest ograniczony.

Aby zamknąć tę trudną pętlę zasobów, DOW przyjął zintegrowane podejście do współpracy z partnerami łańcucha wartości. Dotychczasowe postępy obejmują:

- opracowanie opłacalnej komercyjnie metody recyklingu: od 2017 roku DOW współpracuje z niemiecką firmą H&S Anlagentechnik, aby dostarczać „pod klucz” know-how w zakresie instalacji i procesów dla polioli RENUVA™. Opracowano specjalne receptury recyklingu chemicznego, aby dostosować powstały polioli RENUVA™ do różnych zastosowań oraz zoptymalizować wydajność i zmaksymalizować wykorzystanie polioli w nowych formułach piankowych;
- skalowanie produkcji;
- pozyskiwanie materiałów pochodzących z recyklingu.

Program recyklingu PU wspiera rozwój GOZ, a także niektóre cele gospodarki o obiegu zamkniętym określone w Europejskim Zielonym Ładzie. Ponadto proces ten może znacznie poprawić ślad węglowy produkcji elastycznej pianki do materacy – nawet o 30%, zgodnie ze wstępnymi ocenami cyklu życia.

- *Modyfikator asfaltu (Elvaloy™ RET)*

ELVALOY™ reaktywne terpolimery elastomerowe (RET) do asfaltu modyfikowanego polimerami do budowy trwalszych i bardziej nośnych dróg. ELVALOY™ RET jest dostarczany w postaci sypkich granulek, które wtapiają się w gorący asfalt, tworząc trwale modyfikowane lepiszczące asfaltowe (bitumiczne). Asfalt modyfikowany metodą RET pozostaje łatwy w użyciu, zapewnia lepszą długoterminową sprężystość i odporność na warunki klimatyczne. W przeciwieństwie do dodatków elastomerowych, które są jedynie zmieszane lub zawieszane w asfalcie, RET blokuje się podczas reakcji w fazie płynnej. Udoskonalone spoiwo pozostaje jednorodne, z dobrym powlekanem kruszywem i przyczepnością.

Dzięki dodaniu do mieszanki tworzywa sztucznego pochodzącego z recyklingu, ELVALOY™ RET umożliwi opracowanie wysokiej jakości asfaltu z recyklingu modyfikowanego polimerami (RPMA) do stosowania na nawierzchniach asfaltowych. Oprócz wykorzystania odpadów z tworzyw sztucznych, nawierzchnia RPMA może pomóc w zmniejszeniu: emisji dwutlenku węgla, zużycia energii, odnawiania nawierzchni.

- *Kompatybilizatory (RETAIN™)*

RETAIN™ poprawia optykę i możliwość ponownego przetwarzania folii z recyklingu. To, co kiedyś uważano za folie trudne do recyklingu, można teraz poddać recyklingowi w

Strumieniach recyklingu PE. Produkt wykorzystuje innowacyjną technologię kompatybilizatora recyklingu opracowaną przez DOW. Składniki polarne są pokrywane (powlekane), zamknięte w kapsułkach i dobrze się rozpraszają. Dzięki dalszemu mieszanu powstałe żywice umożliwiają przetwórcom wytwarzanie nowych folii „z recyklingu” bez utraty właściwości fizycznych lub optycznych – a w niektórych przypadkach mogą je nawet poprawić:

- **Redukcja żelu** – zastosowanie RETAIN™ Polymer Modifier znacząco redukuje żele w filmach wytworzonych z zawracanych strumieni folii barierowych.
- **Właściwości optyczne** – Zastosowanie polimerów RETAIN™ jako kompatybilizatorów w zawartości materiałów pochodzących z recyklingu na bazie EVOH i PA wykazało możliwość uzyskania takiej samej przejrzystości, jak folia kontrolna.
- **Właściwości fizyczne** – włączenie polimerów RETAIN™ jako kompatybilizatorów do zawartości materiałów pochodzących z recyklingu na bazie EVOH i PA wykazało możliwość zachowania właściwości mechanicznych.

