
Identyfikacja i opis regionalnych łańcuchów wartości w obszarze technologicznym technologie ochrony środowiska

Autorzy opracowania:

dr inż. Lucyna Cichy

mgr Małgorzata Deska

dr Marcin Głodniok

dr inż. Karolina Jąderko

dr inż. Beata Kończak

dr inż. Mariusz Kruczek

mgr Małgorzata Markowska

mgr inż. Elżbieta Uszok

mgr Łukasz Siodłak

dr inż. Marek Wasilewski

dr inż. Paweł Zawartka

Spis treści

Spis rysunków i tabel	5
Skróty	6
Podstawowe pojęcia	9
Wprowadzenie	11
1. Wstęp	12
2. Metodologia badania	13
2.1 Przedmiot badania	13
2.2 Logika realizacji	13
2.3 Rezultaty pracy	15
3. Przegląd technologii dla ochrony środowiska ujętych w PRT	15
3.1 Charakterystyka technologii dla ochrony środowiska ujętych w PRT	15
3.2. Biotechnologie w ochronie środowiska	17
3.3 Technologie poprawy jakości terenów zdegradowanych	24
3.4 Technologie gospodarowania odpadami	29
3.5 Technologie wody i ścieków	35
3.6 Technologie ochrony powietrza	45
3.7 Technologie zarządzania środowiskiem	56
4. Łańcuchy wartości - metody identyfikacji, mapowania, diagnostyka	60
4.1 Pojęcie łańcucha wartości	60
4.2 Mapowanie łańcucha wartości	61
4.3 Metody diagnozy łańcucha wartości	64
5. Identyfikacja funkcjonujących łańcuchów wartości i sieci współpracy w podziale na technologie dla ochrony środowiska wyspecyfikowane w PRT woj. Śląskiego na lata 2019-2030	66
5.1 Łańcuchy wartości dla biotechnologii	66
5.2 Łańcuchy wartości dla technologii poprawy jakości terenów zdegradowanych	69
5.3 Łańcuchy wartości dla technologii gospodarowania odpadami	77

5.4 Łącuchy wartości dla technologii wody i ścieków	84
5.5 Łącuchy wartości dla technologii ochrony powietrza	92
5.6 Łącuchy wartości dla technologii zarządzania środowiskiem	96
6. Studium przypadku, szczegółowa diagnoza wybranych łańcuchów wartości dwóch technologii dla ochrony środowiska (mapowanie, opis, diagnoza stanu).....	101
6.1. Case-study łańcuch wartości dla technologii bezwykopowych	101
Podsumowanie	111
Metodyka identyfikacji	111
Konkluzje dotyczące zidentyfikowanych łańcuchów wartość w obszarze technologii dla OŚ	112

Spis rysunków i tabel

Rysunek 1 Schemat relacji w łańcuchu wartości	12
Rysunek 2 Przykład bioreaktora zbiornikowego	18
Rysunek 3 Przykładowy schemat do instalacji odsiarczania	22
Rysunek 4 Typy instalacji do biologicznego oczyszczania powietrza	23
Rysunek 5 Powiązania procesów przekształcania terenów zdegradowanych i przemysłowych	24
Rysunek 6 Procesy techniczne prowadzące do usunięcia zanieczyszczeń	25
Rysunek 7 Schemat przykładowy oczyszczania w technologii (1) „IN-SITU” i (2) „EX-SITU”	26
Rysunek 8 Rekultywacja obiektu zagospodarowania odpadów wydobywczych KWK „Marcel”	27
Rysunek 9 Projekt rewitalizacji rzeki Ślepiotki w Katowicach	28
Rysunek 10 Schemat: Gospodarka o Obiegu Zamkniętym	31
Rysunek 11 Wspólny system segregacji odpadów	32
Rysunek 12 Technologie odzysku tworzyw sztucznych	33
Rysunek 13 Uproszczona budowa składowiska	35
Rysunek 14 Budowa rurociągu metodą przecisku pneumatycznego przebijakiem, twz. kretem	39
Rysunek 15 Technologia mikrotunelowania	39
Rysunek 17 Schemat montażu krótkiego rękawa twz. "pakera" w kanale	40
Rysunek 18 Renowacja rurociągu z zastosowaniem "rękawów" (CIPP)	40
Rysunek 19 Sposoby zagospodarowania wód opadowych i roztopowych	42
Rysunek 20 Przykłady materiałów stosowanych przy budowie sieci wodnych i kanalizacyjnych	43
Rysunek 21 Retencyjny kanał ściekowy - przykład rozwiązania innowacyjnego	44
Rysunek 22 Przykładowy schemat instalacji usuwania zanieczyszczeń metoda suchą	49
Rysunek 23 Przykładowy schemat instalacji usuwania zanieczyszczeń metodą półsuchą	49
Rysunek 24 Przykładowy schemat instalacji usuwania zanieczyszczeń metoda mokrą	50
Rysunek 25 Urządzenia wykorzystywane do odpylania w ramach metod suchych	51
Rysunek 26 Uproszczony schemat technologiczny kompleksowego systemu oczyszczania (związki siarki i azoty oraz pyły) firmy RAFAKO S.A.	52
Rysunek 27 Schemat - wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla	54
Rysunek 28 Potencjalne składowiska CO ₂ w Polsce	56
Rysunek 29 Systemy identyfikacji pojemników i worków na odpady, zastosowanie technologii RFID	58
Rysunek 30 Łańcuch wartości według modelu M.E. Portera	60
Rysunek 31 Przykładowa mapa łańcucha wartości	63
Rysunek 32 Wizualizacja rewitalizacji hałdy w Rudzie Śląskiej	70
Rysunek 33 Schematyczna struktura relacji aktorów w procesie rewitalizacji	74
Rysunek 34 System gospodarki odpadami komunalnymi w województwie śląskim	81
Rysunek 35 Schematyczna struktura systemu gospodarki odpadami	82
Rysunek 36 Podmioty wykorzystujące dane i informacje pochodzące ze stacji pomiarowych	99
Rysunek 37 Mapa łańcucha wartości technologie bezwykopowe	103
 Tabela 1 Etapy realizacji	 14
Tabela 2 Technologie dla ochrony środowiska ujęte w PRT woj. Śląskiego 2019-2020	15
Tabela 3 Procedura mapowania łańcuchów wartości	62
Tabela 4 Technologie i wdrożenia oferowane przez jednostki naukowe	74

Skróty

AMIIGA	Projekt pn. „Zintegrowane podejście do zarządzania jakością wód podziemnych w miejskich obszarach funkcjonalnych” (ang. “Integrated Approach to Management of Groundwater quality In functional urban Areas”)
ATH	Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
BAT	Best Available Technology (Najlepsze Dostępne Techniki)
B(a)P	Benzo-alfa-piren
B+R	Prace Badawczo-Rozwojowe
CCTV	Closed-Circuit TeleVision (Telewizyjne Systemy Dozorowe)
CCS	Carbon Capture and Storage (wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla, sekwestracją CO ₂)
CCU	Carbon Capture and Utilisation (wychwytywaniu dwutlenku węgla ze spalin oraz jego konwersja na inne substancje lub produkty np. tworzywa sztuczne, beton, biopaliwo)
CIPP	Cured in Place Pipe (metoda renowacji rur z użyciem wykładziny)
CNG	Compressed Natural Gas
DNA	kwasek dezoksyrybonukleinowy (nośnik informacji genetycznej)
CE	Circular Economy (Gospodarka o Obiegu Zamkniętym)
D5	Proces składowania odpadów na składowiskach w sposób celowo zaprojektowany
GIG	Główny Instytut Górnictwa
GUS	Główny Urząd Statystyczny
ICT	Technologie Informacyjne i Telekomunikacyjne
IED	Industrial Emissions Directive (Dyrektywa w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola))
IT	Technologie Informatyczne
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu)
IoT	Przemysłowy Internet Rzeczy
IOB	Instytucje otoczenia biznesu
JST	Jednostka Samorządu Terytorialnego
KPOŚK	Krajowy Program Oczyszczania Ścieków Komunalnych
MŚP	Sektor małych i średnich przedsiębiorstw
NCBiR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
OFA	Over Fire Air System (System Wielostrefowego Spalania Paliwa)
P4.0	Przemysł 4.0
PCB	Polichlorowane bifenyle (toksyczne, kancerogenne związki chemiczne)
POL-SL	Politechnika Śląska
PM2.5	Pył zawieszony (aerozole atmosferyczne) o średnicy ziaren do 2,5 mikrometrów
PM10	Pył zawieszony o średnicy ziaren - do 10 mikrometrów
R5	Recykling lub odzysk innych materiałów nieorganicznych
PRT	Program Rozwoju Technologii

REURIS	Revitalisation of urban river spaces (Rewitalizacja miejskich przestrzeni nadrzecznych)
RNA	Kwas rybonukleinowy
RIS	Regionalne Inteligentne Specjalizacje
RPO WSL	Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego
SO RIS	Sieć Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych
SPR	technologia rury spiralnie zwijanej
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems (Zrównoważone Miejskie Systemy Odwadniające)
UE	Unia Europejska
UŚ	Uniwersytet Śląski
UNEP	United Nations Environment Programme (Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization (Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju Przemysłowego)
VR	Virtual Reality (Wirtualna rzeczywistość)

Podstawowe pojęcia

Technologia	• metoda przetwarzania dóbr naturalnych w dobra użyteczne (produkty), a także nauka stosowana o procesach tworzenia produktów z materiałów wyjściowych. Stosuje się następujące kryteria podziału technologii: a) rodzaj otrzymanych produktów (np. technologia papieru, technologia budowy maszyn), b) rodzaj przetwarzanego materiału (np. technologia drewna), c) zastosowana metoda (np. technologia chemiczna, technologia mechaniczna)¹, • zbiór elementów wiedzy praktycznej i teoretycznej, umiejętności jej stosowania (know-how), metod, procedur, doświadczeń i urządzeń fizycznych², • metoda przeprowadzania procesu produkcyjnego lub przetwórczego oraz dziedzina techniki zajmująca się opracowywaniem nowych metod produkcji wyrobów lub przetwarzania surowców³.
Obszar technologiczny	grupa kierunków technologicznych o określonej specjalizacji.
Grupa technologii	kierunek technologiczny o określonej specjalizacji.
Sektor	część gospodarki wydzielona ze względu na określony typ własności, produkcji lub usług.
Łańcuch wartości	koncepcja łańcucha wartości dodanej stworzona przez Michaela Portera przedstawia działalność przedsiębiorstwa jako ciąg czynności powiązanych ze sobą w logiczną całość, podejmowanych w czasie wytwarzania wyrobu finalnego lub usługi, prowadzących do uzyskania wartości dodanej ⁴ .
Globalny łańcuch Wartości (GVC)	• zgodnie z definicją Banku Światowego⁵: globalne łańcuchy wartości zdefiniowane są jako wszystkie procesy konieczne do wytworzenia danego towaru lub usługi – od koncepcji, poprzez dostarczenie surowców, różnych elementów, podzespołów, usług, po montaż gotowych wyrobów i dostawę do odbiorców końcowych wraz z utylizacją po użyciu. • zdefiniowanie zgodne z WHO⁶ pojęcie GVC odnosi się do koncepcji związanej z rosnącą wzajemnością procesów produkcyjnych w wielu krajach, z których każdy specjalizuje się w produkcji poszczególnych etapów dobra.

¹ Grudzewski M., Hejduk I. K., *Zarządzanie technologiami. Zaawansowane technologie i wyzwanie ich komercjalizacji*, Warszawa, 2008

² Dosi G., Pavitt K., Soete L., (red.) *The Economics of Technical Change and International Trade*, Harvester Wheatsheaf, New York 1990

³ Słownik języka polskiego, pod red. W. Doroszewskiego, PWN

⁴ Encyklopedia zarządzania, https://mfiles.pl/pl/index.php/lancuch_wartosci_dodanej

⁵ Nacewska-Twardowska A., Partycypacja Polski w Globalnych Łańcuchach Wartości, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 498, 2017 za Cattaneo O., Gereffi G., Staritz C. (eds.), 2010, *Global Value Chains in a Postcrisis World: A Development Perspective*, The World Bank, Washington DC

⁶ Nacewska-Twardowska A., Partycypacja Polski w Globalnych Łańcuchach Wartości, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 498, 2017 za World Trade Organization, 2014, *World Trade Report 2014*

Mechanizmy tworzące wartość w łańcuchu	Konkretne zjawiska i procesy dodające wartość łańcucha, zaliczamy do nich: masa krytyczna, budowa wspólnej marki, poszerzenie rynków zbytu, obecność w międzynarodowym łańcuchu wartości, dyfuzja branżowa, zmniejszanie kosztów produkcji, innowacyjny rozwój technologii.
Masa krytyczna	Liczba firm i jednostek funkcjonująca w tej samej branży.
Poszerzenie rynków zbytu	Należy rozumieć jako wspólna działalność aktorów łańcucha na rzecz poszerzenie kręgu klientów ostatecznych, np. poprzez promowanie wspólnych idei aby zwiększyć grono odbiorców produktów, usług realizowanych w obrębie łańcucha.
Budowanie wspólnej marki	Firmy działające w obrębie jednej branży mogą wspólnie budować jedna meta-markę charakteryzującą daną branżę.
Obecność w międzynarodowym, globalnym łańcuchu wartości	Możliwość wieloaspektowej współpracy ze światowymi liderami a danej branży, dostęp do najnowszych osiągnięć technologicznych, rozwiązań innowacyjnych, opracowywanie własnej produkcji, produktów, usług na wysokim poziomie technologicznym uwzględniającym postęp i innowacyjność branży.
Dyfuzja branżowa	Działania na styku kilku branż umożliwiające opracowanie i wdrażanie nowych innowacyjnych rozwiązań w obszarach innych specjalizacji, branż. Przykładem może być nanotechnologia, która znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach technologicznych.

Wprowadzenie

Niniejszy dokument „Identyfikacja i opis regionalnych łańcuchów wartości w obszarze technologicznym technologii dla ochrony środowiska” został opracowany w ramach projektu pn. „Sieć Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych w Procesie Przedsiębiorczego Odkrywania” (SO RIS w PPO), Zadanie 2: "Obserwatorium Specjalistyczne w obszarze Technologii dla Ochrony Środowiska".

Celem pracy było przeprowadzenie identyfikacji oraz opis istniejących łańcuchów wartości w obszarze technologicznym technologii dla ochrony środowiska województwa śląskiego. Istotą opracowania było dostarczenie wiedzy o powiązaniach występujących na różnych płaszczyznach sfery gospodarczej, naukowej i administracyjnej w regionie oraz przeprowadzenie akceleracji potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw, instytucji B+R, jednostek wspierających innowacyjny rozwój biznesu oraz innych aktorów w sektorze technologii dla ochrony środowiska.

Zakres opracowania obejmuje metodykę identyfikacji i oceny regionalnych łańcuchów wartości dla obszarów technologicznych rozumiany jako podejście uniwersalne oraz szczegółowe studium przypadku (case study) przeprowadzone dla jednej wybranej technologii dla ochrony środowiska analizujące wybrany łańcuchy wartości i sieć powiązań w tym łańcuchu.

Wyspecyfikowane w Programie Rozwoju Technologii woj. Śląskiego na lata 2019-2030 technologie dla ochrony środowiska, tj.: biotechnologie, technologie poprawy jakości terenów zdegradowanych, gospodarowania odpadami, wody i ścieków, ochrony powietrza oraz zarządzania środowiskiem stanowiąc innowacyjne rozwiązania pod względem techniczno-technologicznym mają charakter horyzontalny. Związane są bowiem z każdą działalnością gospodarczą regionu zarówno w sektorze przemysłowym, usługowym, komunalnym, finansowym, B+R oraz naukowym. Diagnoza przedstawiona w PRT woj. Śląskiego na lata 2019-2030 potwierdziła żywotne znaczenie technologii dla ochrony środowiska w innowacyjnym rozwoju województwa śląskiego.

Produktami końcowym badania identyfikacyjnego są:

- opisy technologii dla ochrony środowiska dające pogląd dotyczący różnorodności technologii oraz jej zastosowań w regionie,
- zidentyfikowane łańcuchy wartości w ramach określonych dla woj. Śląskiego technologii dla ochrony środowiska wyspecyfikowanych w PRT 2019-2030,
- opisy analizowanych łańcuchów wartości. W ramach opisu zostały wyróżnione etapy tworzenia wartości, poszczególne role, udział interesariuszy oraz relacje między nimi, a także usługi wspierające specyficzne dla rozpatrywanego łańcucha, zostały również scharakteryzowane produkty, rynki końcowe, usługi wspierające, innowacje oraz nisze rozwojowe,
- szczegółowy opis, case-study, wybranej, jednej technologii dla ochrony środowiska,
- podsumowanie.

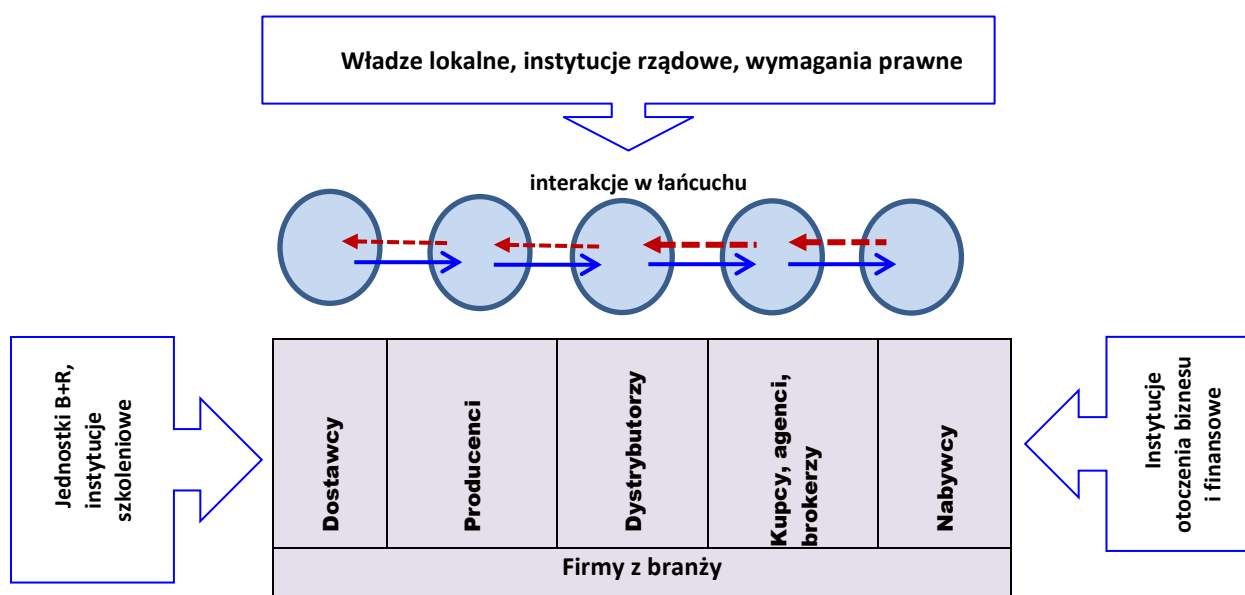
W toku badania zostały przeprowadzone badania desk research oraz wykorzystane źródła, materiały i baza wiedzy Obserwatorium Technologie dla Ochrony Środowiska oraz innych Obserwatoriów biorących udział w Sieci Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych.

1. Wstęp

W obecnych warunkach globalizacji gospodarki konkurencyjność przedsiębiorstw zależy od atrakcyjności oferty rynkowej oraz podjętych i wdrożonych działań innowacyjnych. Przedsiębiorstwa, chcąc nie tylko przetrwać w bardzo konkurencyjnym otoczeniu ale także rozwijać się efektywnie i wzmocnić swoją pozycję rynkową podejmują cały szereg działań, których celem jest zaprojektowanie, wytworzenie, sprzedaż na rynku oraz dostarczanie i wspieranie swoich produktów. Działania te mogą być zrealizowane za pomocą określonego łańcucha wartości.

Łańcuch wartości kształtowany jest poprzez uwarunkowania branży, oczekiwania klientów, istniejące możliwości technologiczne oraz kulturę tworzących go firm. Łańcuch wartości tworzą rozwiązania w obszarze badania i rozwój (B+R), produkcji, organizacji przepływu produktów i usług oraz przepływu informacji. Koncepcja łańcucha wartości determinuje postrzeganie przedsiębiorstwa jako całości wszystkich zadań i działań, które należy traktować jako układ funkcji tworzących wartość dodaną, mający duży wpływ na przewagę strategiczną i konkurencyjność przedsiębiorstwa.⁷

Analiza łańcucha wartości nie może jedynie koncentrować się na przepływach fizycznych i towarzyszących im przepływach informacyjnych musi również uwzględniać wkład w łańcuch wartości takich podmiotów jak instytuty badawcze, uczelnie, jednostki samorządu terytorialnego, instytucje wsparcia biznesu, finansowe, itp. Schemat relacji w łańcuchu wartości obrazuje poniższy diagram⁸.



Rysunek 1 Schemat relacji w łańcuchu wartości

Źródło: opracowanie własne

⁷ Rojek T. (2014) *Koncepcja łańcucha wartości w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.

⁸ Na podstawie Frankowska M. (2012) *Tworzenie wartości w klastrze*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości

2. Metodologia badania

Celem głównym pracy jest identyfikacja oraz opis istniejących łańcuchów wartości w obszarze technologicznym technologii dla ochrony środowiska województwa śląskiego oraz przeprowadzenie akceleracji potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw, instytucji B+R, jednostek wspierających innowacyjny rozwój biznesu oraz innych aktorów w sektorze technologii dla ochrony środowiska.

2.1 Przedmiot badania

Przedmiotem badania są łańcuchy wartości w obszarze technologii dla ochrony środowiska województwa śląskiego. Analiza łańcuchów wartości dla obszarów technologicznych zostanie przeprowadzony z procesowego oraz podmiotowego punktu widzenia. W ramach badania zostanie zweryfikowana sieć powiązań w od momentu pojawienia się potrzeby zastosowania danej technologii poprzez proces projektowania, wytwarzania, procesy logistyczne, marketing, doradztwo finansowe i techniczne, udział jednostek B+R i otoczenia biznesu oraz jednostek certyfikujących i serwisowych do zdefiniowania końcowych odbiorców / użytkowników technologii łącznie z wyjściem na rynki międzynarodowe, po recykling/pozbywanie się zużytych produktów kończąc na procesach związanych z utylizacją poszczególnych składowych technologii. W pracy zostaną scharakteryzowani aktorzy procesu oraz ich rola w łańcuchu.

Na potrzeby badania przyjęto definicję łańcucha wartości rozumianego jako zespół podmiotów gospodarczych, kooperujących ze sobą w różnym zakresie i skali, które są dla siebie dostawcami, odbiorcami i dystrybutorami. Wszystkie te podmioty oddziałują na łańcuchy wartości innych podmiotów w danym sektorze, dodatkowo wybrane jednostki mogą zawierać więcej niż jedno ogniwo łańcucha.

W toku badania zostaną przeprowadzone badania *desk research* oraz wykorzystane źródła, materiały i baza wiedzy Obserwatorium Technologie dla Ochrony Środowiska oraz innych Obserwatoriów biorących udział w Sieci Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych. Na potrzeby analizy *case-study* badanie zakłada przeprowadzenie wywiadów z wybranymi głównymi aktorami badanego łańcucha wartości.

2.2 Logika realizacji

Proces badawczy składa się z następujących etapów:

Tabela 1 Etapy realizacji

Etap 1	Identyfikacja funkcjonujących łańcuchów wartości i sieci współpracy w podziale na technologie dla ochrony środowiska wyspecyfikowane w PRT woj. Śląskiego na lata 2019-2030
Zakres	Identyfikacja produktów, technologii, branż, sektorów w ramach których mogą występować łańcuchy wartości w podziale na technologie dla ochrony środowiska wyspecyfikowane w PRT woj. Śląskiego na lata 2019-2030. Przeprowadzenie ww. analizy na podstawie badania <i>desk research</i> oraz wykorzystania źródeł, materiałów, danych z bazy wiedzy Obserwatorium Technologie dla Ochrony Środowiska oraz innych Obserwatoriów biorących udział w Sieci Regionalnych Obserwatoriów Specjalistycznych. Efekt: lista łańcuchów wartości w ramach określonych dla woj. Śląskiego technologiach dla ochrony środowiska wyspecyfikowanych w PRT 2019-2030.
Etap 2	Wybór łańcuchów wartości do szczegółowej diagnozy
Zakres	Spośród wytypowanych łańcuchów wybór minimum dwóch do dalszej szczegółowej analizy. Wybór na podstawie badań <i>desk research</i>, konsultacji z ekspertami Obserwatorium, wywiadów z wybranymi głównymi aktorami badanego łańcucha wartości, Efekt: wybór minimum dwóch łańcuchów do szczegółowej diagnozy
Etap 3	Szczegółowa diagnoza wybranych łańcuchów, studia przypadku (mapowanie, opis, diagnoza stanu)
Zakres	Analiza łańcuchów wartości i sieci powiązań przeprowadzona dla minimum dwóch wybranych technologii dla ochrony środowiska obejmujące: wykorzystanie metodologii mapowania łańcucha wartości, opis, diagnoza łańcucha wartości zgodnie z wybraną metodologią np. UNIDO. Efekt: Wyrysowanie mapy łańcucha wartości, pozyskanie szczegółowych informacji dotyczących: podmiotów uczestniczących w łańcuchu, przepływu informacji, dostępnych usług technicznych, finansowych, biznesowych, B+R wspierających podmioty w łańcuchu, istniejących relacji w łańcuchu, występujących barier dla tych firm, które chcą się przyłączyć do łańcucha, poziomu konkurencyjności przedsiębiorstw funkcjonujących w łańcuchu, ograniczeń występujących w przepływie produktów łańcucha, polityk i instytucji ograniczających lub wspierających podmioty łańcucha wartości i ułatwiających jego rozwój.
Etap 4	Wnioski i rekomendacje
Zakres	Na bazie przeprowadzonej analizy opracowanie wniosków i rekomendacji w zakresie mechanizmów i narzędzi monitorowania łańcuchów wartości oraz wytyczne w zakresie wspierania funkcjonowania łańcuchów wartości obszaru technologicznego – technologie dla ochrony środowiska w regionie.

2.3 Rezultaty pracy

Produktami końcowym badania identyfikacyjnego będą:

- opisy technologii dla ochrony środowiska dające pogląd dotyczący różnorodności technologii oraz jej zastosowań w regionie,
- zidentyfikowane łańcuchy wartości w ramach określonych dla woj. Śląskiego technologii dla ochrony środowiska wyspecyfikowanych w PRT 2019-2030,
- opisy analizowanych łańcuchów wartości. W ramach opisu zostały wyróżnione etapy tworzenia wartości, poszczególne role, udział interesariuszy oraz relacje między nimi, a także usługi wspierające specyficzne dla rozpatrywanego łańcucha, zostały również scharakteryzowane produkty, rynki końcowe, usługi wspierające, innowacje oraz nisze rozwojowe,
- szczegółowy opis, case-study, wybranej, jednej technologii dla ochrony środowiska,
- podsumowanie.

3. Przegląd technologii dla ochrony środowiska ujętych w PRT

3.1 Charakterystyka technologii dla ochrony środowiska ujętych w PRT

Program Rozwoju Technologii woj. Śląskiego na lata 2019-2030 w obszarze Technologie dla Ochrony Środowiska specyfikuje następujące technologie⁹:

Tabela 2 Technologie dla ochrony środowiska ujęte w PRT woj. Śląskiego 2019-2020

Biotechnologie w ochronie środowiska	
Biosynteza z wykorzystaniem bioreaktorów	Technologie wykorzystania bakterii w uzdatnianiu wody (usuwanie komórek glonów)
Bioprocесowanie	Technologie oczyszczania ścieków z wykorzystaniem mikroalg
Technologie produkcji i odzysku biopolimerów	Odzysk biopolimerów
Biorolnictwo	Technologie nowych bioproduktów
Bioremediacja	Technologie bioługowania metali ciężkich
Biofiltracja	
Bioodsiarczanie	
Technologie poprawy jakości terenów zdegradowanych	
Technologie remediacji wód i gruntów	Technologie remediacji terenów przemysłowych (in situ, ex situ)
Technologie rekultywacji	Rekultywacja terenów pogórnicznych
Renaturyzacja	Technologie regulacji rzek, renowacji rowów, dmulania stawów, odhumusowywania, ochrona przeciwpowodziowa
Technologie gospodarowania odpadami	

⁹ Program Rozwoju Technologii Województwa Śląskiego na lata 2019-2030 (Katowice, 12.2018), SO RIS w PPO

Technologie zapobiegania powstawaniu odpadów (GOZ)	Niskoodpadowe technologie produkcyjne
Technologie segregacji odpadów	Technologie segregacji odpadów obojętnych
Technologie odzysku i recyklingu	Technologie zagospodarowania odpadów przemysłowych
Technologie unieszkodliwiania odpadów	Technologie termicznego unieszkodliwiania odpadów, w tym komunalnych z odzyskiem energii
Technologie składowania odpadów	Technologie składowania odpadów niebezpiecznych
Technologie wody i ścieków	
Technologie oczyszczanie ścieków	Technologie usuwania mikro- i nanozanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego, w tym technologie hybrydowe
Technologie uzdatniania wody	Technologie membranowe uzdatniania wody pitnej
Technologie transportu wody i ścieków	Technologie bezwykopowe renowacji sieci wodno-kanalizacyjnej
Technologie odzysku wody	Technologie zagospodarowania wody opadowej i roztopowej
Technologie ochrony powietrza	
Technologie ograniczania emisji zanieczyszczeń	Technologie, w tym produkcja urządzeń do ograniczenia zanieczyszczeń pyłowych
Technologie oczyszczania gazów	Technologie oczyszczania bardzo kwaśnych gazów (o wysokiej zawartości siarkowodoru)
Technologie wychwytywania gazów	Efektywne przechwytywanie CO ₂ i H ₂ S z gazu łupkowego
Technologie zarządzania środowiskiem	
Systemy monitorowania i prognozowania stanu i jakości środowiska	Technologie identyfikacji i optymalizacji wykorzystywania zasobów naturalnych
Inteligentna infrastruktura ochrony środowiska	Systemy 4.0 w gospodarce wodno-ściekowej

Diagnoza przedstawiona w Programie Rozwoju Technologii woj. Śląskiego na lata 2019-2030 potwierdziła istotne znaczenie obszarów technologicznych, w tym technologii dla ochrony środowiska dla innowacyjnego rozwoju województwa śląskiego. Wyspecyfikowane w PRT technologie ochrony środowiska mają charakter horyzontalny, związane są bowiem z każdą działalnością gospodarczą regionu zarówno w sektorze przemysłowym, usługowym, komunalnym, finansowym jak również B+R. Obszary szczególnie istotne dla rozwoju technologii środowiskowych w regionie to m.in. biotechnologia, inżynieria środowiskowa, gospodarka odpadami, zarządzanie środowiskowe.

Potencjał obszaru technologie dla ochrony środowiska tworzą podmioty z wielu dziedzin, w tym z rolnictwa, górnictwa, przetwórstwa przemysłowego, wytwarzania energii, budownictwa, handlu, transportu, ICT oraz działalność profesjonalna. W oparciu o dane statystyczne GUS potencjał gospodarczy obszaru technologicznego tworzyło na koniec 2015 r. ponad 3,2 tys. podmiotów a dynamika w odniesieniu do 2013 wynosiła ok. 97 %. Rozwój technologii środowiskowych przez sektor przedsiębiorstw związany jest m.in. z wdrażaniem rozwiązań w gospodarce wodno-ściekowej, odpadami (w tym recyklingiem opakowań), wytwarzaniem energii, surowców, remediacją.

W obszarze technologii dla ochrony środowiska działalność innowacyjna przedsiębiorstw regionu wyróżnia się na tle kraju, pod względem innowacji procesowych, produktowych, marketingowych i organizacyjnych w szczególności w obszarze górnictwa, przetwórstwa przemysłowego (paliwa), dostaw wody, energii i gospodarowania ściekami oraz gospodarce odpadami i rekultywacji.

Należy dodać, że technologie dla ochrony środowiska stanowiąc priorytetowy obszar dla województwa śląskiego, zostały zakwalifikowane w pakiecie Zielone Gospodarka (Green Economy) do jednego z pięciu głównych obszarów gospodarczych regionu w ramach RIS (Regionalne Inteligentne Specjalizacje)¹⁰.

3.2. Biotechnologie w ochronie środowiska

Biotechnologia to zintegrowane zastosowanie biochemii, mikrobiologii i nauk inżynierskich w celu technologicznego wykorzystania zdolności drobnoustrojów do wytwarzania określonych produktów (antybiotyków, hormonów, witamin, enzymów, białek paszowych, aminokwasów, czynników wzrostowych, zwiększenia zmienności genetycznej, poprawy wydajności fotosyntezy i przyswajania przez rośliny azotu atmosferycznego, poprawy jakości wytwarzanych produktów, kontrolowania patogenów i pozostałości środków ochrony roślin, produkcji biopreparatów do nawożenia gleby i ochrony roślin, konserwantów, szczepionek nawozowych, preparatów diagnostycznych i profilaktycznych). W porównaniu z procesami chemicznymi procesy biotechnologiczne są znacznie mniej energochłonne, ponadto są bezodpadowe lub niskoodpadowe, tańsze i wydajniejsze, a powstające przy nich zanieczyszczenia są na ogół mało uciążliwe dla środowiska. Biotechnologia ma również znaczenie dla ochrony środowiska, m.in. znajduje zastosowanie w oczyszczaniu ścieków, neutralizacji i bioutylizacji odpadów, a także w produkcji biogazu. Osiągnięcia biotechnologii stosuje się głównie w rolnictwie, ale również w medycynie, przemyśle spożywczym, chemii, farmakologii, a nawet energetyce.

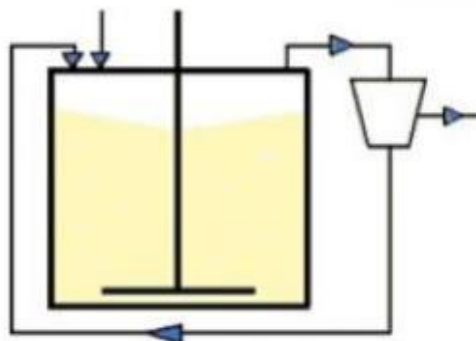
3.2.1 Biosynteza z wykorzystaniem bioreaktorów

Biosynteza z wykorzystaniem bioreaktorów to istotna gałąź biotechnologii. Dzięki takim metodom możliwe jest otrzymywanie w drodze syntezy biologicznej cennych substratów do produkcji enzymów leków, szczepionek, kosmetyków suplementów diety oraz istotnych składowych branży spożywczej. Biosynteza odbywa się w bioreaktorach zwanych również fermentorami. Są to urządzenia które służą do hodowli drobnoustrojów, komórek roślinnych i zwierzęcych w odpowiednim środowisku. Do bioreaktorów zaliczane są również reaktory enzymatyczne, które w porównaniu z reaktorami przeznaczonymi do produkcji drobnoustrojów nie wymagają napowietrzania, a jeżeli tak, to na niskim poziomie. W zależności od hodowli mikroorganizmów bioreaktory mogą pracować w sposób:

- okresowy,
- półokresowy,

¹⁰ https://www.scp-slask.pl/czytaj/zaktualizowana_lista_inteligentnych_specjalizacji_województwa_slaskiego

- ciągły.



Rysunek 2 Przykład bioreaktora zbiornikowego

Powstające w bioreaktorach metabolity są poddawane następnie procesom izolacji oczyszczania i rafinacji tak aby mogły stanowić produkt wysokiej jakości.

Technologie w ramach tej grupy są silnie związane z ochroną środowiska, istnieje wiele preparatów pochodzenia biologicznego które wspomagają procesy oczyszczania zanieczyszczonych gleb lub wód. Przykładem technologii rozwijanych na Śląsku mogą być działania zespołów Głównego Instytutu Górniczego i Uniwersytetu Śląskiego nad wdrożeniem szczepionek mikrobiologicznych do oczyszczania środowiska gruntowo-wodnego. Powstałe na Uniwersytecie Śląskim szczepionki w ramach projektu AMIIGa zostały namnożone z wykorzystaniem biosyntezy w bioreaktorach.

Technologie te mają znaczący potencjał rozwojowy i innowacyjny, w szczególności związany z nowatorskim podejściem do kwestii wykorzystania biotechnologii w ochronie środowiska. Istnieje wiele firm na Śląsku posiadających know-how w zakresie wykorzystania biosyntezy na potrzeby prowadzonej działalności.

3.2.2 Bioprosesowanie

Bioprosesowanie rozumiane jest jako zespół działań wchodzących w skład technik i procesów biotechnologicznych. Poprzez bioprosesowanie rozumie się przetwarzanie w oparciu o procesy biologiczne, często dotyczy działań z zakresu ochrony środowiska gdzie bioprosesowaniu poddawane są odpady i zanieczyszczenia które w wyniku działań mikroorganizmów lub enzymów zmieniają swój stan, postać i skład na bardziej obojętne dla środowiska. Istotnym elementem inżynierii bioprosesowej jest projektowanie odpowiednich zestawów reaktorów dobór mediów, automatyka i sterowanie tak aby zachodzące bioprosesy mogły być prowadzone w możliwie najefektywniejszy ekonomicznie i logistycznie sposób. Bez tej gałęzi biotechnologii trudne byłoby przeniesienie odkrytych w laboratorium procesów na poziom przemysłowy. Stąd bioprosesowanie stanowi jeden z istotniejszych aspektów w przemysłowym zastosowaniu biotechnologii.

