

# Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny założenia projektu

Barbara CICHY, Stanisław FOLEK – Instytut Nawozów Sztucznych Oddział Chemii Nieorganicznej „IChN” w Gliwicach

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2010, 64, 3, 138-147

## Wstęp

„Technology foresight”, specjalna procedura prognostyczna wykorzystująca różne metody analityczne, jest szeroko stosowana w krajach wysoko rozwiniętych. W Unii Europejskiej została przyjęta jako zalecane podejście w zakresie myślenia i działania odnośnie do przyszłości. W Polsce zrealizowano już szereg projektów typu foresight, w tym Foresight Polska 2020 [1], ale żaden z nich nie obejmował w dostatecznym zakresie problemu odpadów nieorganicznych przemysłu chemicznego. Sektor przemysłu chemii nieorganicznej jest w Polsce silnie rozwinięty, ale wymaga zmian i przekształceń, gdyż oprócz tego, że wytwarza znaczącą część PKB, jest postrzegany jako uciążliwy dla środowiska oraz dla zdrowia ludzi. Z drugiej strony jest niezbędny dla sprawnego funkcjonowania innych dziedzin gospodarki. W Polsce konieczne są duże inwestycje w przemyśle chemicznym – w 2008 r. deficyt w handlu zagranicznym chemikaliami wynosił ok. 9 mld EU [2]. Stwarza to ogromne możliwości we wdrażaniu wyników prognozowania rozwoju i nowych rozwiązań technologicznych.

Konsorcjum złożone z: Oddziału Chemii Nieorganicznej „IChN” w Gliwicach Instytutu Nawozów Sztucznych, Instytutu Ochrony Środowiska i Fundacji Progress&Business uzyskało ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego dotację na realizację, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, projektu „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny”. Projekt ten, realizowany w okresie 01.01.2010-31.12.2011 ma za zadanie stworzenie scenariuszy rozwoju przemysłu nieorganicznego, które pomogą uporządkować gospodarkę poprzemysłowymi odpadami nieorganicznymi w Polsce oraz wytyczenie nowych kierunków rozwoju technologii produktów nieorganicznych wytwarzanych w Polsce w horyzoncie czasowym do 2030 r. Do analizy problemu, budowy modelu badawczego i opracowania scenariuszy rozwoju dla Projektu zostaną wykorzystane nowoczesne metody badawczo-analityczne, charakterystyczne dla procesu foresight: metody analizy wielokryterialnej, zastosowanie systemów zdarzeń dyskretnych, metody ilościowe *cross-impact analysis*, oparte na modelach teorii sterowania i metody reprezentacji wiedzy [3].

Z punktu widzenia polityki ekologicznej i gospodarczej, odpady, jako nieużyteczny produkt procesów gospodarczych i społecznych, wymagają zagospodarowania w sposób zapewniający bezpieczeństwo człowieka i środowiska przed zagrożeniami, jakie stwarza ich obecność w otoczeniu człowieka oraz środowisku. Takie zagospodarowanie wymaga nakładów, stanowiących nieodłączny składnik kosztów wytworzenia produktów. A zatem rozwiązaniem idealnym byłoby wykorzystywanie takich procesów, w których odpady nie występują. W praktyce gospodarczej takich procesów nie ma, ale logiczne jest uznanie, że zadaniem priorytetowym w gospodarce odpadami jest redukcja ilości wytwarzanych odpadów. Zadanie to w znacznym stopniu wykracza poza ramy problematyki związanej z zagospodarowaniem odpadów i wkracza w dziedzinę projektowania procesów produkcji i świadczenia usług. Jego realizacja wymaga stosowania przez przemysł i sektor usług technologii przyjaznych środowisku [4].

W wyniku prac ekspertów zaangażowanych w Narodowy Program Foresight „Polska 2020”, obok scenariuszy rozwoju dla Polski, powstała lista rekomendowanych technologii, które ze względu na już zakumulowany potencjał naukowo-badawczy i kapitał intelektualny stwarzają szansę wdrożeń prowadzących do powstania konkurencyj-

nych lub niszowych gałęzi gospodarki. W zakresie gospodarki odpadami zarekomendowano 5 technologii:

- Zaawansowane, bezodpadowe technologie materiałowe i biodegradowalne materiały inżynierskie dla przemysłu, transportu i energetyki – o zamkniętym, bezpiecznym dla środowiska cyklu życia;
- Przyjazne dla środowiska produkty i technologie chemiczne przetwarzania surowców kopalnych, biomasy oraz odpadów, w chemikalia masowego stosowania i paliwa;
- Nowa generacja technologii efektywnego pozyskiwania i wykorzystywania krajowych zasobów surowców kopalnych z zapewnieniem bezpieczeństwa ekologicznego;
- Nisko- i bezodpadowe technologie produkcji oraz przemysłowe metody wykorzystywania odpadów i unieszkodliwiania substancji niebezpiecznych;
- Nowe technologie ograniczania występowania w środowisku substancji uznanych za szczególnie niebezpieczne [5].