Możliwe są również dodatkowe korzyści, w tym oczywiste aspekty zrównoważonego rozwoju i znaczne oszczędności kosztów:

- folie PE/EVOH z modyfikatorem polimerowym RETAIN™ zostały zatwierdzone pod kątem logo: „How2Recycle”;
- umiejętność dzielenia się sukcesem z klientami/branżą;
- możliwość wyeliminowania lub obniżenia kosztów związanych ze zbieraniem, pakowaniem i sprzedażą złomu;
- możliwość lepszego wykorzystania strumienia recyklingu (w przeciwieństwie do sprzedaży za niską wartość lub nawet płacenia za utylizację);
- potencjał do osiągnięcia celów „zero-składowisk” lub „zero odpadów”

7) BASF

- *Odnawialny 1,4-butanodiol*

Produkt o nazwie 1,4-butanodiol (odnawialny BDO, Nr CAS: 110-63-4BDO) powstaje na bazie surowców odnawialnych w jednoetapowym procesie fermentacji na bazie cukrów (opatentowany proces Genomatica). Może być on oparty na dekstrozie lub sacharozie

jako surowcu odnawialnym. BASF wyprodukował komercyjne ilości odnawialnego BDO, oferując go klientom do testowania i użytku komercyjnego. Jakość BDO odnawialnego jest porównywalna z tym otrzymywanym na bazie surowców petrochemicznych. BASF rozszerzył również swoje portfolio, produkując i oferując politetrahydrofuran (PolyTHF®) wytwarzany z odnawialnego BDO.

BDO i jego pochodne są wykorzystywane do produkcji tworzyw sztucznych, rozpuszczalników, elementów chemii elektronicznej i włókien elastycznych m.in. dla przemysłu opakowaniowego, motoryzacyjnego, tekstylnego, sportowego i rekreacyjnego.

Produkt ten jest kluczowy pod względem zrównoważonego rozwoju dalszych grup produktów i w znaczący sposób zmniejsza wykorzystanie surowców nieodnawialnych.

- *ecovio*®

Certyfikowany polimer kompostowalny z zawartością substancji biologicznych. Głównym obszarem zastosowania *ecovio*® są folie z tworzyw sztucznych, takie jak worki na odpady organiczne, torby na owoce i warzywa, torby z podwójnym zastosowaniem (najpierw na zakupy, potem na odpady organiczne) lub folie rolnicze. Ponadto z *ecovio*® można produkować kompostowalne rozwiązania opakowaniowe, takie jak folie powlekane papierem, folie termokurczliwe i przylegające, jak również produkty formowane wtryskowo i termoformowane.

Produkty *ecovio*® są tak samo wydajne i wytrzymałe w użyciu jak konwencjonalne tworzywa sztuczne. Właściwości produktów zostały zaprojektowane w taki sposób, aby po użyciu ulegały one całkowitej biodegradacji w kompoście.

Tak, więc do głównych zalet *ecovio*® należy to, iż jest gotowym związkiem, certyfikowanym kompostowalnym na całym świecie, ma zmienną zawartość biologiczną, można go drukować i spawać. Korzyści dla środowiska widoczne są w postaci biodegradacji w kompoście, co przyczynia się do eliminacji odpadów.

- *B2Last*®

B2Last® to innowacyjny dodatek modyfikujący płynny asfalt o niskiej lepkości, który poprawia przyczepność mieszanki mineralno-asfaltowej. Poprzez usieciowanie składników w ciekłym asfalcie, *B2Last* ogranicza usuwanie kruszywa z lepiszcza i prowadzi do bardziej zrównoważonej, elastycznej nawierzchni. Jest produktem

cyrkularnym, gdyż pozwala na ponowne wykorzystanie granulatu asfaltowego pochodzącego z recyklingu w ciepłej mieszance asfaltowej.

Ponadto produkt ten zwiększa twardość i elastyczność asfaltu, dzięki czemu poprawia żywotność drogi. Zmniejsza emisję CO₂ ponieważ uzyskuje się niższą o 30-40°C temperaturę produkcji i układania mieszanki asfaltowej (ciepłej mieszanki asfaltowej), co pozwala na oszczędność energii i zasobów.

- *Styropor® BMB*

Styropor® BMB to ekspandowany polistyren produkowany z wykorzystaniem metody bilansu biomasy BASF. Przyczynia się do ochrony zasobów, zachowując przy tym swoje właściwości techniczne, gdyż surowce kopalne potrzebne do produkcji Styroporu® są całkowicie zastępowane surowcami odnawialnymi na samym początku łańcucha wartości produkcji.