3.2.3 Technologie produkcji i odzysku biopolimerów

Polimer to związek chemiczny, który składa się z wielu jednostek (monomerów) połączonych ze sobą wiązaniami chemicznymi niczym ogniwa łańcucha. Jeśli monomery łączą się bez wydzielania żadnych cząsteczek - to powstaje właściwy polimer, a jeśli z wydzielaniem wody, to mamy do czynienia ze szczególnym rodzajem polimeru - tzw. polikondensatem. Biopolimery to polimery, które występują naturalnie w organizmach żywych, bo są przez nie produkowane. Powszechnie występujące w organizmach żywych (lub w ich dużych grupach) polikondensaty to:

- białka (monomerami są tu aminokwasy),
- RNA i DNA (monomerami są tu nukleotydy),
- polisacharydy: skrobia, celuloza, glikogen (monomerami są tu monocukry).

Biopolimery pozyskiwane są ze źródeł naturalnych, często nazywanych źródłami odnawialnymi, w przeciwieństwie do polimerów syntetycznych produkowanych z nieodnawialnego źródła jakim jest ropa naftowa. Polimery pochodzenia naturalnego są biodegradowalne, a zatem nie są szkodliwe dla środowiska naturalnego. Skóra jest największym organem ciała człowieka. Jest barierą, która chroni przed czynnikami fizycznymi i chemicznymi środowiska. Zawiera wiele receptorów wysyłających bodźce do mózgu. Z kosmetycznego punktu widzenia, skóra jest odpowiedzialna za wygląd zewnętrzny oraz kreuje rozpoznawalny unikatowy wygląd identyfikowalny przez otoczenie.

Jedną z ważniejszych zalet biopolimerów jest ich biodegradowalność jak i biokompatybilność. Co oznacza, że tworzywa te, rozkładane są przez bakterie do dwutlenku węgla i wody oraz nie oddziałują na ludzi w niekorzystny sposób. Przeprowadzone badania pod kątem wykorzystania biopolimerów w przemyśle wykazały ich wielorakie zastosowania. Polimery te znajdują zastosowania do produkcji opakowań w przemyśle kosmetycznym, tac, pojemników oraz innych tego typu artykułów użytkowych. Aktualnie prowadzi się badania nad przekształcaniem polihydroksykwasów średnio łańcuchowych w wysoko elastyczną gumę. Obiecujące, jak się wydaje, są również możliwości wykorzystywania potencjału polihydroksykwasów w medycynie, gdzie znajdują one zastosowanie do produkcji materiałów chirurgicznych, środków opatrunkowych czy w farmakologii jako osłonek leków¹¹.

3.2.4 Biorolnictwo

Biorolnictwo lub rolnictwo ekologiczne, to sposób gospodarowania zmniejszający zależność od nakładów zewnętrznych poprzez stymulowanie biologicznych mechanizmów produkcyjnych w obrębie gospodarstwa. Rolnictwo ekologiczne radykalnie ogranicza stosowanie środków wytworzonych lub przetworzonych przemysłowo, nawet jeśli są to analogi substancji występujących w przyrodzie. Założeniem tego systemu jest naśladowanie procesów zachodzących w naturalnych ekosystemach – zarówno jeśli chodzi o aspekt jakościowy (rodzaj wprowadzanych do obiegu substancji), jak i ilościowy (poziom intensywności).

Szczegółowe kryteria produkcyjne służą realizacji trzech podstawowych celów rolnictwa ekologicznego, są to:

- zachowanie wysokiego poziomu próchnicy warunkującej żyzność gleby,
- utrzymanie równowagi biologicznej w środowisku produkcji dzięki pielęgnowaniu bio-różnorodności,
- samowystarczalność paszowo-nawozowa, czyli dążenie do zamknięcia obiegu materii w gospodarstwie poprzez zrównoważenie produkcji roślinnej i zwierzęcej.

¹¹ Mikroorganizmy produkujące bioplastik - czy to możliwe? Dorota Dąbrowska WBiBUWM

W rolnictwie ekologicznym, w samoregułujących się cyklach przyrodniczych powstają płody rolne o wysokiej jakości biologicznej, porównywalnej z jakością surowców pochodzących z naturalnych ekosystemów.

Integralną częścią kryteriów produkcji rolnej jest konwersja (przestawianie) na metodę ekologiczną, czyli wymagany okres stosowania kryteriów w gospodarstwie przed przyznaniem eko-rolniczego statusu po raz pierwszy. Okres konwersji trwa zasadniczo 2 lata (dla upraw wieloletnich – 3 lata) i ma przyczynić się do rozkładu pozostałości stosowanych wcześniej środków agrochemicznych oraz służyć osiągnięciu równowagi ekologicznej w gospodarstwie. Kryteria rolnictwa ekologicznego to nie tylko wymogi dotyczące uprawy roślin i chowu zwierząt, system obejmuje także przetwórstwo surowców eko-rolniczych oraz zasady znakowania produktów przeznaczonych do obrotu.

W województwie śląskim istnieje spora szansa na wdrożenie specjalistycznego biorolnictwa nastawionego na produkcję roślin użytkowych lub przeznaczonych do dalszej obróbki jako surowiec zawierający cenne metabolity.

3.2.5 Bioremediacja

Bioremediacja jest technologią usuwania zanieczyszczeń w środowisku glebowym i wodnym.

W tym procesie wykorzystywane są organizmy żywe (głównie mikroorganizmy, a wśród nich bakterie), które katalizują procesy oczyszczania, niszczą lub przekształcają różnego rodzaju zanieczyszczenia w formy mniej szkodliwe. Końcowymi produktami efektywnie przeprowadzonego procesu bioremediacji są bowiem głównie dwutlenek węgla i woda. Są one nietoksyczne i mogą być bez szkody przyswajane przez środowisko.

Zanieczyszczenie gleb ropą i produktami ropopochodnymi występuje w przypadku zwiększenia koncentracji powyższych związków do poziomu, przy którym:

- narusza się ekologiczną równowagę w systemie glebowym,
- zachodzi zmiana morfologicznych, fizyko-chemicznych i chemicznych charakterystyk gleb,
- zmieniają się właściwości fizyko-wodne gleb,
- narusza się wzajemny stosunek między oddzielnymi frakcjami związków organicznych gleby, w szczególności między składowymi lipidową i humusową,
- zachodzi niebezpieczeństwo wymywania z gleby ropy i produktów ropopochodnych i powtórnego skażenia gruntów i powierzchni wody.

Poziom dopuszczalnej koncentracji ropy i produktów ropopochodnych w glebach, przy którym nie obserwuje się wyliczonych powyżej zjawisk, nie wszędzie jest jednakowy. Różni się on w zależności od strefy glebowo-klimatycznej, typu gleby oraz zestawu ropy i produktów ropopochodnych, będących w glebie.

Wśród przyczyn skażenia środowiska ropą i substancjami ropopochodnymi wymienia się liczne przypadki wylewów, przecieków, rozlewów oraz niekontrolowanego bądź awaryjnego zrzutu. Takie zanieczyszczenie przynosi bardzo duży uszczerbek gospodarce rolnej, środowisku, a zwłaszcza florze

i faunie. Źródłem powstawania polichlorowanych związków organicznych są zakłady rafineryjno-petrochemiczne, przedsiębiorstwa chemii przemysłowej, przemysłu celulozowo-papierniczego, hutniczego i innych branż. Podobnym niebezpieczeństwem dla człowieka są dioksyny i dioksynopodobne toksykanty, np. polichlorobifenyle. Ze względu na swoją szczególną toksyczność, kancerogenność i mutagenność można je nazwać „superekotoksykantami”. Źródłem powstawania policyklicznych aromatycznych ekotoksykantów, np. B(a)P, są procesy cieplne, związane z przeróbką cieplną lub spalaniem substancji organicznych. Dużą grupę organicznych ekotoksyn stanowią też pestycydy lub odpady pestycydopodobne.

Na terenach wysoko uprzemysłowionych duża część gleb i ziemi jest skażona różnego rodzaju związkami toksycznymi. W pierwszej kolejności metalami ciężkimi w tym zawierającymi je związkami radioaktywnymi. Obok nich występują organiczne ekotoksyny reprezentowane przez ropę, polichlorowane produkty ropopochodne oraz przez policykliczne węglowodory aromatyczne¹².

Województwo śląskie boryka się z wieloma przykładami terenów na których występuje konieczność zastosowania bioremediacji. Jednym z tych terenów jest np. obszar dawnego składowiska odpadów Rudna Góra w Jaworznie. W ramach realizowane przez GIG projektu AMIIga zastosowano pilotażową biobarierę bioremediacyjną. W regionie jest zatem wysoki potencjał do rozwoju technologii bioremediacji, napędzany realnymi potrzebami. Istnieje również wiele barier w tym natury technologicznej finansowej i prawnej. Na szczęście coraz silniej wygląda współpraca nauka przemysł w przedmiotowym zagadnieniu i można przyjąć że najbliższe lata będą czasem sprzyjającym nowym wdrożeniom w zakresie bioremediacji.

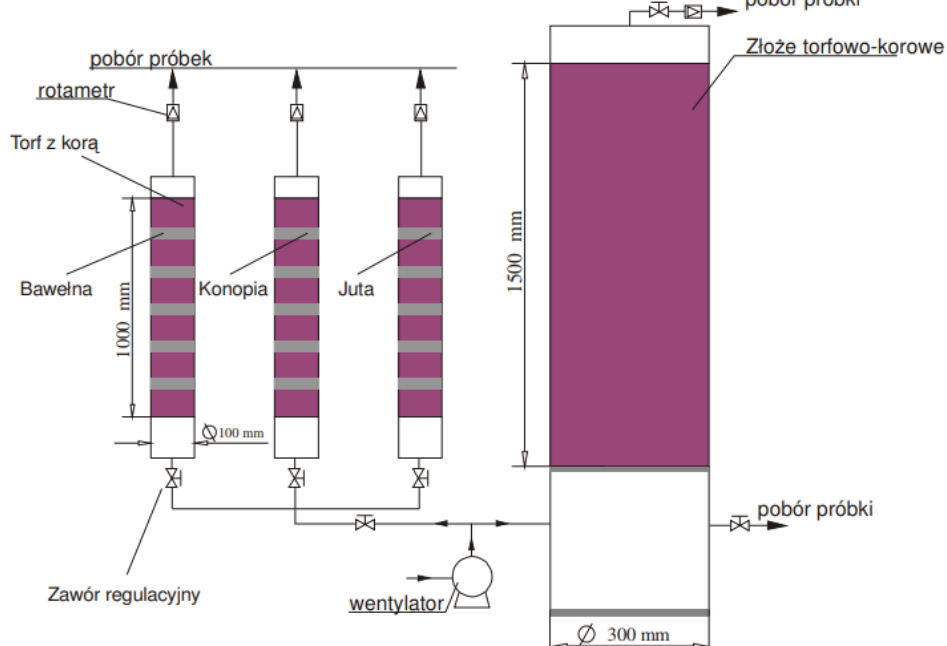
3.2.6 Biofiltracja

Obecnie biologiczne metody usuwania substancji uciążliwych zapachowo są bardziej rozwinięte. W dużym stopniu poznano teorię dotyczącą biofiltracji gazów oraz praktyczne uwarunkowania, pozwalające na ciągłe doskonalenie technologii i zwiększanie efektywności procesów dezodoryzacji¹³. Jednym ze sposobów ograniczania uciążliwości zapachowej zakładów przetwarzania lub kompostowania odpadów jest ujmowanie gazów procesowych i ich oczyszczanie. Dotyczy to zarówno gazów z procesu kompostowania, jak i zanieczyszczonego powietrza, pochodzącego z etapu obróbki wstępnej odpadów oraz innych operacji jednostkowych związanych z emisją nieprzyjemnych zapachów. Prowadząc proces biologicznego oczyszczania, należy spełnić następujące warunki: (i) odoranty, które mają być usunięte, muszą być biodegradowalne, (ii) powinny być rozpuszczalne w wodzie lub tłuszczach (lipidach znajdujących się w błonie komórkowej bakterii), (iii) nie mogą być toksyczne dla mikroorganizmów biofiltra (gaz powinien być wolny od związków metali ciężkich oraz oparów kwasów). Biofiltracja, w przeciwieństwie do innych fizykochemicznych metod dezodoryzacji, jest metodą tanią, przyjazną środowisku oraz efektywną¹⁴.

¹² <https://sozosfera.pl> odczyt: 21.03.2019

¹³ Monika Wierzbńska Biofiltracja przemysłowych gazów odlotowych przy użyciu naturalnych złóż włóknistych Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno- Humanistyczna, ul. Willowa 2 43-309 Bielsko-Biała

¹⁴ Anna KWARCIĄK-KOZŁOWSKA, Bartłomiej BAŃKA Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii Instytut Inżynierii Środowiska Biofiltracja jako metoda unieszkodliwiania odorów powstających podczas kompostowania frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych i przemysłowych



Rysunek 3 Przykładowy schemat do instalacji odsiarczania

Źródło: Biofiltracja przemysłowych gazów odlotowych przy użyciu naturalnych źródeł włóknistych Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno- Humanistyczna, Bielsko-Biała

Prowadząc proces biologicznego oczyszczania, należy spełnić następujące warunki:

- odoranty, które mają być usunięte z gazów odlotowych muszą być biodegradowalne, czyli podatne na rozkład biologiczny,
- powinny być rozpuszczalne w wodzie lub tłuszczach (lipidach znajdujących się w błonie komórkowej bakterii),
- nie mogą być toksyczne dla bakterii (gaz powinien być wolny od związków metali ciężkich oraz oparów kwasów)¹⁵.

W województwie śląskim istnieje wiele ośrodków naukowych prowadzących badania nad technologiami biofiltracji (ATH, UŚ, GIG, POL-SL). Jest to perspektywiczny kierunek stanowiący potencjalnie tańszą alternatywę dla systemów mechanicznych, chemicznych bądź fizycznych. Istotnymi barierami jak w przypadku wszystkich rozwiązań biotechnologicznych są stosunkowo wczesne fazy rozwoju technologii, konieczność monitoringu, aspekty dojrzałości produktowej. Bez wątpienia miejscami idealnymi do rozwoju przedmiotowych rozwiązań są regiony silnie uprzemysłowione posiadające duży potencjał implementacyjny tak jak woj. Śląskie.

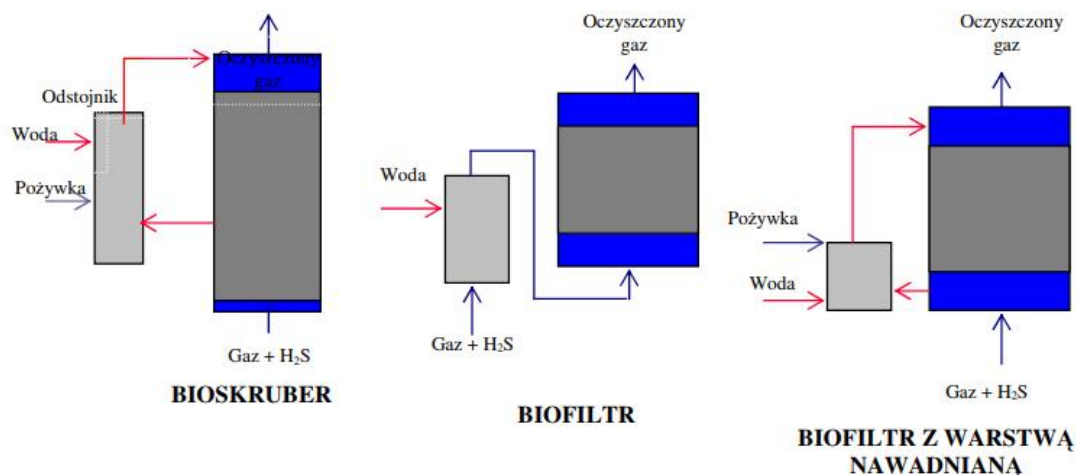
3.2.7 Bioodsiarczanie

Biodsiarczanie to zespół technologii biologicznych wykorzystujących naturalne procesy metaboliczne mikroorganizmów prowadzące do ekstrakcji siarki z paliw gazowych bądź stałych. Proces bioodsiarczania może mieć bardzo duże znaczenie w województwie śląskim ze względu na dużą koncentrację biogazowni przy oczyszczalniach ścieków. Biogaz pochodzący z fermentacji osadów ściekowych charakteryzuje się wysoką zawartością siarki. Technologia zatem ma duży potencjał rozwojowy i implementacyjny, natomiast istotne są bez wątpienia bariery technologiczne takie jak

¹⁵ Monika Wierzbńska Biofiltracja przemysłowych gazów odlotowych przy użyciu naturalnych źródeł włóknistych Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska, Akademia Techniczno- Humanistyczna, ul. Willowa 2 43-309 Bielsko-Biała

dostosowanie instalacji do skali przemysłowej, utrzymanie kultur mikroorganizmów w dobrym stanie fizjologicznym, monitoring efektywności procesu.

Metody oczyszczania gazów z siarkowodoru podzielić można na fizyczne, chemiczne i biologiczne. Usuwanie złośliwych zredukowanych związków siarki przeprowadzane było przez długi czas metodami fizycznymi i chemicznymi, takimi jak scrubbing, kondensacja, spalanie czy adsorpcja. Metody te okazały się mało skuteczne, zwłaszcza przy dużych przepływach gazu i małych stężeniach zanieczyszczeń. Do ich wad zaliczyć też można energochłonność, duże zużycie chemikaliów oraz złożoność układów do prowadzenia tego typu procesów. Problem stanowi również zagospodarowanie powstających produktów reakcji zanieczyszczeń z dodawanymi substancjami chemicznymi. Biologiczne metody usuwania zanieczyszczeń z gazów są symulacją procesów zachodzących w naturze, prowadzoną w kontrolowanych warunkach technicznych. Procesy biologiczne charakteryzują się wyższą skutecznością i opłacalnością niż procesy fizykochemiczne, wydają się też bezpieczniejsze.



Rysunek 4 Typy instalacji do biologicznego oczyszczania powietrza

Źródło: Porównanie efektywności mikrobiologicznego odsiarczania biogazu w bioskruberach i biofiltrach z warstwą nawadnianą, Lublin University of Technology

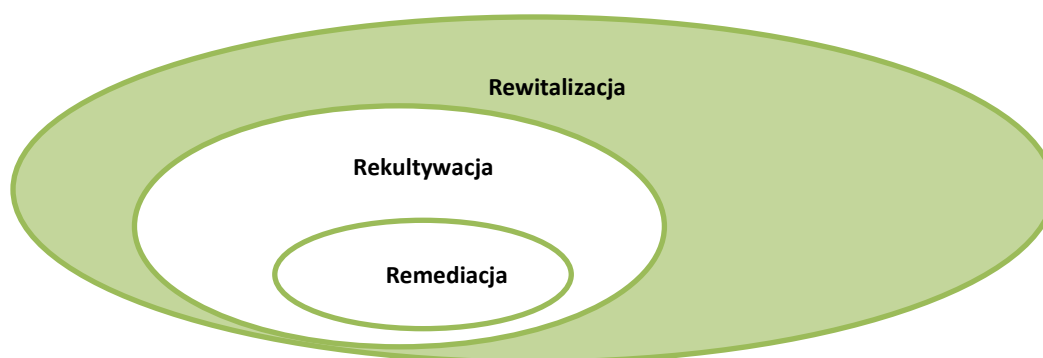
Zalety biologicznych metod usuwania siarkowodoru z gazów sprawiły, że stały się one alternatywą dla wielu procesów fizycznych i fizykochemicznych. W praktyce do biologicznego odsiarczania biogazu najczęściej stosowane są bioskrubery, biofiltry oraz biofiltry z warstwą nawadnianą (Rysunek 4). Wszystkie te systemy składają się z 3 faz: stałej (wypełnienia), ciekłej i gazowej, a prowadzone w nich procesy zachodzą według takiego samego mechanizmu. Zanieczyszczenia zawarte w gazach są sorbowane i przenoszone do fazy wodnej, a następnie rozkładane przez drobnoustroje do związków nieorganicznych - dwutlenku węgla, wody i soli mineralnych. Mikroorganizmy uzyskują w ten sposób energię do prowadzenia procesów życiowych i metabolity do syntez struktur komórkowych. Szczepami bakterii najczęściej stosowanymi w procesach biologicznego oczyszczania gazów są *Acinetobacter*, *Chlorobiaceae*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Thiobacilli*, szczególnie: *Thiobacillus denitrificans*, *Thiobacillus thioarus*, *Thiobacillus thiooxidans* oraz *Thiobacillus ferrooxidans*. Większość z nich

stanowią bakterie chemotroficzne czerpiące energię z utleniania zredukowanych nieorganicznych związków siarki i wykorzystujące CO₂ jako źródło węgla.

Mało jest informacji na temat kosztów eksploatacji opisanych układów, zwłaszcza bioskruberów, ale fakt, iż oczyszczanie gazów dosyć często jest prowadzone przy ich użyciu wskazuje na opłacalność ich stosowania. Należy mieć jednak na uwadze iż dalsze rozwijanie technologii bioodsiarczania może przynieść w przyszłości bardzo pozytywne efekty środowiskowe, choćby ze względu na fakt silnej promocji wykorzystania biogazu, który w postaci nieoczyszczonej zawiera bardzo dużo siarki¹⁶.

3.3 Technologie poprawy jakości terenów zdegradowanych

Tereny zdegradowane to tereny które zostały dotknięte poprzednimi sposobami ich zagospodarowania i wymagają działań zmierzających do przywrócenia opłacalności ich ponownego wykorzystania¹⁷. Żeby zapewnić ponowny rozwój takich terenów konieczna jest realizacja szeregu przedsięwzięć składających się na tzw. proces regeneracji terenów zdegradowanych. Jest to przedsięwzięcie kompleksowe oraz długotrwałe, uwzględniające wszystkie etapy - poczynając od przywracania terenów do stanu odpowiadającemu pierwotnej postaci do ostatecznego użytkowania i utrzymywania. W związku z powyższym istnieje potrzeba zastosowania najlepszych dostępnych technologii obejmujących zarówno oczyszczanie terenu, odkażania gruntów i wód, jak również usuwania innych zanieczyszczeń spowodowanych przez działalność przemysłową. Techniczne i przestrzenne aspekty poprawy jakości terenów zdegradowanych determinują właściwy dobór technologii służących gospodarczej, społecznej i przyrodniczej rewitalizacji terenów zdegradowanych (Rysunek 5).



Rysunek 5 Powiązania procesów przekształcania terenów zdegradowanych i przemysłowych

Źródło: opracowanie własne

W województwie śląskim nieprzerwanie występuje największa w skali kraju powierzchnia terenów przemysłowych – znajduje się tu ok. 11,3 tys. ha obszarów zdegradowanych i przemysłowych¹⁸. Powoduje to znaczące ograniczenie atrakcyjności regionu z uwagi na występujące zagrożenia. Możliwość przywrócenia wartości takim terenom pozwala zwiększać konkurencyjność regionu, wykorzystać obszar do nowych celów oraz zniwelować zagrożenia środowiskowe i społeczne. Nowoczesne technologie bezpośrednio realizujące proces poprawy jakości terenów zdegradowanych, jak również technologie wspomagające działania operacyjne (np.

¹⁶ Porównanie efektywności mikrobiologicznego odsiarczania biogazu w bioskruberach i biofiltrach z warstwą nawadnianą / Comparison between microbial biogas desulfurization efficiency in bioscrubbers and biotrickling filters, Małgorzata Pawłowska, Magdalena Zdeb Lublin University of Technology

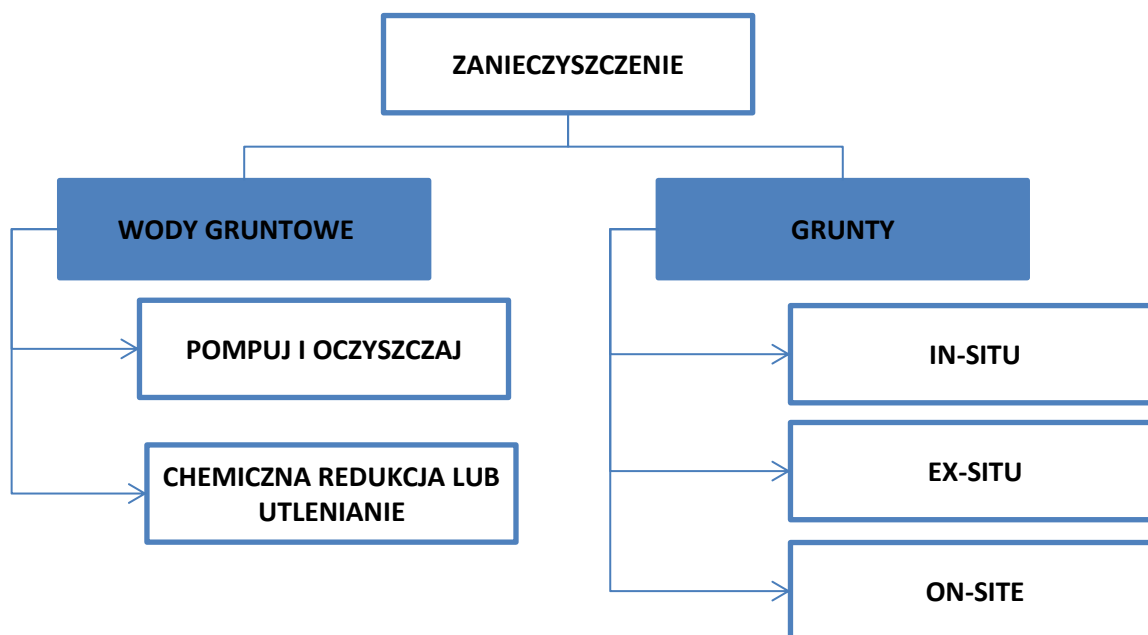
¹⁷ http://fast10.vsb.cz/lepob/index3/handbook_pl_screen.pdf odczyt:22.003.2019

¹⁸ Zgórska E., Działania podejmowane w województwie śląskim w dziedzinie rewitalizacji terenów przemysłowych,

elektroniczne bazy danych o terenach zdegradowanych¹⁹) są aktualnie nieodłącznym elementem strategii realizacji programów rewitalizacji obszarów zdegradowanych.

3.3.1 Technologie remediacji wód i gruntów

W zależności od rodzaju zanieczyszczeń występujących w gruncie lub wodzie dobierane są odpowiednie technologie oczyszczania. Likwidacja zanieczyszczenia środowiska wodno – gruntowego jest na ogół procesem skomplikowanym i kosztownym. Techniki i technologie remediacji mogą się różnić w zależności od rodzaju zanieczyszczeń oraz występujących, określonych warunkach środowiskowych. Podział został przedstawiony na rysunku (Rysunek 6).



Rysunek 6 Procesy techniczne prowadzące do usunięcia zanieczyszczeń

Źródło: prezentacja on-line firmy SEGI-AT, dostęp online: <https://docplayer.pl/50635374-Nasze-innowacje-remediacja-srodowiska-wodno-gruntowego.html> odczyt 22.03.2019

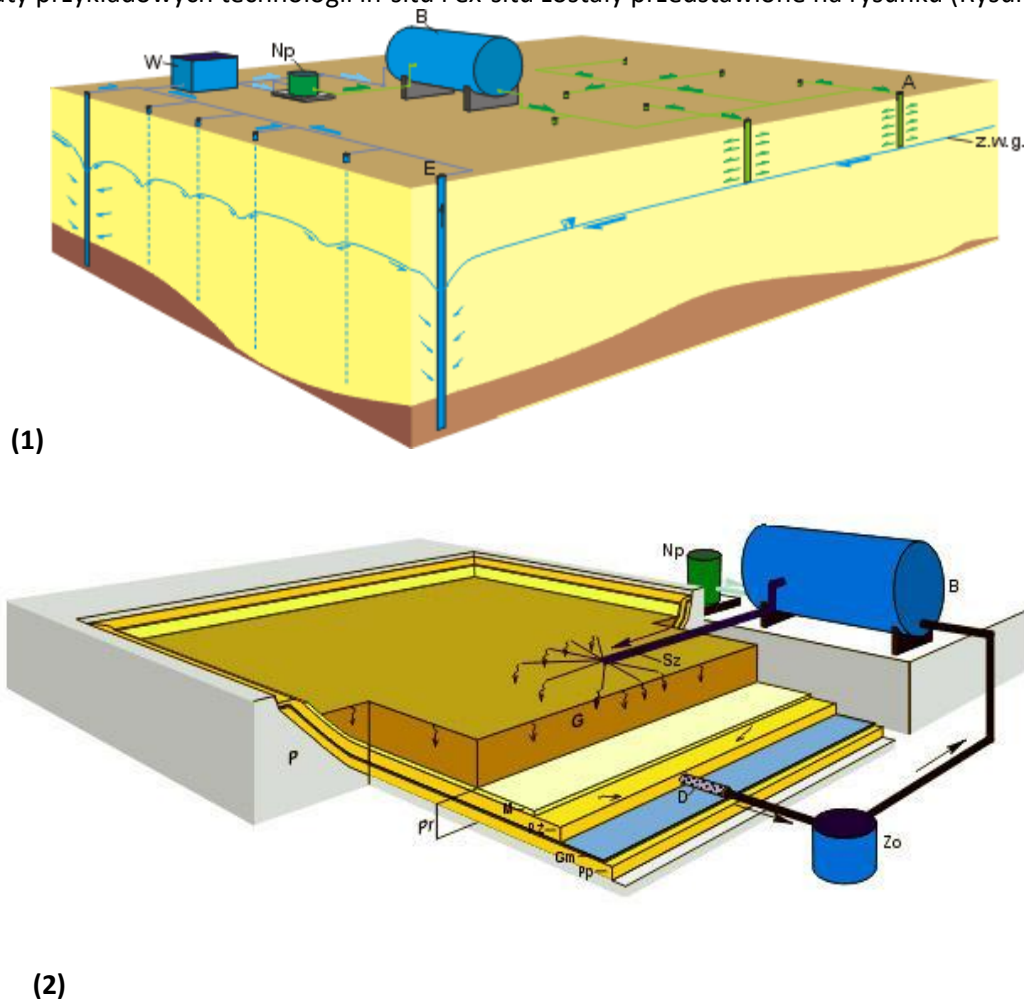
Dobór metod i technik remediacji wynika z kilku czynników: aktualnego stanu, przyjętego poziomu i zakresu ryzyka środowiskowego i zdrowotnego²⁰. W przypadku remediacji terenów przemysłowych, z uwagi na nagromadzone na powierzchni odpady niebezpieczne oraz zanieczyszczenie wód podziemnych stosuje się m.in.

- technologie mające na celu zminimalizowanie wymywania substancji niebezpiecznych,
- technologie oczyszczania wód już zanieczyszczonych w tym bariery reaktywne,
- technologie oczyszczania gruntów już zanieczyszczonych,
- technologie in-situ chemiczne i biologiczne,
- fizyko-chemiczne metody rekultywacji gleb w warunkach ex-situ
- metody biologiczne, w tym metody stabilizacji i ograniczenia biodostępności zanieczyszczeń (fitoremediacja i bioremediacja),
- inne oczyszczanie wód i gruntów metodami biologicznymi.

¹⁹ <http://opitpp.gig.eu/> odczyt: 23.03.2019

²⁰ Wojewódzki program przekształceń terenów przemysłowych i zdegradowanych wraz z koncepcją rozbudowy narzędzi informatycznych oraz prognozą jego oddziaływania na środowisko

Schematy przykładowych technologii in-situ i ex-situ zostały przedstawione na rysunku (Rysunek 7).



Rysunek 7 Schemat przykładowy oczyszczania w technologii (1) „IN-SITU” i (2) „EX-SITU”

Źródło: <https://www.dekonta.pl/remediacja/> odczyt 22.03.2019

Remediacja środowiska gruntowo-wodnego zaliczana jest do technologii krytycznych determinujących rozwój społeczno-gospodarczy. W związku z powyższym w ostatnich latach zyskują na znaczeniu kompleksowe i efektywne technologie związane z remediacją gruntów oraz technologie usuwania substancji problemowych.

3.3.2 Technologie rekultywacji

Rekultywacja to zgodnie z ustawą o ochronie gruntów rolnych i leśnych²¹ „nadanie lub przywrócenie gruntom zdegradowanym albo zdewastowanym wartości użytkowych lub przyrodniczych przez właściwe ukształtowanie rzeźby terenu, poprawienie właściwości fizycznych i chemicznych, uregulowanie stosunków wodnych, odtworzenie gleb, umocnienie skarp oraz odbudowanie lub zbudowanie niezbędnych dróg” (art. 4, pkt 18). Wyróżnia się następujące etapy prac związanych z rekultywacją terenów pogórnich / pokopalnianych:

- rekultywacja przygotowawcza (wstępna),

²¹ Dz.U. Nr 16, poz. 78 z późn. zm.

- rekultywacja techniczna (podstawowa) – która uwzględnia między innymi ukształtowanie rzeźby terenu i odtworzenie wierzchniej warstwy gleby, regulację stosunków wodnych, budowę sieci dróg,
- rekultywacja biologiczna (szczegółowa) – uwzględniająca m.in. zabiegi agrotechniczne, jak np. właściwe nawożenie czy pozostałe prace mające na celu zainicjowanie procesów glebotwórczych.

Technologie wspomagające proces rekultywacji charakteryzuje indywidualny charakter, szczególnie stąd konieczny jest wybór możliwie najskuteczniejszego sposobu rekultywacji i zagospodarowania zdegradowanego terenu przy minimalizowaniu nakładów.



Rysunek 8 Rekultywacja obiektu zagospodarowania odpadów wydobywczych KWK „Marcel”

Źródło: prezentacja Wyższego Urzędu Górniczego pt. :”Rewitalizacja i rekultywacja terenów pogórnich w Polsce”, dostęp online: <https://docplayer.pl/22463562-Rewitalizacja-i-rekultywacja-terenow-pogornicznych-w-polsce.html> odczyt: 22.03.2019

W zależności od powierzchni, morfologii terenu oraz stopnia degradacji wyznaczany jest kierunek rekultywacji (np. wodny, leśny, rolny i specjalny). Istotne są również oczekiwania społeczne. Dla przykładu na rysunku został przedstawiony proces rekultywacji obiektu zagospodarowania odpadów wydobywczych KWK „Marcel” (Rysunek 8).

3.3.3 Renaturyzacja

Renaturyzacja polega na przywróceniu przekształconym korytom rzek stanu jak najbardziej zbliżonego do naturalnego. Jest to długotrwały i złożony proces wymagający połączenia działań inżynierskich

oraz nietechnicznych. W praktyce oznacza to podjęcia kompleksowych działań i zabiegów zapewniających przywrócenie właściwego stanu. Działania renaturyzacyjne rzek i mokradeł cechują się znaczną złożonością, która wynika z konieczności uwzględnienia uwarunkowań przestrzennych oraz przyrodniczych stąd wybór odpowiedniej technologii powinien być wynikiem analizy zmian stanu w przeszłości oraz mieć jasno określone cele.

W oparciu o innowacyjne metody renaturyzacji możliwe jest zachowanie ochrony występujących populacji rzadkich i chronionych gatunków oraz siedlisk przyrodniczych. Z uwagi na kluczowe znaczenie aspektów środowiskowych, rozwój technologii renaturyzacji jest istotny nie tylko z punktu widzenia sprawnego i skutecznego przebiegu prac ale przede wszystkim w związku z przywróceniem utraconych przyrodniczych funkcji ekosystemów wodnych. Za przykład może posłużyć projekt REURIS, w ramach którego przeprowadzono częściową renaturyzację Doliny rzeki Ślepiotki w Katowicach – w przestrzeni podmiejskiej, wykorzystanie porzuconego terenu nadrzecznego dla zwiększenia retencji oraz odtworzenie lokalnego korytarza ekologicznego. Projekt prac został przedstawiony na rysunku (Rysunek 9).



Rysunek 9 Projekt rewitalizacji rzeki Ślepiotki w Katowicach

Źródło: <https://gryfny.wordpress.com/2012/11/04/przywrocic-rzece-dawny-wyglad/> odczyt 22.03.2019

Program małej retencji dla Województwa Śląskiego²² podkreśla istotne znaczenie renaturyzację dolin rzecznych i obszarów podmokłych na terenach obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi.

²² Program małej retencji dla Województwa Śląskiego - aktualizacja 2016 r. (Dokument ramowy), Województwo Śląskie, Katowice 2016

Nowoczesne podejście do procesu renaturyzacji zasobów wodnych w regionie pozwoli odbudowywać zdegradowane ekosystemy i ochronić je przed niewłaściwą eksploatacją zasobów wodnych.

3.4 Technologie gospodarowania odpadami

Wzrost poziomu życia oraz dynamiczny wzrost konsumpcji dóbr i usług powoduje, że społeczeństwo boryka się ze wzrastającą masą odpadów zarówno komunalnych, jak również przemysłowych. Szczególne zagrożenie powodują odpady niebezpieczne, zawierające metale ciężkie, których negatywny wpływ może obejmować wszystkie elementy ekosystemu.