Przemysł chemiczny nieorganiczny jest branżą wytwarzającą uciążliwe dla środowiska odpady przemysłowe. Według Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010 [6] odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii nieorganicznej (grupa 06) wytwarzają głównie zakłady produkujące nawozy mineralne, sodę, pigmenty oraz inne zakłady chemiczne, huty miedzi i stali. Poprawa krajowej gospodarki odpadami nieorganicznymi przemysłu chemicznego, zarówno w aspekcie ograniczania ich produkcji na drodze zmian i optymalizacji istniejących technologii jak i w aspekcie technik i technologii utylizacji powstających odpadów, stanowi długofalowy cel Projektu. Temu powinny służyć wygenerowane scenariusze rozwoju i raporty. Polskie firmy chemiczne (zakłady spółki CIECH S.A., Siarkopol Tarnobrzeg, Luvena S.A. i Chemia Wizów Sp. z o.o.) oraz organizacje, takie jak Polska Izba Przemysłu Chemicznego, a także organizacje ekologiczne, składając listy intencyjne załączone do wniosku o finansowanie badań potwierdzają trafności doboru tematyki badawczej omawianego Projektu i deklarują wolę implementacji przemysłowej opracowanych rozwiązań.

## Stan wiedzy i identyfikacja kluczowych potrzeb badawczych

Strategię postępowania w zakresie gospodarki odpadami w krajach Unii Europejskiej określa dokument Komisji Wspólnot Europejskich [7]. Redukcja ilości wytwarzanych odpadów i intensyfikacja odzysku powodują zmniejszenie wpływu zużycia zasobów nieodnawialnych na środowisko naturalne, co odgrywa istotną rolę w zrównoważonym rozwoju gospodarczym. Dla oceny sposobu zagospodarowania odpadów posługujemy się coraz powszechniej narzędziem analizy cyklu życia (LCA) [8]. Analiza ta polega na ocenie następstw powodowanych przez analizowany produkt (materiał lub przedmiot) w środowisku przez cały okres jego istnienia – obejmujący powstawanie (produkcję), użytkowanie i poużytkowe zagospodarowanie. Kolejne etapy LCA są następujące: (1) identyfikacja i ilościowa ocena obciążeń środowiska przez poddawany ocenie wyrób (tj. zużycie materiałów i energii, emisja zanieczyszczeń, odpady uwalniane do środowiska), (2) ocena potencjalnych efektów tych obciążeń, (3) oszacowanie dostępnym sposobom zmniejszenia tych obciążeń. Analiza, obejmująca cały okres powstawania, użytkowania produktu i zagospodarowania odpadów z niego powstałych, umożliwi porównanie nakładów ener-

getycznych i materiałowych, a także obciążenia środowiska. Ustalenie sumarycznej wielkości obciążenia środowiska przez produkty stanowi podstawę do określenia kosztów ochrony środowiska z tytułu produkcji i użytkowania substancji i przedmiotów, a to z kolei stanowi podstawę do określenia wielkości niezbędnych nakładów na ochronę środowiska, wynikających ze społecznie akceptowanego poziomu ryzyka środowiskowego. Wybór sposobu postępowania z odpadami zależy także od warunków lokalnych, tak aby unikać obciążenia tych części środowiska, w których występują już wysokie obciążenia wynikające z działalności innego rodzaju [9]. Kolejność zadań gospodarki odpadami, jeśli nie udało się uniknąć ich wytworzenia, jest następująca: odzysk, recykling materiałowy i odzysk energii, unieszkodliwienie. Bardzo wiele odpadów wykorzystuje się w procesach recyklingu (np. metale, papier, tworzywa). W przypadku odpadów nieorganicznych jest to w zasadzie niemożliwe – te odpady nie są przydatne do prostego procesu recyklingu. Odnosi się to do np. fosfogipsów w produkcji nawozów fosforowych lub chlorku wapnia w przemyśle sodowym. W takim przypadku należy rozważyć możliwości zmiany procesu produkcyjnego, układu surowcowego, zastąpienie produktu innym wyrobem lub, w ostateczności, redukcję ilości produktu. W prawodawstwie odpadowym WE przewidywane jest wprowadzenie kryteriów dla wybranych procesów odzysku oraz zastosowanie przepisów rozporządzenia WE w celu zwalczania fikcyjnego odzysku odpadów [10]. W rezolucji z dnia 20 kwietnia 2004 r. Parlament Europejski wezwał Komisję do rozważenia rozszerzenia dyrektywy Rady 96/61/WE z dnia 24 września 1996 r. dotyczącej zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli na cały sektor odpadów [11]. Parlament Europejski zwrócił się do Komisji również o wyraźne rozróżnienie pomiędzy odzyskiwaniem a unieszkodliwianiem oraz wyjaśnienie różnicy między odpadami a substancjami niebędącymi odpadami. Do polskiego prawodawstwa przepisy dyrektywy 96/61/WE wprowadza ustawa Prawo Ochrony Środowiska [12]. Art. 16(2) dyrektywy zobowiązuje Komisję Europejską do zorganizowania wymiany informacji na temat najlepszych dostępnych technik (BAT) w zakresie stosowanych technologii i monitoringu. Informacje takie są publikowane w postaci dokumentów BREF wydawanych przez European Commission. Directorate General - JRC Joint Research Centre - Institute for Prospective Technologies. Pojęcie BAT – Najlepszej Dostępnej Techniki – należy rozumieć jako najbardziej efektywne i nowoczesne rozwiązanie w zakresie technologii i techniki, przydatne w praktyce dla zapobiegania uwolnieniom zanieczyszczeń do środowiska, lub, jeśli jest to niemożliwe, dla redukcji tych uwolnień i zmniejszenia oddziaływania na środowisko. Pod pojęciem „techniki” należy rozumieć zarówno proces technologiczny, jak i rozwiązania techniczne (aparatura, urządzenia, wyposażenie budynków i budowli, ich obsługa i konserwacja) i organizacyjne. „Dostępność” oznacza warunki ekonomiczne stosowania (koszty), a także możliwość stosowania tych rozwiązań w warunkach istniejącej infrastruktury. W dyrektywie IPPC (załącznik IV) określono następujące kryteria oceny techniki w operacjach jednostkowych i procedurach postępowania:

- stosowanie technologii niskoodpadowej;
- stosowanie substancji mniej niebezpiecznych;
- przewidzenie odzysku i recyklingu substancji i odpadów powstających w procesie;
- wskazanie porównywalnych procesów, urządzeń lub procedur stosowanych w skali przemysłowej;
- postępy w technologii i wiedzy;
- rodzaje, efekty i wielkości emisji z procesu;
- wyniki badań nowych i istniejących instalacji;
- czas potrzebny na wdrożenie najlepszej dostępnej techniki;
- zużycie i rodzaje surowców (w tym wody) oraz efektywność energetyczna instalacji;
- potrzeby w zakresie zapobiegania lub redukcji uwolnień do środowiska oraz ryzyko środowiskowe;

- potrzeby w zakresie zapobiegania awariom i redukcji ich następstw dla środowiska;
- informacje publikowane przez Komisję Europejską zgodnie z wymaganiami dyrektywy (BAT, monitoring instalacji, postęp techniczny w tym zakresie).

Przyjęta w dyrektywie IPPC strategia odnosi obowiązki redukcji ilości i szkodliwości odpadów dla środowiska do instalacji przemysłowych, produkujących wyroby i towarzyszące im odpady, co wynika ze stosowanych technologii i technik. Zgodnie z tą strategią, instalacje przerabiające odpady świadczą usługi dla instalacji produkcyjnych, polegające na zagospodarowaniu odpadów. Jednak przemysł gospodarki odpadami jest w niektórych przypadkach również wytwórcą wyrobów. Przy wyborze metody odzysku lub unieszkodliwienia odpadu należy brać pod uwagę najlepsze dostępne techniki (BAT) opisane w dokumentach branżowych BREF. Dla odpadów z przemysłu nieorganicznego istotne są BREF-y dotyczące: przemysłu wielkotonażowych chemikaliów nieorganicznych, branży nawozowej, przemysłu specjalistycznych chemikaliów nieorganicznych, przemysłu chloro-alkalicznego i obróbki odpadów.

Rodzaje wytwarzanych odpadów wymienia się w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów [13]. Dokonano tam podziału odpadów na grupy, każdemu z nich przypisano specyficzny kod – odpady przemysłu chemii nieorganicznej posiadają kod 06. Wytwórcami odpadów z grupy 06 są zakłady produkujące nawozy sztuczne, zakłady chemiczne, huty miedzi oraz stali, zakłady produkujące sodę, pigmenty, leki oraz celulozę. Badania w zakresie gospodarki odpadami w technologii chemicznej nieorganicznej prowadzone są w Polsce głównie w: Instytucie Chemii Nieorganicznej w Gliwicach (obecnie Oddział Chemii Nieorganicznej INS) i w Instytucie Nawozów Sztucznych w Puławach, oraz na wydziałach chemicznych szkół wyższych: Politechniki Wrocławskiej, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego (dawniej Politechniki Szczecińskiej), Politechniki Krakowskiej, Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu i Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Na przykład w Instytucie Chemii Nieorganicznej prowadzone są następujące kierunki prac badawczych z zakresu gospodarki odpadami pochodzącymi z przemysłu chemicznego nieorganicznego:

- badania zagospodarowania fosfogipsu;
- możliwości wykorzystania produktów ubocznych z technologii sody;
- utylizacja odpadowego fluorku wapnia z produkcji fosforanów paszowych;
- utylizacja zużytych katalizatorów z przemysłu chemicznego;
- badania unieszkodliwienia odpadów z hydrometalurgii cynku;
- badania zagospodarowania odpadowych soli (np. siarczanu żelaza, siarczanu sodu, siarczanu magnezu).