Zasoby kopalne potrzebne do produkcji pianek styrenowych można w 100% zastąpić surowcami odnawialnymi. Ta metoda produkcji oszczędza cenne zasoby, jednocześnie zmniejszając emisję CO₂. Zbilansowane na biomasę produkty Styropor® BMB, Neopor® BMB i Styrodur® BMB chronią środowisko i klimat bez utraty jakości gdyż pod względem składu i właściwości nie różnią się one od swoich kopalnych odpowiedników.

Produkt pozwala obniżyć ślad węglowy, zmniejszyć emisję CO₂ (Styrodur® BMB o 67%) i gazów cieplarnianych (o 80%), pochodzi z surowców naturalnych, co pozwala na zmniejszenie zużycia zasobów kopalnych.

- *Eumulgin® VL 75*

Eumulgin® VL 75 to emulgator przetwarzany na zimno do emulsji o niskiej lepkości, tak więc jest to uniwersalny, niejonowy emulgator do produkcji emulsji kosmetycznych typu olej w wodzie.

W 100% pochodzi z surowców odnawialnych, które posiadają certyfikat zrównoważonego rozwoju. Produkt zatwierdzony został przez COSMOS i jest zalecany dla naturalnych i organicznych koncepcji receptur, nie zawiera konserwantów. Możliwość przetwarzania na zimno zmniejsza zużycie energii.

- *Trilon® M*

Łatwo biodegradowalny czynnik chelatujący o nazwie Trilon® M będący wysokowydajnym produktem, który może zastąpić fosforany w detergentach do

zmywarek. Skutecznie wiąże on jony twardej wody i zapobiega osadzaniu się kamienia naczyniach podczas cyklu zmywania. Łatwo ulega biodegradacji i spełnia kryteria oznakowania ekologicznego UE, a ponadto przyczynia się do oszczędności energii, kosztów, minimalizacji wielkości opakowań i poprawia bezpieczeństwo.

- *Glasurit® 100*

Glasurit, marka premium lakierów renowacyjnych firmy BASF. Linia 100 to najbardziej zaawansowany wodorozcieńczalny system lakierów bazowych, która spełnia najwyższe wymagania nowoczesnych warsztatów blacharsko-lakierniczych. Jest to pierwsza linia lakierów bazowych na rynku z najniższymi wartościami LZO o wartości 250 g/l, co stanowi 40% redukcję w porównaniu z tradycyjnymi lakierami wodorozcieńczalnymi. Produkt charakteryzuje się doskonałą stabilnością koloru, solidnością w zastosowaniu i korzystnymi cechami środowiskowymi. Szybka i wydajna aplikacja powłoki powoduje znacznie niższą emisję CO₂ niż jakiegokolwiek inny system lakierniczy oraz znaczne ograniczenie ilości użytego produktu.

- *Betatene®*

To naturalny beta-karoten naturalnie pozyskiwany z alg (*Dunaliella salina*). Stanowi część szerokiej gamy produktów beta-karotenowych oferowanych przez BASF. Ten naturalny beta-karoten oferuje szereg korzyści zdrowotnych dla oczu i skóry, oferując doskonałą jakość do zastosowań w suplementach diety oraz żywności funkcjonalnej i napojach. Jest naturalnym, bezpiecznym substytutem sztucznych barwników i zapewnia przejrzystość, stabilność, czysty smak i żywy wygląd.

W przemyśle spożywczym beta-karoten jest stosowany głównie jako barwnik w wielu produktach spożywczych, takich jak lemoniady, margaryna, masło, oleje jadalne, zupy w proszku, makarony, wypieki, wyroby cukiernicze, lody, kremy, sery, jogurty i inne produkty mleczne.

8) NextChem S.p.A.

- *Produkt recyklingu chemicznego nazywamy Zaawansowaną Syntetyczną Ropą Naftową (Advanced Synthetic Crude Oil - ASCO)*

Jest to półprodukt, który może być wykorzystany do produkcji pierwotnych cyrkularnych tworzyw sztucznych lub zaawansowanych paliw niskoemisyjnych.