Intensywne przemiany gospodarcze w myśl idei zrównoważonego rozwoju zapoczątkowały nowe podejście do tematu zagospodarowania odpadów. Przedsiębiorstwa zaczęły odkrywać potencjał tkwiący w odpadach co miało bezpośrednie przełożenie na trwający rozwój technologiczny zgodny z nurtem prośrodowiskowym. Inwestycje w nowoczesne rozwiązania mające na celu zapobieganie powstawania odpadów, minimalizowanie negatywnego wpływu na środowisku lub powtórnie wykorzystujące odpady zapewniają przedsiębiorstwom nie tylko finansowe oszczędności ale często umożliwiają na generowanie dodatkowego źródła zysku z tytułu odzysku odpadów i nadaniu mu nowych funkcji zapewniających ponowny powrót do obiegu gospodarczego.

Zgodnie z Planem gospodarki odpadami województwa śląskiego na lata 2016-2022²³ łączna masa odebranych i zebranych odpadów komunalnych ogółem w 2014 roku na terenie woj. śląskiego wynosiła 1 590 608 Mg. Pomimo znaczącego rozwoju recyklingu odpadów i ich przetwarzaniu jak również inwestycji w nowoczesne technologie w dalszym ciągu istnieje potrzeba doskonalenia regionalnego systemu gospodarki odpadami w celu racjonalnego zagospodarowania wszystkich strumieniów wytworzonych odpadów w województwie. Nie inaczej jest z odpadami przemysłowymi których w 2014 r. wytworzono na terenie województwa śląskiego w sektorze gospodarczym łącznie prawie 48,9 mln Mg. Dominującym procesem zagospodarowania tego typu odpadów było odzysk (największy udział procesu R5 – recykling lub odzysk innych materiałów nieorganicznych), któremu poddano prawie 91,0% odpadów. Natomiast dominującym procesem unieszkodliwiania odpadów przemysłowych był proces D5 (składowanie na składowiskach w sposób celowo zaprojektowanych), któremu poddano prawie 97% odpadów, głównie grupy 01 – odpady powstałe przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin w ilości ok. 3,6 mln Mg oraz grupy 19 (ok. 0,7 mln Mg).

Szerokie możliwości wykorzystania potencjału surowcowego i energetycznego odpadów jak również intensywny rozwój ekoinnowacyjnych technologii powoduje, że przemysł recyklingowy jest jedną z najbardziej innowacyjnych gałęzi gospodarki. Wynika to również z potrzeb wynikających z degradacji środowiska i potrzeby ograniczenia negatywnej działalności człowieka na otoczenie. Wyzwania które zostały przedstawione przed Śląskiem w ramach opracowanego dokumentu „Program dla Śląska”²⁴ w ramach zidentyfikowanych najważniejszych przedsięwzięć rozwojowych były następstwem wyróżnienia szeregu inicjatyw, wśród których można wymienić te bezpośrednio powiązane z przetwarzaniem odpadów:

²³ Plan gospodarki odpadami województwa śląskiego na lata 2016-2022, Województwo Śląskie, Katowice 2017

²⁴ Program dla Śląska, Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju, Warszawa 2017

- efektywna generacja energii elektrycznej z hutniczych gazów odpadowych z ograniczeniem emisji jonów chloru do środowiska. Beneficjent: Huta Cynku „Miasteczko Śląskie” S.A.,
- Opracowanie innowacyjnej technologii produkcji stopów żelaza z krzemem i glinem na bazie odpadów przemysłowych zwłaszcza pozyskiwanych z górnictwa. Podmiot realizujący: RE ALLOYS sp. z o.o.,
- Produkcja ciepła sieciowego i/lub energii elektrycznej (kogeneracja) z wykorzystaniem gazu ze zgazowania odpadów węglowych, komunalnych i przemysłowych oraz osadów ściekowych. Podmiot realizujący: Centrum Badawczo-Wdrożeniowe Polgrafen Sp. z o. o. Spin-off Politechniki Śląskiej,
- Produkcja ekologicznych, formowanych paliw niskoemisyjnych. Podmiot realizujący: Centrum Badawczo-Wdrożeniowe Polgrafen Sp. z o. o. Spin-off Politechniki Śląskiej.

Spodziewane efekty realizowanych inicjatyw w aspekcie społeczno-gospodarczym obejmują wzrost innowacyjności gospodarki regionalnej, a w aspekcie środowiskowym – wzrost efektywności gospodarki odpadowej, która bezpośrednio przekłada się na poprawę jakości środowiska przyrodniczego.

3.4.1 Technologie zapobiegania powstawania odpadów – Gospodarka Obiegu Zamkniętego

Gospodarka obiegu zamkniętego (ang. Circular Economy) to relatywnie nowy model gospodarki, który wiąże się z głębokimi przekształceniami łańcuchów produkcji i konsumpcji oraz projektowaniem na nowo systemów przemysłowych. Strategia ta przewiduje przejście od modelu linearnego opartego na schemacie produkcja – zużycie – wyrzucenie do modelu pętli, w którym odpady, jeśli powstają, stają się surowcem. W tym rozwiązaniu gospodarka o obiegu zamkniętym, dzięki odpowiedniemu zarządzaniu łańcuchem dostaw, eliminuje pojęcie końca życia produktu (Rysunek 10).



Rysunek 10 Schemat: Gospodarka o Obiegu Zamkniętym

Źródło: <http://www.europarl.europa.eu> odczyt: 20.03.2019

Zważywszy na założenia nowego podejścia, należy podkreślić że sektor technologiczny stanął przed wielkim wyzwaniem odpowiadając na potrzeby zamykania obiegu produktów, surowców czy odpadów. Związane jest to przede wszystkim z różnorodnością procesów technologicznych, szerokim spektrum potrzeb oraz koniecznością zapewnienia efektywności ekologicznej przy zapewnieniu właściwych relacji z obszarem społeczno-gospodarczym. Ponadto technologie są kluczowym czynnikiem pobudzającym gospodarkę obiegową poprzez zachowanie możliwie jak najdłuższej wartości dodanej produktów oraz wyeliminowanie odpadów. W światowym trendzie transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym istotną rolę odgrywają innowacyjne technologie dlatego przyjmuje się, że ekoprojektowanie jest kluczową kompetencją aktualnych czasów.

Idea Circular Economy w aspekcie potrzeb województwa śląskiego stała się ogromnym wyzwaniem, z uwagi na industrialną specyfikę regionu oraz zmaganie się z próbą efektywnego zagospodarowania odpadów.

3.4.2 Technologie segregacji odpadów

Podstawowym założeniem segregacji odpadów jest oddzieleniu surowców wtórnych od tych, które nie nadają się do powtórnego wykorzystania. W związku z powyższym wyróżniamy następujące metody segregacji odpadów²⁵:

²⁵ Palińska M.: Edukacja i informacja w zakresie gospodarki odpadami – prezentacja. Dostęp online: http://www.rceeplock.nazwa.pl/blizejsmieci/files/seminarium_1/sem_wcee/palinska_edukacja.pdf

- segregacja u źródła – zbieranie odpadów w miejscu ich powstawania do oddzielnych, specjalnie do tego celu przeznaczonych pojemników, zgodnie z przyjętym systemem zbiórki (Rysunek 11),
- metoda donoszenia (metoda wtórna) – w której segregacja następuje w sortowni odpadów.

Pomimo tego, iż segregacja odpadów bazuje na specjalnie dostosowanych pojemnikach i kontenerach, co raz częściej wdrażane są technologie segregujące odpady, które umożliwiają wydzielenie ze strumienia odpadów np. szkła kolorowego, białego, plastikowych butelek i materiału biodegradowalnego, który może służyć jako paliwo alternatywne lub jego składnik.



Rysunek 11 Wspólny system segregacji odpadów

Źródło: <https://odpady.net.pl/2017/06/18/segregacja-odpadow-od-1-lipca-2017-r-komunikat-ms/> odczyt: 23.03.2019

W związku z tym, że pożądana jest poprawa efektywności segregacji odpadów, która bezpośrednio wynika z wprowadzenia nowych regulacji unijnych oraz konieczności zwiększenia przez Polskę poziomu odpadów poddawanych recyklingowi, niezwykle istotną rolę odgrywają podmioty wdrażające nowe rozwiązania w obszarze technologii segregacji i sortowania odpadów. Osiągnięcie ww. celów jest możliwe przy wysokiej skuteczności działania instalacji technologicznych opartych na automatyzacji sortowania, z uzupełniającą funkcją segregacji manualnej, przy optymalnej konfiguracji technologii przetwarzania.

3.4.3 Technologie odzysku i recyklingu

Rozwój technologii odzysku i recyklingu jako najbardziej preferowanych metod zagospodarowania odpadów jest wynikiem ambitnego pakietu celów postawionych przez Komisję Europejską celem zwiększenia poziomu przetwarzania odpadów z wykorzystaniem ich potencjału surowcowego, energetycznego czy rolniczego. W tym kontekście głównym celem jest tworzenie i wdrażanie zaawansowanych i innowacyjnych rozwiązań technologicznych z obszaru procesów termicznych, chemicznych, mechanicznych i biologicznych umożliwiających odzysk surowców i energii.

Osiągnięcie odpowiedniego poziomu odzysku i recyklingu odpadów poużytkowych, między innymi odpadów opakowaniowych, zużytych opon, olejów odpadowych, bioodpadów jest jednym

z kluczowych celów Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2022²⁶. Dodatkowo rozwój technologii bezpośrednio wpisuje się w Krajową Inteligentną Specjalizację²⁷ - minimalizacja wytwarzania odpadów, w tym niezdatnych do przetworzenia oraz wykorzystanie materiałowe i energetyczne odpadów (recykling i inne metody odzysku). W związku z powyższym, uwzględniając grupę odpadów, na potrzeby spełnienia wymagań środowiskowych na szczeblu krajowym jak również europejskim istotny jest dynamiczny rozwój technologii odzysku i recyklingu odpadów poprzez m.in. budowanie nowoczesnych sortowni odpadów, które są podstawą efektywnego systemu recyklingu i odzysku odpadów, jak również urządzeń stosowanych w zakładach zagospodarowania odpadów w celu przetwarzania poszczególnych frakcji, ich oczyszczania i odzyskiwania.



Rysunek 12 Technologie odzysku tworzyw sztucznych

Źródło: <https://www.kierunekwodkan.pl/artukul,3809,sposob-na-tworzywo.html> odczyt: 23.03.2019

Rozwój innowacyjnych technologii recyklingu i odzysku w wybranych branżach gospodarki, stanowi dla regionu kierunek strategiczny i priorytetowy, nie tylko przez wymagania prawne ale przede wszystkim z uwagi na wyzwania i potrzeby środowiskowe w tym temacie. W związku z powyższym osiągnięcie celów w zakresie ograniczenia ilości odpadów kierowanych do składowania, wymaga poza rozwijaniem selektywnej zbiórki tych odpadów dalszego rozwoju innowacyjnych technologii recyklingu i odzysku, jako elementu uzupełniającego kompleksowy system zagospodarowania odpadów.

Dyrektywy Unii wymuszają podejmowanie wszelkich działań umożliwiających uzyskanie jak najlepszego stopnia odzysku. Z punktu widzenia skuteczności podjętych działań konieczne jest dostosowanie technologii do wybranych grup odpadów. Tak jak zostało to przedstawione na rysunku (Rysunek 12) który stanowi przykład możliwych do zastosowania technologii odzysku dla tworzyw sztucznych, preferowane są przede wszystkim formy maksymalnego wykorzystania powstających odpadów.

3.4.4. Technologie unieszkodliwiania odpadów

²⁶ Krajowy plan gospodarki odpadami 2022, Warszawa 2016

²⁷ https://smart.gov.pl/images/pdf/Krajowa-inteligentna-specjalizacja_0.pdf

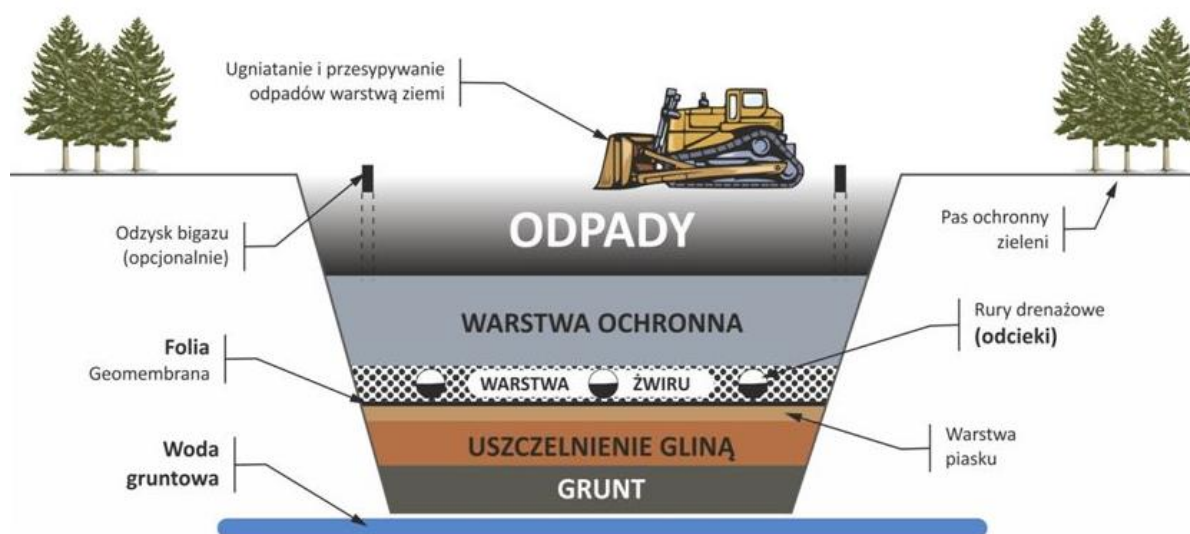
Zgodnie z Ustawą o odpadach²⁸, przez unieszkodliwianie odpadów rozumie się procesy niebędące odzyskiem, nawet jeżeli wtórnym skutkiem takiego procesu jest odzysk substancji lub energii. Wśród procesów unieszkodliwiania wyróżniamy składowanie w gruncie lub na powierzchni ziemi (np. składowiska itp.), retencje powierzchniową (np. umieszczanie odpadów ciekłych i szlamów w dołach, poletkach osadowych lub lagunach itd.) czy głębokie zatłaczanie (np. zatłaczanie odpadów w postaci umożliwiającej pompowanie do odwiertów, wysadów solnych lub naturalnie powstających komór itd.).

Technologie unieszkodliwiania odpadów komunalnych i przemysłowych, podobnie jak wszystkie technologie, wymagają dobrej znajomości właściwości surowców. W warunkach Śląska, kluczowe są technologie związane z unieszkodliwianiem odpadów przemysłowych. Na terenie województwa śląskiego w 2013 r. dominującym procesem unieszkodliwiania odpadów z sektora gospodarki był proces D5 (składowanie na składowiskach w sposób celowo zaprojektowany), gdzie wówczas funkcjonowały 53 składowiska odpadów oraz dwa czynne obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych. W związku z tym, że proces unieszkodliwiania odpadów polega na ich przekształceniu w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożeń dla życia lub zdrowia ludzi oraz dla środowiska. Dla przykładu, stosowane technologie immobilizacji, w ramach których następuje zestalanie i stabilizacja odpadów pozwalają na chemiczne i fizyczne przekształcenie odpadów (w szczególności niebezpiecznych) w celu ograniczenia szkodliwego wpływu na środowisko.

3.4.5 Technologie składowania odpadów

Zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami unieszkodliwianie odpadów poprzez ich składowanie powinno obejmować wyłącznie te odpady, których odzysk lub których unieszkodliwienie w inny sposób było niemożliwe. Składowanie odpadów chociaż jest najgorszą metodą zagospodarowania odpadów oraz jedną z najdroższych, to jednak dopuszczoną do zastosowania prawem. Oznacza to, że pomimo ograniczania masy odpadów trafiających na składowisko wyodrębnione strumienie odpadów nadal będą tam deponowane. Z tego punktu widzenia istotne jest właściwe zabezpieczenie, monitorowanie jak również optymalizowanie funkcjonowania składowisk, stąd istotne znaczenie mają technologie związane z systemami barier zabezpieczających środowisko, systemami odgazowania czy technologie których celem jest zabezpieczenie eksploatowanej części składowiska (Rysunek 13).

²⁸ Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. 2013 poz. 21)



Rysunek 13 Uproszczona budowa składowiska

Źródło: <https://slideplayer.pl/slide/10165397/> odczyt: 23.03.2019

W zakresie zidentyfikowanych potrzeb w zakresie systemu gospodarki odpadami województwa śląskiego na szczególną uwagę zasługują technologie składowania odpadów niebezpiecznych, gdzie wymagane jest podjęcie szczególnych środków ochronnych oraz nadzorczych. Oznacza to, konieczność zastosowania wyspecjalizowanych technologii zabezpieczających grunty i wody przed przedostaniem się szkodliwych substancji do środowiska.

3.5 Technologie wody i ścieków

Do technologii wody i ścieków zaliczamy:

- Technologie uzdatniania i odnowy wody do celów pitnych i przemysłowych,
- Modelowanie systemów sieci kanalizacyjnych, wodociągowych,
- Technologie dla oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych, w tym modelowanie biologicznych systemów oczyszczania ścieków, techniki membranowe,
- Optymalizacja istniejących rozwiązań technologicznych i intensyfikacja procesów oczyszczania ścieków,
- Ocena efektywności gospodarki wodno-ściekowej (m.in. koncepcje techniczne i plany aglomeracji),
- Opracowanie rozwiązań technicznych i technologicznych w skali laboratoryjnej półtechnicznej,
- Innowacyjne technologie dla zagospodarowania osadów ściekowych na cele przyrodnicze, energetyczne i inne,
- Intensyfikacja procesów przeróbki osadów na oczyszczalniach ścieków,
- Analizy techniczno-ekonomiczne rozwiązań w zakresie osadów ściekowych,
- Analizy i ekspertyzy środowiskowo-prawne w zakresie gospodarowania osadami ściekowymi.

3.5.1 Technologie oczyszczania ścieków

Oczyszczanie ścieków polega na zmniejszeniu ilości lub usunięciu związków chemicznych, stałych substancji oraz zabiciu szkodliwych bakterii zanim woda powróci do wód powierzchniowych lub podziemnych. W zależności od ilości zawartych w ściekach zanieczyszczeń, proces oczyszczania może być prosty lub złożony. Woda pochodząca z gospodarstw domowych zanim będzie mogła powrócić do naturalnego zbiornika przejdzie prosty proces oczyszczania natomiast ścieki przemysłowe wymagają zastosowania kilku procesów oczyszczania zanim wody będą bezpieczne dla środowiska.

W oczyszczalniach stosuje się kilka etapów oczyszczania ścieków:

- **mechaniczne oczyszczanie** – polega na usunięciu większych stałych substancji, piasku, zawieszin, tłuszczów przy udziale krat, osadników, odtłuszczaczy. Na tym etapie usuwa się ok 35% zanieczyszczeń znajdujących się w wodzie. Zatrzymywane na kratkach zanieczyszczenia-tzw. skratki są odwadniane, prasowane, dezynfekowane a następnie spalane. W piaskownikach są oddzielane i zatrzymywane piaski, żwir i drobne kamienie. Odtłuszczacze usuwają tłuszcze i oleje w procesie flotacji (mikroskopijne pęcherzyki powietrza zbierają zanieczyszczenia i unoszą na powierzchnię wody). Na koniec w osadnikach wstępnych następuje usunięcie w procesie sedimentacji łatwo opadających zawieszin głównie organicznych. Zawiesiny lżejsze od wody na powierzchni osadników tworzą tzw. kożuch. Zebrane na tym etapie zanieczyszczenia w postaci zawieszin tworzą tzw. osad wstępny, który jest zagęszczany i trafia do komory fermentacyjnej. Natomiast oczyszczone wstępnie ścieki poddawane są następnie oczyszczaniu biochemicznemu w reaktorach biologicznych.
- **biologiczne oczyszczanie** – może być prowadzone w warunkach beztlenowych lub tlenowych. Warunki beztlenowe wymagane są w przypadku silnie zanieczyszczonych ścieków. Znacznie częściej stosowana jest metoda tlenowego oczyszczania ścieków. Polega ona na rozłożeniu organicznych substancji (białek tłuszczów, cukrów) przez tlenowe mikroorganizmy (pierwotniaki i bakterie tlenowe). Mikroorganizmy te wykorzystują substancje organiczne zawarte w ściekach jako źródło energii i materii niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania i utleniają je do wody, dwutlenku węgla i innych prostych związków. Techniki biologicznego oczyszczania wykorzystują złoża zraszane, osad czynny i złoża zawieszone. Najstarszą metodą odzwierciedlającą naturalne procesy samooczyszczania wód zachodzące w przyrodzie, jest metoda złoża zraszanego, w której wykorzystuje się złożo biologiczne zraszane przez ścieki oczyszczone wcześniej mechanicznie. Na powierzchni złoża, które stanowią kamienie, żużel, koks lub substancje z tworzyw sztucznych rozwija się biofilm (błona biologiczna)- cienka galaretowata warstwa utworzona z bakterii, grzybów, protistów, a nawet larw owadów. Organizmy te w warunkach tlenowych rozkładają związki organiczne obecne w ściekach. Zamiast złoża biologicznego można wykorzystać osad czynny, czyli zawiesinę mikroorganizmów (bakterie i pierwotniaki). W specjalnych reaktorach biologicznych, które mogą posiadać kilka stref – z małą ilością tlenu (strefa niedotleniona) i z dużą ilością tlenu (strefa natleniona), ścieki mieszane są z osadem czynnym, a zawarte w nim mikroorganizmy przeprowadzają procesy:
 - utleniania związków organicznych,
 - nitrifikacji- utleniania amoniaku i soli amonowych do azotynów i azotanów,

- denitryfikacji - przemiany azotanów do azotynów lub całkowicie do wolnego azotu atmosferycznego, zachodzi w warunkach beztlenowych lub kumulują fosfor.

W efekcie biologicznego oczyszczania przy udziale pożytecznych mikroorganizmów następuje usunięcie ze ścieków związków biogenych. Na koniec w tzw. osadnikach wtórnych oddzielane są oczyszczone ścieki od osadu czynnego. Część wraca do reaktorów biologicznych a pozostała część jako osad nadmierny po zagęszczeniu trafia do komór fermentacyjnych.

W komorach fermentacyjnych zachodzi proces tzw. stabilizacji osadów ściekowych, czyli rozkład organicznej części osadów w warunkach beztlenowych. W wyniku zachodzącej fermentacji metanowej powstaje biogaz (metan i dwutlenek węgla). Powstałe w komorach fermentacyjnych osady ustabilizowane są odwadniane, poddane suszeniu i spalaniu²⁹.

W województwie śląskim funkcjonuje około 300 oczyszczalni ścieków, stąd jest to bardzo chłonny i rozwojowy rynek umożliwiający wdrażanie i rozwój nowych technologii i rozwiązań. Technologie oczyszczania ścieków są bardzo dobrze poznana, ale wciąż poszukiwane są rozwiązania innowacyjne, energooszczędna, w szczególności w zakresie zagospodarowania osadów ściekowych lub redukcji azotu w powstających odciekach poosadowych.

3.5.2 Technologie uzdatniania wody

Technologie uzdatniania wody stanowią istotny element w przygotowaniu pozyskiwanej z ujęć wody przeznaczonej do dystrybucji, tak aby spełniła ona warunki sanitarne i mogła być bezpieczne stosowana w gospodarstwach domowych i przemysle.

Głównymi metodami stosowanymi w procesie uzdatniania są m.in.: klaryfikacja, odżelazianie, odmanganianie, zmiękczenie, demineralizacja, filtracja np. węglowa, dezynfekcja, aeracja i proces odwróconej osmozy. Etapy te są stosowane nie tylko w zależności od właściwości samej wody, wynikających z jej pochodzenia ale i w zależności od wymagań stawianych finalnemu produktowi procesu uzdatniania i jego przeznaczenia (woda do picia, woda do zasilania kotłów parowych i do różnych procesów technologicznych).

Uzdatnianie wody obejmuje nie tylko procesy oczyszczania wody, ale również tzw. doczyszczania wody, tj. polepszanie jej właściwości morfologicznych i fizycznych (temperatury, przezroczystości, barwy, zapachu, smaku, wyglądu, klarowności)

Jeśli uzdatnianiu podlegać będzie woda powierzchniowa, podskórna czy wcześniej już uzdatniana musi w pierwszej kolejności być wstępnie oczyszczona, czyli **mechanicznie przefiltrowana** i pozbawiona piasku i zawiesin za pomocą krat, sit, osadników i filtrów.

Na etapie **klaryfikacji** zachodzi wytrącanie związków koloidalnych, sedymentacja zawiesin i filtracja. W tym celu stosuje się dodanie np. siarczanu glinu. Powstały koloid wykazuje duże właściwości adsorbcyjne. Drobne cząsteczki zawiesin adsorbują na powierzchni wodorowęglanu glinu, tworzą się tzw. „kłaczk” i opadają na dno. Proces ten pozwala wytrącić z wody znaczną część zawiesin.

Dezynfekcja - wody naturalne zawierają bakterie, wśród nich są też chorobotwórcze. Metody dezynfekcji mają na celu zniszczenie żywych i przetrwalnikowych form patogennych drobnoustrojów oraz uniemożliwienie ich późniejszego rozwoju. Stosuje się chlorowanie, ozonowanie lub naświetlanie

²⁹ <http://www.pfozw.org.pl>

promieniami ultrafioletowymi. Najbardziej powszechną metodą jest chlorowanie, które jednak ma ujemne strony ponieważ nadaje wodzie charakterystyczny smak i zapach. Zawartość chloru w odkażonej wodzie nie powinna przekraczać 0,3-0,5 mg/dm³.

Odżelaznianie i odmanganianie - przeprowadza się gdy wody gruntowe zanieczyszczone są związkami żelaza i manganu (ponad 0,3 mg/dm³ żelaza). Wodę napowietrza się, a powstałe osady wodorotlenków żelaza usuwane są w filtrach. Nadmiar manganu usuwa się w podobny sposób. Obecność jonów żelaza i manganu jest szkodliwa dla wielu procesów produkcyjnych, a wysokie stężenia żelaza i manganu w wodzie powodują wzrost jej mętności i barwy oraz powstawanie rdzawych osadów.

Jeśli woda ma służyć do zasilania kotłów parowych należy ją dodatkowo poddać procesowi degazacji i zmiękczenia. **Zmiękczenie** - polega na usunięciu głównie jonów wapnia i magnezu, które nadają wodzie twardość, a to sprzyja powstawaniu kamienia kotłowego i powoduje większe zużycie środków myjąco-piorących. Nadmiar jonów usuwa się poprzez wytrącenie trudno rozpuszczalnych osadów po ogrzaniu wody (zjawisko to ma miejsce w czajniku podczas gotowania) lub zastosowaniu wymiennicy jonowych-jonitów. Za pomocą jonitów można całkowicie zdemineralizować wodę. Zmiękczenie chemiczne tzw. dekarbonizacja polega na dodaniu do wody mleka wapiennego (Ca(OH)₂) lub wapna i sodu.

Filtracja na węglu aktywnym - stosuje się w celu poprawy cech wody takich jak smak, zapach, barwa. Węgiel aktywny jest skuteczny w usuwaniu chloru i jego związków, fenolu, oraz niektórych metali.

Ostatecznym elementem procesu uzdatniania, wpływającym też na jakość wody jest transport siecią wodociągową. Jak widać woda musi przebyć czasami długą drogę zanim będzie mogła popłynąć z naszych kranów³⁰.

W województwie śląskim funkcjonuje jedna z większych w kraju firm dystrybuujących wodę, zatem bezpieczeństwo zasobowe w tym aspekcie jest bardzo ważne.

3.5.3 Technologie transportu wody i ścieków

Technologie budowy infrastruktury do transportu wody i ścieków zasadniczo dzieli się na technologie wykopowe i bezwykopowe. Obejmują one zarówno budowę nowej infrastruktury podziemnej do transportu wody i ścieków jak i renowację/modernizację infrastruktury istniejącej. Do budowy sieci wodociągowej stosuje się zarówno wykopu wąsko przestrzenne o ścianach pionowych odeskowanych i rozpartych, jak i szerokoprzestrzenne o ścianach skarpowych. Wybór rodzaju wykopu i zabezpieczenia ścian wykopu zależy od warunków lokalnych i hydrogeologicznych oraz głębokości wykopu³¹. Jednak budowa nowej infrastruktury podziemnej metodą tradycyjną w wykopie generuje wiele uciążliwości.

Technologie budowy bezwykopowej i odnowy czy modernizacji (naprawy, uszczelnienia, renowacje, rekonstrukcje i wymiany) stosowane są coraz powszechniej z uwagi na liczne zalety techniczne oraz wysoką efektywność ekonomiczną.³² Na podstawie klasyfikacji przyjętej przez A. Zwierzchowską³³

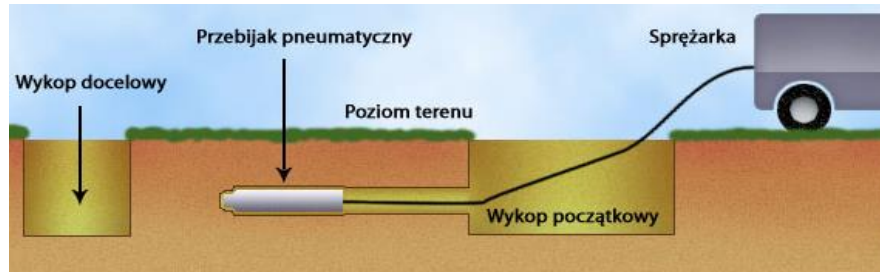
³⁰ <http://www.pfozw.org.pl> odczyt:29.03.2019

³¹ Kalenik M., Wybrane zagadnienia projektowania i budowy sieci wodociągowej; Cz. 1. Budowa i rodzaje rur. Rynek Instalacyjny 6/2015

³² Szymczyk P., Filipkowska U., Józwiak T., Mielcarek A. Bezwykopowe technologie budowy sieci podziemnych jako alternatywa dla metod tradycyjnych. Logistyka 4/2015

³³ Zwierzchowska A. „Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych, „Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach”, 2009

wyróżnia się następujące grupy metod bezwykopowych budowy sieci: przeciski pneumatyczne przebijakiem, tzw. kretem (Impact Moling) (Rysunek 14), pneumatyczne wbijanie rur stalowych (Impact Ramming), przewiertły sterowane (Guided Boring) oraz wiercenie kierunkowe (Directional Drilling), przeciski hydrauliczne (Pipe Jacking), mikrotunelowanie (Microtunnelling) (Rysunek 15).



Rysunek 14 Budowa rurociągu metodą przecisku pneumatycznego przebijakiem, tzw. kretem

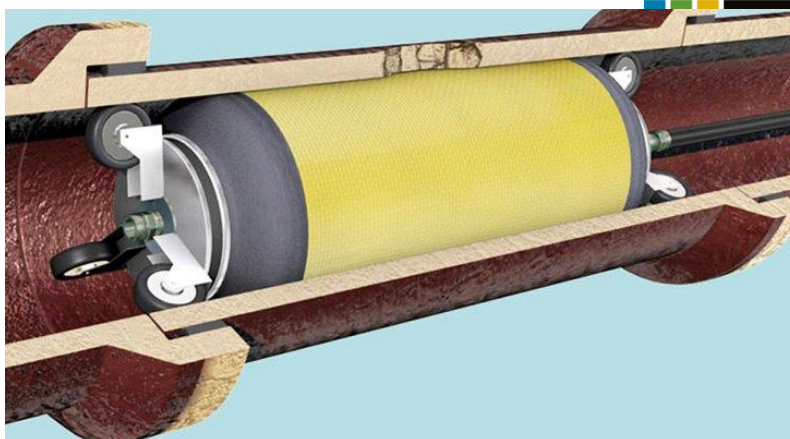
Źródło: https://www.wodkaneko.pl/artykuly/przeciski-pneumatyczne-oraz-wbijanie-rur-stalowych-w-technologiach-bezwykopowych--60238-6#_odczyt: 29.03.2019



Rysunek 15 Technologia mikrotunelowania

Źródło: http://www.tolos.pl/oferta/mikrotunelowanie/?gclid=EAlaIQobChMI77mV_uOu4QIVakQYCh25qAdQEAYASAAEgLXvVD_BwE odczyt: 29.03.2019

Z kolei do technologii renowacji sieci istniejącej (podział wg zakres uszkodzenia rurociągu oraz zakresu prowadzonych robót sieci wodociągowych i kanalizacyjnych) zaliczamy: naprawy punktowe, renowacje, wymiany. Naprawy punktowe rurociągów obejmują: naprawy z wykorzystaniem tzw. pakerów (Rysunek 16), metoda uszczelniania i naprawy powłokami sztywnymi, metody przy użyciu opaski (manszety) gumowej, naprawy kanałów z zastosowaniem robotów, naprawy konstrukcji kolektorów z zastosowaniem modyfikowanych zapraw mineralnych. Renowacja rurociągów obejmuje: technologie ciasno pasowane (z zastosowaniem „rękawów” (CIPP) (Rysunek 17) wykonanych są z materiału kompozytowego składającego się z włókny syntetycznej lub tkaniny z włókien szklanych, nasyczonej żywicą poliestrową (UP), epoksydową (EP) lub winyloestrową (VE); metoda Uliner/Compact pipe/Rauliner oraz swagelining) oraz luźno pasowanej (relining długi (sliplining); relining krótki (shortlining); technologia rury spiralnie zwijanej, tzw. SPR).



Rysunek 16 Schemat montażu krótkiego rękawa twz. "pakera" w kanale

Źródło: <https://inzynieria.com/wpis-branzy/artykuly/1/54453,nowe-zycie-pakera> odczyt: 29.03.2019



Rysunek 17 Renowacja rurociągu z zastosowaniem "rękawów" (CIPP)

Źródło: <https://www.bougalisconstructioninc.com/images/services/cipp-lining-3.jpg> odczyt: 29.03.2019

Z kolei do technologii pozwalających na zwiększenie średnicy rurociągu zalicza się burstlining/cracking (kraking) statyczny, technologia ta polega na usunięciu istniejącego uszkodzonego lub zniszczonego odcinka rurociągu i zastąpienie go nowym poprzez wciąganie przy użyciu wysokiej mocy wciągarek oraz specjalnych głowic tnących, nowych rur tworzywowych w miejsce niszczonych i rozpychanych rur starych (kawałki starej rury są wciskane w grunt). Renowacji i naprawy przyłączy kanalizacyjnych dokonuje się również z zastosowaniem profili kapeluszowych wykonanych z powłoki tekstylnej nasączonej żywicą a także technologii natryskowych (cementowanie, natrysk z żywicy epoksydowej, natrysk żywicy poliuretanowej)³⁴³⁵³⁶.

Renowacja sieci przy użyciu technologii bezwykopowych odbywa się z zastosowaniem innowacyjnych materiałów, jak np. płytki bazaltowe, moduły GRP (z ang. GRP - Glass Fiber Reinforced Plastics – materiały wzmocnione włóknem szklanym), lub wyżej ww. rękawów CIPP (z ang. CIPP - cured in place pipe/rura utwardzana na miejscu) oraz inteligentnych powłoki renowacyjnych.

³⁴ Ćwiertnia R., Ćwiertnia T. Analiza wybranych technologii bezwykopowej renowacji sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Rewitalizacja Obszarów Zurbanizowanych. Przegląd Budowlany 7–8/2018

³⁵ Kulickowski A., Kulickowska E., Nogaj S. 25 lat stosowania technologii bezwykopowej wymiany przewodów podziemnych w Polsce. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 2018

³⁶ Szymczyk P., Filipkowska U., Józwiak T., Mielcarek A. Bezwykopowe technologie budowy sieci podziemnych jako alternatywa dla metod tradycyjnych. Logistyka 4/2015

Technologie budowy i renowacji sieci wodociągowych i kanalizacyjnych metodami bezwykopowymi stanowią istotne rozwiązanie szczególnie na terenach miejskich, mocno zurbanizowanych, gdzie nie bez znaczenia pozostaje aspekt społeczny, w kontekście minimalizacji utrudnień dla mieszkańców podczas prowadzonych prac. Metody te umożliwiają przywrócenie sprawności, szczelności, drożności i nośności tych rurociągów, przy stosunkowo niewielkiej ingerencji w otaczające środowisko.³⁷

Rury wykorzystywane do budowy sieci wodociągowej powinny być od wewnątrz jak najgładsze, aby podczas transportu wody straty hydrauliczne ciśnienia były jak najmniejsze. Powinny mieć odpowiednią wytrzymałość pod względem dynamicznym i statycznym i odporność na chemiczne działanie transportowanej wody wewnątrz oraz wody i gruntu na zewnątrz. Do budowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych wykorzystuje się wyroby do tego przeznaczone, posiadające odpowiednie świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie. Dokumenty takie określają warunki wykonania, budowy i eksploatacji danego materiału oraz wpływ na użytkownika i inne elementy konstrukcyjne oraz środowisko naturalne. Do budowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych najczęściej stosuje się rury z: polichlorku winylu (PVC-U), polietylenu (PE-HD), polipropylenu (PP) lub ich kombinacji (HDPE/PP). Systemy kanalizacyjne z tworzyw sztucznych oferują warunkują niezawodność, ale również kompatybilność rozwiązań technicznych i materiałowych, co ma szczególne znaczenia przy transporcie ścieków o zmiennym składzie chemicznym.³⁸³⁹

W celu uniknięcia poważnych awarii niezbędna jest dokładna ocena stanu technicznego rurociągów i kanałów podziemnych. Metody stosowane w tym zakresie można podzielić na niszczące, polegające na odkopaniu rur i poddaniu ich badaniom w laboratorium, stosowane do rur o niewielkich średnicach; częściowo niszczące - polegające na pobraniu fragmentu ściany rury, dzięki czemu unika się wyłączenia przewodu z eksploatacji, istnieją jednak ograniczenia stosowania tych metod w zależności od materiału z jakiego wykonane są rury; badania nieniszczące, które z uwagi na bezinwazyjność w stosunku do konstrukcji rur są obecnie powszechnie stosowane w diagnostyce rurociągów i kanałów wykonanych z różnych materiałów.