Opracowując scenariusze rozwoju dla gospodarki odpadowej przemysłu nieorganicznego, należy brać pod uwagę następujące uwarunkowania i ograniczenia:

- nowe uregulowania prawne dotyczące gospodarki odpadami oraz przepisy związane z Dyrektywą IPPC wymuszające uzyskanie pozwolenia zintegrowanego;
- wzrost kosztów korzystania ze środowiska;
- pojawiające się przypadki ograniczenia lub zamknięcia produkcji chemicznej, w przypadku braku możliwości lokowania powstających odpadów na zapełnionym składowisku;
- wdrażanie programu REACH, również w aspekcie otrzymywania nowych produktów z odpadów przemysłowych;
- ograniczenia wynikające z wdrażania normy środowiskowej ISO 14000, wdrażania programu Odpowiedzialność i Troska i wykończenia analiz ekologicznych metodą LCA.

Dla omawianego Projektu istotne jest uwzględnienie następujących niżej wymienionych problemów:

- 1) Problem utylizacji oraz ograniczania ilości wytwarzanych odpadów, zwłaszcza fosfogipsu powstającego przy produkcji kwasu fosforowego, szczególnie w kierunku wykorzystania uzyskanych po unieszkodliwieniu produktów, np. w budownictwie drogowym.
- 2) Proces technologiczny produkcji sody w dalszym ciągu będzie opierał się na tej samej udoskonalonej, ale co do istoty niezmienniej metody Solvay'a, przy wykorzystaniu tych samych co obecnie surowców i wytwarzanie podobnej ilości i jakości odpadów i produktów ubocznych. Należy dążyć do większego wykorzystania wapna posodowego do celów rolniczych i budowlanych, a także do odsiarczania spalin z elektrociepłowni. Istotne są również zagadnienia związane z wykorzystaniem szlamów z oczyszczania solanki i roztworów chlorku wapnia.
- 3) Technologia produkcji bieli tytanowej wymaga wyższego niż obecnie stopnia wykorzystania i zagospodarowania odpadowego siarczynu żelaza(II).
- 4) Pożądane są nowe technologie odzysku cennych składników ze zużytych katalizatorów stosowanych w przemyśle nieorganicznym.
- 5) Należy szerzej wykorzystywać innowacyjne metody w zakresie operacji jednostkowych utylizacji odpadów obejmujących granulację, brykietowanie oraz wykorzystanie technik membranowych, nanofiltracji.
- 6) Uzdatanianie skażonych terenów poprzemysłowych w rejonie istniejących składowisk; szczególnie pilnym problemem do rozwiązania jest uzdatnienie gruntów zanieczyszczonych metalami ciężkimi, rtęcią, arsenem.
- 7) Nowe technologie stabilizacji odpadów niebezpiecznych z docelowym wykorzystaniem uzyskanego produktu.

Do tej pory problematyka gospodarki odpadami polskiego przemysłu nieorganicznego nie była objęta analizami typu foresight. Wpływ przemysłu nieorganicznego na resztę gospodarki jest na tyle znaczący, że przeprowadzenie procesu foresight i wygenerowanie scenariuszy rozwoju gospodarki odpadowej dla tej branży jest niezmiernie istotne dla rozwoju gospodarczego kraju.

### Analiza przydatności rezultatów foresightu do zastosowań praktycznych

Przemysł chemii nieorganicznej, z uwagi na znaczną różnorodność branż (od surowców chemicznych do kosmetyków i farmaceutyków oraz chemikaliów o super czystości, np. dla elektroniki), decyduje o stanie i rozwoju praktycznie każdej dziedziny przemysłu, gospodarki i życia codziennego człowieka. Wyroby przemysłu chemicznego spełniają m.in. rolę:

- kooperacyjną dla wszystkich branż przemysłowych, np. tworzywa konstrukcyjne, zabezpieczenia antykorozyjne, ogumienie, wyroby techniczne gumowe, farby, lakiery, chemikalia czyste, półprodukty nieorganiczne dla przemysłów: maszynowego, motoryzacyjnego, elektrotechnicznego, elektronicznego, chemicznego, papierniczo-celulozowego, szklarskiego, odzieżowego, spożywczego, chemii gospodarczej i innych;
- zaopatrzeniową dla innych dziedzin gospodarki, np. rolnictwa (nawozy, środki ochrony roślin), górnictwa (środki uzdatniania wody), transportu (paliwa, dodatki do paliw i olejów, ogumienie, farby), budownictwa (tworzywa sztuczne, farby, impregnaty) i wielu innych;
- rynkową, dostarczając szeroki asortyment wyrobów bezpośredniej konsumpcji, takich jak: leki, kosmetyki, chemia gospodarcza, farby i lakiery, wyroby z tworzyw sztucznych i gumy, artykuły fotograficzne i fonograficzne, odczynniki chemiczne i wiele innych.