Strumień elastycznych odpadów z tworzyw sztucznych jest wstępnie sortowany. Zwykle są to tworzywa sztuczne trudne do recyklingu przy użyciu technologii mechanicznych, ponieważ zawierają materiały wielowarstwowe i zanieczyszczenia organiczne. Odpady te mogą być wykorzystane jako surowiec do zastosowań w recyklingu chemicznym. Widzimy, że recykling mechaniczny i chemiczny nie są ze sobą sprzeczne, ale raczej się uzupełniają. NextChem zawiązał strategiczne partnerstwo z dostawcą technologii (zaawansowana piroliza), która pozwala na przekształcenie odpadów z tworzyw sztucznych w wartościową syntetyczną ropę naftową. W zależności od konfiguracji instalacji ropa ta może być dostosowana do wykorzystania w krakingu parowym lub naftowym do wytwarzania nowych monomerów, co pozwala na produkcję nowych polimerów cyrkularnych. Alternatywnie, można ją przetworzyć na paliwo niskoemisyjne, takie jak olej napędowy lub zaawansowane paliwo do silników odrzutowych.

NextChem może zaproponować swoim klientom kompletne rozwiązanie dla zakładów recyklingu chemicznego w celu waloryzacji tego trudnego do recyklingu strumienia, w tym etapów przetwarzania, takich jak oczyszczanie oleju, destylacja i hydrokraking, jak również udzielić wsparcia w zakresie wspólnego rozwoju nowych inicjatyw i projektów. Recykling chemiczny pozwala na zagospodarowanie odpadów z tworzyw sztucznych, które nie nadają się do recyklingu mechanicznego lub jest to proces bardzo trudny. Możliwa jest dzięki temu produkcja pierwotnych tworzyw sztucznych lub zaawansowanych paliw niskoemisyjnych, przy eliminacji wykorzystania surowców kopalnych, składowania odpadów lub ich spalania.

9) SPOLCHEMIE (Czechy)

- *Ciekła żywica epoksydowa (EnviPOXY®)*

Ciekła żywica epoksydowa produkowana z odnawialnego materiału wyjściowego epichlorohydryny na bazie gliceryny będąca półproduktem do wielu procesów chemicznych, prowadzących do nowych produktów tj. powłoki ochronne, podkłady

murarskie, izolacje, betony i zaprawy polimerowe, w przemyśle elektrycznym i elektronicznym jak również motoryzacyjnym. Główną korzyścią środowiskową jest zagospodarowywanie odpadów powstających w procesie produkcyjnym.

3.3. Przykłady efektywnej gospodarki surowcami naturalnymi

1) Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A.

Częściowe zamknięcie obiegu wodnego w Zakładzie Produkcyjnym w Płocku co pozwala na redukcję zużycia wody, ograniczenie ilości generowanych ścieków przemysłowych. Poza najważniejszymi kwestiami - środowiskowymi, wpływa to również na poprawę efektywności gospodarki wodno-ściekowej instalacji przemysłowych zakładu.

2) ORLEN Południe S.A.

W procesie produkcji biogazu rolniczego, surowiec w postaci kiszonki kukurydzy podlega fermentacji metanowej. Z przefermentowanego surowca powstaje nawóz naturalny, który jest wykorzystywany do nawożenia gleby.

Produkcja energii elektrycznej oraz ciepła ze źródeł odnawialnych przyczynia się do zmniejszenia emisji CO₂ oraz innych gazów i pyłów do atmosfery. Powstawanie nawozu naturalnego umożliwia dostarczenie do gleby łatwo przyswajalnych substancji organicznych.

3) GK PCC ROKITA

Wody używane na cele chłodnicze po schłodzeniu są ponownie wykorzystywane na chłodzenie lub jako woda technologiczna. Mają na celu utrzymanie odpowiedniej temperatury prowadzonych procesów i chłodzenie produktów. Zaletą jest ograniczenie poboru surowca ze środowiska. System obejmuje podmioty znajdujące się na terenie Grupy Kapitałowej PCC Rokita.

PODSUMOWANIE

Niniejsze opracowanie jest zbiorem dobrych praktyk branży chemicznej w implementacji założeń Gospodarki o Obiegu Zamkniętym. Pokazane zostały przykłady zagospodarowania odpadów lub produktów ubocznych powstających w danych procesach technologicznych, pod kątem nowych powiązań surowcowo-produktowych, zarówno przez krajowe jak i zagraniczne podmioty branży chemicznej. W rozdziale pierwszym zostały one wymienione w sposób zbiorczy ze względu na bardzo obszerny i różnorodny zakres odpadów i produktów. Możliwe byłoby pokazanie bardzo dużej liczby przykładów powiązań surowcowo-produktowych, zarówno w postaci krótkich jak i dłuższych łańcuchów, realizowanych w ramach jednego podmiotu gospodarczego lub poprzez współpracę biznesową. Odpady, jak się okazało bardzo różne, są niezwykle cennym surowcem dla branży i obecnie stanowią również podstawę do wielu prac innowacyjnych z zakresu eko-projektowania wyrobów i produktów pod kątem poszukiwania rozwiązań o jeszcze lepszych parametrach, ale przy znacznej poprawie oddziaływania na środowisko naturalne.