Wśród badań nieniszczących wyróżnia się cztery grupy: inspekcje wizualne oraz metody elektromagnetyczne, akustyczne i ultradźwiękowe. W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie użycia nieprzejezdnych kamer z funkcją zoom, kamer skanujących oraz kamer głównych z kamerami satelickimi, które umożliwiają podczas badań kanałów jednoczesne badanie przykanalików. Nowym trendem w tym zakresie jest także stosowanie tzw. robotów inspekcyjnych, mających jako wyposażenie, poza opcją CCTV, także laser, sonar i szereg innych mierników, np. miernik grubości ścianki rury, umożliwiających uzyskanie większej liczby informacji niezbędnych do dokładniejszej oceny stanu technicznego badanych przewodów. Również przydatne urządzenia diagnostyczne stanowią georadary, wyposażone także w kamery CCTV. Z kolei metody elektroskanowania, pozwalają na zdecydowanie bardziej dokładne niż ma to miejsce w metodzie CCTV badanie szczelności przewodów kanalizacyjnych - wykrywano są wszystkie uszkodzenia konstrukcji rurociągu, przez które może przepływać prąd, podczas gdy inspekcja CCTV pozwala na ujawnienie uszkodzeń, które są widoczne na nagraniu. W ostatnich latach nastąpił również wzrost zainteresowania technikami magnetycznymi, elektromagnetycznymi i akustycznymi, w zastosowaniach głównie dla ciśnieniowych przewodów wodociągowych.⁴⁰

³⁷ http://nbi3l.nazwa.pl/pftt/wp-content/uploads/2017/01/Zalety_tech_nik_bezwykopowych.pdf odczyt: 27.03.2019

³⁸ Kalenik M., Wybrane zagadnienia projektowania i budowy sieci wodociągowej; Cz. 1. Budowa i rodzaje rur. Rynek Instalacyjny 6/2015

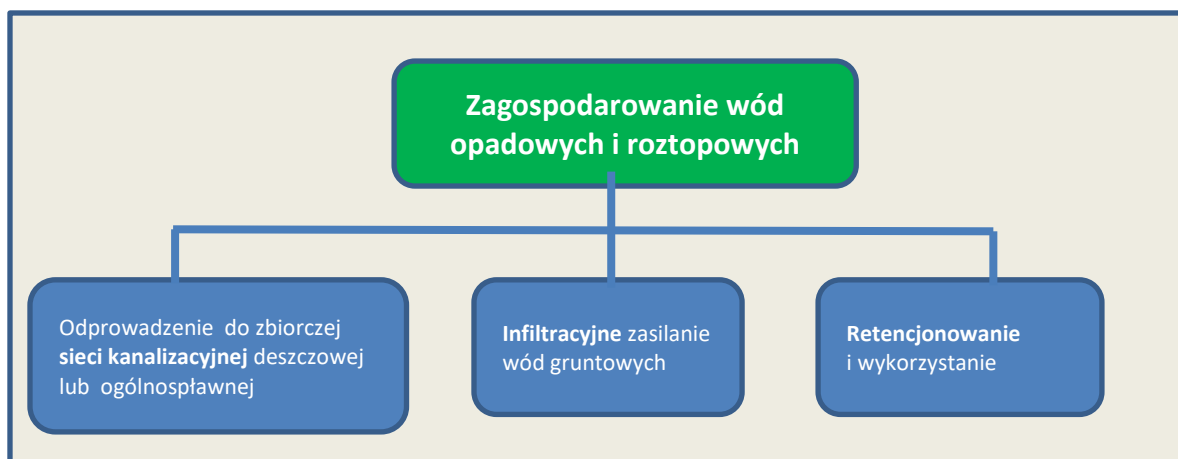
³⁹ Piechurski F., Dobór materiałów do budowy sieci wod-kan. Sieci wodociągowe. Rynek Instalacyjny 5/2011

⁴⁰ http://www.nbi.com.pl/assets/NBI-pdf/2015/4_61_2015/pdf/27_Emlia_kuliczowska.pdf odczyt: 27.03.2019

3.5.4 Technologie odzysku wody

Metody odprowadzania wód opadowych i roztopowych

Wody opadowe z terenów zurbanizowanych można w sposób konwencjonalny odprowadzić systemem kanalizacji zbiorczej (deszczowej lub ogólnospławnej) lub alternatywnie zagospodarować w miejscu ich powstawania poprzez retencjonowanie lub infiltrację⁴¹ (Rysunek 19).



Rysunek 18 Sposoby zagospodarowania wód opadowych i roztopowych

Źródło: opracowanie własne za A. Karczmarczyk, J. Mosiej., Racjonalne zagospodarowanie wód opadowych na terenach o zwartej i rozproszonej zabudowie, SGGW w Warszawie.

Sieć kanalizacja to system rur, koryt i kolektorów oraz uzbrojenia służących do odprowadzania ścieków sanitarnych (kanalizacja sanitarna), deszczowych i roztopowych (kanalizacja deszczowa) lub sanitarnych i deszczowych (kanalizacja ogólnospławna).

Systemy kanalizacyjne można podzielić ze względu na pełnione funkcje: kanalizacja pełna – odprowadzająca wszystkie rodzaje ścieków, kanalizacja częściowa odprowadzająca ścieki bytowe i przemysłowe. Obecnie są budowane systemy kanalizacyjne można podzielić na następujące typy: kanalizacja konwencjonalna oparta na grawitacyjnym przepływie ścieków, niekonwencjonalna oparta na wymuszonym przepływie ścieków oraz mieszana tj. we fragmencie jest to kanalizacja konwencjonalna i fragmentami niekonwencjonalna.

Do materiałów stosowanych do budowy sieci kanalizacyjnej i uzbrojenia zaliczamy:

- rury żeliwne i stalowe – ze względu na korozję są stosowane wyjątkowo rzadko,
- rury kamionkowe – są najbardziej wytrzymałe, łączone na uszczelniony kielich,
- rury betonowe – powierzchnia wewnętrzna rury zabezpieczona jest specjalną powłoką oraz farbą asfaltową,
- rury żelbetowe – stosowane do układania rur o większych średnicach oraz w sytuacjach kiedy występuje niebezpieczeństwo powstawania dużych obciążeń,
- kanały murowane – budowane wprost w wykopie, obecnie kanały murowane są rzadko stosowane,
- rury z tworzyw sztucznych – systemy rur i kształtek z PCV z przeznaczeniem do budowy bezciśnieniowych sieci kanalizacyjnych,
- rury polimerobetonowe – w swoim składzie nie zawierają cementu a spoiwem jest żywica poliestrowa, cechują się zwiększoną odpornością na ściskanie i rozciąganie.

⁴¹ A. Karczmarczyk, J. Mosiej., Racjonalne zagospodarowanie wód opadowych na terenach o zwartej i rozproszonej zabudowie, SGGW w Warszawie.



rura kanalizacyjna PCV, źródło:
www.imged.pl/rura-kanalizacyjna-lita-pcv
 odczyt: 27.03.2019



studzienki kanalizacyjne; źródło:
www.pipelife.com/pl/Produkty/kanalizacja_zewnetrzna/studnie
 odczyt: 27.03.2019



rury polimerobetonowe; źródło:
www.betonstal.com.pl/oferta/rury_w_techologii_bezwykopowej/ odczyt: 27.03.2019



studnia DN 1200 z regulatorem przepływu, źródło:
<http://kanbud.eu/kanalizacja-deszczowa>
 odczyt: 27.03.2019



rury betonowe, źródło:
<http://www.betonbest.pl/rury-betonowe> odczyt: 27.03.2019



budowa sieci kanalizacyjnej, źródło:
http://wuprinz.pl/pliki/get/pliki/realizacje/wo_dociagi%20i%20kanalizacje odczyt: 27.03.2019

Rysunek 19 Przykłady materiałów stosowanych przy budowie sieci wodnych i kanalizacyjnych

Istniejące systemy odprowadzania wód opadowych i roztopowych to przede wszystkim systemy ogólnospławne, a istniejące zbiorniki mogą retencyjnować tylko ok. 6% ilości wód odpływających z terenu Polski⁴². Niekorzystne cechy i zjawiska negatywnego wpływu na środowisko charakterystyczne dla systemów kanalizacyjnych:

- duże średnice rurociągów,
- dopływ dużych ilości wód do oczyszczalni (dopływy pikowe) - przeciążenia hydrauliczne systemów kanalizacyjnych oraz oczyszczalni ścieków,
- lokalne podtopienia oraz nasilanie się zjawisk powodziowych,
- okresowy wzrost zanieczyszczeń w odbiornikach wód deszczowych,
- przelewy burzowe ze zrzutem bezpośrednio do rzek powodujące zanieczyszczenia wód powierzchniowych,
- zubożenie zasobów wodnych - obniżanie poziomu wód gruntowych i zmniejszanie ich zasobów, degradacja cieków wodnych na skutek braku zasilania gruntowego,
- ograniczenie lub zanik życia biologicznego w rzekach będących odbiornikiem ścieków z kanalizacji.

Przykładem innowacyjnego rozwiązania dla sieci kanalizacyjnych ograniczającego ww. negatywne zjawiska jest **inteligentna sieć kanalizacji deszczowej**. Głównym modulem rozwiązania jest retencyjny kanał ściekowy, który służy do magazynowania i odprowadzania ścieków deszczowych. Jego zaletą jest możliwość efektywnego wykorzystania całej przestrzeni retencyjnej kanału, wykorzystując zapas

⁴² Z. Sadecka. Wody Opadowe I Roztopowe -Kierunki Zagospodarowania, Uniwersytet Zielonogórski Instytut Inżynierii Środowiska

przepustowość do retencjonowania ścieków deszczowych. Wyjątkowość tego rozwiązania polega na tym, że przestrzeń wewnątrz kanału podzielona jest na komory poprzez przegrody, które umieszcza się nad dnem kanału, tworząc w ten sposób otwory przepływowe. Retencyjny kanał ściekowy spełnia jednocześnie dwie funkcje w systemie kanalizacyjnym: hydrauliczną, związaną z transportem określonego strumienia ścieków i retencyjną umożliwiającą gromadzenie okresowego nadmiaru dopływających ścieków deszczowych ze zlewni.⁴³



retencyjny kanał ściekowy, źródło: www.uponor.pl/pl-pl/infra/firma/aktualności odczyt: 27.03.2019

Rysunek 20 Retencyjny kanał ściekowy - przykład rozwiązania innowacyjnego

Infiltracyjne zasilanie wód gruntowych

Znacznie korzystniejszym dla środowiska i współcześnie promowanym rozwiązaniem zagospodarowania wód deszczowych jest zastosowanie systemów zwiększające infiltrację i retencjonowanie wód deszczowych i opadowych. Pozytywne aspekty zastosowania systemów zwiększających infiltrację i retencjonowanie wód deszczowych i opadowych to: zapobieganie zaburzeniom stosunków wodnych, zmniejszenie zagrożeń powodziowych (spowolnienie przepływu), zmniejszenie obciążeń sieci kanalizacyjnych, poprzez magazynowanie wody zapobieganie skutkom suszy, zmniejszenie zużycia wody wodociągowej.

Infiltracja wód opadowych i roztopowych może być realizowana za pomocą infiltracji powierzchniowej lub infiltracji podpowierzchniowej:

- infiltracja powierzchniowa to odprowadzenie wód poprzez powierzchnie zielone – trawniki, kwietniki, rowy trawiaste, oraz poprzez powierzchnie utwardzone nawierzchnią przepuszczalną,
- infiltracja podpowierzchniowa znajduje zastosowanie przede wszystkim na obszarach, gdzie brakuje miejsca do powierzchniowego gromadzenia wody. Wymaga ona zastosowania następujących urządzeń studnie i rowy chłonne (tzw. rigole), drenaże i komory drenażowe, skrzynki rozsączające, wsiąkanie poprzez rury drenarskie. Komory drenażowe mogą być stosowane także jako podziemne zbiorniki retencyjno-infiltrujące lub szczelne zbiorniki retencyjne.

Stosowanym podejściem innowacyjnym jest budowanie tzw. ogrodów deszczowych („rainwater garden”), które łączą w sobie cechy infiltracji powierzchniowej i podpowierzchniowej.

⁴³ www.uponor.pl/pl-pl/infra/produkty/inf_kanalizacja-deszczowa/kanał-retencyjny

Retencjonowanie wody opadowej i roztopowej

Retencja to zdolność do gromadzenia wody i przechowywania jej przez dłuższy czas. Celem retencji jest uwolnienie zmagazynowanej wody do środowiska, głównie przez parowanie czy infiltrację, a w mniejszym stopniu przez odpływ powierzchniowy i do kanalizacji. Opóźnienie odprowadzenia wód opadowych i roztopowych do odbiornika można realizować poprzez:

- retencjonowanie wód na powierzchni zlewni,
- retencjonowanie ścieków opadowych w sieci kanalizacyjnej,
- retencjonowanie wód w zbiornikach podziemnych.

Zrównoważone miejskie systemy odwadniające

Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) to połączenie wyżej wymienionych rozwiązań, zaprojektowanych w celu spowolnienia spływu powierzchniowego, redukcji wpływu urbanizacji i zagrożenia powodzią. Zapewniają one również oczyszczanie wód, ochronę jakości zasobów wodnych oraz tworzą nowe siedliska. Głównym celem zastosowania SUDS poza aspektami środowiskowymi (opóźnianie odpływu i retencjonowanie wód opadowych) jest obniżenie kosztów gospodarki wodnej. System SUDS obejmuje⁴⁴:

- stawy retencyjne suche –służące do krótkiego retencjonowania wody i usuwania zawiesin,
- stawy retencyjne mokre – stale utrzymujące wodę, służące do usuwania zawiesin i zanieczyszczeń biodegradowalnych,
- systemy bagienne stale podmokłe, przeznaczone do usuwania związków biodegradowalnych, o głębokości nie większej jak 0.5-0.75m, i w ok. 75% porośnięte makrolitami,
- rowy trawiaste umożliwiające retencjonowanie małej ilości wody oraz jej infiltracji, w znaczącym stopniu . redukują prędkość wody,
- nawierzchnie porowate z dużą podpowierzchniową pojemnością retencyjną,
- zielone dachy – jest to efekt rozwinięcie tradycyjnego dachu poprzez zastosowanie hydroizolacji, zabezpieczenia przed korzeniami, warstwy drenażowej, włókniny filtracyjnej, oraz lekkiego podłoża glebowego (substratu) i roślin. Zielone dachy redukują odpływ wód opadowych o ok. 50-99%, redukują tzw. efekt miejskiej wyspy ciepła („urban heat island”), poprawiają jakość powietrza, wydłużają trwałość dachu, redukują hałas miejski o około 20-30 dB, oraz zwiększają efektywność energetyczną budynku.

3.6 Technologie ochrony powietrza

Technologie ochrony powietrza przyczynią się do lepszej jakości powietrza atmosferycznego. Od wielu lat podejmuje się działania mające na celu opracowywanie i wdrażanie technologii sprzyjających unikaniu powstawania zanieczyszczeń (tzw. działania „u źródła”). Nie we wszystkich przypadkach jest to jednak możliwe. Stąd też realizuje się działania mające na celu usunięcie głównych zanieczyszczeń z powietrza po ich wytworzeniu (tzw. działania „na końcu rury”). Niepożądanymi substancjami emitowanymi do powietrza są m.in. związki siarki (SO₂), węgla (CO) oraz azotu (NO_x). Ich

⁴⁴ A. Karczmarczyk, J. Mosiej., Racjonalne zagospodarowanie wód opadowych na terenach o zwartej i rozproszonej zabudowie, SGGW w Warszawie.

głównymi emitorami są energetyka zawodowa, i przemysłowa, transport drogowy, ale i również emisja pochodząca z gospodarstw domowych (tzw. niska emisja).

3.6.1 Technologie ograniczenia emisji zanieczyszczeń

Wśród technologii przyczyniających się do ograniczania emisji zanieczyszczeń do atmosfery wymienić można te, które uniemożliwiają powstawanie niepożądanych gazów i pyłów. W literaturze przedmiotu, działania mające na celu zapobieganie powstawaniu tychże zanieczyszczeń, zaliczane są do tzw. metod pierwotnych.

Wśród metod pierwotnych wyróżnia się m.in.:

- odpowiedni dobór, bądź też przygotowanie paliwa,
- odpowiedni dobór kotła (np. zastosowanie kotłów fluidalnych),
- właściwe ukształtowanie komory paleniskowej (np. poprzez narożne ustawienie palników),
- stosowanie palników o specjalnej konstrukcji (palniki niskoemisyjne),
- wielostrefowe spalanie paliwa (np. niedomiar powietrza, niższe temperatury, system OFA).

Odpowiedni dobór paliwa powinien koncentrować się wokół kilku ważnych zagadnień. Zaliczyć do nich można np. kwestie związane z ceną lub też jego kalorycznością. Niemniej o wyborze danego paliwa, powinny zdecydować również takie czynniki jak niska zawartość zanieczyszczeń np. siarki, która jest uwalniana w procesie spalania oraz niewielkie ilości popiołów powstających w wyniku spalania paliwa. Innym sposobem ograniczania emisji zanieczyszczeń jest stosowanie odpowiednich rodzajów kotłów np. fluidalnych. Zastosowanie tego typu rozwiązań pozwala na ograniczenie emisji SO₂ oraz NO_x na etapie procesu spalania. Wykorzystanie kotłów fluidalnych nie wymaga budowania oddzielnych i kosztownych instalacji odsiarczania. Aktualna technologia pozwala na wykorzystywanie kotłów fluidalnych ze złożem stacjonarnym bądź też cyrkulującym⁴⁵.

Na ograniczanie emisji zanieczyszczeń wpływa również właściwe ukształtowanie komory paleniskowej. Palniki umieszczone w narożnikach umożliwiają wprowadzanie odpowiedniej mieszanki paliwa i powietrza do kotła, tak aby osiągnąć optymalną temperaturę spalania, równocześnie dążąc do ograniczania emisji NO_x. Zminimalizowaniu zanieczyszczeń sprzyja również stosowanie specjalnego rodzaju palników tzw. niskoemisyjnych. Ich wykorzystanie pozwala na zmniejszenie ilości powietrza doprowadzanego do tzw. jądra płomienia, powodując obniżenie jego temperatury i zmniejszenie emisji NO_x o 10-30%. Jeszcze innym sposobem na ograniczanie zanieczyszczeń jest stosowanie kotłów, w których wykorzystuje się odpowiednie dawkowanie powietrza. W zależności od kotła wyróżnia się od jednej do trzech stref spalania. Umożliwia to odpowiednie manipulowanie ilością paliwa i dostarczanego powietrza tak, aby zminimalizować ilości wytwarzanych zanieczyszczeń. Spalanie paliwa w wielu strefach, przy jednoczesnym ograniczaniu emisji, umożliwiają także często stosowane systemy OFA (ang. Over Fire Air) lub też ich rozszerzone konstrukcje: ROFA, SOFA, CCOFA, BOFA⁴⁶. W pierwszej, tzw. dolnej strefie spalania, do której dostarcza się mniej powietrza (niż jest to teoretycznie potrzebne), dochodzi do niepełnego spalania paliwa i częściowego jego zgazowania. Natomiast w drugiej strefie spalania doprowadza się dodatkowe powietrze w celu pełnego spalania paliwa. Proces ten zachodzi w obniżonej temperaturze, co w efekcie przyczynia się do redukcji ilości powstających NO_x.

⁴⁵ <https://www.rafako.com.pl> dostęp: 15.03.2019

⁴⁶ <https://www.energetykacieplna.pl/wiadomosci-i-komunikaty/w-elektrowni-opole-s-a-zakonczone-zostalo-testowanie-instalacji-do-redukcji-tlenkow-azotu-48495-10> dostęp: 15.03.2019

Przytoczone powyżej metody stosowane są w dużych blokach energetycznego spalania paliw głównie węgla. Dzięki odpowiedniej kontroli procesów spalania, poprzez zwiększanie bądź też zmniejszania ilości powietrza, wpłynąć można na temperaturę spalania, a następnie na zużycie paliwa oraz powstawanie szkodliwych związków w spalinach. Aktualnie wykorzystywane technologie posiadają tak dobrane parametry spalania, że pozwalają one na uzyskanie odpowiedniej wydajności i ekonomii spalania, przy zachowaniu krajowych oraz europejskich norm emisyjnych.

W kwestiach związanych z transportem obecne technologie pozwalają na ograniczenie emisji znacznych ilości zanieczyszczeń w tym m.in. pyłów, tlenków azotu i węgla, węglowodorów oraz metali ciężkich. Nowe rozwiązania umożliwiają stosowanie pojazdów wyposażonych w silniki nowej generacji. W przypadku transportu zbiorowego są to autobusy:

- napędzane sprężonym gazem ziemnym (tzw. paliwo CNG),
- z napędem hybrydowym,
- z napędem elektrycznym.

Autobusy wyposażone w silniki sprężonego gazu ziemnego stanowią alternatywę dla aktualnie wykorzystywanego taboru zasilanego olejem napędowym. Przykładami miast województwa śląskiego, w których wdrożono nowoczesny i bardziej przyjazny dla środowiska transport miejski, są: Bielsko – Biała oraz Tychy⁴⁷. Innym rozwiązaniem są autobusy hybrydowe. Umożliwiają one wykorzystywanie silnika elektrycznego lub diesla, albo też obydwu tych silników w tym samym czasie. Technologia silnika hybrydowego pozwala na magazynowanie energii wytwarzanej podczas hamowania, a następnie jej wykorzystanie do produkcji energii dla silnika elektrycznego. Silnik elektryczny jest wykorzystywany do wprowadzenia pojazdu w ruch. Przy prędkości 15-20 km/h włączony zostaje silnik diesla. Dzięki temu zużycie paliwa oraz emitowane emisje zanieczyszczeń są znacznie niższe niż w autobusach z tradycyjnym silnikiem wysokoprężnym. Napęd hybrydowy doskonale sprawdza się w pojazdach zmuszonych do ciągłego zatrzymywania się i ruszania. Stąd też stanowi bardzo dobre rozwiązanie dla autobusów miejskich, poruszających się w ruchu o dużym natężeniu. Miastem gdzie wykorzystywane są autobusy z systemem hybrydowym jest Sosnowice⁴⁸. Napędami, w których zastosowane rozwiązania technologiczne umożliwiają ograniczenie emisji zanieczyszczeń w największym stopniu, są silniki elektryczne. Ograniczają one nie tylko emisję spalin, ale i również poziomu emitowanego hałasu. Przykładami miast województwa śląskiego, w których wykorzystuje się autobusy elektryczne są m.in. Jaworzno oraz Katowice⁴⁹.

Bardzo istotnymi emitarami zanieczyszczeń powietrza są również gospodarstwa domowe. Obarcza się je (w 55%) za złą jakości powietrza w województwie śląskim⁵⁰. Przyczyną takiego stanu rzeczy są przestarzałe i źle eksploatowane piece oraz kotły opalane niskojakościowymi paliwami węglowymi. Na przestrzeni ostatnich lat dąży się do ich sukcesywnej wymiany, niemniej jest to proces bardzo kosztowny i długotrwały. Równocześnie prowadzi się także działania mające na celu opracowanie paliw niskoemisyjnych dostosowanych do wykorzystywanej obecnie infrastruktury (piece, kotły, piecokuchnie). Wypracowywanie nowych technologii wspierane jest działaniami edukacyjnymi,

⁴⁷ <http://katowice.wyborcza.pl/katowice/7,124132,24442069,czas-na-ekologiczne-autobusy.html> dostęp: 15.03.2019

⁴⁸ <https://www.rp.pl/Ekonomia/309209846-Miasta-w-województwie-slaskim-buduja-floty-ekologicznych-autobusow.html> dostęp: 15.03.2019

⁴⁹ <http://katowice.wyborcza.pl/katowice/7,124132,24442069,czas-na-ekologiczne-autobusy.html> dostęp: 15.03.2019

⁵⁰ <http://www.katowice.pios.gov.pl/index.php?tekst=jakosc/i2> dostęp: 15.03.2019

mających na celu podnoszenie poziomu świadomości społeczeństwa odnośnie wpływu spalnego paliwa na jakość powietrza.

Ze względu na ważkość zagadnienia jakim jest czyste powietrze uważa się, iż istnieje bardzo duża potrzeba opracowywania i stosowania technologii ochrony powietrza w regionie. W ramach technologii ograniczania emisji zanieczyszczeń warto przytoczyć przykład projektu pn. „Badania nad innowacyjnym, niskoemisyjnym paliwem bezdymnym” realizowanego przez konsorcjum w składzie: Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrzu oraz firma Polchar Sp. z o.o. Istotą projektu jest opracowanie nowego paliwa (tzw. błękitnego węgla, ang. blue coal) wytwarzanego z węgla kamiennego. Jego zastosowanie w obecnie używanych źródłach ogrzewania, znacznie obniżyłoby emisję zanieczyszczeń do atmosfery⁵¹. Paliwo to spalane w domowych paleniskach (kotły c.o., piekuchnie itp.) umożliwi znaczną redukcję emitowanych rakotwórczych lotnych związków organicznych (tzw. LZO) oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (tzw. WWA) - około 6 razy mniej, tlenków siarki 2-3 razy mniej, pyłu ponad 3 razy mniej⁵². Póki co skala zastosowania tej technologii jest stosunkowo nieduża. Jego wykorzystanie zostało przetestowane laboratoryjne oraz przez mieszkańców wybranych dzielnic Zabrze, Krzyżanowic (nieopodal Raciborza), Jedlina-Zdrój (pod Wałbrzychem), Krakowa i Żywca⁵³. Badania potwierdziły znaczącą poprawę jakości powietrza w miejscach testowych. Pomimo zalet jakie niesie ze sobą to rozwiązanie, napotyka ono również na bariery. Technologia ta wymaga wstępnego przetworzenia węgla, co znacznie podwyższa koszty paliwa. Niemniej ze względu na potencjał innowacyjny i rozwojowy charakter, winny zostać podjęte dalsze działania mające na celu jej upowszechnienie.

3.6.2 Technologie oczyszczania gazów

Działania mające na celu oczyszczanie zanieczyszczonych gazów będących efektem spalania paliw, zaliczane są do tzw. metod wtórnych. Wśród nich wyróżnić można odsiarczanie, odazotowanie oraz odpylanie spalin.

Odsiarczanie to proces oczyszczania spalin ze związków siarki, głównie poprzez usuwanie dwutlenku siarki, który powstaje w procesach spalania. Ilość generowanego związku (SO_2) zależy m.in. od jego zawartości w paliwie, np. węgla kamiennym lub brunatnym, ropie naftowej, benzynie, gazie ziemnym. Najwięcej związków siarki (SO_2) powstaje na etapie spalania paliwa (70-95%). Jest ona szkodliwa ze względu na fakt, iż przyczynia się do procesów korozyjnych kotłów oraz emitowane do atmosfery są głównym sprawcą kwaśnych deszczy powodujących znaczne szkody w przyrodzie ożywionej jak i nieożywionej.

Stąd też podejmuje się szereg działań mających na celu wychwycenie związków siarki a następnie ich bezpieczne zagospodarowanie. W literaturze przedmiotu wymienia wiele metod odsiarczania spalin. Wśród nich są np. metody:

- sucha,
- półsucha,
- mokra⁵⁴.

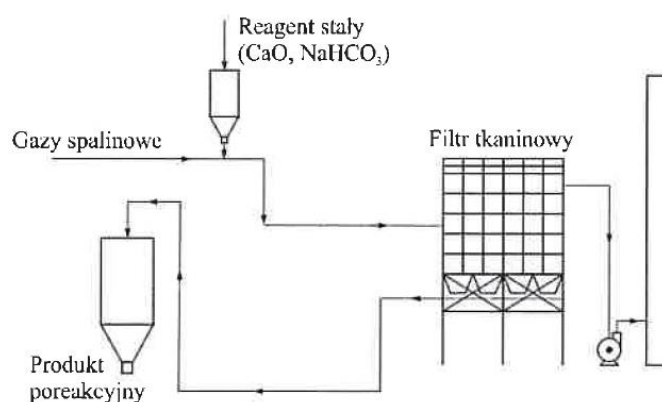
⁵¹ <http://www.ichpw.pl/wp-content/uploads/2015/11/B%C5%82%C4%99kitny-W%C4%99giel.pdf>
dostęp: 15.03.2019

⁵² <http://iati.pl/blekitny-wegiel-wywiad-z-dr-inz-aleksandrem-sobolewskim-dyrektorem-instytutu-chemicznej-przerobki-wegla-w-zabrze/>
dostęp: 15.04.2019

⁵³ <http://iati.pl/blekitny-wegiel-wywiad-z-dr-inz-aleksandrem-sobolewskim-dyrektorem-instytutu-chemicznej-przerobki-wegla-w-zabrze/>
dostęp: 15.04.2019

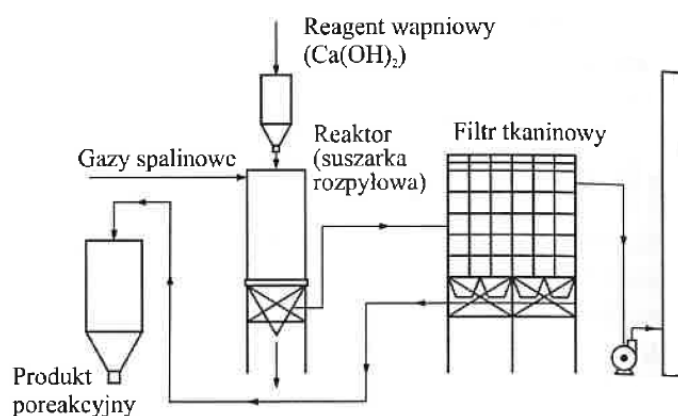
⁵⁴ Wielgoński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018

W metodzie suchej najczęściej stosowanym reagentem jest tlenek wapnia (CaO), wodorotlenek wapnia (Ca(OH)_2) lub węglan wapnia (CaCO_3). W wysokiej temperaturze tj. ok. 580°C w przypadku Ca(OH)_2 oraz ok. 825°C dla CaCO_3 związki te ulegają rozkładowi do CaO sprzyjając przebiegowi reakcji chemicznej odsiarczania spalin. W przypadku metody półsuchej reagent wprowadzany jest do procesu w postaci zawiesiny. Wykorzystuje się reagenty wapniowe, przede wszystkim wodorotlenek wapnia (Ca(OH)_2). Najbardziej rozpowszechnioną metodą odsiarczania spalin, w dużych obiektach energetycznego spalania paliw, jest metoda mokra. Polega ona na wprowadzeniu do kolumny absorpcyjnej zawiesiny rozdrobnionego węglanu wapnia, co umożliwia pozyskanie siarczanu wapniowego (CaSO_4). Jego krystalizacja w postaci dwuwodnej pozwala na wytworzenie gipsu, który po odfiltrowaniu i odwodnieniu wykorzystywany jest do produkcji płyt kartonowo-gipsowych. Przykłady uproszczonych schematów technologicznych instalacji wykorzystujących metody suche, półsuche i mokre zaprezentowano na poniższych rysunkach.



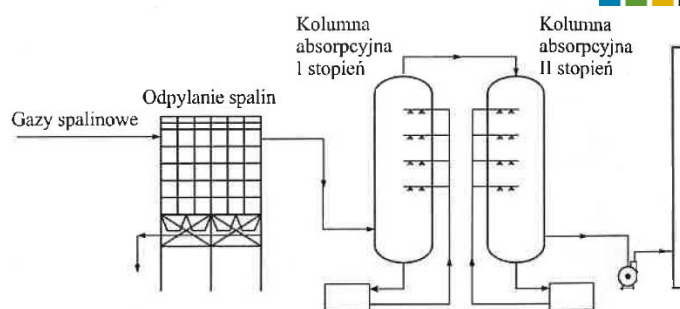
Rysunek 21 Przykładowy schemat instalacji usuwania zanieczyszczeń metodą suchą

Źródło: Wielgosiński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018



Rysunek 22 Przykładowy schemat instalacji usuwania zanieczyszczeń metodą półsuchą

Źródło: Wielgosiński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018



Rysunek 23 Przykładowy schemat instalacji usuwania zanieczyszczeń metodą mokrą

Źródło: Wielgoński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018

Odazotowanie to proces polegający na możliwie jak największym usunięciu związków azotu z wykorzystywanych paliw. Wśród wtórnych sposobów ograniczania emisji związków azotu wyróżnić można następujące metody:

- selektywna niekatalityczna redukcja tlenków azotu,
- katalityczna redukcja tlenków azotu,
- metody absorpcyjne⁵⁵.

Selektywna niekatalityczna redukcja tlenków azotu (SNCR) polega na wprowadzeniu do komory spalania jednego z możliwych czynników redukcyjnych: gazowego amoniaku – NH_3 , wody amoniakalnej – $(\text{NH}_4)\text{OH}$ lub wodnego roztworu mocznika – $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Reakcja zachodzi w temperaturze 850-1050 °C. Skuteczność odazotowania tą metodą kształtuje się na poziomie ok 40-75%, co uzależnione jest m.in. od konstrukcji instalacji, sposobu wprowadzania reduktora oraz temperatury.

Technologia katalitycznej redukcji tlenków azotu (SCR) jest prowadzona przy użyciu katalizatorów wanadowych i wolframowo-wanadowych. Proces ten przebiega w temperaturze 200-400 °C, przy czym im wyższe jest stężenie katalizatora na nośniku, tym niższa temperatura redukcji, przy zachowaniu identycznego stopnia rozkładu. Produktem redukcji tlenków azotu za pomocą amoniaku jest wolny azot oraz woda. Skuteczność odazotowania tą metodą może osiągnąć nawet 90% (przy założeniu że średnie obciążenie katalizatora wynosi ok. 5000 m³/h spalin na 1 m³ katalizatora – 5000 l/h).

Metoda absorpcji tlenków azotu jest powszechnie stosowana do ograniczania emisji tlenków azotu z procesów chemicznych, niskotemperaturowych. W wyniku jej stosowania powstają NO_2 oraz N_2O_4 , z których po przeprowadzeniu odpowiednich reakcji chemicznych można otrzymać produkt handlowy w postaci kwasu azotowego⁵⁶.

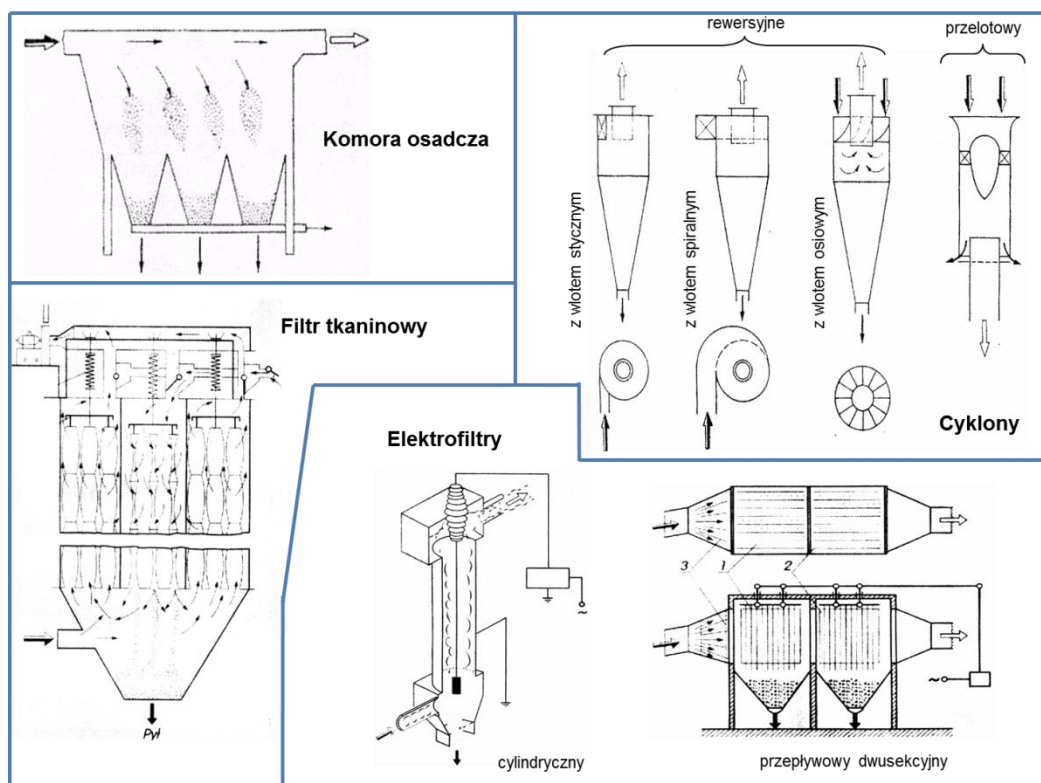
Odpylanie spalin to proces polegający na usuwaniu pyłów zawieszonych w gazach spalinowych. Wśród metod odpylania spalin wyróżnia się metody suche. Urządzeniami wykorzystywanymi do odpylania w ramach tych metod są: komory osadczowe, cyklony, filtry tkaninowe lub elektrofiltry.