Równocześnie przemysł nieorganiczny i nawozowy należą do działów działalności gospodarczej charakteryzującej się znaczącym oddziaływaniem na środowisko. Przekłada się to na niekorzystny odbiór społeczny tej potrzebnej gospodarczo branży. Wśród potencjalnych oddziaływań na środowisko należy wyróżnić skażenie atmosfery,

zrzut ścieków oraz wytwarzanie odpadów stałych. Odpady pochodzące z przemysłu chemii nieorganicznej, mimo że prawie w całości należą do odpadów klasyfikowanych jako nie niebezpieczne, stanowią istotny problem dla przedsiębiorstw. Składają się na to koszty związane ze składowaniem: opłaty za składowanie, budowa i utrzymanie składowisk, ciągłe monitorowanie odcieków oraz ewentualnych emisji gazów i pyłów, itp.; do tego dochodzą opłaty za korzystanie ze środowiska. Problemy związane z odpadami mogą, w niektórych przypadkach prowadzić nawet do zmiany profilu produkcyjnego zakładu, a w skrajnym przypadku do jego likwidacji. Przykładem mogą być Gdańskie Zakłady Fosforowe, które posiadają zezwolenie na składowanie fosfogipsu do końca 2009 r. Innym przykładem są Zakłady Chemiczne Tarnowskie Góry, które w związku z zagrożeniem wynikającym ze składowania odpadów (w tym niebezpiecznych) zostały zlikwidowane z początkiem lat 90. ub.w. Problem tych odpadów pozostał i jest w gestii władz województwa śląskiego.

### Identyfikacja potencjalnych odbiorców rezultatów badania foresight

Praktycznie wszystkie odpady z przemysłu chemii nieorganicznej są gromadzone na składowiskach przy niewielkim stopniu ich wykorzystania. Według danych Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2010, z końcem 2004 r. na składowiskach znajdowało się ok. 92 mln Mg (grupa 06) odpadów [6]. Na koniec 2008 r. na składowiskach znajdowało się już 100 tys. Mg odpadów. Z przedstawionych danych wynika, że odpady z grupy 06 stanowią największy strumień odpadów wytwarzanych w Polsce. Największe ilości odpadów powstają w przemyśle wydobywczym – 58,3% całości wytwarzanych odpadów, w przemyśle energetycznym – 23,0%, rolno-spożywczym – 7,3%, z instalacji i urządzeń służących zagospodarowaniu odpadów z oczyszczalni ścieków oraz uzdatniania wody pitnej i wody do celów przemysłowych – 4,7% oraz w przemyśle chemii nieorganicznej – 2%. Największe ilości odpadów wytwarza się w Polsce południowej, w województwach: śląskim (ok. 41,9%), dolnośląskim (26,9%) i małopolskim (7,3%) [14].

Najważniejsze zakłady przemysłu chemicznego wytwarzające produkty chemii nieorganicznej (wg ogólnej wartości produkcji rocznej) przedstawiono w tabeli 1. Zakłady te są również największymi „producentami” odpadów. Ilościowo największym problemem są fosfogipsy, praktycznie w całości niezagospodarowane. Według danych własnych IChN, na składowiskach znajdują się następujące ilości fosfogipsu:

- ZCh Police S.A. – 83 mln Mg,
- Gdańskie Zakłady Nawozów Fosforowych FOSFOR S.A. – 17 mln Mg (rocznie 189-200 tys. Mg),
- Chemia Wizów sp. z o.o. – 3,5 mln Mg (aktualnie zakłady nie produkują, nie wznowiono produkcji po upadłości).

Ważnym problemem są również odpady z przemysłu sodowego oraz odpady pochromowe. Na koniec 2007 r. na składowiskach znajdowało się: w Zakładach Soda Mątwy 11,9 mln Mg i w Janikosodzie 1,4 mln Mg. Natomiast w ZCh Alwernia S.A. znajduje się aktualnie ponad 3 mln Mg odpadów pochromowych (odpadów tych już nie przybywa). Łącznie na składowiskach jest ok. 236 tys. Mg wapna posodowego/rok [14].

### Plan realizacji przedsięwzięcia – opis zadań badawczych

Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka dąży do wzmocnienia roli przedsiębiorstw w procesie budowy gospodarki opartej na wiedzy. Celami tego programu są: wzmocnienie konkurencyjności, zwiększenie wpływu sektora nauki na gospodarkę oraz wzmocnienie powiązań międzynarodowych polskiej nauki i gospodarki [15].