Wśród zmapowanych powiązań odpad/produkt uboczny - produkt w naszej ocenie **dwa największe, pod kątem liczby nowych produktów, łańcuchy surowcowo-produktowe to:**

1)

Wszelkie oleje smarowe lub przemysłowe, które nie nadają się już do zastosowania, do którego były pierwotnie przeznaczone, a w szczególności zużyte oleje z silników spalinowych i oleje przekładniowe, a także oleje smarowe, oleje do turbin i oleje hydrauliczne. Jak również syntetyczne oleje, emulsje powstające z obróbki metali.



Nowe produkty:

Olej bazowy N-70

Olej bazowy N-80

Olej bazowy N-100

Olej bazowy N-150

Olej bazowy N-200

Olej opałowy
Eko A

Olej pozostały
komponent

Olej silnikowy REG

Destylat
Nienormowany

Pozostałość
próżniowa REG

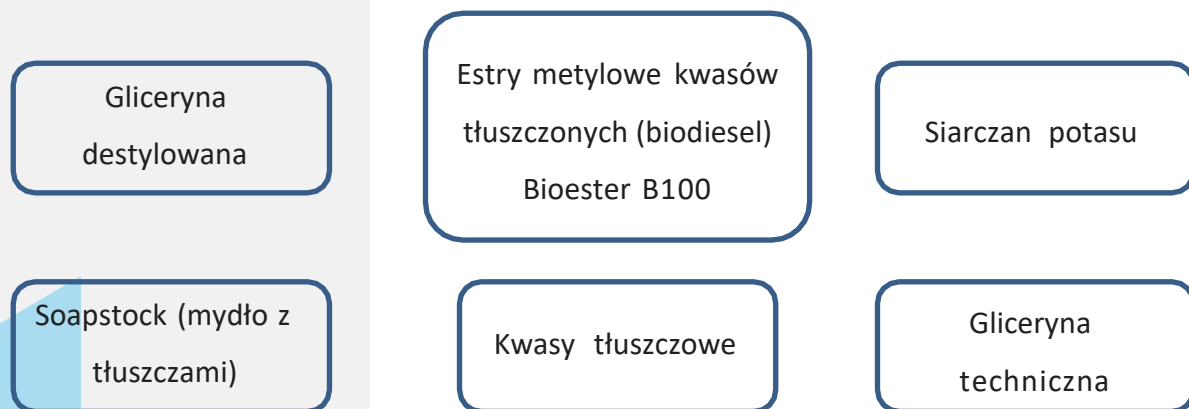
Przemysłowe oleje smarowe: maszynowe, hydrauliczne, turbinowe, oleje do sprężarek chłodniczych i powietrznych. **Oleje technologiczne** do obróbki metali, do olejów konserwacyjnych i antyadhezyjnych. **Oleje samochodowe:** oleje silnikowe oraz przekładniowe do przekładni manualnych i automatycznych.

2)

Odpady o kodach: 07 01 08*, 02 03 04, 07 01 99. Źródłem przetwarzanych odpadów jest głównie branża gastronomiczna i produkcyjna sektora rolniczego (zarówno hodowlana jak i produkcja płodów rolnych).



Nowe produkty:



Bioester B100: samoistne pełnowartościowe paliwo do silników z zapłonem samoczynnym.

Gliceryna destylowana - do produkcji materiałów wybuchowych, polioli, do zastosowań technicznych (płyny eksploatacyjne, farby, lakiery, rozpuszczalniki, manometry), w chemii gospodarczej. **Soapstock** - do produkcji kwasów tłuszczowych, pasz dla zwierząt oraz mydła, poszukuje się również innych sposobów zagospodarowania tego surowca. **Siarczan potasu** - stosowany w rolnictwie (do produkcji nawozów) oraz do produkcji szkła i ałunów, do utrzymywania murawy stadionów, boisk sportowych, pól golfowych. **Kwasy tłuszczowe** - znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, m.in. w medycynie, farmacji, kosmetyce i kosmetologii. **Gliceryna techniczna** - do zastosowań technicznych przy produkcji środków antyzamrazających, antyzbrylających, antyadhezyjnych, w biogazowniach, do spalania w energetyce zawodowej.