Komory osadczowe są wykorzystują zjawisko opadania ziaren pyłu w polu ciężkości. Są to najprostsze i najtańsze metody odpylania gazów. Najbardziej rozpowszechnione rodzaje odpylaczy to cyklony. Zasada ich działania wykorzystuje siłę odśrodkową, która oddziela ziarna od strugi zawirowanego gazu. Pod wpływem tego procesu ziarna pyłu, przemieszczają się w kierunku ścianek i pod wpływem grawitacji opadają w dół. Najbardziej skuteczne są odpylacze filtracyjne.

⁵⁵ Wielgoński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018

⁵⁶ Wielgoński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018

Oddzielają one pył przy przepływie zapyłonego gazu przez materiały porowate. Ostatnim rodzajem odpylaczy są elektrofiltry powszechnie wykorzystywane przy odpylaniu gazów z kotłów energetycznych. Dwa z ostatnich rodzajów odpylaczy posiadają duże gabaryty, ale charakteryzuje się wysoką skutecznością odpylania do 99%. Graficzną prezentację urządzeń przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 24 Urządzenia wykorzystywane do odpylania w ramach metod suchych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000

Wdrażane technologie przynoszą bezsporne korzyści dla jakości powietrza. Niemniej ze względu na stale rosnące wymagania związane z ograniczaniem emisji zanieczyszczeń do powietrza (np. konieczność wdrażania m.in. dyrektywy^{57, 58, 59}), istnieje bardzo duża potrzeba opracowywania tego typu technologii. Kwestia ograniczania zanieczyszczeń jest szczególnie istotna w przypadku województwa śląskiego, gdzie skoncentrowany został przemysł górniczy, hutniczy, energetyczny, samochodowy itp. Jego działalność przyczynia się do wzrostu gospodarczego kraju, ale i również znacznego zanieczyszczenia środowiska tego regionu. Stąd też istnieje bardzo duża potrzeba opracowywania i stosowania technologii mających na celu zapobieganie i ograniczanie zanieczyszczeń powietrza.

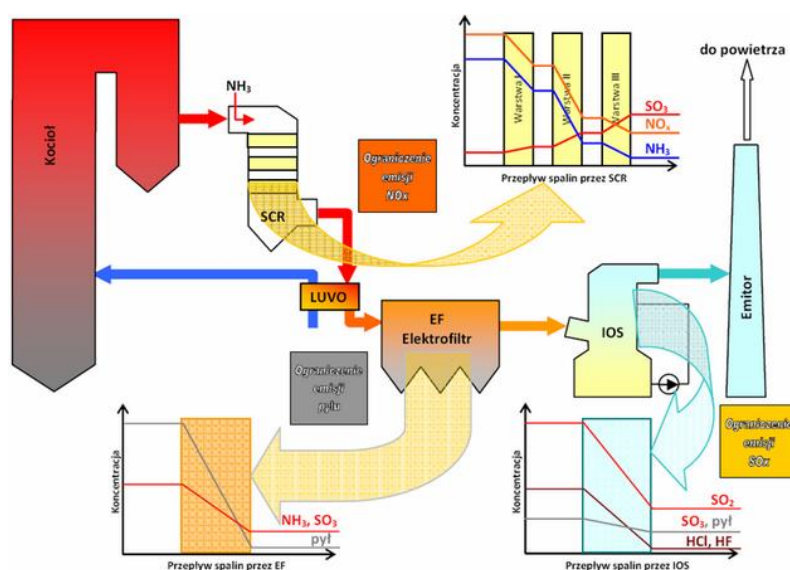
W przypadku województwa śląskiego, często technologie dla ochrony powietrza, opracowywane są w ramach przedsiębiorstwa, które odpowiada za emisje zanieczyszczeń do powietrza. Przykładem

⁵⁷ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2193 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania (dyrektywa MCP)

⁵⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylenia dyrektywy 2001/81/WE

⁵⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/1/WE z dnia 15 stycznia 2008 r. dotycząca zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom i ich kontroli

takiej firmy jest RAFAKO S.A. z Raciborza. Wykorzystywane w przedsiębiorstwie bloki energetyczne bazujące na spalaniu paliw stałych, zostały wyposażone w kompleksowe a zarazem nowoczesne systemy oczyszczania spalin spełniających wymagania najlepszej dostępnej techniki (ang. *BAT – Best Available Techniques*). Aktualna wiedza i technika umożliwiły skonstruowanie urządzeń pozwalających na zintegrowanie ww. systemów ochrony powietrza w ramach jednego systemu. Zaprojektowane układy oczyszczania spalin, z bloków energetycznych opartych o energię uzyskaną ze spalania paliw, uwzględniają wzajemne powiązania opisywanych powyżej systemów odsiarczania, odpylania oraz odazotowania. Graficzną prezentację wspomnianego systemu oczyszczania przedstawiono na rysunku (Rysunek 26).



Rysunek 25 Uproszczony schemat technologiczny kompleksowego systemu oczyszczania (związki siarki i azoty oraz pyły) firmy RAFAKO S.A.

Źródło: <https://www.rafako.com.pl/produkty/640> dostęp: 21.03.2019

Kierunki rozwoju technologii na rzecz ochrony powietrza są bardzo obiecujące dla jakości środowiska, niemniej ich wygenerowanie pociąga za sobą ogromne środki finansowe. Rozwój wspomnianych technologii zapewne wymagał będzie dofinansowania za pomocą zewnętrznych środków finansowych.

3.6.3 Technologie wychwytywania gazów

Mówiąc o technologiach wychwytywania gazów najczęściej podaje się przykłady działań związanych z sekwestracją dwutlenku węgla (CO_2). Poprzez sekwestrację dwutlenku węgla rozumie się jego wychwytywanie i składowanie. CO_2 jest oddzielany i usuwany, następnie transportowany i zatłaczany do wybranej struktury geologicznej⁶⁰. Technologie tego typu noszą angielską nazwę *Carbon Capture and Storage (CCS)* lub *Carbon Capture and Utilisation (CCU)*⁶¹.

Dane zawarte w Raporcie IPCC pt. „*Energy Technology Perspectives*” wskazują, iż technologie CCS odgrywają kluczową rolę w obniżaniu emisji CO_2 . Oczekuje się, że mogą one przyczynić się do redukcji emisji CO_2 o ok. 20% do 2050 roku⁶².

⁶⁰ Dubiński J., Wachowicz J., Koteras A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

⁶¹ Wielgosiński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018

⁶² Dubiński J., Wachowicz J., Koteras A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

Powszechnie uważa się, iż wychwytywanie i składowanie CO₂ ma być technologią przejściową, stosowaną do czasu opracowania technologii umożliwiających produkcję energii z paliw kopalnych z równoczesną eliminacją bądź redukcją emisji CO₂ lub też opracowania technologii pozwalających na efektywne pozyskiwanie energii z paliw inne niż kopalne.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się następujące rodzaje technologii mających na celu wychwytywanie gazów:

- procesy separacji CO₂ z paliwa gazowego lub gazy syntezowego przed procesami spalania (ang. *pre-combustion*)^{63, 64},
- procesy, w których paliwo jest spalane w atmosferze tlenu wymieszanego z powtórnie wprowadzonym do obiegu CO₂ lub parą wodną (ang. *oxy-combustion*)^{65, 66},
- procesy usuwania CO₂ ze spalin po spalaniu paliw kopalnych (ang. *post-combustion*)^{67, 68},
- procesy spalania paliw w tzw. pętli chemicznej (ang. *chemical looping combustion*)⁶⁹,
- procesy, w których węgiel jest oddzielany z paliwa przed spalaniem (np. Proces Hydrocarb)⁷⁰,
- procesy oddzielania CO₂ wykorzystującego ogniwa paliwowe⁷¹.

Graficzną prezentację ogólnego schematu wychwytywania oraz magazynowania dwutlenku węgla przedstawiono na poniższym rysunku.

⁶³ Dubiński J., Wachowicz J., Koterka A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

⁶⁴ Wielgosiński G., Zarzycki R., *Technologie i procesy ochrony powietrza*, PWN, Warszawa 2018

⁶⁵ Dubiński J., Wachowicz J., Koterka A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

⁶⁶ Wielgosiński G., Zarzycki R., *Technologie i procesy ochrony powietrza*, PWN, Warszawa 2018

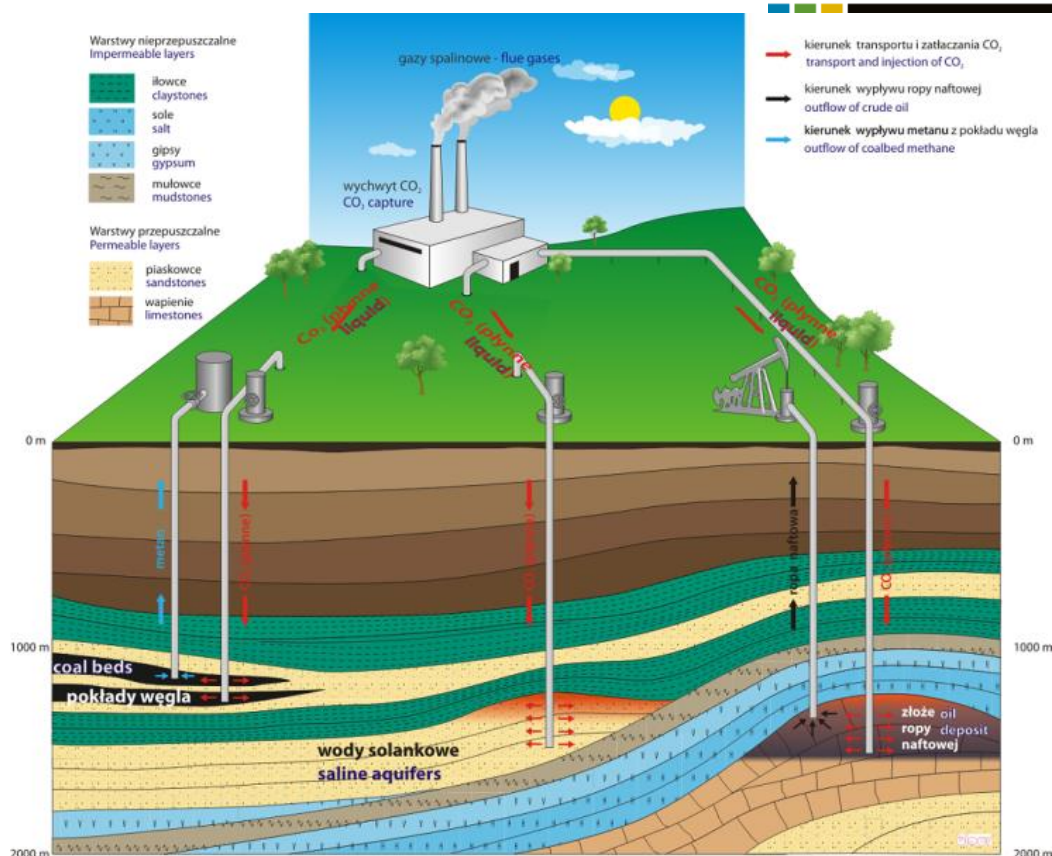
⁶⁷ Dubiński J., Wachowicz J., Koterka A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

⁶⁸ Wielgosiński G., Zarzycki R., *Technologie i procesy ochrony powietrza*, PWN, Warszawa 2018

⁶⁹ Wielgosiński G., Zarzycki R., *Technologie i procesy ochrony powietrza*, PWN, Warszawa 2018

⁷⁰ Wielgosiński G., Zarzycki R., *Technologie i procesy ochrony powietrza*, PWN, Warszawa 2018

⁷¹ Wielgosiński G., Zarzycki R., *Technologie i procesy ochrony powietrza*, PWN, Warszawa 2018



Rysunek 26 Schemat - wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla

Źródło: <https://skladowanie.pgi.gov.pl/twiki/bin/view/CO2/GeologiaSekwestracyjna> (dostęp: 18.03.2019)

Przed zatłoczeniem pod ziemię, dwutlenek węgla powinien zostać oddzielony od innych gazów spalinowych i przemysłowych. Można tego dokonać za pomocą jednej z następujących metod: absorpcja chemiczna i fizyczna, frakcjonowanie kriogeniczne i separacja membranowa. Do najczęściej wykorzystywanych sposobów zaliczana jest chemiczna metoda absorpcji dwutlenku węgla⁷².

Separacja CO₂ jest jednym z najbardziej kosztownych etapów wykorzystywania technologii CCS⁷³. Proces ten wiąże się z poborem energii, w wyniku czego wzrasta zużycie paliwa i spada sprawność wytwarzania energii elektrycznej, w porównaniu do elektrowni bez separacji dwutlenku węgla. Czynniki te, wraz z potrzebą zainstalowania dodatkowych urządzeń, zwiększają jednostkowe nakłady inwestycyjne na produkcję energii elektrycznej, a co za tym idzie zwiększają koszty wytwarzania energii. Zastosowanie technologii separacji CO₂ dla nowoczesnej elektrowni o wysokiej sprawności w porównaniu do elektrowni o mniejszej sprawności oznacza, że mniejsze ilości CO₂ muszą być usuwane. W konsekwencji prowadzić będzie to do mniejszych strat sprawności i mniejszych kosztów, bo wydzielają się mniejsze ilości CO₂. Wychwycony w procesie separacji dwutlenek węgla może być składowany w następujących formacjach geologicznych: szcerpane złoża ropy naftowej i gazu, geologiczne formacje wodonośne, nieeksploatowane pokłady węgla⁷⁴. W każdym z przypadków proces składowania polega na wtłaczaniu sprężonego gazu do wybranej formacji geologicznej. Ze względu na

⁷² Tarkowski R., Geologiczna sekwestracja CO₂, Studia, Rozprawy, Monografie, IGSMiE PAN, Kraków 2005

⁷³ Uliasz-Misiak B., Tarkowski R., Koszty geologicznego składowania CO₂, Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, Kraków 2009

⁷⁴ Dubiński J., Wachowicz J., Koter A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: Górnictwa i Geologia, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

największą pojemność, geologiczne formacje wodonośne uważane są za najbardziej obiecujące w zakresie geologicznego składowania dwutlenku węgla⁷⁵.

Obecnie rozwój technologii związanych z sekwestracją CO₂ napotyka na wysokie bariery finansowe oraz – jako, że technologie te są stosunkowo nowe – na problemy związane z nierozpoznanym do końca oddziaływaniem na zdrowie ludzkie i środowisko naturalne. Do najczęściej wymienianych ryzyk związanych z sekwestracją CO₂ zalicza się: ucieczkę CO₂ do atmosfery poprzez skały, indukowaną sejsmiczność (drgania wywołane zatłaczaniem gazu), ruchy gruntu wynikłe z oscylacji powierzchni spowodowanych zmianami ciśnienia złożowego, nieprzewidzianym przemieszczaniem się wód podziemnych do innych poziomów wodonośnych poprzez połączenia hydrauliczne^{76, 77, 78}.

Rozpoznawanie struktur geologicznych umożliwiających podziemne składowanie CO₂ na terenie województwa śląskiego, a także i Polski, prowadzone było w ramach wielu badań naukowych. Jednym z nich był projekt pn. „Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania”⁷⁹. Efektem tego projektu było m.in. rozpoznanie potencjalnych składowisk CO₂ oraz jego możliwości składowania. Graficzną prezentację interaktywnego atlasu prezentującego możliwości geologicznej sekwestracji CO₂ w Polsce przedstawiono poniżej.

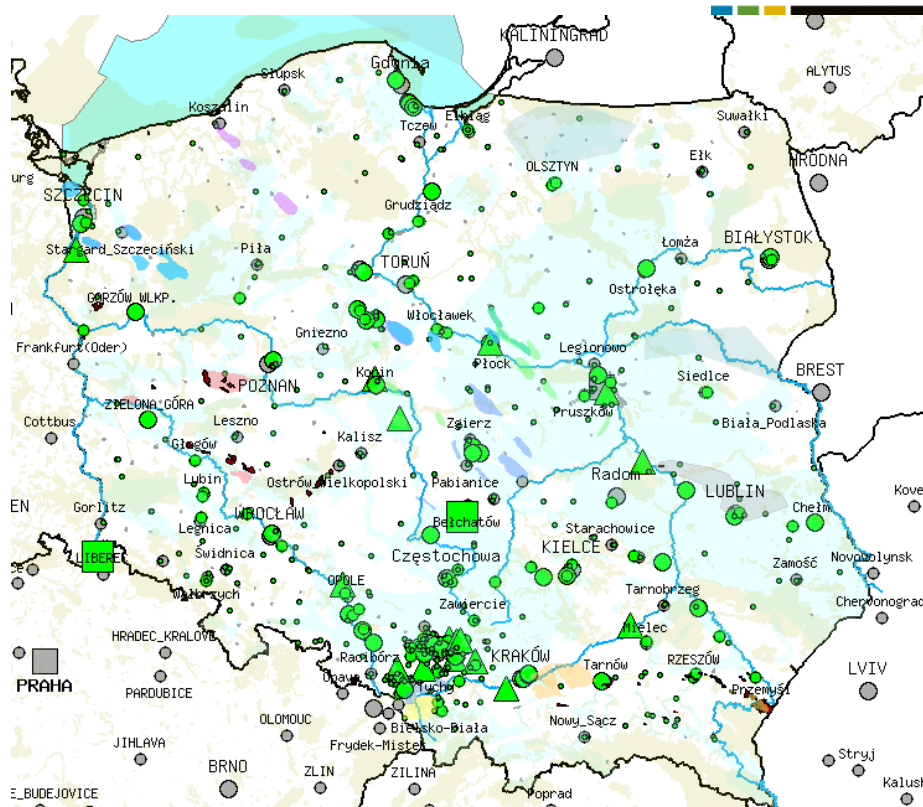
⁷⁵ Dubiński J., Wachowicz J., Koterka A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

⁷⁶ Suchodolska K., Bezpieczeństwo geologicznej sekwestracji CO₂ – zagrożenia i prewencja w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 7, Zeszyt 2, Politechnika Śląska, Gliwice 2012

⁷⁷ Damen K., J. A., Turkenburg W., Health safety and environmental risk of underground CO₂ sequestration. Overview of mechanisms and current knowledge, Volume 74, Issue 1–3, *Climatic Change* 2006

⁷⁸ Labus K., Modeling hydrochemical effects of carbon dioxide sequestration in saline aquifers of the Upper Silesian Coal Basin, Politechnika Śląska, Gliwice 2009

⁷⁹ Wójcicki A., (red.), Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2013



Rysunek 27 Potencjalne składowiska CO₂ w Polsce

Źródło: <http://skladowanie.pgi.gov.pl> ⁸⁰odczyt: 29.03.2019

Najwięcej możliwości magazynowania CO₂ upatruje się w województwie śląskim. Niemniej, „(...)aktualnie eksploatowane pokłady węgla kamiennego znajdują się na obszarze intensywnie prowadzonej działalności górniczej, co może negatywnie wpłynąć na bezpieczeństwo procesu składowania dwutlenku węgla”⁸¹.

3.7 Technologie zarządzania środowiskiem

3.7.1 System monitorowania i prognozowania stanu jakości środowiska

Na system monitorowania i prognozowania jakości środowiska składają się długoterminowe badania i analizy prowadzone w sposób systematyczny w długiej perspektywie czasowej oraz odpowiedniej skali przestrzennej. Dane, zebrane i przetwarzane wg ujednoliconych metod, pochodzące z kilku punktów umożliwiają zobrazowanie przestrzennego rozkładu zanieczyszczeń na danym obszarze a następnie określenie działań ochronnych lub naprawczych. Monitoring środowiska może dotyczyć

⁸⁰

http://skladowanie.pgi.gov.pl/co2polska/polska.phtml?I_JuraT_I_Jurassic_T=Y&II_Skoczow_Czechowice=Y&Miocen_inne_Miocene_other=Y&Kreda_Cretaceous=Y&Jura_Jurassic=Y&Karbon_Carboniferous=Y&Kambr_perspekt_Cambrian_good=Y&gaz_i_ropa_HC_fields=Y&Trias_Triassic=Y&obszary_MPW_CBM_fields=Y&Czerwony_spagowiec_Rotliegendes=Y&Karpaty_mezopaleozoik_Carpathians_Mezopaleozoic=Y&NATURA2000_EEA=Y&GZWP_potable_aquifers=Y&emitenci_kt_CO2_CO2_emittants_kt=Y&miasta_pow_50_tys_cities_towns_over_50_thous=Y&obszary_zurbanizowane_urban_areas=Y&wieksze_rzeki_major_rivers=Y&granice_wybrzeza_boundaries_coastlines=Y&strefa_ekonomiczna_Baltyku_PL_Baltic_zone=Y&minx=-141346.384562&miny=128050.000000&maxx=1183683.384562&maxy=872926.000000&imagewidth=1280&imageheight=720&mainmap.x=522&mainmap.y=320&CMD=ZOOM_OUT&KEYMAPXSIZE=100&KEYMAPYSIZE=84&MapSize=1280%2C720&CMD=ZOOM_OUT&PREVIOUS_MODE=1 dostęp: 18.03.2019)

⁸¹ Dubiński J., Wachowicz J., Koteras A., Podziemne składowanie dwutlenku węgla – możliwości wykorzystania technologii CCS w polskich uwarunkowaniach w: *Górnictwa i Geologia*, Tom 5, Zeszyt 1, Politechnika Śląska, Gliwice 2010

wprowadzania zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego, wód powierzchniowych i podziemnych oraz hałasu. Może też być prowadzony na rzecz przyrody żywej. Monitoring środowiska może być prowadzony w skali:

- światowej (globalnej), gdzie gromadzone są dane dotyczące poziomu ozonu stratosferycznego,
- kontynentalnej (np. europejskiej), gdzie prowadzone są badania stanu zanieczyszczenia powietrza związkami siarki (SO₂), azotu (NO₂), węgla (CO), pyłem zawieszonym (PM₁₀, PM_{2,5}), wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (B(a)P) oraz metalami ciężkimi (As, Cd, Pb, Ni),
- lokalny, gdzie prowadzi się analizę zmian stanu środowiska wokół dużych obiektów przemysłowych (np. rafinerii) o dużej skali oddziaływania, których działalność wymaga posiadania pozwolenia zintegrowanego.

Celem prowadzenia monitoringu środowiska jest:

- zbieranie, analizowanie i udostępnianie danych dotyczących stanu środowiska i zmian w nim zachodzących, aby zwiększyć skuteczność działań na rzecz ochrony środowiska,
- wspomaganie, poprzez dostarczanie informacji, procesów decyzyjnych na każdym szczeblu zarządzania,
- powszechne udostępnianie informacji o stanie środowiska⁸².

W Polsce głównym źródłem informacji o stanie środowiska jest Państwowy Monitoring Środowiska (PMŚ), utworzony ustawą z dnia 10 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska⁸³. Dane udostępniane przez PMŚ zbierane są na podstawie m.in.:

- pomiarów dokonywanych przez organy administracji, zobligowanych do wykonywania badań monitoringowych na podstawie ustawy,
- danych zbieranych w ramach statystyki publicznej,
- informacji udostępnianych przez inne organy administracji.

W ramach PMŚ funkcjonują stacje pomiarowe rozmieszczone w głównych miastach oraz newralgicznych punktach każdego województwa. Dane pochodzące z tych stacji gromadzone są w systemach baz danych Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska⁸⁴.

3.7.2 Inteligentna infrastruktura ochrony środowiska

Inteligentna infrastruktura służąca ochronie środowiska zaczyna wkraczać w coraz więcej obszarów ludzkiej działalności. Najczęściej można ją dostrzec w obszarze gospodarki odpadami. Inteligentne pojemniki na odpady, zrobotyzowany proces sortowania, mobilne aplikacje, inteligentne śmieciarki oraz narzędzia analityczne i oprogramowanie optymalizujące proces recyklingu odpadów to rozwiązania, które oferują nowe szanse rozwoju. Jak wykazuje analiza wykonana przez firmę Frost & Sullivan pt.: „Wpływ transformacji cyfrowej na branżę recyklingu odpadów” (*The Digital Transformation on the Waste Recycling Industry*), branża inteligentnego gospodarowania odpadami jest obszarem, w którym bardzo aktywnie wdrażane są zaawansowane technologie, rozwiązania

⁸² Wielgoński G., Zarzycki R., Technologie i procesy ochrony powietrza, PWN, Warszawa 2018

⁸³ Ustawa z dnia 10 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz.U. 1991 nr 77 poz. 335)

⁸⁴ <http://powietrze.katowice.wios.gov.pl/stacje/aktywne> dostęp: 20.03.2019

cyfrowe, a także nowe modele biznesowe⁸⁵. Dzieje się tak za sprawą coraz powszechniejszego wykorzystania Internetu Rzeczy (IoT), powstawaniu inteligentnych miast, prowadzeniu gospodarki cyrkularnej, a także nawiązywaniu współpracy z firmami informatycznymi i startupami. W branży recyklingu odpadów można wyróżnić pięć głównych trendów cyfrowych, które otwierają całkowicie nowe możliwości rozwoju biznesowego:

- śledzenie odpadów za pomocą technologii RFID⁸⁶, a także czujniki wypełnienia pojemników, pozwalające na monitorowanie ilości wytworzonych, wykorzystanych ponownie oraz poddanych recyklingowi odpadów,
- opracowanie i wdrożenie rozwiązań cyfrowych, takich jak inteligentne pojemniki na odpady, zrobotyzowany proces sortowania, mobilne aplikacje, inteligentne śmieciarki oraz narzędzia analityczne i oprogramowanie optymalizujące procesy,
- wdrożenie najbardziej innowacyjnych modeli biznesowych, takich jak freemium⁸⁷ oraz XaaS⁸⁸,
- skupienie się na poziomie satysfakcji klienta, w celu ustanowienia silnych relacji pomiędzy firmami a użytkownikami końcowymi⁸⁹.

Na poniższym rysunku zaprezentowano różne funkcjonalności nowoczesnych systemów wspomagających zarządzanie środowiskiem w obszarze gospodarki odpadami.



Rysunek 28 Systemy identyfikacji pojemników i worków na odpady, zastosowanie technologii RFID

Źródło: <https://www.eltegps.pl/produkty/branza-oczyszczania/identyfikacja-pojemnikow-na-odpady.html> dostęp: 20.03.20)

⁸⁵ <http://inteligentnemiastaregiony.pl/technologie/inteligentne-srodowisko/532-cyfrowe-rozwiazania-dla-sektora-recyklingu-odpadow-analiza-frost-sullivan> dostęp: 20.03.2019

⁸⁶ ang. *Radio-Frequency Identification* – technika wykorzystująca fale radiowe do przesyłania danych oraz zasilania elektronicznego układu stanowiącego etykietę obiektu przez czytnik w celu identyfikacji obiektu

⁸⁷ Model biznesowy, w którym produkt lub usługa (najczęściej oprogramowanie, gra komputerowa, usługa internetowa) jest dostępna za darmo, ale korzystanie z zaawansowanych funkcji lub uzyskanie niektórych wirtualnych dóbr wymaga wykupienia wersji premium

⁸⁸ ang. *Anything-as-a Service* (wszystko-jako-usługa) - model polegający na tym, że wszystkie produkty albo narzędzia, które do tej pory były kupowane przez firmy i instalowane w ich placówkach, są oferowane w formie usługi

⁸⁹ <http://inteligentnemiastaregiony.pl/technologie/inteligentne-srodowisko/532-cyfrowe-rozwiazania-dla-sektora-recyklingu-odpadow-analiza-frost-sullivan> dostęp: 20.03.2019

Opisane powyżej inicjatywy podejmowane są w wielu miastach Polski, np. w Bydgoszczy⁹⁰, Lublinie⁹¹, Gdańsku⁹², Białymstoku⁹³, Kielcach⁹⁴, Gdyni⁹⁵, Stalowej Woli⁹⁶, Poznaniu⁹⁷, Wieluniu⁹⁸. Należą do nich m.in. skomplikowane rozwiązania składające się z systemów GPS, identyfikacji pojemników oznakowanych czipami RFID, systemów dynamicznego ważenia pojemników, systemu kamer, który dokumentuje trasę pojazdu podczas wykonywania usługi, robiąc zdjęcia w określonym interwale czasowym lub nagrywając film. Niektóre z miast, póki co decydują się na stosunkowo proste rozwiązania ograniczające się do montażu czipów na pojemnikach. Umożliwiają one pozyskanie danych odnośnie lokalizacji pojemnika, daty oraz godziny odbioru śmieci. Dane te są automatycznie wyświetlane na ekranie w kabinie kierowcy oraz przekazywane do bazy danych firmy zbierającej odpady⁹⁹. Do często spotykanych inicjatyw należy również wykorzystywanie pojemników umożliwiających zbiórkę surowców wtórnych np. puszek (tzw. puszkomatów). Zostały one umieszczone w m.in.: Bielsku – Białej, Katowicach, Gliwicach, Siemianowicach, Chorzowie, Jaworznie, Pszczynie, Bytomiu oraz Sosnowcu¹⁰⁰.

⁹⁰ <http://bydgoszcz.wyborcza.pl/bydgoszcz/1,48722,19565414,tysiace-bydgoskich-pojemnikow-na-smieci-ma-zamontowane-czipy.html?disableRedirects=true> dostęp: 20.03.2019

⁹¹ <https://www.prawo.pl/samorzad/rfid-systemy-informatyczne-do-kontrolowania-odpadow,338889.html> dostęp: 20.03.2019

⁹² <https://www.prawo.pl/samorzad/rfid-systemy-informatyczne-do-kontrolowania-odpadow,338889.html> dostęp: 20.03.2019

⁹³ <https://www.prawo.pl/samorzad/rfid-systemy-informatyczne-do-kontrolowania-odpadow,338889.html> dostęp: 20.03.2019

⁹⁴ <https://portalkomunalny.pl/system-monitoringu-i-kontroli-odpadow-komunalnych-w-gminach-321595/2/> dostęp: 20.03.2019

⁹⁵ <https://www.eltegps.pl/produkty/branza-oczyszczania/identyfikacja-pojemnikow-na-odpady.html> dostęp: 20.03.2019

⁹⁶ Uchwała nr XXXIX/468/16 Rady Miejskiej w Stalowej Woli z dnia 28 września 2016 r. w sprawie przyjęcia Regulaminu utrzymania czystości i porządku na terenie Gminy Stalowa Wola.

⁹⁷ <https://www.rp.pl/Rzecz-o-Gminie/170129531-Inteligentne-kosze-na-smieci.html> (dostęp: 20.03.2019)

⁹⁸ <https://portalkomunalny.pl/wielun-uruchomil-motywacyjny-system-gospodarki-odpadami-377251/> dostęp: 20.03.2019

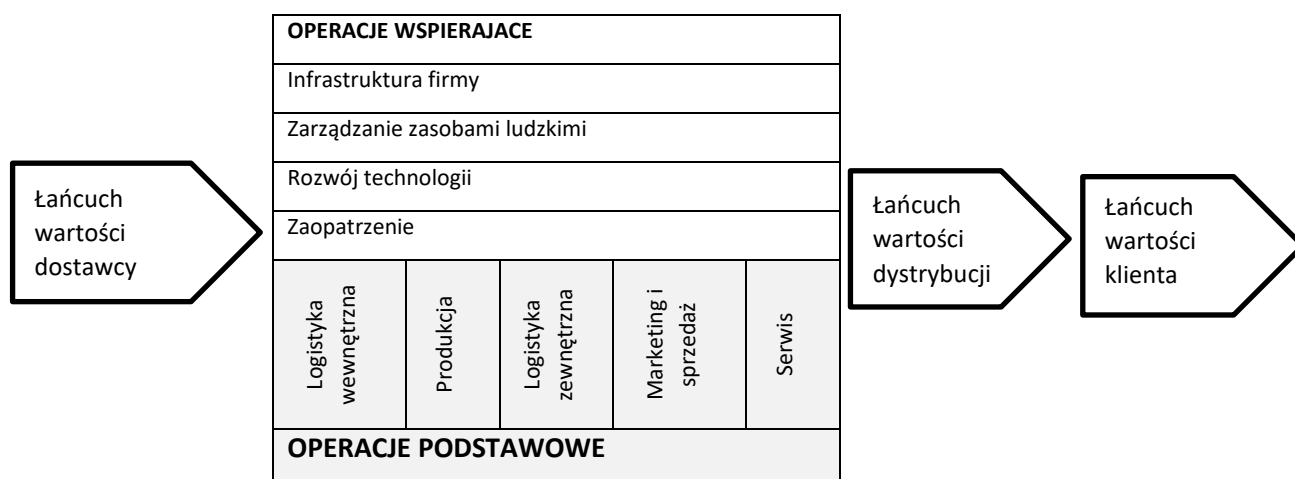
⁹⁹ <http://bydgoszcz.wyborcza.pl/bydgoszcz/1,48722,19565414,tysiace-bydgoskich-pojemnikow-na-smieci-ma-zamontowane-czipy.html?disableRedirects=true> dostęp: 20.03.2019

¹⁰⁰ <http://puszkomaty.com/> dostęp: 20.03.2019

4. Łańcuchy wartości - metody identyfikacji, mapowania, diagnostyka

4.1 Pojęcie łańcucha wartości

Koncepcję łańcucha wartości opracował M.E. Porter, jako mechanizm powstawania wartości w przedsiębiorstwie (Rysunek 30)¹⁰¹. Jest to koncepcja zarządzania strategicznego służąca celowi, jakim jest analizowanie i kształtowanie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa, nie tylko w obszarze produktu, ale we wszystkich innych obszarach jego funkcjonowania. Pozwala opisać cały cykl produktu od etapu koncepcji, poprzez surowce, fazy pośrednie produkcji po dostarczenie do finalnych odbiorców. Dzięki zastosowaniu metody łańcucha wartości można wyodrębnić poszczególne sektory przez które przechodzi produkt, określić ich atrakcyjność oraz zbadać jaki poziom wartości osiąga produkt w danym sektorze¹⁰².



Rysunek 29 Łańcuch wartości według modelu M.E. Portera

Źródło: Frankowska M. Tworzenie wartości w klastrze. PARP 2012

Ze względu na określenie faz procesów, w których bezpośrednio lub pośrednio dodawana jest wartość wyróżnia się dwie podstawowe odmiany łańcucha wartości: wewnętrzny i zewnętrzny.

- **wewnętrzny łańcuch** wartości obrazuje dodawanie wartości produktu, poczynając od zmian na wejściach organizacji czyli u dostawców, przez wykonywanie niezbędnych operacji przetwórczych, a skończywszy na sprzedaży i usługach posprzedażowych. Łańcuch wewnętrzny, tworzony przez organizację, jest skutkiem działań składających się na funkcje podstawowe i wspierające.
- **łańcuch zewnętrzny** jest skutkiem powiązań kooperacyjnych i interakcji organizacji z otoczeniem, tj. dostawcami, producentami, dystrybutorami, nabywcami oraz instytucjami zewnętrznymi jak jednostki B+R, instytucje szkoleniowe, otoczenia biznesu i finansowe.

Fragmentacja procesów produkcji, rozproszenie zadań i aktywności w skali międzynarodowej prowadzi do powstawania łańcuchów lub sieci, które operują na poziomie globalnym lub regionalnym. Systemy te są powszechnie określane mianem globalnych łańcuchów wartości (ang. *global value chains*, GVC).

¹⁰¹ Frankowska M. (2012) *Tworzenie wartości w klastrze*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości

¹⁰² Borowski J. (2013) *Łańcuch wartości jako nowa teoria zarządzania strategicznego*. OPTIMUM. STUDIA EKONOMICZNE NR 2 (62) 2013

Globalne łańcuchy wartości mają bezpośredni wpływ ekonomiczny na wytwarzanie wartości dodanej, miejsc pracy i dochód. Dla regionów rozwijających się poprzez transfer technologii, know-how, nabywanie nowych umiejętności oraz modernizację przemysłu GVC stanowią istotne narzędzie rozwoju¹⁰³.

Łańcuchy wartości mogą być zróżnicowane w zależności od szeregu kryteriów, takich jak: rodzaj towaru, produktu lub usługi, stopnia ich przetworzenia, rodzajów zaangażowanych podmiotów oraz stopnia integracji i koordynacji w ramach łańcucha. Przykładowe typy łańcuchów wartości¹⁰⁴:

- łańcuchy wartości minerałów i paliw kopalnych,
- łańcuchy wartości produktów rolnych i leśnych (np. łańcuch wartości żywności, skóry, włókien, drewna i maszyn rolniczych),
- łańcuchy wartości bawełny, tekstyliów, odzieży i obuwia,
- łańcuchy wartości dla przemysłu motoryzacyjnego,
- łańcuchy wartości dla elektroniki i półprzewodników,
- Telekomunikacyjne łańcuchy wartości,
- łańcuchy wartości rozwoju oprogramowania,
- łańcuchy wartości usług transportowych,
- łańcuchy wartości usług bankowych i finansowych,
- łańcuchy wartości obejmujące sprawiedliwy handel oraz produkty ekologiczne, (które zazwyczaj należą do łańcucha wartości produktów rolnych i łańcuchów wartości produktów leśnych i odzieży).