Projekt „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego foresight technologiczny” charakteryzuje się silnym powiązaniem z przemysłem, poprzez program badawczy odpowiadający na ściśle

## Główne Zakłady Przemysłu Chemii Nieorganicznej w Polsce, w których powstają odpady

Zakład	Łączna wartość produkcji sprzedanej w 2007 r. mln zł	Główne produkty nieorganiczne i nawozowe	Główne odpady
Zakłady chemiczne związane z grupą CIECH			
IZCh Soda Mątwy S.A.	505	Soda kalcynowana, soda oczyszczona, kreda strącana, chlorek wapnia, hopkalit, sorbenty	Odpady z produkcji sody i soli
JZS Janikosoda S.A. Janikowo	303	Soda kalcynowana, kreda strącana, sól warzona, wapno posodowe	Odpady z produkcji sody i soli
Gdańskie Zakłady Nawozów Fosforowych „Fosfory” sp. z o.o.	313	Kwas siarkowy, nawozy fosforowe i mieszane	Fosfogips
ZCh Alwernia S.A.	158	Związki fosforu i chromu, saletry wapniowa i magnezowa	Odpady pochromowe
Vitrosilicon S.A.	150	Nieorganiczne związki krzemu	Odpady z filtracji szkła wodnego
Zakłady Chemiczne niezwiązane z grupą CIEH			
ZChem. Police S.A.*	1.822	Kwas siarkowy, kwas fosforowy, amoniak, fosforan amonowy, nawozy kompleksowe NPK, biel tytanowa, siarczan żelazawy, fluorokrzemiany	Fosfogips, siarczan żelazawy
ZA Puławy S.A.*	2.504	Amoniak, kwas azotowy, kwas siarkowy, siarczan amonowy, azotan amonowy, nadtlenek wodoru	Brak danych
Anwil S.A Włocławek	2.041	Chlor, ług sodowy, amoniak, kwas azotowy, saletra amonowa, saletrzak	Odpady stałe z elektrolizy soli
Synthos S.A. Oświęcim*	1.841	Chlor, ług sodowy, podchloryn	Odpady stałe z elektrolizy soli, wapno odpadowe
ZA Kędzierzyn S.A.	1.648	Amoniak, kwas azotowy, azotan amonowy, Saletrzak	Brak danych
ZA w Tarnowie-Mościcach S.A.	1.241	Amoniak, kwas azotowy, saletra amonowa, saletrzak, chlor, ług sodowy, związki krzemu, katalizatory żelazowe	Brak danych
ZCh Zachem S.A. Bydgoszcz	904	Chlor, ług sodowy	Brak danych
PCC Rokita S.A., Brzeg Dolny	720	Chlor, ług sodowy	Odpady stałe z elektrolizy soli
ZCh Siarkopol Tarnobrzeg sp. z o.o.	159	Kwas siarkowy, nawozy fosforowe i mieszane, siarka, siarczan glinu, kriolit	Kwas fluorokrzemowy
ZCh Rudniki S.A.	70	Nieorganiczne związki krzemu, wypełniacze krzemionkowe, rozpuszczalne krzemiany sodu i potasu	Odpady z filtracji szkła wodnego
Chemia Wizów sp. z o.o.	Produkcja wstrzymana	Trójpolifosforan sodowy	Fosfogips
LUVENA S.A. (dawniej ZCh Luboń)	Brak danych	Nawozy mineralne, środki myjące	Krzemionka, kwas fluoro-krzemowy

\*Spółki giełdowe. Źródło: „Rzeczpospolita” 31.10.2008 r. oraz opracowania własne IChN

zdefiniowane potrzeby przedsiębiorców. Foresight jest nowoczesnym narzędziem planowania, wskazującym na najbardziej akceptowane społecznie działania, na których powinna się koncentrować finansowa pomoc państwa. Rezultaty foresightu w postaci scenariuszy rozwoju pomagają decydom podejmować decyzje trafne ekonomicznie i akceptowane przez społeczeństwo, a tym samym realizować zasadę zrównoważonego rozwoju. Zwiększenie roli nauki w rozwoju gospodarczym wyraża się m.in. poprzez realizację prac wyprzedzających rozwój, w tym prac o charakterze prognostycznym, opierając się na wiedzy i doświadczeniu najwybitniejszych przedstawicieli świata nauki i przemysłu. Środowisko przemysłu chemicznego poszukuje rozwiązań z zakresu zagospodarowania odpadów nierozdzielnie związanych z produkcją podstawowych chemikaliów lub stopniowego zastępowania nieefektywnych środowiskowo technologii i produktów innymi, alternatywnymi, które generują mniej odpadów, a w szczególności nie wytwarzają odpadów niebezpiecznych bądź trudnych do zagospodarowania. Problem odpadów przemysłu nieorganicznego może okazać się decydujący dla rozwoju tej branży, a nawet dla utrzymania wszystkich istniejących asortymentów produktowych wytwarzanych przez ten przemysł.