Jednym z istotnych czynników determinujących powodzenie procesów mających na celu ponowne wykorzystanie odpadów jest współpraca pomiędzy podmiotami. Bardzo często polega ona na odbieraniu odpadów od podmiotu zewnętrznego przez właściciela instalacji/technologii, która umożliwi ich przetworzenie albo w nowy finalny produkt albo w komponent mający zastosowanie w kolejnym procesie. Przedstawione w opracowaniu firmy współpracują zarówno w obrębie własnej grupy kapitałowej, jak i z zewnętrznymi partnerami/odbiorcami/klientami czego przykładem jest Grupa Kapitałowa ORLEN, Grupa Kapitałowa PCC, BASF, DOW, CFI World S.A., NextChem, CLARITER.

Warto nadmienić, iż CFI World S.A. zagospodarowuje miąż gumowy dzięki opracowaniu jego mieszanki z produktem pomocniczym firmy EVONIK Industries AG pod nazwą handlową Vestenamer®. Efektem tej współpracy biznesowej jest regenerat gumowy TOR do produkcji asfaltów. Projekt spełnia założenia wykorzystania surowców w obiegu zamkniętym minimalizując zaleganie odpadów gumowych poprzez tworzenie zamkniętej pętli procesów, w której powstające odpady gumowe wykorzystane są do produkcji modyfikowanych asfaltów. Produkt został skomercjalizowany, jest dostępny na rynku i ponadto pozwala na zacieśnienie współpracy między producentami modyfikowanych asfaltów a podmiotami przetwarzającymi regenerat gumowy/ oponowy.

Kolejną część opracowania stanowiło zaprezentowanie produktów i rozwiązań GOZ-owych, które przynoszą oczekiwany efekt środowiskowy oraz ekonomiczny. Opisane zostały rozwiązania tworzone przez Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A. (4 przykłady), Basell Orlen Polyolefins Sp. z o.o. (1), ORLEN Południe S.A. (10), CFI World S.A. (2), CLARITER (3), DOW (3), BASF (8), NextChem S.p.A. (1), SPOLCHEMIE (1). Są to zarówno podmioty krajowe i zagraniczne funkcjonujące w Polsce oraz w krajach Unii Europejskiej, a ich produkty i rozwiązania również te GOZ-owe posiadają szerokie grono odbiorców.

Funkcjonowanie obiegu zamkniętego w procesach chemicznych prowadzące do efektywnego wykorzystania surowców naturalnych, zasobów jest codziennością branży chemicznej. Pozwala na redukcję zużycia wody, ograniczenie ilości generowanych ścieków przemysłowych, produkcję energii elektrycznej oraz ciepła ze źródeł

odnawialnych, co przyczynia się do zmniejszenia emisji CO₂ oraz innych gazów i pyłów do atmosfery. Wody zużywane na cele chłodnicze po schłodzeniu są ponownie wykorzystywane na chłodzenie lub jako woda technologiczna, a zaletą jest ograniczenie poboru surowca ze środowiska. Dlatego też w ostatniej części opracowania podano przykłady efektywnego wykorzystania wody i kiszonki kukurydzy przez Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A., ORLEN Południe S.A. i Grupę Kapitałową PCC Rokita.

Gospodarka obiegu zamkniętego nie jest ideą, do której dążymy, a realnym działaniem podejmowanym przez przemysł o czym świadczą wszystkie przytoczone przykłady dobrych praktyk, rozwiązań i produktów. Ponadto warto zwrócić uwagę na ich dużą różnorodność, co wskazuje na to, iż GOZ to model, który dotyczy wielu gałęzi gospodarki, a podmioty branży chemicznej posiadają wysoki potencjał innowacyjny i wieloletnie doświadczenie w zamykaniu obiegów surowcowo-produktowych.



**POLSKA IZBA
PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO**

Polska Izba Przemysłu Chemicznego
Warszawa, ul. Śniadeckich 17, 00-654 Warszawa
+48 22 828 75 06
pipc@pipc.org.pl
media@pipc.org.pl