Podsumowując, łańcuch wartości to mechanizm, który pozwala przedsiębiorstwom produkcyjnym, przetwórczym i handlowym, oddzielonym w czasie i przestrzeni, stopniowo dodawać wartość do produktów i usług, które przechodzą z jednego ogniwa w łańcuchu do następnego, aż trafią do nabywcy finalnego (regionalnego, krajowego lub globalnego). Podmioty w łańcuchu wartości korzystają z sektora publicznego oraz podmiotów wspierających np. usługodawców sfery technicznej, biznesowej lub finansowej. Wszystkie te podmioty funkcjonują w ramach prawnych oraz uwarunkowaniach społeczno-politycznych tworząc system łańcucha wartości¹⁰⁵.

4.2 Mapowanie łańcucha wartości

Stworzenie mapy łańcucha wartości stanowi podstawę do przeprowadzenia jego analizy. Mapa łańcucha wartości ilustruje sposób, w jaki produkt „przepływa” począwszy od koncepcji produktu, surowca, poprzez proces wytwórczy po rynki końcowe. Mapowanie polega na wizualnym przedstawieniu struktury łańcucha wartości oraz jego głównych cech charakterystycznych. Procedura obejmuje nie tylko mapę wizualną, ale również opis głównych cech łańcucha wartości¹⁰⁶.

Celem mapowania jest identyfikacja podmiotów będących aktorami łańcucha oraz funkcji jakie pełnią w łańcuchu wartości jak również pozyskanie informacji obrazujących współzależności występujące pomiędzy nimi.

Mapa łańcucha wartości przedstawia zasób informacji obejmujący: głównych aktorów, ich rolę, przepływ produktu w ramach łańcucha - etapów budowania wartości. Dodatkowo mapa zawiera

¹⁰³ Frankowska M., Witek J. (2016) *Możliwości włączania się przedsiębiorstw sektora MŚP w globalne łańcuchy wartości korporacji transnarodowych*. Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Szczeciński

¹⁰⁴ UNIDO (2009) *Value Chain Diagnostics For Industrial Development*. UNIDO Working Paper. Vienna, Austria.

¹⁰⁵ Frankowska M. (2012) *Tworzenie wartości w klastrze*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości

¹⁰⁶ UNIDO (2009) *Value Chain Diagnostics For Industrial Development*. UNIDO Working Paper. Vienna, Austria.

informacje dotyczące funkcji i podmiotów/typów podmiotów pełniących funkcje wspierające. Mapa łańcucha wartości przedstawia w ujęciu statycznym fotografię stanu rzeczywistego jest pewnym uproszczeniem rzeczywistości, natomiast relacje pomiędzy podmiotami w łańcuchu mogą mieć skomplikowany i dynamiczny charakter. Mapa powinna być co jakiś czas aktualizowana zwłaszcza w odniesieniu do łańcuchów, które podlegają dynamicznemu rozwojowi.

Mapa łańcucha wartości składa się z następujących elementów¹⁰⁷:

- produkt:**
 - przedmiot fizyczny lub usługa trafiająca do odbiorców, sprzedawana klientom;
 - istotną rolę ogrywa prawidłowe określenie charakteru, natury produktu którego łańcuch wartości podlega analizie. Obraz mapy będzie różny dla produktów jakim są surowce i inny dla produktów przetworzonych. Dla produktów o wyższym stopniu przetworzenia należy ująć produkty finalne procesów tworzących analizowany produkt.
- aktorzy:** są to podmioty pełniące określone funkcje w łańcuchu wartości angażując się bezpośrednio w produkcję, przetwarzanie, handel i marketing. Aktorzy zajmują kluczową pozycję na rynku i/lub są właścicielkami danego produktu. Przykładowo dla produktu *mleko* kluczowymi aktorami będą: rolnicy – hodowcy bydła, producenci pasz, producenci opakowań, zakłady przetwórcze, firmy logistyczne, sklepy.
- funkcje (role):** przedstawiają opis ról pomiędzy aktorami wzbogacony o ocenę wartości dodanej wnoszonej przez poszczególnych aktorów. Wyodrębniamy trzy podstawowe role: dostawca surowców/komponentów, produkcja produktów końcowych, dystrybucja (magazynowanie, transport, handel detaliczny/hurtowy). W wielu łańcuchach wartości występują inne, dodatkowe podmioty pełniące istotne role: usługi B+R, projektowanie, certyfikacja produktów, itp.
- rynki końcowe:** miejsce, w którym produkt łańcucha wartości został finalnie dostarczony (sprzedany),
- usługi wspierające:** zobrazowanie usługodawców wspierających funkcjonowanie łańcucha wartości, w takich obszarach jak: transport, pakowanie, konsulting, B+R, instytucje finansujące, certyfikujące
- interakcje biznesowe:** mapowanie powinno prezentować informacje o rodzaju transakcji biznesowych, w które angażują się podmioty gospodarcze uczestniczące w łańcuchu wartości

Zgodnie z metodologią UNIDO procedura mapowania obejmuje następujące etapy¹⁰⁸:

Tabela 3 Procedura mapowania łańcuchów wartości

1	Desk research - zbieranie danych wtórnych na temat badanego obszaru łańcucha wartości
2	A) Zdefiniowanie różnych funkcji występujących w łańcuchu wartości, takie jak: dostawca surowców, komponentów, produkcja, przetwarzanie, montaż, handel hurtowy, eksport, handel detaliczny itp.

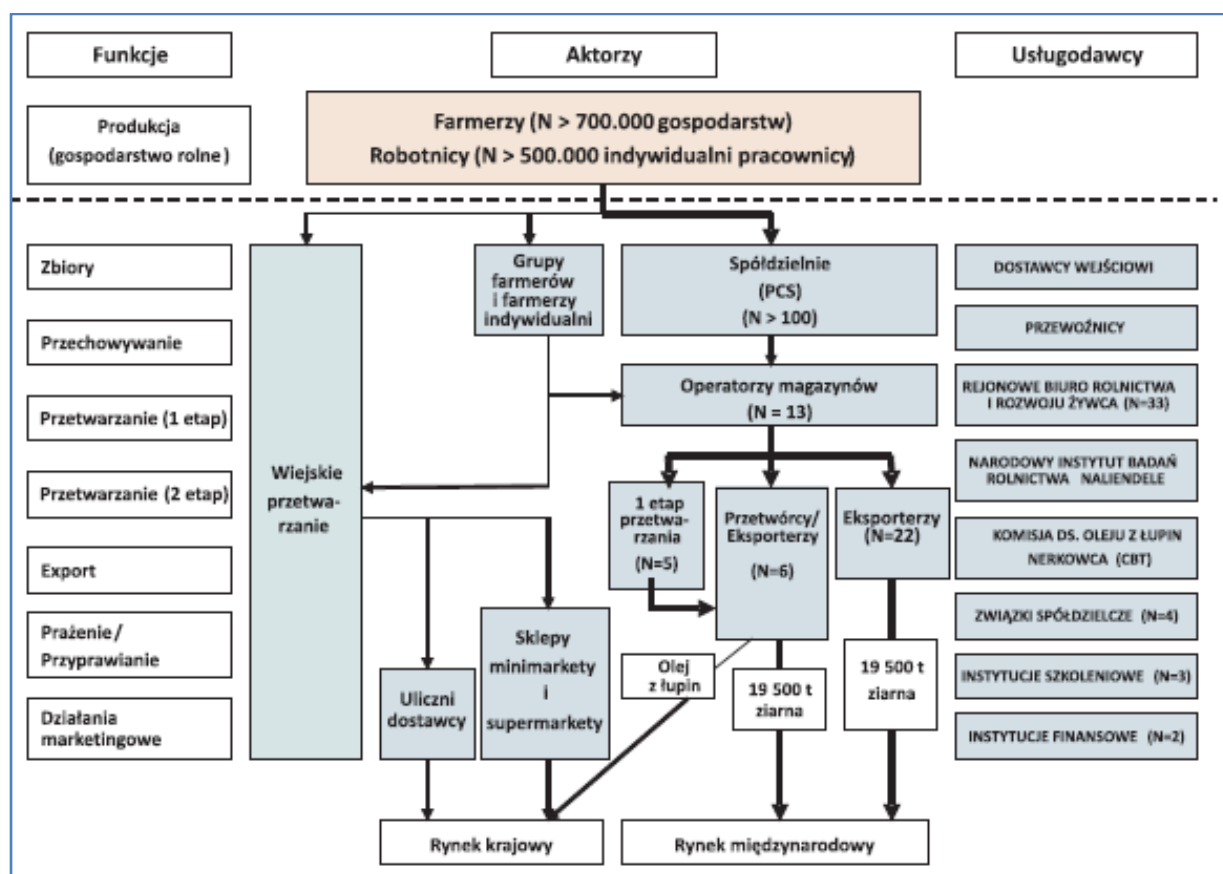
¹⁰⁷ Opis elementów mapy łańcucha wartości na podstawie: UNIDO (2011) Industrial Value Chain Diagnostics: An Integrated Tool. (UNIDO). Vienna, Austria.; UNIDO (2009) Value Chain Diagnostics For Industrial Development. UNIDO Working Paper. Vienna, Austria;

¹⁰⁸ Na podstawie UNIDO (2011). *Industrial Value Chain Diagnostics: An Integrated Tool*. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Vienna, Austria.

B) Graficzne wyodrębnienie funkcji w poszczególnych segmentach, np. zaczynając od ogniw zasilających łańcuch po lewej stronie schematu , poprzez kolejne funkcje przetwarzania, po handel po prawej stronie schematu.
3 Określenie podmiotów i przyporządkowanie ich do różnych funkcji.
4 Nakreślenie kierunków reprezentujących przepływy produktów pomiędzy właściwymi podmiotami.
5 Określenie rynków nabywców i powiązanie ich odpowiednio z podmiotami.
6 Ujęcie w mapowaniu podmiotów świadczących tzw. usługi wsparcia, np: usługi finansowe, doradcze, transport, itd. Strzałki mogą wykazać, które podmioty korzystają z tych usług. Istotną informacją może być również określenie głównych dostawców tych usług.
7 W uzupełnieniu szersze przedstawienie danych. Ujmowane są informacje obrazujące potencjał łańcucha wartości. Np. N = liczba firm lub V = wartość produktu.
8 Konsultacje z podmiotami łańcucha , dyskusja nad prototypem mapy.
9 Wersji ostatecznej mapy (dodatkowo można umieścić informacje wyjaśniające do poszczególnych ogniw).

Źródło: na podstawie Frankowska M. (2012) Tworzenie wartości w klastrze. PARP 2012, za UNIDO (2011). Industrial Value Chain Diagnostics: An Integrated Tool. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Vienna, Austria.

Poniżej – Rysunek 30, przykładowa mapa obrazująca łańcuch wartości produkcji orzeszków nerkowca w Tanzanii¹⁰⁹.



Rysunek 30 Przykładowa mapa łańcucha wartości

¹⁰⁹ Frankowska M. (2012) Tworzenie wartości w klastrze. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, za UNIDO (2011). Industrial Value Chain Diagnostics: An Integrated Tool. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Vienna, Austria.

Źródło: Frankowska M. Tworzenie wartości w klastrze. PARP 2012, za UNIDO Industrial Value Chain Diagnostics: An Integrated Tool. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Vienna, Austria. 2011

4.3 Metody diagnozy łańcucha wartości

Analiza łańcucha wartości to sposób na poszukiwanie obszarów działań, w których przedsiębiorstwo dysponuje szczególnymi kompetencjami wytwórczymi, technologicznymi, organizacyjnymi, informacyjnymi, kooperacyjnymi, mogącymi stać się źródłem przewagi konkurencyjnej. Jest to również sposób na poszukiwanie źródeł sprawności (niesprawności) przedsiębiorstwa.

Analiza literatury tematu wyróżnia 4 metody diagnozy łańcucha wartości¹¹⁰:

- a) Metoda punktowa,
- b) Metoda pięciu obszarów,
- c) Metoda Banku Światowego,
- d) Metoda UNIDO.

Metoda punktowa oraz metoda pięciu obszarów zostały opracowane jako metody analizy potencjału strategicznego organizacji, mają one głównie zastosowanie do oceny zdolności budowania strategii przedsiębiorstw.

a) **Metoda punktowa** przebiega w następujących etapach:

- Zidentyfikowanie funkcji podstawowych i pomocniczych spełnianych w łańcuchu,
- Ocena wypełniania funkcji podstawowych i pomocniczych (ocena realizowana w przyjętej skali punktowej),
- Sformułowanie listy słabych i mocnych stron łańcucha wartości,
- Określenie przyczyn ograniczających rozwój organizacji,
- Określenie działań mających na celu poprawę słabych ogniw,
- Wyznaczenie kierunków rozwoju organizacji.

b) **Metoda pięciu obszarów** ujmuje analizę organizacji w pięciu obszarach jej działalności. Wyróżnia się następujące etapy postępowania badawczego:

- Badanie wykorzystania zasobów organizacji,
- Analiza kosztów działalności,
- Badanie funkcjonalności organizacji,
- Kontrola zasobów.
- Analiza finansowa organizacji.

Analiza łańcucha wartości metoda Banku Światowego i metodą UNIDO dokonują analizy łańcucha wartości w szerszej perspektywie wychodząc poza ramy organizacji.

c) **Analiza łańcucha wartości metodą Banku Światowego.** Celem tej metody jest oszacowanie rodzaju i jakości połączeń procesów produkcyjnych w łańcuchu wartości, a także stworzenie podstawy dla rozwoju alternatywnych scenariuszy oraz opcji strategicznych. Analiza przeprowadzana jest w dwóch etapach:

Etap A). Przegląd obecnej sytuacji łańcucha wartości, który obejmuje: wszystkich uczestników, wszystkie fazy działania oraz kluczowe kwestie produktywności. Przegląd obecnej sytuacji polega na uzyskaniu informacji dotyczących kluczowych surowców i innych źródeł potrzebnych do produkcji dóbr i usług, kluczowych podmiotów wytwarzających produkty i kreujących wartość, procesów

¹¹⁰ Na podstawie Frankowska M. (2012) *Tworzenie wartości w klastrze*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.

przetwarzania realizowanych w każdym ogniwie łańcucha, zdefiniowania kluczowych obszarów (segmenty/sektory) oraz identyfikacji ich wpływu na osiąganą wartość dodaną.

Etap B). Przygotowanie propozycji zmian dla łańcucha wartości. Ukierunkowanie działań oparte jest na szukaniu odpowiedzi na następujące pytania:

- Czym zajmują się konkurencyjne łańcuchy wartości w kraju, w regionie lub globalnie? Jakimi są międzynarodowe benchmarki stosowane przez przemysł?
- Jaka jest zdolność produkcyjna (dla siły roboczej, kapitału i innych kluczowych zasobów wejściowych) w firmach krajowych i w sektorach w porównaniu z najlepszymi praktykami globalnymi i regionalnymi?
- Jaki jest wskaźnik wykorzystania zasobów kapitałowych firm w przemyśle w porównaniu z najlepszymi praktykami globalnymi i regionalnymi?
- Jaka technologia jest stosowana w sektorze w porównaniu z najlepszymi praktykami globalnymi oraz regionalnymi?
- Jaki jest czynnik kosztów w porównaniu z najlepszymi praktykami globalnymi i regionalnymi (siły roboczej, kapitału, surowców)?
- Jaki jest poziom: wydajności, cen, niezbędnej ilości czasu na każdym etapie łańcucha wartości?

d) **Diagnoza łańcucha wartości metodą UNIDO** składa się z następujących etapów:

Etap 1 Mapowanie podmiotów łańcucha wartości na danym obszarze (np. w danym regionie/kraju) wraz z zachodzącymi pomiędzy nimi interakcjami.

Etap 2 A) Opis etapu rozwoju łańcucha wartości w odniesieniu do siedmiu wymiarów analitycznych, którymi są:

- źródła zasilania i dostaw do łańcucha,
- moce produkcyjne i technologia,
- rynki docelowe i handel,
- zarządzanie i administrowanie,
- finansowanie łańcucha wartości,
- zrównoważona produkcja i wykorzystanie energii,
- środowisko biznesowe i otoczenie społeczno-polityczne.

B) Analiza zgromadzonej wiedzy w etapie 2 powinna udzielić odpowiedzi na następujące zagadnienia:

- jakie podmioty uczestniczą w łańcuchu,
- czy występują podmioty koordynujące działalność w całym łańcuchu wartości,
- jak podmioty wymieniają się informacjami,
- jakie są dostępne usługi techniczne, finansowe, biznesowe wspierające podmioty w łańcuchu,
- jakie są relacje w łańcuchu determinujące podział zysków i ryzyk,
- jakie bariery zostały zidentyfikowane dla tych firm, które chcą się przyłączyć do łańcucha,
- jaki jest poziom konkurencyjności przedsiębiorstw funkcjonujących w łańcuchu,
- jakie ograniczenia występują w przepływie produktów łańcucha,

- które elementy polityk i jakie instytucje ograniczają lub wspierają podmioty łańcucha wartości oraz ułatwiają jego rozwój.

Etap 3 Na bazie mapy łańcucha oraz zebranych informacji i danych przeprowadzenie **identyfikacji ograniczeń i możliwości rozwoju łańcucha**, opracowanie strategii wdrażających i finansujących działania wspierające rozwój łańcucha.

5. Identyfikacja funkcjonujących łańcuchów wartości i sieci współpracy w podziale na technologie dla ochrony środowiska wyspecyfikowane w PRT woj. Śląskiego na lata 2019-2030

Podstawowy zakres badania obejmuje identyfikację regionalnych łańcuchów wartości dla obszarów technologii dla ochrony środowiska oraz szczegółowe studium przypadku (case study) analizujące łańcuchy wartości i sieć powiązań wybranej technologii dla ochrony środowiska.

W niniejszym rozdziale wyspecyfikowano zakres łańcuchów wartości technologii dla środowiska ujętych w PRT 2019 – 2030, którymi są:

- Biotechnologie,
- Technologie poprawy jakości terenów zdegradowanych,
- Technologie gospodarowania odpadami,
- Technologie wody i ścieków,
- Technologie ochrony powietrza,
- Technologie zarządzania środowiskiem.

5.1 Łańcuchy wartości dla biotechnologii

Analiza łańcuchów wartości dla biotechnologii stanowiącej potężną i bardzo dynamicznie rozwijającą się gałąź zarówno przemysłu jak i szeroko rozumianego sektora B+R stanowi znaczne wyzwanie. Rozwój tej branży jest na tyle dynamiczny że nie zawsze analizy studialne nadążają nad precyzyjnymi identyfikacjami nisz i nowych trendów. Oczywiście możliwej jest wskazanie łańcuchów wartości dla ugruntowanych rynkowo obszarów biotechnologii wraz z identyfikacją kluczowych aktorów zarówno w kontekście przemysłowym, rynkowym jak i badawczo rozwojowym.

Produkt:

W ramach biotechnologii dla ochrony środowiska zidentyfikowano 49 technologii w tym:

- rozwijane technologie: 22,
- opracowane i opatentowane technologie: 12,
- wdrożone technologie: 15.

Trudne jest zdefiniowanie podstawowego produktu biotechnologii dla ochrony środowiska. Ze względu na silne zróżnicowanie branży, można natomiast wyszczególnić główne elementy:

- bioremediacja z wykorzystaniem mikroorganizmów,
- usuwanie uciążliwości przemysłowych (odory, zanieczyszczenia w gazach odlotowych),
- zastosowanie biopreparatów do wspomagania procesów przemysłowych oczyszczania wód i ścieków.

Należy mieć na uwadze że województwo śląskie daje szerokie możliwości odbioru i wdrażania produktów pochodzenia biotechnologicznego, stąd pomimo silnie industrialnego charakteru regionu są spore możliwości dla rozwoju branży.

Aktorzy:

Województwo śląskie posiada prężnie rozwijający się sektor biotechnologii reprezentowany przez jednostki naukowe jak i przedsiębiorstwa. W ramach obszaru możemy wyróżnić trzy główne typy aktorów takie jak: jednostki badawczo rozwojowe, sektor komunalno /przemysłowy i sektor stricte rynkowy (składający się głównie z MŚP).

Jednostki prowadzące badania w zakresie biotechnologii

- Główny Instytut Górnictwa w Katowicach,
- Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL Sp. z o.o.,
- Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Gliwicach,
- Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla Zespół Laboratoriów w Zabrze,
- Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”,
- Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach,
- Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach,
- Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Sośnicowice,
- Politechnika Częstochowska,
- Politechnika Śląska w Gliwicach,
- Uniwersytet Śląski w Katowicach,
- Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach,
- Wyższa Szkoła Technologii Informatycznych w Katowicach,
- Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk.

Przykłady firm z woj. śląskiego działających w branży biotechnologicznej: NavoTech Inżynieria Środowiska (NT-BIOS), ABTOW, Labiot, Yarrowia Technology – drożdże paszowe, Ekoinwentyka.

NavoTech Inżynieria Środowiska – producent jednostkowych instalacji i układów technologicznych oczyszczania, uzdatniania wody i ścieków (np. oczyszczalnie NT BIOS z reaktorem biologicznym) do zastosowania w wielu branżach i gałęziach przemysłowych, oferuje również separatory substancji ropopochodnych. Specjalizują się w odzysku wody deszczowej i oczyszczaniu ścieków¹¹¹.

ABTOW Biotechnology – System detekcji ABTOW (Automatyczny Biodetektor Toksyczności Ogólnej Wody) – nowatorskie rozwiązanie wykorzystujące zestaw bioreaktorów z immobilizowanymi bakteriami nitryfikacyjnymi, wrażliwymi na substancje toksyczne. Umożliwia bezzwłoczne wykrycie występujących w wodzie zanieczyszczeń, oraz prowadzenie ciągłego monitoringu jakości wody. Urządzenie opracowane przez zespół naukowców z UŚ, posiadające patent własności przemysłowej¹¹².

¹¹¹ <http://navotech.com.pl/> odczyt: 29.03.2019

¹¹² <http://www.scw.us.edu.pl/abtow> odczyt: 29.03.2019

Yarrowia Technology – technologia hodowli i produkcji drożdży paszowych na bazie unikatowego szczepu *Yarrowia lipolytica* z wykorzystaniem naturalnych surowców. Spółka realizuje projekty badawczo-rozwojowe z sektora paszowego, farmaceutycznego oraz zielonej energii. Dostarcza na rynek innowacyjnych pasz i suplementów diety dla zwierząt o wysokiej jakości¹¹³.

Ekoinwentyka - wprowadziła na rynek własne innowacyjne rozwiązania w obszarze oczyszczania powietrza. Bioutylizacja lotnych związków organicznych (LZO), odorów w tym H_2S , NH_3 w Kompaktowych Bioreaktorach Trójfazowych (KBT)¹¹⁴.

Role:

Role w sektorze biotechnologii ustawione są od generowania pomysłów do ich absorpcji i propagowania. Stąd oprócz producentów i pomysłodawców rozwiązań istotne jest działanie na rzecz świadomości społecznej i akceptacji nowych rozwiązań jak i ukazywanie ich w korzystnym świetle ze względu na aspekty ekonomiczne.

Relacje:

Relacja przemysł nauka w zakresie biotechnologii to jedna z silniejszych relacji, tworzone pomysły są w bardzo krótkim okresie czasu absorbowane przez rynek. Istotnym elementem tej relacji są instytucje otoczenia biznesu, jednostki certyfikujące nowe produkty jak i jednostki wspierające finansowo działalność start-upów. Bez zewnętrznego wsparcia niektóre technologie nie mają możliwości wykiełkowania, stąd istotne są fundusze zalążkowe akcelerujące rozwój nowych produktów i usług.

Rynki końcowe:

Rynki końcowe w branży biotechnologii dla ochrony środowiska to w pierwszej kolejności instalacje oczyszczania ścieków, uzdatniania wody oraz instalacje przemysłowe emitujące zanieczyszczenia w postaci gazowej i ciekłej.

Usługi wspierające:

Istotną rolę we wspieraniu biotechnologii ma automatyka przemysłowa w szczególności bazująca na inteligentnych systemach sterowania, branża IT jak i branża produkcji maszyn i urządzeń (fermentery, pompy, zawory). Usługi wspierające to również branża użytkowników pośrednich produktów tzn. firmy z branży ochrony środowiska świadczące usługi remediacyjne bądź rekultywacyjne.

Innowacje:

Główne innowacje to rozwój i propagowanie rozwoju prowadzącego do zwiększenia roli mikrobiologii w biotechnologii środowiskowej ze szczególnym uwzględnieniem wspomaganych procesów oczyszczania. Bez wątplenia innowacjami są przemysłowe wdrożenia zawierające elementy biotechnologiczne (układy oczyszczające spaliny⁰ lub zastosowanie mikroalg do absorpcji CO_2).

¹¹³ <https://yarrowiaequinox.pl/technology.php> odczyt: 29.03.2019

¹¹⁴ <http://ekoinwentyka.pl/pl> odczyt: 29.03.2019

Nisze rozwojowe:

Potężną niszą rozwojową jest biotechnologia molekularna i inżynieria genetyczna służąca do selekcji mikroorganizmów umożliwiających osiągnięcie największych efektów w szeroko rozumianym przemyśle i środowisku (bioremediacja, oczyszczanie emisji). Niszę stanowi również zespół usług wspierających dedykowanych biotechnologii np. automatyka i oprzyrządowanie.

5.2 Łańcuchy wartości dla technologii poprawy jakości terenów zdegradowanych

Jednym z kluczowych wyzwań stojących przed regionem jest przeciwdziałanie degradacji środowiska, a tym samym przywróceniu atrakcyjności inwestycyjnej regionu, w tym jego obszarów zdegradowanych. Przywrócenie wartości środowiskowo-społeczno-gospodarczej i inwestycyjnej obszarów zdegradowanych - terenów poprzemysłowych jest jednym z wyzwań opracowanego Programu dla Śląska, co podkreśla potrzebę wykorzystania potencjału regionu w celu przeciwdziałania zróżnicowaniom rozwojowym Śląska.

Na Śląsku zidentyfikowano 17,2 tys. ha terenów zdegradowanych wszystkich typów, w tym ok. 11,3 tys. ha terenów poprzemysłowych. Tereny te zostały zidentyfikowane na potrzeby realizacji platformy OPI-TPP¹¹⁵, która stanowi bazę danych systemu dla województwa śląskiego i zawiera informacje o terenach przemysłowych i poprzemysłowych, elementach środowiska naturalnego i ich stanie, ale także przykłady terenów, które wtórnie zostały zagospodarowane¹¹⁶.

W świetle obowiązującego stanu prawnego, rekultywacje i rewitalizacje terenów pogórnicznych realizować należy w oparciu o liczne zapisy prawne, które w wielu przypadkach są ze sobą ściśle związane i wzajemnie się uzupełniające. W obowiązującym systemie prawnym, odpowiedzialność za tereny zdegradowane, leży po stronie właścicieli / zarządców terenu lub podmiotu, który jest odpowiedzialny za degradację. Kwestie administracyjno-prawne są regulowane po stronie starosty. Dotychczasowa praktyka pokazuje, że w proces przywracania wartości terenom zdegradowanym jest działaniem długotrwałym i złożonym. Związane jest to zarówno z kwestiami prawnymi (jak np. rozdrobnione i rozproszone prawa własności do terenu) oraz kwestiami technicznymi związanymi ze stopniem zanieczyszczenia terenu. Przywracanie wartości takim terenom wymaga efektywnego systemu zarządzania oraz doboru właściwych rozwiązań technicznych i/lub technologicznych zgodnie z przyjętym kierunkiem przekształcenia.

Produkt:

Kluczowym produktem procesu rewitalizacji jest obszar (gruntowo-wodny), któremu przywrócono dawne funkcje i stworzono warunki do dalszego rozwoju. Podjęcie działań mających na celu podniesienie atrakcyjności terenu z uwagi na kryteria gospodarcze, społeczne i ekologiczne wymaga podjęcia szeregu działań i zastosowania różnego rodzaju technologii.

Ostateczna ocena terenu poddanego procesowi rewitalizacji wiąże się z oceną wielokryterialną i zdefiniowaną funkcją – przyszłym zagospodarowaniem. Za przykład może posłużyć rewitalizacja hałdy w Rudzie Śląskiej (Rysunek 31). Hałda, która zostaje poddana procesom rewitalizacji zlokalizowana jest przy ul. 1 Maja i jest jednym z czterech zwałowisk pocynkowych w Rudzie Śląskiej. To co ją szczególnie wyróżnia to umiejscowienie - znajduje się praktycznie w centrum miasta. Zajmuje obszar 6,5 ha i jest

¹¹⁵ <http://opitpp.orsip.pl/imap/?login=true> odczyt: 27.03.2019

¹¹⁶ <http://www.gispartner.pl/wdrozenia/regionalne/30.html> odczyt 27.03.2019

pozostałością po działającej w tym rejonie w okresie od I połowy XIX w. do 1925 roku hucie cynku Liebe – Hoffnung. Rekultywacja terenu prowadzona przez miasto przy współpracy z Instytutem Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach polegać będzie na umieszczeniu w glebie specjalnych dodatków, które będą wiązać zanieczyszczenia w części korzeniowej roślin, tak aby nie przechodziły one do ich części naziemnej¹¹⁷. Zaplanowane prace pozwolą zabezpieczyć teren oraz przygotować pod docelowe przeznaczenie – na cele turystyczne i rekreacyjne.



Rysunek 31 Wizualizacja rewitalizacji hałdy w Rudzie Śląskiej

Źródło: <http://rudaslaska.naszemiasto.pl/artukul/rusza-rewitalizacja-haldy-w-rudzie-slaskiej-wizualizacje,4346353,artgal,t,id,tm.html> odczyt: 28.03.2019

W procesie przekształceń terenów zdegradowanych kluczowym etapem jest analiza możliwych scenariuszy wdrożeniowych i rozwojowych, które dają szerszy ogłęd na potencjalne skutki wprowadzania nowych funkcji. Określony docelowy kierunek zagospodarowania terenu, pozwala właściwie przygotować proces rewitalizacji oraz uwzględnić proponowane rozwiązania techniczne i/lub technologiczne.

Aktorzy:

Realizacja procesu przekształcania terenów zdegradowanych obejmuje szereg działań organizacyjno-prawnych, operacyjnych i zarządczych, które w różnym stopniu angażują podmioty biorące udział w prowadzeniu rewitalizacji. Z uwagi na ścisłe regulowanie procesu rewitalizacji, przepisami prawa,

¹¹⁷ <http://rudaslaska.naszemiasto.pl/artukul/rusza-rewitalizacja-haldy-w-rudzie-slaskiej-wizualizacje,4346353,artgal,t,id,tm.html> odczyt: 27.03.2019

Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji¹¹⁸ jako dokument określający zasady oraz tryb przygotowania, prowadzenia i oceny rewitalizacji, wyszczególnia interesariuszy procesu:

1. „mieszkańcy obszaru rewitalizacji oraz właściciele, użytkownicy wieczystości nieruchomości i podmioty zarządzające nieruchomościami znajdującymi się na tym obszarze, w tym spółdzielnie mieszkaniowe, wspólnoty mieszkaniowe i towarzystwa budownictwa społecznego,
2. mieszkańcy gminy inni niż wymienieni w pkt 1,
3. podmioty prowadzące lub zamierzające prowadzić na obszarze gminy działalność gospodarczą,
4. podmioty prowadzące lub zamierzające prowadzić na obszarze gminy działalność społeczną, w tym organizacje pozarządowe i grupy nieformalne,
5. jednostki samorządu terytorialnego i ich jednostki organizacyjne,
6. organy władzy publicznej,
7. podmioty, inne niż wymienione w pkt 6, realizujące na obszarze rewitalizacji uprawnienia Skarbu Państwa.”

Na potrzeby zidentyfikowania kluczowych aktorów i interesariuszy procesów rewitalizacji prowadzonych na terenie województwa śląskiego wyszczególniono następujące sfery, które grupują poszczególnych aktorów łańcucha wartości:

- **Administracyjna:** odwołująca się do interesariuszy wskazanych w Ustawie z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji. wraz z Spółką Restrukturyzacji Kopalń S.A. (SRK).
- **Gospodarcza:** obejmująca zarówno zakłady / przedsiębiorstwa górnicze, których działalność wiąże się z powstawaniem terenów zdegradowanych (zakłady przynależące np. Jastrzębska Spółka Węglowa S.A., Polskiej Grupy Górniczej) oraz biznes – przedsiębiorcy i inwestorzy zainteresowani wykorzystaniem terenów na cele komercyjne (w tym np. Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna). Kluczowe miejsce zajmują również dostawcy technologii rewitalizacji terenów zdegradowanych, którzy pochodzą zarówno ze sfery biznesowej jak również naukowej.
W ramach sfery gospodarczej wyróżnić można również wykonawców działań rewitalizacyjnych oraz firmy takie jak Haldex S.A., ZOWER, SKANSKA, przedsiębiorstwa budownictwa drogowego, itp., które mogą prowadzić działalność związaną z przetwarzaniem odpadów pod kątem certyfikacji uzyskanych produktów i ich celowego wykorzystania¹¹⁹.
HALDEX S.A. – firma od 60 lat realizuje odzysk wartościowych surowców z materiału pochodzącego z bieżącego wydobycia z kopalń oraz hałd, a następnie ich bezodpadowe przetwarzanie na instalacjach w certyfikowane produkty do ponownego użytku, przywraca gruntem zdegradowanym lub zdewastowanym wartości użytkowe lub przyrodnicze, umożliwiające ich społeczno – gospodarcze wykorzystanie¹²⁰. Innym przykładem jest firma ZOWER - Zakład Odzysku Węgla, która w ramach swojej działalności zajmuje się zagospodarowaniem, eksploatacją i rekultywacją składowisk odpadów pogórnich¹²¹.

¹¹⁸ Dz.U. 2015 poz. 1777

¹¹⁹ Strategia zagospodarowania odpadów wydobywczych na lata 2017-2026 w ramach przedsięwzięcia priorytetowego Kontraktu Terytorialnego województwa śląskiego i przywracania terenów zdegradowanych do użytku społeczno-gospodarczego. Studium potencjału dla przedsięwzięć priorytetowych terenów Śląska Praca zbiorowa pod autorstwem Haldex S.A., Katowice, marzec 2017

¹²⁰ <https://www.haldex.com.pl> odczyt: 28.03.2019

¹²¹ <https://pgeenergiasiepla.pl/spolki-i-oddzialy/spolki-zalezne2/zower> odczyt: 28.03.2019

Sfera związana z działalnością gospodarczą obejmuje również klastry, jako grupy przedsiębiorstw których celem jest współpraca sieciowa w ramach pokrewnych sektorów, jak np. działający w regionie Śląski Klaster Rewitalizacji i Technologii Środowiskowych, który wspiera wdrażanie innowacyjnych technologii środowiskowych, a także narzędzi rewitalizacyjnych. Jest on platformą wymiany doświadczeń i działań w zakresie rewitalizacji terenów poprzemysłowych.

- **Naukowa (B+R):** jednostki naukowo badawcze posiadające kompetencje w dziedzinie rekultywacji, remediacji i zagospodarowania odpadów m.in. Główny Instytut Górnictwa, Instytut Ekologii Terenów Poprzemysłowych, Politechnika Śląska, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Uniwersytet Śląski - Wydział Nauk o Ziemi, Laboratorium Technik Rewitalizacji.
- **Obywatelska:** społeczność, w tym mieszkańcy oraz organizacje pozarządowe, silnie związane z tematem.
- **Ekonomiczna / Finansowa:** jednostki pośredniczące w finansowaniu przedsięwzięć rewitalizacyjnych w ramach np. Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej czy Towarzystwo Finansowe Silesia.