Przedmiotem badań foresightowych będą: analiza gospodarki odpadowej oraz nowe i istniejące kierunki badań prowadzące do przyjaznych ekologicznie technologii generujących coraz mniej odpadów trudnych do gospodarczego wykorzystania. Wyniki analizy stanu dotychczasowego i wygenerowane przy różnych warunkach brzegowych

oraz najbardziej prawdopodobne scenariusze rozwoju gospodarki odpadowej przemysłu nieorganicznego zostaną przekazane decydom administracji państwowej i gospodarczej oraz wszystkim zainteresowanym. Rezultaty projektu powinny służyć przygotowaniu odpowiednich działań wyprzedzających w obszarze gospodarczym oraz powinny być wykorzystane do tworzenia, a następnie realizacji, polityki naukowej i innowacyjnej państwa w zakresie objętym badaniem.

W ramach projektu prowadzone będą panele dyskusyjne, sesje tematyczne na konferencjach naukowych, badania analityczne metodą Delphi, portal internetowy, baza wiedzy o odpadach i o technologiach oraz baza ekspertów. Przewiduje się zastosowanie nowoczesnych metod ilościowych i jakościowych wspomagających prognozowanie i badania foresightowe, co gwarantuje przekazanie zainteresowanym zobiektywizowanych raportów eksperckich i scenariuszy rozwoju. Zaplanowane zadania przedstawiono w tablicy 2.

### Podsumowanie

Do tej pory problematyka gospodarki odpadami polskiego przemysłu nieorganicznego, jak i rozwoju tego przemysłu, nie była objęta analizami typu foresight. Wpływ przemysłu nieorganicznego na resztę gospodarki jest na tyle znaczący, że przeprowadzenie procesu foresight i wygenerowanie scenariuszy rozwoju gospodarki odpadowej dla tej branży jest niezmiernie istotne dla rozwoju gospodarczego kraju. W ramach Projektu przeprowadzone zostaną: analizy problemu merytorycznego, budowa modelu badawczego i opracowania

Zadania szczegółowe i milestone projektu „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny”

L.p.	Nazwa zadania	Skrócony opis zadania	Wykonawcy
1	Organizacja, promocja i portal Projektu	Utworzenie portalu projektu: <a href="http://www.inorganicwaste.eu">www.inorganicwaste.eu</a> Nabór ekspertów zewnętrznych i kontakty z nimi. Redagowanie strony, ankiet, informacji o projekcie, korespondencja. Promocja Projektu i PO IG.	IChN
2	Określenie obszarów badawczych, aktualnej sytuacji przedsiębiorstw przemysłu chemicznego i stanu wiedzy z zakresu rozwoju technologii	Określenie stanu wiedzy i stanu techniki w przedmiocie badań. Aktualizacja listy odpadów nieorganicznych przemysłu chemicznego. Prognoza rozwoju branży.	IChN
3	Analiza wstępna – stan prawny aktualny i przewidywany w Polsce i UE oraz rozpoznanie rozwoju technologii bez- i niskoodpadowych	Aktualny stan prawny w Polsce i w Unii Europejskiej jako czynnik sterujący rozwojem branży i gospodarką odpadową. Analiza przygotowywanych aktów prawnych istotnych dla rozwoju przemysłu nieorganicznego w horyzoncie 2030 r.	IOŚ
<b>Milestone 1: Raport – określenie stanu wiedzy z uwzględnieniem uwarunkowań prawnych</b>			
4	Dostosowanie i wdrożenie metodologii foresight	W oparciu o wyniki zadań 2 i 3 dostosowanie typowych metod foresightu do Projektu.	Fundacja
<b>Milestone 2: Raport metodologiczny</b>			
5	Przeprowadzenie badań, analizy Delphi, panele eksperckie	Utworzenie bazy wiedzy i bazy ekspertów. Opracowanie ankiet badania metodą Delphi (I i II runda). Wprowadzanie i analiza danych. Dyskusje w panelu głównych i w panelach tematycznych. Kompleksowa analiza zebranych wyników.	IChN IOŚ
<b>Milestone 3: Analiza wyników badania delfickiego i paneli ekspertów</b>			
6	Opracowanie scenariuszy rozwoju i raportów końcowych	Na podstawie wyników zadania 5 metodami opracowanymi w zadaniu 3 przeprowadzenie analizy optymalizacyjnej i wygenerowanie kilku scenariuszy rozwoju przy różnych warunkach brzegowych. Opracowanie raportu końcowego w wersji pełnej i skróconej.	Fundacja IChN IOŚ
7	Konferencja końcowa. Wnioski dla zainteresowanych zakładów przemysłowych i organizacji gospodarczych oraz Ministerstw	Organizacja konferencji końcowej. Druk materiałów. Rozpowszechnienie wyników Projektu w różnych formach.	IChN IOŚ
<b>Milestone 4: Raport końcowy</b>			