Role:

W zakresie prac rewitalizacyjnych współpracuje ze sobą wiele podmiotów z różnym zaangażowaniem i podziałem obowiązków, wśród których należy wyróżnić:

- przedsiębiorcę górniczego na którym spoczywa obowiązek związany z likwidacją oraz rekultywacją sukcesywną, które ograniczy oddziaływanie zakładu górniczego poprzez odpowiednie prace zabezpieczające,
- zgodnie z obowiązującym systemem prawnych przedsiębiorca prowadzący działalność, która wymagała będzie przeprowadzenia rekultywacji, musi wystąpić z wnioskiem o wydanie decyzji w sprawie rekultywacji i zagospodarowania do starosty właściwego ze względu na miejsce prowadzonej działalności,
- dodatkowo podmiot wykonawczy, prowadzący prace likwidacyjno-rekultywacyjne jest wytwórcą odpadów. W myśl Ustawy o odpadach z 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. z 2016 r. poz. 1987 ze zm.) wytwórcy odpadów są odpowiedzialni za zagospodarowanie wytworzonych przez siebie odpadów,
- w aktualnym stanie prawnym SRK, zajmuje się nie tylko likwidacją zakładów górniczych (opracowanie programu likwidacji zakładu, który składa się z części rzeczowej i finansowej) ale również przywróceniem właściwości użytkowych terenom pogórnym (rekultywacja hałd, zwalówisk czy terenów, gdzie wystąpiły osiadania i zalania),
- Starosta jest organem nadzorującym cały proces rekultywacji jak również ustalenie kierunku rekultywacji. Dodatkowo, to samorządów są zobowiązane do ustanowienia zasad prowadzenia procesu rewitalizacji adekwatnie do ich potrzeb. Ma to na celu

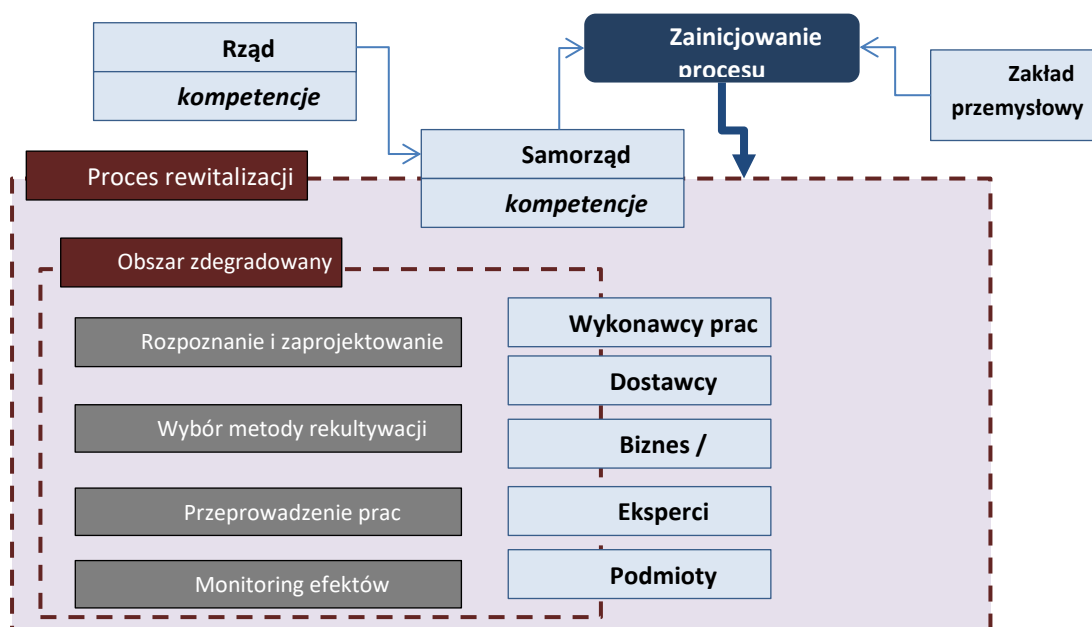
zapewnienie wykorzystywania potencjału związanego ze specyfiką społeczności w planowaniu i realizacji działań prowadzonych na obszarach objętych rewitalizacją,

- Instytucje Zarządzające Regionalnymi Programami Operacyjnymi na lata 2014-2020 (marszałkowie województw) odpowiedzialni są w zakresie m.in. określenia warunków dla projektów ubiegających się o wsparcie środkami UE, aby były one powiązane z celami programu, oraz gwarantowały zintegrowane działanie z innymi projektami na wyznaczonym do rewitalizacji obszarze,
- istotną rolę pełnią również potencjalni inwestorzy oraz dostawcy technologii dla poprawy jakości terenów zdegradowanych. Inwestorzy, przede wszystkim nastawieni są na wykorzystanie potencjału i atrakcyjności terenu w taki sposób aby planowane inwestycje przyniosły oczekiwane rezultaty. Od kierunku prac rewitalizacyjnych zależy stopień złożoności prowadzonych prac. Przedsiębiorstwa odpowiedzialne za prace likwidacyjne i rekultywacyjne mają za zadanie dostosować technologię do oczekiwanych efektów. Właściwy dobór technologii oraz efektywność prowadzonych procesów remediacyjnych pozwala znacząco zwiększyć atrakcyjność rekultywowanego terenu a także poszerzyć możliwości jego zagospodarowania,
- przedstawiciele środowiska naukowego posiadają wiedzę ekspercką na gruncie prac rewitalizacyjnych i w tematach bezpośrednio powiązanych. W praktyce aktywność jednostek oraz współpraca przedsiębiorstw z instytutami badawczymi wskazana jest podczas całego procesu rekultywacji uwzględniając wsparcie merytoryczne w takich tematach jak m.in.: ocena stopnia skażenia gleb związkami organicznymi, dobór technologii oczyszczania gleb, opracowanie planów rekultywacji i zagospodarowania terenu, doradztwo techniczne w zakresie wyboru technologii oczyszczania gleb, oceny oddziaływania na środowisko istniejących i projektowanych obiektów przemysłowych, koncepcje odzysku terenów poprzemysłowych i zajmowanych przez składowiska odpadów, projekty rekultywacji,
- społeczeństwo - warunkiem koniecznym procesu rewitalizacji (od etapu projektowania działań rewitalizacyjnych, przez ich realizację aż po ocenę przeprowadzonego całego procesu rewitalizacji) jest partycypacja społeczna, która obejmuje aktywny udział interesariuszy (mieszkańcy, władze publiczne (w tym samorządowe), organizacje społeczne, przedsiębiorcy) poprzez uczestnictwo w konsultacjach. Konsultacje społeczne to sposób uzyskiwania opinii, stanowisk, propozycji itp. od instytucji i osób, których w pewien sposób dotkną, bezpośrednio lub pośrednio, skutki proponowanych przez administrację działań.

Relacje:

Rewitalizacja jest procesem złożonym i systemowym co powoduje, że relacje pomiędzy uczestnikami (aktorami) procesu występują wielokierunkowo. W związku z postulatami Komisji Europejskiej, które bezpośrednio oddziałują na Rząd a w następstwie na Śląsk, to od samorządów a w szczególności od gmin górniczych oczekuje się intensywnych działań służących zagospodarowaniu zdegradowanych terenów i przygotowaniu ich pod nowe inwestycje. W praktyce oznacza to ścisłą współpracę sektora publicznego oraz prywatnego ze wsparciem strony naukowej oraz obywatelskiej mającą na celu przedsięwzięcia działań zmierzających do efektywnego zagospodarowania terenów zdegradowanych.

Schematyczna struktura relacji aktorów w procesie rewitalizacji została przedstawiona na rysunku (Rysunek 33).



Rysunek 32 Schematyczna struktura relacji aktorów w procesie rewitalizacji

Źródło: opracowanie własne

Rynki końcowe:

W zakresie technologii poprawy jakości terenów zdegradowanych oraz odpowiedzialności za przywrócenie wartości użytkowych terenom poprzemysłowym możemy odnieść się do dwóch istotnych rynków obejmujących sektor publiczny i prywatny.

Odbiorcami tego typu technologii są przede wszystkim wykonawcy prac rewitalizacyjnych. Dokładne rozpoznanie zdegradowanego terenu uwzględniające skalę i rodzaj zanieczyszczeń jak również docelowy kierunek rewitalizacyjnych wymuszają konieczność stosowania efektywnych i skutecznych metod i technologii.

Usługi wspierające:

Do usług wspierających wdrażania i rozwój technologii poprawy jakości terenów zdegradowanych przede wszystkim należy zaliczyć jednostki B+R, które oferują zarówno szeroko zakrojone prace badawcze jak również badania laboratoryjne w dziedzinie zagospodarowania odpadów oraz rekultywacji i remediacji gruntów. Przykłady oferowanych przez jednostki naukowe w województwie śląskim technologii zostały przedstawione w tabeli (Tabela 3).

Tabela 4 Technologie i wdrożenia oferowane przez jednostki naukowe

Jednostka naukowa	Technologie i wdrożenia oferowane przez jednostkę naukową
-------------------	---

Instytut Ekologii Terenów przemysłowych	▪ Technologia uprawy roślin fitostabilizacyjnych na podłożach rekultywacyjnych przy wykorzystaniu geokompozytów sorbujących wodę ▪ Remediacja biochemiczna terenów zanieczyszczonych olejami napędowymi ▪ Remediacja biogeochemiczna z wykorzystaniem informacji zwrotnej
Główny Instytut Górnictwa	▪ Technologia wytwarzania materiałów antypirogennych na bazie ubocznych odpadów z energetycznego wykorzystania paliw kopalnych ▪ Materiały podsadzkowe do wypełniania pustek poeksploatacyjnych na bazie ubocznych odpadów z energetycznego wykorzystania paliw kopalnych ▪ Technologia wytwarzania spoiw mineralnych dla zastosowań budowlanych w procesie karbonatyzacji ubocznych produktów spalania ▪ Technologia wytwarzania materiałów do budowy kasków górniczych na bazie ubocznych produktów spalania ▪ Technologie gaszenia obiektów uformowanych z odpadów powęglowych ▪ Technologie rekultywacji terenów przemysłowych ▪ Technologie rekultywacji i zamykania składowisk odpadów przemysłowych
Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego	▪ Technologia produkcji kruszyw sztucznych wraz z instalacją prototypową ▪ Technologia suchej separacji materiału odpadowego z hałd pogórnich
Uniwersytet Śląski Wydział Nauk o Ziemi	▪ Oksyreaktywna metoda badania samozapalności odpadów wydobywczych ▪ Badania nad wspólnym spalaniem odpadów domowych i paliw stałych

Źródło: opracowanie własne na podstawie¹²²

Wsparciem finansowym dla branży są również jednostki dysponujące środkami unijnymi i krajowymi. W przypadku Regionalnego Programu Operacyjnego wyznaczono następujące Instytucje Pośredniczące:

- Śląskie Centrum Przedsiębiorczości,
- Wojewódzki Urząd Pracy w Katowicach,
- Zintegrowane Inwestycje Terytorialne/ Regionalne Inwestycje Terytorialne.

Dodatkowo w zakresie prac B+R oraz związanych z rewitalizacją, podmiotami, które dysponują dedykowanymi środkami finansowymi są: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju jak również Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej wraz z lokalnymi oddziałami. Projekty realizowane z międzynarodowymi partnerami mogą być również dofinansowane przez zagraniczne mechanizmy finansowe.

W zakresie usług wspierających należy również wyszczególnić działalność klastrów związanych z tematem rewitalizacji oraz technologii dla ochrony środowiska. Inicjatywy te umożliwiają korzystanie ze skutecznego systemu wspierania współpracy w realizacji innowacyjnych przedsięwzięć jak np. Projekt „Revita-Silesia”. Wśród klastrów zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego, najbardziej związanych tematycznie z tematem rewitalizacji zaliczyć można: Innowacyjny Śląski Klaster Czystych Technologii Węglowych czy Bytomski Klaster Rewitalizacji.

¹²² Strategia zagospodarowania odpadów wydobywczych na lata 2017-2026 w ramach przedsięwzięcia priorytetowego Kontraktu Terytorialnego województwa śląskiego i przywracania terenów zdegradowanych do użytku społeczno-gospodarczego. Studium potencjału dla przedsięwzięć priorytetowych terenów Śląska Praca zbiorowa pod autorstwem Haldex S.A., Katowice, marzec 2017

Innowacje:

Innowacje w temacie poprawy jakości terenów zdegradowanych są wynikiem współpracy przedsiębiorstw oraz jednostek samorządowych z jednostkami naukowymi. Inicjatywy, które mają zastosowanie w branży ściśle wiążą się z tematem ochrony środowiska i ograniczaniem negatywnego wpływu na środowisko. W związku z powyższym inicjatywy związane z tematem rewitalizacji są zaliczane w Programie dla Śląska, jako przedsięwzięcia kluczowe i horyzontalne, wśród których należy wymienić¹²³:

- Modelowa rewitalizacja miast obejmująca Chorzów, Dąbrowa Górnicza i Rybnik. Projekt koncentruje się na wypracowaniu modeli prowadzenia rewitalizacji na obszarach miejskich poprzez opracowanie ścieżek dojścia do rozwiązania problemów związanych z prowadzeniem działań rewitalizacyjnych,
- Pilotaż rewitalizacji miasta Bytom w projekcie pn. „Bytom Odnowa – innowacyjne projekty mieszkaniowe i rozwój inicjatyw społecznych”,
- Pilotaż sieci tematycznej rewitalizacja Partnerskiej Inicjatywy Miast (PIM) – Katowice jako miasto lider sieci - tematyka zgłoszona przez Katowice dotyczy m.in. diagnozy i metod gromadzenia oraz analizy danych w zakresie rewitalizacji.

Dodatkowo osiągnięcia i wyniki prac naukowo-badawczych, praktyczne rozwiązania techniczne i organizacyjne, które służą gospodarczej i przyrodniczej rewitalizacji terenów zdegradowanych pozwalają wyodrębnić kluczowe kierunki rozwoju innowacji w temacie rewitalizacji takie jak:

- selekcja gatunków roślin i ich adaptacja na terenach zdegradowanych,
- metod przygotowania terenu w oparciu o techniki remediacyjne,
- metody i narzędzia do procesów remediacji środowiska gruntowo-wodnego zanieczyszczonego związkami organicznymi i nieorganicznymi,
- możliwości i metody odtwarzania funkcji gleby na terenach zdegradowanych.

Szczególna aktywność jednostek naukowych zlokalizowanych na terenie województwa śląskiego skutkuje realizacją wielu innowacyjnych projektów, jak np. wdrażania nowych technik bioremediacji (Projekt AMIIGA¹²⁴).

Nisze rozwojowe:

Rewitalizacja dawnych terenów przemysłowych stanowi poważne wyzwanie. W pracach badawczych szczególna uwaga została zwrócona na zanieczyszczenie terenów np. rtęcią, co powoduje duże zagrożenie dla środowiska i zdrowia organizmów żywych. Ze względów ekonomicznych i ograniczeń technologicznych dotychczas „trudne” tereny były wydobywane i utylizowane bądź zdeponowane na składowisku. Nowe kierunki badań koncentrują się przede wszystkim na wykorzystaniu dostępnych metod (np. oczyszczanie elektrokinetyczne, nanotechnologie, fitoremediacja, bioremediacja) celem ich modyfikacji i udoskonalenia w celu osiągnięcia coraz skuteczniejszych i tańszych metod oczyszczania.

¹²³ Program dla Śląska

¹²⁴ <https://www.gig.eu/pl/amiiga>

5.3 Łańcuchy wartości dla technologii gospodarowania odpadami

Analiza systemu gospodarki odpadami z próbą wykorzystania łańcucha wartości dla technologii gospodarowania wybranymi strumieniami odpadów pozwala na przedstawienie przepływów pomiędzy głównymi uczestnikami systemu. Możliwość wyodrębnienia wybranego strumienia odpadów jak również przypisania mu wartości (energetycznej lub materiałowej) pozwala zogniskować i wyeliminować marnotrawstwo w ramach niewykorzystanego potencjału odpadów.

Produkt:

Przedstawienie łańcuchów wartości gospodarki odpadami pozwala skoncentrować wysiłek wdrożeniowy na tych obszarach systemu gospodarki odpadami, które wymagają dokładniejszej analizy oraz doskonalenia. W przypadku gospodarki odpadami można uwzględniać strumień wybranej grupy odpadów w całym systemie poprzez ilościowe i jakościowe przedstawienie przepływów od miejsca wytworzenia do miejsca ich odzysku/unieszkodliwiania.

Produktem końcowym w analizowanym łańcuchu wartości jest przetworzony odpad (zarówno komunalny jak przemysłowy, obojętny lub niebezpieczny). W zależności od strumienia odpadów oraz rodzaju wykorzystanej technologii zagospodarowania mamy do czynienia z różnymi kierunkami wykorzystania odpadów (i ich potencjału), wśród których można wyróżnić m.in.:

- odzysk energii – termiczne przekształcenie odpadów w celu produkcji energii,
- recykling (chemiczny, termiczny, organiczny) – powtórne przetwarzanie substancji i materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu.

W przypadku odpadów komunalnych, aktualnym kierunkiem ich przetworzenia jest termiczne przekształcanie. Związane jest to przede wszystkim z ograniczeniem możliwości składowania odpadów jak również znaczącym udziałem odpadów zmieszanych w strumieniu zebranych odpadów komunalnych. Przykładem jest instalacja termicznego przetwarzania odpadów (w procesie zgazowania) w Świętochłowicach, która z fazy demonstracyjnej wkracza na rynek. Instalacja demonstracyjna powstała z ramach projektu LIFE i służy do wysokowydajnej produkcji energii elektrycznej i ciepłej w kogeneracji na bazie zgazowania innowacyjnego paliwa formowanego z odpadów komunalnych i osadów ściekowych¹²⁵.

W ramach odpadów przemysłowych najwięcej uwagi poświęca się ubocznym produktom spalania (UPS), które stanowią liczną grupę odpadów o zróżnicowanych właściwościach¹²⁶. Wyróżnione w tej grupie popioły lotne często wykorzystywane są na potrzeby produkcji materiałów budowlanych, przede wszystkim jako:

¹²⁵

http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=COGENERATION_Leaflet_3_PL.pdf

¹²⁶ Pachowski J.: Rozwój technologii powstawania ubocznych produktów elektrowniowych oraz ich charakterystyka i możliwości zastosowań w technologiach budownictwa drogowego. Drogi i Mosty, nr 1/2002

- materiał stosowany do wykonywania prac makroniwelacyjnych,
- materiał ulepszający, stabilizujący i wzmacniający grunty, w tym stosowany do podbudowy dróg,
- materiał do wytwarzania mieszanek betonowych, o szerokim zastosowaniu (zastępujący cement portlandzki).

Nieograniczone możliwości zagospodarowania odpadów, determinowane ograniczeniem negatywnego wpływu odpadów na środowisko, sprawiły, że wzmożono prace nad innowacyjnymi technologiami ich zagospodarowania. W związku z powyższym doskonalenie systemu gospodarowania odpadami komunalnymi oraz pochodzącymi z wybranych gałęzi gospodarki, których zagospodarowanie stwarza technologiczne problemy, wymaga:

- zintensyfikowania działań prowadzących do zwiększenia stopnia odzysku odpadów (w tym prowadzenie działalności (B+R),
- ekoprojektowania nowych procesów i wyrobów,
- nadzór nad strumieniami odpadów oraz monitorowania funkcjonowania istniejących zakładów zagospodarowania odpadów.

Należy przy tym zauważyć, że zarówno przetwarzanie odpadów jak również możliwość ich powtórnego wykorzystania na rynku wymaga spełnienia szeregu zapisów prawnych. Procedury związane z utratą statusu odpadu czy uzyskania statusu produktu ubocznego wymagają podjęcia szeregu czasochłonnych działań. Przyjęty tryb postępowania zależy od zastosowanej technologii przetworzenia od przewidywanego zastosowania nowego produktu z odpadu.

Aktorzy:

Aktualnie funkcjonujący system gospodarki odpadami w województwie śląskim składa się z wytwórców odpadów, podmiotów odpowiedzialnych za odbiór i transport, zakładów zajmujących zagospodarowaniem odpadów oraz w zależności od zastosowanego procesu przetworzenia – nowych odbiorców produktów pochodzących z zagospodarowania odpadów. Na terenie Śląska funkcjonują¹²⁷ następujące instalacje:

- 8 składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne nieprzyjmujące odpadów komunalnych,
- 7 składowisk odpadów niebezpiecznych (poza składowiskami przyjmującymi wyłącznie odpady zawierające azbest),
- 1 składowisko odpadów obojętnych będące w trakcie rekultywacji,
- 4 spalarnie odpadów niebezpiecznych, w tym spalarnie odpadów zawierających PCB,
- 2 instalacje regeneracji olejów odpadowych,
- 6 zakładów przetwarzania zużytych baterii lub zużytych akumulatorów,
- 4 spalarnie przekształcające termiczne odpady medyczne i weterynaryjne,
- 98 stacji demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji,
- 18 zakładów przetwarzania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego,
- 6 składowisk odpadów przyjmujące azbest do unieszkodliwiania w procesie D5,
- 9 instalacji do recyklingu zużytych opon,

¹²⁷ na dzień 31.12.2014 r. źródło” Plan gospodarki odpadami województwa śląskiego na lata 2016-2022, Województwo Śląskie, Katowice 2017

- 2 spalarnie komunalnych osadów ściekowych,
- 17 instalacji zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych (poza spalarniami komunalnych osadów ściekowych),
- 2 czynne obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych.

W zależności od grupy odpadów, moce przerobowe funkcjonujących instalacji wymagają rozbudowy ze względu na niewystarczające wydajności.

System gospodarki odpadami jest specyficznym i złożonym łańcuchem wartości, z tego względu, że tworzą go zarówno wszyscy obywatele, jak również wszystkie podmioty gospodarcze. W praktyce oznacza to, że każdy z aktorów ma silny wpływ na ostateczną jakość przetwarzania odpadów.

I tak w przypadku zagospodarowania odpadów komunalnych w łańcuchu wartości uwzględniamy:

- wytwórcy odpadów (właściciele nieruchomości),
- gmina – jednostka na którą nałożony został obowiązek zorganizowania systemu odbierania odpadów komunalnych od właścicieli nieruchomości,
- podmioty odpowiedzialne za odbiór i transport odpadów,
- instalacje odpowiedzialne za odzysk / unieszkodliwianie odpadów komunalnych
- odbiorcy energii, produktów z odpadów itp.

Wśród uczestników systemu zagospodarowania odpadów z sektora gospodarki wyróżniamy:

- podmioty wytwarzające odpady (w tym zakłady przemysłowe, podmioty handlowo-usługowe, placówki zdrowotne, apteki, PSZOK, zakłady mechaniczne np. zakłady demontażu, producenci, podmioty wprowadzające odpady na rynek),
- podmioty odpowiedzialne za odbiór i transport odpadów,
- podmioty odpowiedzialne za odzysk / unieszkodliwianie odpadów: instalacje spalania/ współspalania, instalacje recyklingu i odzysku, składowiska, wydzielone kwatery, instalacje termicznego przekształcania odpadów, rolnictwo / rekultywacja,
- odbiorcy energii, produktów z odpadów itp.

Próba uporządkowania ww. aktorów zidentyfikowanego łańcucha wartości według sfer ich interwencji, pozwala wyróżnić:

- **sferę administracyjną**, która w szczególności obejmuje gminy odpowiedzialne za jest za cały proces gospodarowania odpadami i zarządzanie systemem oraz Urząd Marszałkowski odpowiedzialny za nadzór nad strumieniami odpadów w województwie,
- **sferę gospodarczą**: obejmująca zarówno przedsiębiorstwa, których działalność wiąże się z zagospodarowaniem odpadów (np. RIPOK - regionalne instalacje przetwarzania odpadów komunalnych, sortownie, instalacja do produkcji paliw alternatywnych), jak również dostawców technologii przetwarzania odpadów.
W ramach sfery gospodarczej wyróżnić można również **podmioty odpowiedzialne** za procesy odbioru oraz transportu odpadów. Wśród firm funkcjonujących na terenie śląska w obszarze odbioru i transportu odpadów można wymienić np. Remondis, Alba.

Co istotne na terenie Śląska, zostały zainicjowane **sieci współpracy** pomiędzy przedsiębiorstwami gospodarki odpadami w celu wdrażania zintegrowanych systemów gospodarki odpadami i budowaniu nowoczesnej gospodarki odpadami. Klastry^{128 129 130}, o których mowa, zapewniają często kojarzenie stron zainteresowanych wdrożeniem konkretnych technologii, możliwość nawiązania współpracy z innymi podmiotami czy wsparcie w zakresie identyfikację i weryfikację najlepszych dostępnych na rynku technologii/ instalacji,

- **sferę naukową (B+R):** jednostki naukowo badawcze posiadające kompetencje w dziedzinie technologii i urządzeń zagospodarowania odpadów i m.in. Politechnika Śląska, Główny Instytut Górnictwa,
- **sferę obywatelską:** społeczność, w tym mieszkańcy oraz przedsiębiorcy (jako wytwórcy odpadów) oraz organizacje pozarządowe, silnie związane z tematem. Wśród podmiotów działających na terenie Śląska można wymienić np. Ogólnopolskie Stowarzyszenie Zagospodarowania Odpadów Komunalnych¹³¹ "Komunalnik", których celem jest m.in. upowszechnianie wiedzy o segregacji odpadów,
- **sferę ekonomiczną / finansową:** jednostki pośredniczące w finansowaniu przedsięwzięć związanych z rozwojem technologii zagospodarowania odpadów w tym przede wszystkim np. środki Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Role:

W gospodarce odpadami, ze względu na bezpośredni wpływ regulacji prawnych na kształt systemu, aktorom zostały przepisane konkretne role jak również zakres odpowiedzialności. Do podstawowych procesów zaliczamy wytwarzanie odpadów, ich odbiór i transport oraz przetworzenie i zagospodarowania.

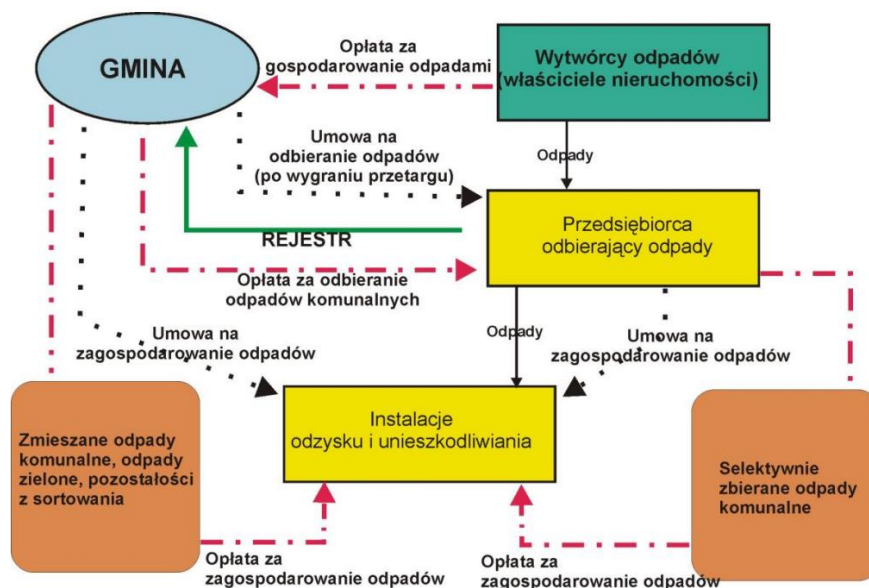
W przypadku odpadów komunalnych to gmina pełni rolę nadrzędną w systemie poprzez prowadzenie działań organizacyjnych, inwestycyjnych, nadzorczych oraz informacyjnych (edukacyjnych). Zasady funkcjonowania aktualnie obowiązującego systemu w województwie śląskim zostały przedstawione na rysunku.

¹²⁸ <http://skgo.pl/>

¹²⁹ <https://klasterodpadowy.com/>

¹³⁰ <http://www.ecocluster.com.pl/>

¹³¹ http://www.oszok.pl/?page_id=32



Rysunek 33 System gospodarki odpadami komunalnymi w województwie śląskim

Źródło: Plan gospodarki odpadami województwa śląskiego na lata 2016-2022, Województwo Śląskie, Katowice 2017

Procesy zbiórki, odbioru, przeładunku i transportu odpadów realizowane są przez specjalistyczne firmy posiadające odpowiednie zaplecze techniczne. W ramach analizy łańcucha usuwania odpadów, procesy te pełnią istotną rolę w systemie logistycznych zagospodarowania odpadów. Należy zwrócić uwagę, że wartość odpadów, rozumiana przez ich potencjał przetwórczy deklarowana jest na początku układu, w momencie przekazania odpadów przez wytwórcę na potrzeby ich właściwego zagospodarowania.

W systemie zagospodarowania odpadów z sektora gospodarki kluczową rolę pełni wytwórca odpadów – przedsiębiorca, który z uwagi na właściwości odpadu, może organizować osobny łańcuch usuwania odpadu, tworząc podsystemy głównego systemu gospodarki odpadami przemysłowymi.

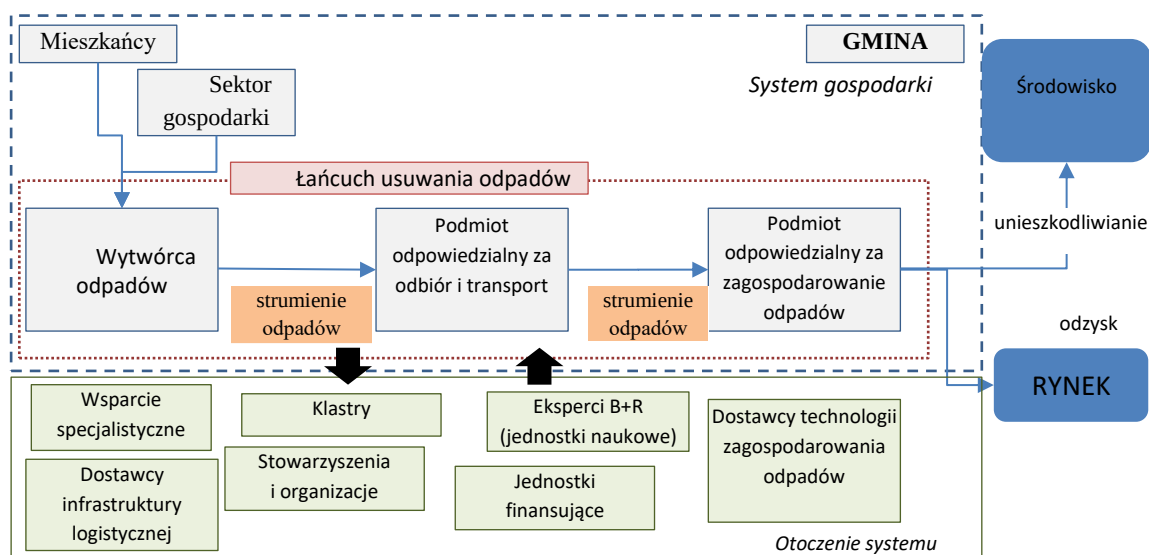
W związku z tym, że na przedsiębiorcy spoczywa pełna odpowiedzialność za zagospodarowanie odpadów, w praktyce wiele przedsiębiorstw decyduje się na działalność badawczą mającą na celu przetworzenia odpadów w miejscu ich powstawania oraz ich odzysk. Podyktowane jest to w szczególności kwestiami ekonomicznymi, które wynikają z wysokimi opłatami za zagospodarowanie odpadów. Wdrażanie innowacyjnych technologii zagospodarowania odpadów w miejscu ich wytwarzania stwarza możliwości poszerzenia odpowiedzialności o obowiązek właściwego przetwarzania odpadów.

Relacje:

Rozpatrując system gospodarki odpadami w ujęciu logistycznym, istotą jest właściwe powiązanie podmiotów uczestniczących w przepływie odpadów w celu zminimalizowania ilości odpadów trafiających na składowisko. W związku z powyższym występują silne powiązania pomiędzy aktorami systemu, ze względu na jasno zdefiniowany zakres odpowiedzialności, jak również na wpływ ostatecznego kierunku zagospodarowania. Oznacza to, że zarówno na etapie wytwarzania jak również odbioru i transportu wyodrębnionych strumieni odpadów, zapewniona jakość i efektywność tych

procesów ma bezpośredni wpływ na poziom ich odzysku. Osiągnięcie właściwej świadomości ekologicznej obejmującej temat przetwarzania odpadów ma na celu zdefiniowanie i zobrazowanie tych relacji, które bezpośrednio przekładają się na kształtowanie łańcucha wartości dodanej strumienia odpadów.

Schematyczna struktura uczestników systemu wraz z podstawowymi relacjami została przedstawiona na rysunku (Rysunku 34).



Rysunek 34 Schematyczna struktura systemu gospodarki odpadami

Źródło: opracowanie własne

Rynki końcowe:

Odbiorcami technologii zagospodarowania odpadów są przede wszystkim przedsiębiorstwa odpowiedzialne za przetwarzanie odpadów. Rygorystyczne wymagania prawne związane z osiągnięciem wymaganych poziomu odzysku wymuszają konieczność stosowania efektywnych i skutecznych metod i technologii zagospodarowania odpadów.

Dodatkowo, w związku z wdrażaniem *circular economy* a tym samym zamykaniem obiegu odpadów, rozwój technologii przetwarzania odpadów został ukierunkowany na instalacje recyklingu i odzysku umożliwiające powrót przetworzonego odpadu na rynek. Pozwala to wytwórcom odpadów przemysłowych nie tylko minimalizować ilość wytwarzanych odpadów, ale również optymalizować rachunek ekonomiczny.

Wdrażanie technologii mechanicznego, chemicznego, biologicznego czy termicznego przetwarzania odpadów pozwala odzyskać nową wartość odpadów w zarówno w postaci produktów jak również energii. Oznacza to, że zgodnie z założeniami, wytwórcy odpadów stają się na nowo ich nabywcami pod postacią np. dostawców energii, materiałów budowlanych czy nawozów wyprodukowanych z odpadów.

Usługi wspierające:

Do usług wspierających technologię gospodarki odpadami w szczególności zaliczamy:

- działalność B+R, realizowana przez podmioty prywatne i publiczne samodzielnie lub przy współpracy z jednostkami naukowymi mająca na celu powstanie nowego rozwiązania (produktu lub usługi),
 - certyfikacja – związana z możliwością wykorzystania odpadu do wytworzenia nowych produktów i wprowadzenia go na rynek. W szczególności dotyczy to nawozów produkowanych z odpadów czy materiałów budowlanych,
 - konsulting (specjalistyczny, w tym aspektów prawnych) - system zagospodarowania odpadów
- a tym samym cały zakres odpowiedzialności pomiotów funkcjonujących w ramach zagospodarowania odpadów, regulowany jest przez zbiór różnych przepisów prawnych związanych z ochroną środowiska, a co za tym idzie w szeregu aspektach aktów wykonawczych. W praktyce, przekłada się to na stałą współpracę z podmiotami zapewniającymi nadzór na spełnieniu wszystkich przepisów.

Innowacje:

Innowacje w gospodarce odpadami, w większości przypadków są efektem współpracy przedsiębiorstw z jednostkami naukowymi. Innowacje, które mają zastosowanie w sektorze technologii zagospodarowania odpadów, ściśle wiążą się z technologią przetwarzania, zwiększeniem jej wydajności (mocy przerobowych), bezpieczeństwa lub dostosowaniem do zmieniających się norm i przepisów. Duże zakłady realizujące swoje zadania w systemie gospodarki odpadami, w praktyce stosują rozwiązania technologiczne dostępne w innych krajach UE i na świecie, lub też pracują nad własnymi rozwiązaniami, jak jest to w przypadku takich projektów realizowanych na terenie województwa śląskiego jak m.in.:

- Instalacja demonstracyjna do wysokowydajnej produkcji energii elektrycznej i ciepłej w kogeneracji na bazie zgazowania innowacyjnego paliwa formowanego z odpadów komunalnych i osadów ściekowych (Beneficjent: InvestEko S.A.),
- Proekologiczna instalacja pilotażowa do produkcji emulsji asfaltowych modyfikowanych nanostrukturami z polimerów odpadowych (Beneficjent: Flukar Sp. z o.o.),
- Opracowanie innowacyjnej technologii produkcji stopów żelaza z krzemem i glinem na bazie odpadów przemysłowych zwłaszcza pozyskiwanych z górnictwa (Podmiot realizujący: RE ALLOYS sp. z o.o.),
- Produkcja ciepła sieciowego i/lub energii elektrycznej (kogeneracja) z wykorzystaniem gazu ze zgazowania odpadów węglowych, komunalnych i przemysłowych oraz osadów ściekowych (Podmiot realizujący: Centrum Badawczo-Wdrożeniowe Polgrafen Sp. z o. o. Spin-off Politechniki Śląskiej),
- Wodoro-pyroliza: beztlenowe odgazowanie surowców odpadowych/ energetycznych w atmosferze wodorowej (Jastrzębska Spółka Węglowa),
- Rozbudowa zaplecza B+R firmy celem poszukiwania nowych metod oczyszczania baz olejowych powstałych z regeneracji olejów przepracowanych (EKOMAX Sp. z o.o.),
- Produkcja energii z odpadów. MASTER - ODPADY i ENERGIA Sp. z o.o. - Zakład Zagospodarowania Odpadów Komunalnych, który wytwarza odnawialną energię

elektryczną i ciepłą wykorzystując odpady biodegradowalne uzyskane ze śmieci. Biogaz wytworzony podczas fermentacji beztlenowej odpadów biodegradowalnych zostaje oczyszczone z siarkowodoru, a następnie spalony w dwóch agregatach kogeneracyjnych o mocy 332 kW każdy. W efekcie powstaje około 4000MWh/rok energii elektrycznej i energia ciepła w ilości około 14000 GJ/rok, która w pierwszej kolejności zostaje przeznaczona na zasilanie zakładu. Nadwyżki sprzedawane są do operatora sieci energetycznej i ciepłej.¹³²

Nisze rozwojowe:

Rosnące znaczenie ma większa świadomość ekologiczna dotycząca ochrony środowiska, w tym gospodarki odpadami. Przedsiębiorcy coraz częściej stawiają na proekologiczne rozwiązania, chcąc tym samym nie tylko budować swój wizerunek, ale również osiągać zyski. Przeszkodą i zarówno wyzwaniem na drodze do efektywnego wdrażania rozwiązań proekologicznych jest nieodpowiedni poziom segregacji odpadów, co powoduje, że potencjał w tym zakresie jest obecnie niewykorzystany.

Znalezienie odpowiedniej niszy przez przedsiębiorstwo wytwarzające odpady przemysłowe jak również bezpośrednio odpowiedzialne za ich zagospodarowanie, może skutkować nie tylko ugruntowaniem pozycji na obecnym rynku, ale także ekspansją na nowe rynki. Przykładem podmiotów, które wykorzystują potencjał tkwiący w odpadach przez siebie wytwarzanych są np.

- Spółka Haldex, która przygotowuje instalacje, które pozwolą wytwarzać z popiołów kruszywa, biospoiva, a także kruszywa spiekane¹³³,
- PWiK Żory Sp. z o. o., pracujące nad instalacją do produkcji granulatów nawozowych z osadów ściekowych.