scenariuszy rozwoju przemysłu nieorganicznego przy wykorzystaniu nowoczesnych metod badawczo-analitycznych, charakterystycznych dla procesu foresight. Rezultatem Projektu będą dokumenty strategiczne w postaci raportu końcowego zawierającego scenariusze rozwoju i wnioski dla decydentów. Wszystkim zainteresowanym zostaną udostępnione wyniki badań w postaci: raportu pełnego, raportu skróconego przeznaczonego dla społeczeństwa oraz raportu dla decydentów gospodarczych. Wyniki badań w postaci raportów zawierających scenariusze rozwoju zostaną nieodpłatnie udostępnione wszystkim zainteresowanym. W wyniku projektu powstaną scenariusze rozwoju branży (3) wygenerowane przy różnych warunkach brzegowych: neutralny, pesymistyczny i optymistyczny. We wdrażaniu rezultatów Projektu wezmą udział co najmniej jednostki naukowe realizujące Projekt oraz organizacje gospodarcze i społeczne, które potwierdziły zainteresowanie rezultatami Projektu przedkładając odpowiednie listy intencyjne. Zostaną zorganizowane konferencje poświęcone prezentacji postępów i rezultatów. Przewiduje się udział w nich osób reprezentujących środowiska biznesu, nauki, zarządzania gospodarką i regionami oraz ochrony środowiska i przemysłu. W perspektywie długofalowej wdrożenie rezultatów Projektu, tzn. oparcie rozwoju gospodarki i przedsiębiorstw chemicznych na prognozowanych scenariuszach, powinno przyczynić się do zmniejszenia ilości wytwarzanych odpadów w przeliczeniu na wartość produkcji przemysłu nieorganicznego w Polsce, a także na poprawę warunków życia dla zasobów ludzkich.

### Podziękowanie

Autorzy dziękują panom: K. Czarnomskiemu, A. Biskupskiemu i J. Paprockiemu za udostępnienie materiałów, które zostały wykorzystane w opracowaniu.

### Literatura

1. Informacja o projekcie: [www.polska2020.pl/mis/pl/news/wiadomosci](http://www.polska2020.pl/mis/pl/news/wiadomosci).
2. Informacja Wirtualnego Nowego Przemysłu; [http://chemia.wnp.pl/kryzys-w-chemii-spowodowal-ze-deficyt-w-handlu-chemikaliami-mniej-szy,98063\\_1\\_0\\_0.html](http://chemia.wnp.pl/kryzys-w-chemii-spowodowal-ze-deficyt-w-handlu-chemikaliami-mniej-szy,98063_1_0_0.html) (informacja z 4.01.2010).
3. Borodako K.: Foresight w zarządzaniu strategicznym, Wydawnictwo C.H.

4. Beck, Warszawa 2009.
5. Dokument Komisji WE COM(2003) 302 Zintegrowana polityka produktu
6. Marciniec B.: Chemia w scenariuszach narodowego programu Foresight 2020, Chemik, 2009, 63, 83-86.
7. Krajowy Planu Gospodarki Odpadami 2010 (uchwała RM nr 233, Monitor Polski nr 90, poz. 946, 947 z dnia 29.12.2006).
8. Promowanie zrównoważonego wykorzystania zasobów: Strategia tematyczna w sprawie zapobiegania powstawaniu odpadów i ich recyklingu. Bruksela, dnia 21.12.2005 COM(2005)666 końcowy. {SEC(2005)1681} {SEC(2005)1682}.
9. Kowalski, Z., Kulczycka J., Góralczyk M; Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA) PWN 2007 ISBN 978-83-01-15184-3]
10. Tomas Ekvall and all., What life-cycle assessment soes and does not do in assessments of waste management, Waste Management 27(2007)989.
11. Rozporządzenie Rady (EWG) NR 259/93 z dnia 1 lutego 1993 r. w sprawie nadzoru i kontroli przesyłania odpadów w obrębie, do Wspólnoty Europejskiej oraz poza jej obszar.
12. Dyrektywa Rady 96/61/WE z dnia 24 września 1996 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli na cały sektor odpadów.
13. Prawo Ochrony Środowiska, Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska z późniejszymi zmianami, Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627 2010.01.01.
14. Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów; Dz.U. 2001 Nr 122 poz. 1206.
15. Materiały Głównego Urzędu Statystycznego <http://www.stat.gov.pl/>
16. Informacja o programie: [www.poig.gov.pl/](http://www.poig.gov.pl/).

Dr inż. Barbara CICHY ukończyła Wydział Chemiczny Politechniki Krakowskiej (1978). Jest adiunktem, kierownikiem Zespołu Syntezy Nieorganicznej w Instytucie Chemii Nieorganicznej w Gliwicach. Obecnie jest kierownikiem naukowym projektu „Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego - foresight technologiczny” współfinansowanego ze środków strukturalnych Unii Europejskiej. Specjalność: technologia nieorganiczna.  
Autor do korespondencji: [bcichy@ichn.gliwice.pl](mailto:bcichy@ichn.gliwice.pl)

Dr inż. Stanisław FOLEK ukończył Wydział Chemiczny Politechniki Śląskiej (1960). W latach 1985-2004 dyrektor Instytutu Chemii Nieorganicznej w Gliwicach. Specjalność: technologia nieorganiczna.