Najważniejszym wyzwaniem dla rozwoju technologii gospodarki odpadami jest zwiększenie ich efektywności poprzez wdrażanie innowacyjnych rozwiązań mających na celu tworzenie nowej wartości dla rynku.

5.4 Łańcuchy wartości dla technologii wody i ścieków

Słodka woda jest ograniczonym, a w niektórych regionach świata nawet rzadkim zasobem. Z tego powodu na łańcuch wartości dla technologii wody i ścieków składają się zakłady produkcji wody pitnej (stacje poboru, uzdatniania wody oraz dezynfekcji wody), stacje zagospodarowania szlamów poprocesowych, dystrybutorzy wody pitnej (dostawcy wody butelkowanej oraz właściciele sieci transportowych wody pitnej), oczyszczalnie zużytej wody i ścieków wraz ze stacjami recyklingu ścieków i ich ponownego wykorzystania dla różnych nowych celów, stacje zagospodarowania osadów ściekowych (zagęszczanie i odwadnianie szlamów oraz osadów, fermentacja szlamów i osadów, osuszanie szlamów i osadów, spalanie szlamów i osadów), stacje zagospodarowania skratek i piasku powstających w procesach oczyszczania ścieków.

¹³² <https://www.master.tychy.pl/energetyka-odnawialna-i204.pl.html> odczyt: 28.03.2019

¹³³ <https://www.haldex.com.pl/aktualnosci/haldex-wprowadza-innowacje-dla-gospodarki> odczyt:28.03.2019

W chwili obecnej szczególnie rozwinięte są gałęzie łańcucha wartości związane z poborem, uzdatnianiem i dostarczaniem wody dla odbiorców końcowych. Istniejące technologie oczyszczania ścieków niejednokrotnie nie pozwalają jednak na przywrócenie oczyszczanym ściekom parametrów odpowiadających jakości wody do następujących zastosowań:

- irygacja użytków rolnych,
- nawadnianie i czyszczenie miejskie,
- czyszczenie przemysłowe i woda procesowa,
- uzupełnianie zwierciadła wód gruntowych.

Problemem jest też zagospodarowanie powstających osadów ściekowych i szlamów poprocesowych. Ze 165 miliardów m³ ścieków gromadzonych i przetwarzanych rocznie na całym świecie, obecnie ponownie wykorzystuje się zaledwie 2%. Wciąż poszukiwaną innowacją w łańcuchu wartości dla technologii wody i ścieków są technologie recyklingu ścieków, które umożliwiają wyprodukowanie uzdatnionej wody o wystarczająco wysokiej jakości, aby nadawała się do ponownego użycia, takie jak np.:

- promieniowanie ultrafioletowe,
- odwrócona osmoza,
- filtracja membranowa.

Rosnąca ilość osadów wytwarzanych podczas uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, zgodnie ze wzrostem liczby ludności i rozrastaniem się miast, jest głównym powodem do niepokoju dla władz lokalnych i operatorów. Obróbka szlamu w celu zmniejszenia objętości i przekształcenia go w produkty zwrotne stała się koniecznością.

Produkt:

Najważniejszym produktem końcowym w łańcuchu wartości dla technologii wody i ścieków jest woda, którą wykorzystuje się do mycia i dezynfekcji, przetwórstwa żywności, w procesach technologicznych różnych branż przemysłowych, przy wydobywaniu i przetwórstwie ropy i gazu ziemnego.

Wytwarzanie wody pitnej i technologicznej wymaga zastosowania różnych technik obróbki: sedymentacja, koagulacja, filtracja na filtrach pospiesznych, flotacja, adsorpcja na węglu aktywnym, ozonowanie, oczyszczanie z wykorzystaniem metod mechanicznych i biologicznych, filtracja, odsalanie, dezynfekcja chlorem, itp.

W łańcuchu wartości dla technologii wody i ścieków generowane są także produkty odpadowe, takie jak szlasy poprocesowe ze stacji uzdatniania wody, czy piasek, skratki i osady ściekowe z linii technologicznej recyklingu ścieków. W chwili obecnej główną metodą ich zagospodarowania jest wywóz, składowanie, zestalanie, spalanie lub współspalanie.

Z uwagi jednak na wysoką zawartość cennych produktów odpady te mają szansę stać się pełnowartościowym produktem zwrotnym w łańcuchu wartości o wartości komercyjnej:

- **Szlasy** ze stacji uzdatniania wody zawierają dużą ilość wapna i składników mineralnych, dzięki opracowaniu innowacyjnych metod ich przekształcania mogą być wykorzystane w rolnictwie jako środek do poprawy odczynu gleby (wapno dekarbonizacyjne, wapnowanie gleb).

- **Piasek** po oczyszczeniu może być wykorzystany jako materiał budowlany. Natomiast osady ściekowe są bogatym zasobem materii organicznej i składników mineralnych, takich jak azot, fosfor czy potas. Dzięki odpowiednim procesom technologicznym mogą zostać one przekształcone w produkty do zastosowań rolniczych o charakterze nawozu organicznego lub mineralno-organicznego lub też jako środek wspomagający uprawę roślin. W ostatnich latach prowadzone są intensywne badania nad opracowaniem technologii przekształcania osadów ściekowych w produkty zwrotne.
- **Popioły** ze spalania osadów ściekowych również mogą stać się produktem zwrotnym z uwagi na wysoką zawartość fosforu. Fosfor należy obecnie do najbardziej pożądanych składników odżywczych z uwagi na coraz bardziej wyczerpujące się zasoby fosforytów na świecie i konieczności ich dostaw rynków zagranicznych, a zwłaszcza z Chin lub Stanów Zjednoczonych.
- **Źródłem fosforu mogą być także ścieki**, a zwłaszcza wody nadosadowe odprowadzane ze stacji fermentacji osadu czynnego. Na rynku wciąż brakuje rozwiązań pozwalających na odzysk fosforu ze strumienia ścieków. W województwie śląskim ośrodki badawcze podejmują się próby opracowania technologii anammox, która z jednej strony jest technologią poprawiającą efektywność oczyszczania ścieków, a z drugiej strony produktem zwrotnym technologii mogą być odzyskane związki fosforu. W Polsce dostępne są także rozwiązania zagraniczne, w których fosfor odzyskiwany jest metodą wytrącania w postaci kryształów fosforanu amonowo-magnezowego, zwanego potocznie struwitem.

Barierą przed implementacją rozwiązań jest konieczność spełnienia szeregu zapisów prawnych w kontekście procedur związanych ze zmianą statusu z odpadu na produkt oraz z procesami związanymi z certyfikacją i uzyskaniem pozwoleń na wprowadzenie produktów powstałych z przekształcania osadów poprocesowych w praktykę rolną.

Aktorzy:

Aktualnie funkcjonujący system gospodarki wodno-kanalizacyjnej w województwie śląskim składa się z wytwórców wody pitnej, podmiotów odpowiedzialnych za pobór i transport wody i ścieków, podmiotów odpowiedzialnych za oczyszczanie ścieków, zakładów zajmujących się zagospodarowaniem szlamów i osadów ściekowych, odbiorców końcowych wody pitnej i technologicznej oraz w przypadku wytworzenia dodatkowych produktów w procesach technologii wody i ściekowych – nowych odbiorców produktów pochodzących z zagospodarowania szlamów, osadów ściekowych i odzyskanych zasobów ze strumienia ścieków i osadów ściekowych.

Do głównych aktorów w łańcuchu wartości dla technologii wody wyróżniamy:

- przedsiębiorstwa wodociągowe (pobór i uzdatnianie wody),
- podmioty odpowiedzialne za dostawę chemii do procesów uzdatniania wody,
- dostawcy sprzętu do procesów uzdatniania wody,

- podmioty odpowiedzialne za budowę i obsługę magazynów wody i zbiorników sieciowych,
- podmioty odpowiedzialne za odzysk / unieszkodliwianie szlamów poprocesowych,
- odbiorcy wody pitnej (mieszkańcy, zakłady przemysłowe, w tym zakłady wytwórstwa butelkowanej wody pitnej).

W Polsce mamy 9025 przedsiębiorstwa wodociągowe, w tym:

- 4 289 produkujących poniżej 100 m³ wody na dobę,
- 4 063 produkujących od 100 do 1000 m³ wody na dobę,
- 607 produkujących wodę w zakresie od 1000 – 10 000 m³ wody na dobę,
- 60 produkujących wodę w zakresie od 10 000 – 100 000 m³ wody na dobę,
- 6 produkujących powyżej 100 000 m³ wody na dobę.

Głównym aktorem w województwie śląskim jest Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągowe S.A. (GPW) z siedzibą w Katowicach. Zdolność produkcyjna systemu zaopatrzenia w wodę w województwie śląskim wynosi ogółem 943 784 m³/dobę. Zdolność produkcyjna Stacji Uzdatniania Wody bazujących na wodach powierzchniowych wynosi 800 800 m³/dobę, czyli 84,8% zdolności produkcyjnej całego systemu, a zdolność produkcyjna stacji uzdatniania wód głębinowych wynosi 142 984 m³/dobę, czyli 15,2%.

Wśród aktorów budujących łańcuch wartości w wariacie systemów oczyszczania ścieków wyróżnia się:

- przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne,
- podmioty odpowiedzialne za odbiór i transport ścieków,
- dostawcy sprzętu dla technologii oczyszczania ścieków,
- dostawcy chemii dla procesów oczyszczania ścieków,
- podmioty odpowiedzialne za odzysk / unieszkodliwianie osadów ściekowych: instalacje spalania / współspalania, instalacje recyklingu i odzysku, składowiska, wydzielone kwatery, instalacje termicznego przekształcania odpadów, rolnictwo / rekultywacja, cementownie,
- laboratoria badające jakość wody i ścieków,
- odbiorcy energii, produktów z odpadów itp.,
- odbiorcy wody technologicznej,
- jednostki wspomagające branżę wod-kan.

W województwie śląskim zlokalizowanych jest 44 przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne, a liczba funkcjonujących biologicznych oczyszczalni ścieków w roku 2016 wynosiła 112.

Do aktorów biorących udział w łańcuchu wartości należy również zaliczyć jednostki wspomagające branżę wod-kan. Przykładem, w woj. śląskim są prężnie działające jednostki wspomagające, Park Technologiczny Ekoenergia – Woda – Bezpieczeństwo i Śląski Klaster Wodny. Celem działań Parku jest wzmocnienie powiązań kooperacyjnych między podmiotami działającymi w sektorach MŚP, JST oraz B+R działających na terenie województwa śląskiego oraz transfer wiedzy z zakresu

bezpieczeństwa wodnego. Śląski Klaster Wodny skupia przedsiębiorstwa branży wodociągowej, producentów i dostawców, ośrodki B+R, wyższe uczelnie, jednostki JST oraz instytucje otoczenia biznesu. Jest również platformą wymiany doświadczeń pomiędzy podmiotami tworzącymi, skupioną na wdrożeniu zrównoważonej gospodarki ściekowej, skutecznego wdrażania rozwiązań naukowo-technicznych, wynalazków, patentów, wprowadzaniu nowych produktów i usług, pozyskiwaniu partnerów zagranicznych oraz środków finansowych na rozwój członków klastra. Kolejnym przykładem jest Stowarzyszenie Wodociągowców Województwa Śląskiego, którego działania skupiają się na: integracji przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, wzmocnieniu ich siły, znaczenia i prestiżu, wsparcia dla wodociągowo-kanalizacyjnych firm MŚP w kontaktach i kształtowaniu relacji z różnymi organizacjami, doradztwie i konsultacjach w zakresie bieżących problemów branży wodociągowo-kanalizacyjnej.

Role:

W łańcuchu wartości dla technologii wody i ścieków nadrzędną rolę pełnią przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne, gdyż to one w głównej mierze odpowiedzialne są za dostarczanie wody pitnej dla ludności o parametrach spełniających prawne wymagania jakościowe, a jednocześnie odgrywają istotną rolę w oczyszczaniu ścieków, zarówno w aspekcie transportu ścieków od użytkowników sieci wodno-kanalizacyjnej do oczyszczalni, poprzez oczyszczanie wraz z zagospodarowaniem powstających w trakcie uzdatniania wody i oczyszczania ścieków produktów odpadowych. Znacznie mniejszą rolę w łańcuchu wartości pełnią dostawcy rozwiązań technicznych czy chemii (np. koagulantów, związków organicznych, pożywek). Współpraca z dostawcami warunkuje prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych, jednakże pełnią one zdecydowanie mniejszą rolę w budowaniu wartości tego łańcucha.

Istotna rola w łańcuchu wartości dla technologii wody i ścieków przypada laboratoriom. Sprawują one nadzór nad prawidłowością prowadzenia procesów technologicznych. Laboratoria wykonują konieczne analizy podstawowych parametrów fizykochemicznych i mikrobiologicznych po poszczególnych etapach uzdatniania, ustalają dawki reagentów stosowanych w procesach uzdatniania, wykonują badania fizyczne materiałów stosowanych do filtracji.

Przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne ponoszą koszty związane z procesami wytwórczymi wody pitnej oraz z procesami oczyszczania ścieków. Wzrost kosztów przekłada się na cenę za 1 m³ wody pitnej dla użytkowników końcowych (czyli mieszkańców korzystających z sieci wodociągowej) oraz na cenę za 1m³ odprowadzanych ścieków.

Względy ekonomiczne stają się przyczynkiem do podejmowania współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami wodno-kanalizacyjnymi i ośrodkami badawczymi w celu opracowania nowych rozwiązań technicznych wpływających na poprawę bilansów ekonomicznych przedsiębiorstwa. W ostatnich latach zauważa się zacieśnienie współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami wod-kan a ośrodkami badawczymi w celu wypracowania nowej formy użyteczności dla oczyszczalni ścieków. Zgodnie z ideą gospodarki o obiegu zamkniętym dąży się, aby oczyszczalnie stanowiły obiekty, które przestaną generować straty związane z kosztami ponoszonymi w trakcie oczyszczania ścieków, a które poprzez nadanie istniejącym obiektom oczyszczalni nowych funkcji, pozwolą generować zyski dla oczyszczalni. Przykładem takich rozwiązań mogą być układy kofermentacji osadów ściekowych

wraz z organiką kuchenną selektywnie zbieraną w gminach. Wprowadzenie organiki kuchennej do komór fermentacyjnych pomaga zwiększyć uzysk biogazu w procesach fermentacyjnych, a produkt odpadowy (pofermentat) w świetle przepisów prawa o wiele łatwiej może utracić status odpadu na rzecz produktu zwrotnego do zastosowań rolniczych.

Relacje:

Relacje pomiędzy głównymi aktorami łańcucha wartości, tj. przedsiębiorstwami wodno-kanalizacyjnymi i odbiorcami końcowymi budowane są dzięki prowadzonym działaniom promocyjnym, kampaniom informacyjnym przybliżającymi inwestycje realizowane przez przedsiębiorstwa czy organizowanym przez podmioty wodno-kanalizacyjne konkursy w branżowej tematyce dedykowane także dla najmłodszych odbiorców końcowych, tj. dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym. Przedsiębiorstwo wodno-kanalizacyjne w Rudzie Śląskiej corocznie organizuje konkursy dla dzieci w wieku 6 lat oraz dla uczniów klas czwartych szkół podstawowych w tematyce związanej z ochroną wody i środowiska naturalnego. Rozstrzygnięcie konkursów i wręczenie nagród odbywa się podczas specjalnie zorganizowanego spotkania, na którym obecni są nie tylko uczestnicy konkursu wraz z opiekunami, ale i mieszkańcy Rudy Śląskiej, przedstawiciele Urzędu Miasta oraz media. Uczestnicy spotkania mogą zapoznać się na nim z różnymi aspektami działalności przedsiębiorstwa.

Dobrym przykładem kampanii informacyjnej były prowadzone przez Katowicką Infrastrukturę Wodociągowo-Kanalizacyjną spotkania i konsultacje społeczne mające na celu pokazanie mieszkańcom dokładny przebieg realizowanych inwestycji związanych z modernizacją kilku oczyszczalni ścieków i przebudową sieci kanalizacyjnej. Podczas spotkań przeprowadzane były także badania ankietowe, w tematyce związanej z projektem inwestycyjnym. Takie działania są dowodem na to, jak ważna jest dobrze prowadzona konsultacja społeczna w budowaniu relacji z klientami.

Relacje te mogą zostać zaburzone przez szkodliwą działalność mediów, które nagłaśniają sytuacje kryzysowe (awarie na sieci wodociągowej, zanieczyszczenie bakteriologiczne wody pitnej, przerwy w dostawie wody). Z tego powodu istotne jest budowanie poprawnych relacji z mediami oraz dobra komunikacja poprzez przekazywanie na bieżąco informacji, które sprzyjają i pomagają w budowaniu dobrego wizerunku firmy.

Rynki końcowe:

Rynek końcowy stanowią odbiorcy wody pitnej i technologicznej, do których zaliczyć możemy mieszkańców miast i wsi korzystających z sieci wodociągowej, zakłady przemysłowe, w tym przetwórstwa żywności, wytwórnie butelkowanej wody pitnej, myjnie samochodowe, obiekty użyteczności publicznej (szpitale, szkoły, itp.), stacje wydobywcze i przetwórstwa ropy oraz gazu ziemnego.

Usługi wspierające:

Do usług wspierających łańcuch wartości technologii wody i ścieków w szczególności zaliczamy:

- działalność B+R, realizowana przez podmioty prywatne i publiczne samodzielnie lub przy współpracy z jednostkami naukowymi mająca na celu powstanie nowego rozwiązania (produktu lub usługi),
- dostawcy nowych rozwiązań dla branży wodno-kanalizacyjnej,
- Śląski Klaster Wodny,
- Stowarzyszenie Wodociągowców Województwa Śląskiego,
- certyfikacja – związana z możliwością wykorzystania szlamów i osadów ściekowych do wytworzenia produktów zwrotnych o wartości komercyjnej. W szczególności dotyczy to nawozów organiczno-mineralnych, struwitu czy materiałów budowlanych.
- konsulting specjalistyczny, w tym prawny.

Innowacje:

Inicjatywą dla zmian w sposobie gospodarowania wodą i ściekami w Polsce były nowe regulacje prawne wprowadzone przez Komisję Europejską. W 2012 r. Komisja zainicjowała Plan ochrony zasobów wodnych Europy, aby zapewnić dostępność wystarczających zasobów wody dobrej jakości do wszystkich uzasadnionych zastosowań. Regulacje prawne zawarte są w dwóch zasadniczych aktach - ramowej dyrektywie wodnej i dyrektywie ramowej w sprawie strategii morskiej. Unijna ramowa dyrektywa wodna ustanawia ramy ochrony śródlądowych wód powierzchniowych, wód przejściowych, wód przybrzeżnych i wód podziemnych. Jej celem jest zapobieganie zanieczyszczeniu i ograniczanie go, promowanie zrównoważonego wykorzystania wody, ochrona i poprawa środowiska wodnego oraz łagodzenie skutków powodzi i susz. Ogólnym celem jest utrzymanie dobrego stanu środowiska w odniesieniu do wszystkich wód.

Zmiany w prawodawstwie wymusiły na podmiotach wodno-kanalizacyjnych modernizację przestarzałych technologii dla wody i ścieków. W województwie śląskim uczelnie techniczne rozpoczęły intensywną działalność badawczą w kierunku poszukiwań nowych rozwiązań dla branży wodno – ściekowej. Przykładowo w 2003r. Politechnika Śląska we współpracy z Królewską Politechniką w Sztokholmie opracowała pilotażowy system oczyszczania ścieków z wykorzystaniem szczególnych populacji bakterii – bakterii anammox. W 2015r. technologia została zaimplementowana w Polsce, w dwóch oczyszczalniach ścieków (Gliwice i Poznań) w ramach projektu „Baritech” (2013-2016) we współpracy z firmą Aquateam COWI. Aktualne prace badawcze ośrodków badawczych w województwie śląskim (m. in. W Politechnice Śląskiej i Głównym Instytucie Górnictwa) koncentrują się na nowatorskim podejściu do oczyszczalni jako obiektu produkcyjnego – biorafinerii. Działania skoncentrowane są na maksymalizacji odzysku energii i surowców z organicznych produktów odpadowych. Od 2016r. w Oczyszczalni Ścieków w Żorach prowadzone są prace we współpracy pomiędzy Głównym Instytutem Górnictwa, Urzędem Miasta w Żorach i przedsiębiorstwem wodno-kanalizacyjnym w Żorach zmierzające do przekształcenia oczyszczalni w obiekt o nowatorskiej funkcji ukierunkowanej na maksymalizację odzysku substancji organicznych oraz mineralnych ze ścieków i osadów ściekowych w myśl GOZ. W 2017r. wdrożono pilotażową linię technologiczną kofermentacji odpadów kuchennych (odbieranych z lokalnych stołówek szkolnych) wraz z osadami ściekowymi (technologia KOOK – Kofermentacja Odpadów Kuchennych, autorstwa GIG). W mieście Żory planowane jest też uruchomienie projektu pilotażowego w ramach programu „Z przyszłością w Żorach!”, w ramach którego prowadzona będzie selektywna zbiórka bioodpadów w systemie door-to-door na jednym z osiedli w Żorach, a następnie ich kofermentacja w technologii

KOOK. W 2019 r. rozpoczęły się też prace związane z uruchomieniem pilotażowej linii granulacji osadów ściekowych ukierunkowanej na przekształcenie osadów w nawóz organiczny.

W gospodarowaniu wody poszukiwane są przede wszystkim innowacje pozwalające na lepsze monitorowanie jakości wody pitnej. Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów zaimplementowało w 2017 roku system monitoringu jakości wód w oparciu o małże (skójki). Do każdej z małży przyczepiony jest elektromagnes współpracujący z sondami pomiarowymi rejestrującymi stopień otwarcia muszli z częstotliwością co jedna sekunda. Nagłe zamknięcie muszli świadczy o niekorzystnej zmianie parametrów wody, co natychmiastowo rejestrowane jest przez czujniki pomiarowe, a sygnał alarmowy przekazywany jest do pracowników obiektu, a w szczególności laborantów kontroli jakości wody. Metoda ta pierwotnie przetestowana została w wodociągach warszawskich. W chwili obecnej małże monitorują jakość wody dla ponad 8 milionów ludzi w Polsce.

Nisze rozwojowe:

Nisze rozwojowe upatrywać należy w dużym zapotrzebowaniu na inwestycje związane z modernizacją sieci wodno-kanalizacyjnej. Stan przewodów wodno-kanalizacyjnych w Polsce wymaga podejmowania natychmiastowych działań naprawczych, powoduje bowiem duże straty dla przedsiębiorstw związane z:

- infiltracja wód gruntowych do sieci kanalizacyjnych - zwiększanie ilości ścieków koniecznych do oczyszczenia, niekorzystne rozcieńczanie ścieków, co wpływa na kondycje mikroorganizmów osadu czynnego odpowiedzialnych za rozkład zanieczyszczeń w oczyszczalniach ścieków,
- eksfiltrację wody z przewodów wodociągowych – straty na przesyle.

Te niekorzystne zjawiska są corocznie źródłem dużych strat finansowych dla przedsiębiorstwa i wymagają w pierwszej kolejności podejmowania inicjatyw związanych z ich naprawieniem. Ponadto podmioty wodno-kanalizacyjne dążą do poprawy jakości przewodów wodociągowych, tak aby zapewnić mieszkańcom wodę o bardzo wysokim standardzie jakościowym. Prowadzone są liczne kampanie zachęcające do picia wody z kranu. Skutkiem tego będzie ochrona środowiska naturalnego (mniejsze zużycie plastikowych butelek) oraz zysk dla przedsiębiorstw dzięki sprzedaży większej ilości wody.

Większość oczyszczalni ścieków w Polsce poddana została modernizacji, a jakość ścieków oczyszczonych spełnia normy określone w przepisach prawa. Jednakże wciąż istnieje potrzeba dalszego rozwoju technologii oczyszczania ścieków i poprawiania parametrów ścieków oczyszczonych. Zgodnie z polityką Unii Europejskiej należy dążyć do pełnego recyklingu ścieków, co możliwe będzie dopiero po wdrożeniu dodatkowych stopni oczyszczania ścieków. Konieczne zatem jest lokowanie środków finansowych na działalność B+R również w tym zakresie. Jednakże z uwagi na opisane powyżej problemy ze szczelnością i sprawnością przewodów wodnych i kanalizacyjnych sprawiają, że środki te w pierwszej kolejności przeznaczone są na działalność renowacyjną sieci.

Ograniczenia prawne i niekorzystane postrzegania osadów ściekowych czy ścieków jako potencjalne zagrożenia dla życia i zdrowia mieszkańców również wpływa na powstawania niszy rozwojowej w zakresie poszukiwań nowych metoda zagospodarowania tych odpadów.

5.5 Łańcuchy wartości dla technologii ochrony powietrza

Analiza zagadnień związanych z technologiami ochrony powietrza pozwala na określenie ich aktualnego poziomu rozwoju, skuteczności w oczyszczaniu wygenerowanych zanieczyszczeń oraz potencjalnych miejsc gdzie mogą zostać wykorzystane w celu zagwarantowania pożądanej jakości powietrza.

Produkt:

Analizowany obszar technologii na rzecz ochrony powietrza oferuje czystsze powietrze w regionie. Czynnikiem skłaniającymi do wdrażania opracowywanych technologii są krajowe i europejskie dokumenty strategiczne oraz legislacyjne, a także instynktowne dążenie do oddychania czystym powietrzem.

Koncentrując się na problematyce technologii ochrony powietrza często uwagę skupia się wokół wytwarzania energii elektrycznej bądź cieplnej oraz zagadnień związanych z tematyką niskiej emisji.

Występujące na rynku technologie znajdują się w różnych fazach cyklu życia. Jedne z nich są wprowadzane na rynek, jak np. technologia kompleksowego systemu oczyszczania (odsierczania, odpylania oraz odazotowania) w firmie RAFAKO S.A., która znajdują się w fazie wprowadzania na rynek (patrz rozdział 4.6 Technologie ochrony powietrza). Ale istnieją również technologie schyłkowe wykorzystujące m.in. komory osadcze, które sprawdzały się kilkadziesiąt lat temu, natomiast obecnie są sukcesywnie eliminowane z rynku. Na obszarze województwa śląskiego funkcjonują specjalistyczne firmy oferujące kompletne bloki energetyczne dla elektrowni i elektrociepłowni opalanych paliwami kopalnymi, biomasą lub odpadami. W ramach świadczonych usług dostarczają one wszystkie niezbędne komponenty dla danego bloku energetycznego, w tym m.in. projekty wraz z wykonaniem urządzeń wchodzących w skład tzw. wyspy kotłowej (tj. kotły z urządzeniami wspomagającymi ich funkcjonowanie, urządzenia odpylające, instalacje odsierczania spalin oraz instalacje redukcji tlenków azotu)¹³⁴. W przypadku gospodarstw domowych na rynku lokalnym dostępnych jest również szereg nowoczesnych technologii i urządzeń dostosowanych do wykorzystywanego paliwa. Przedsiębiorcy z obszaru województwa śląskiego oferują kotły na węgiel, ekogroszek, miał lub pellet. Są to nowoczesne a zarazem przyjazne dla środowiska kotły węglowe 5 klasy, z górnym i dolnym spalaniem¹³⁵. W regionie istnieje również sieć dystrybutorów posiadających bogatą ofertę urządzeń do spalania paliw oraz instalacji umożliwiających ich prawidłowe funkcjonowanie¹³⁶¹³⁷.

Oferowane urządzenia posiadają certyfikaty potwierdzające:

- spełnienie odpowiednich norm (np. PN-EN 303–5:2012 Kotły grzewcze - Część 5: Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 500 kW - Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie),
- klasę efektywności energetycznej.

¹³⁴ <https://www.rafako.com.pl> (dostęp: 25.03.2019)

¹³⁵ <https://www.kotrem.pl> (dostęp: 25.03.2019)

¹³⁶ <https://www.kotrem.pl/piece-na-ekogroszek> (dostęp: 25.03.2019)

¹³⁷ <https://www.defro.pl/dystrybutorzy-pl,24.html> (dostęp: 25.03.2019)

W województwie śląskim funkcjonuje 15 jednostek certyfikujących wyroby, systemy oraz osoby mające bezpośredni lub pośredni związek z jakością powietrza. Wśród nich wyróżnić można m.in.:

- TUV Nord Polska Sp. z o.o. Jednostka Certyfikująca Systemy, Katowice,
- TUV Nord Polska Sp. z o.o. Jednostka Certyfikująca Wyroby TUV NORD Polska Sp. z o.o., Katowice,
- TUV Nord Polska Sp. z o.o. Jednostka Certyfikująca Osoby, Katowice,
- Polska Akademia Jakości Cert Sp. z o.o., Katowice,
- Ośrodek Badań, Atestacji i Certyfikacji OBAC Sp. z o.o., Gliwice,
- Instytut Techniki Górniczej KOMAG Zakład Badań Atestacyjnych, Jednostka Certyfikująca, Gliwice,
- Główny Instytut Górnictwa Jednostka Certyfikująca, Katowice,
- Instytut Technik Innowacyjnych EMAG. Centrum Badań i Certyfikacji, Katowice,
- SIMPTTEST Zespół Ośrodków Kwalifikacji Jakości Wyrobów. Ośrodek Badań i Certyfikacji Sp. z o.o., Katowice,
- Jednostka Opiniująca, Atestująca i Certyfikująca Wyroby Test Sp. z o.o., Siemianowice Śląskie¹³⁸.

Na obszarze województwa śląskiego działają następujące klastry związane z ograniczaniem negatywnych konsekwencji spalania paliw na środowisko:

- Innowacyjny Śląski Klaster Czystych Technologii Węglowych,
- Klaster Technologii Energooszczędnych EURO-CENTRUM,
- Klaster 3x20,
- „Brenergia” – Klaster Lokalnego Systemu Energetycznego¹³⁹,
- Klaster Energii „Żywiecka Energia Przyszłości”¹⁴⁰.

Aktorzy:

W łańcuchach wartości dla technologii ochrony powietrza jedną z najistotniejszych grup aktorów są podmioty związane z funkcjonowaniem dużych bloków energetycznych. Występować tu będą dostawcy paliw kopalnych, przedsiębiorstwa odpowiedzialne za dostarczenie surowców do elektrowni, twórcy technologii, odbiorcy paliw (elektrownie), dystrybutorzy energii, odbiorcy końcowi wytworzonej energii. W rzeczywistości każdy z aktorów jest istotnym elementem tego łańcucha. W łańcuchu wartości występują podmioty będące własnością skarbu państwa (kopalnie, elektrownie), podmioty prywatne oraz instytucje naukowe. Podmioty te współuczestniczą w opracowywaniu technologii na rzecz ochrony powietrza. Zdarzają się również sytuacje w których, procesy projektowania i wdrażania technologii w analizowanym obszarze prowadzone są przez ten sam podmiot np. prywatny. Mają również miejsce sytuacje, gdzie zarówno instytucje naukowe jak i podmioty prywatne wspólnie pracują nad opracowaniem projektu danej technologii, a następnie jej wdrożeniem.

W przypadku produkcji kotłów wykorzystywanych w gospodarstwach domowych, aktorami są praktycznie te same podmioty. Zmienia się jednak skalach całego procesu. Aktorami stają się lokalni dostawcy paliw, przewoźnicy np. węgla, projektanci technologii, odbiorcy końcowi energii w postaci mieszkańców. Procesy projektowania technologii i urządzeń nie odbywają się jednak przy współudziale

¹³⁸ https://ris.slaskie.pl/czytaj/ekosystem_innowacji_wsl_jednostki_certyfikujace dostęp: 27.03.2019

¹³⁹ <https://www.tauron.pl/tauron/o-tauronie/tauron-dla-otoczenia/klaster-energii> dostęp: 27.03.2019

¹⁴⁰ <http://klasterzywiec.pl/> dostęp: 27.03.2019

wymienionych aktorów. Są one prowadzone przez podmioty prywatne i naukowe, dla których zagadnienia przetwarzania paliw związane z profilem ich działalności.

Role:

W kwestiach związanych z opracowywaniem technologii ochrony powietrza istotną rolę w łańcuchu wartości odgrywają elektrownie. Niemniej dzięki działaniom podejmowanym na przestrzeni ostatnich lat, emisje pochodzące z dużych bloków energetycznych są systematycznie ograniczane. Komisja Europejska sukcesywnie zastrza wymagania odnośnie dbałości o jakość powietrza. Przykładem może być np. wdrożona 2016 roku Dyrektywa o Emisjach Przemysłowych (IED). Jej konsekwencją było ogłoszenie w 2017 r. kolejnych regulacji dotyczące norm zanieczyszczeń pochodzących z dużych obiektów spalania (tzw. LCP). Konkluzje tej dyrektywy wprowadzają nowe, ostrzejsze normy emisji zanieczyszczeń z dużych instalacji spalania, obejmując liczne elektrownie i elektrociepłownie w Europie. Tak więc ze względu na bezpośredni wpływ regulacji prawnych na kształt systemu, aktorom (elektrowniom / elektrociepłowniom) zostały z góry przyporządkowane role oraz określono dla nich szczegółowe zakresy odpowiedzialności związane z wypełnieniem wymagań odnośnie emisji do powietrza. Oprócz dostarczania energii muszą także spełniać wysokie wymagania emisyjne.

Rola gospodarstw domowych jest znacznie ograniczona. Sprawdza się do prawidłowego korzystania z dostępnych urządzeń (kotłów) oraz wykorzystywania odpowiedniego paliwa. Działanie te bardzo często nie są realizowane. Dzieje się to za sprawą niskiej świadomości ekologicznej a także problemami natury ekonomicznej mieszkańców.

Relacje:

Analizując kwestie związane z jakością powietrza w województwie śląskim, istotnym zagadnieniem okazuje się być zidentyfikowanie wzajemnych relacji zachodzących pomiędzy poszczególnymi podmiotami mającymi wpływ na jego jakość. Sprowadza się to do zwrócenia uwagi, a także do skoncentrowania działań zmierzających do ochrony powietrza na każdym etapie łańcucha wartości, poczynając od pozyskania surowca, jego dostarczeniu, a następnie przetworzeniu. Tworzenie odpowiednich relacji powinno opierać się na budowaniu właściwej świadomości ekologicznej wśród wszystkich aktorów łańcucha. Przekazywanie informacji o skutkach dla środowiska oraz człowieka związanych dalszą emisją zanieczyszczeń powietrza, a także możliwościami jakie niesie z sobą rozwój technologiczny oraz odpowiednim uwarunkowaniami ekonomicznymi, przełożyć powinno się na bezpośrednią dbałość o jakość powietrza.

Na obszarze województwa śląskiego, zainicjowanych zostało szereg inicjatyw pomiędzy aktorami łańcucha. Koncentrują się one m.in. na podejmowaniu współpracy pomiędzy ośrodkami naukowymi a także podmiotami przemysłowymi, mającymi na celu wsparcie w ramach identyfikacji a także opracowania nowych technologii oraz instalacji, których funkcjonowanie nie będzie negatywnie oddziaływało na jakość powietrza. Działania te odnoszą się zarówno do produkcji energii i ciepła przez duże podmioty jak i producentów kotłów wykorzystywanych w gospodarstwach domowych.

Rynki końcowe:

Wdrażane technologie ochrony powietrza przyczynią się do polepszenia jakości powietrza mieszkańców województwa śląskiego. Ze względu na fakt przemieszczania się mas powietrza, pozytywne efekty mogą być odczuwalne na znacznie szerszym obszarze.

Opracowywane a następnie wdrażanie technologie ochrony powietrza postrzegane są pozytywnie przez podmioty występujące na rynkach końcowych. Zarówno instytucje publiczne (np. gminy) jak i prywatne czy osoby indywidualne przychylnie odnoszą się do zmian technologicznych w tym obszarze.

Należy jednak podkreślić, iż uzyskanie efektu w postaci czystszej powietrza związane może być z pojawieniem się szeregu problemów. W przypadku dużych instalacji spalania paliw występują trudności związane z dostosowaniem się do stale rosnących wymagań związanych z emisyjnością instalacji. Pociąga to za sobą konieczność realizowania działań modernizacyjnych i dokonywania kosztowych zmian, którymi obciąża się przedsiębiorstwa. Innym dostrzeganym również problemem są kwestie mentalne wśród mieszkańców gospodarstw domowych. Sprawdzają się one do ciągłego wykorzystywania starych kotłów oraz spalania zanieczyszczonego paliwa o niskich wartościach energetycznych. Wymianie wyeksploatowanych kotłów nie sprzyjają kwestie ekonomiczne, które bez finansowej pomocy z zewnątrz, są barierą nie do przezwyciężenia przez większość obywateli.

Usługi wspierające:

W ramach usług wspierających technologie ochrony powietrza wyróżnić można działalność:

- badawczo-rozwojową, której celem jest opracowanie nowego rozwiązania w postaci produktu np. urządzenia czy technologii. Działalność ta realizowana jest przez podmioty publiczne oraz prywatne, samodzielnie lub przy współpracy z krajowymi i zagranicznymi jednostkami naukowymi.
- edukacyjną, której celem jest podniesienie świadomości ekologicznej jak najszerszego grona osób, a następnie wyrobienia nawyków mających na celu dbałość o środowisko, w tym również i jakość powietrza.

Innowacje:

W ramach obszaru technologii na rzecz ochrony powietrza powstające innowacje są efektem współpracy przedsiębiorstw oraz jednostek naukowych lub też wiedzy i zasobów tkwiących w samym przedsiębiorstwie. Czynią tak głównie większe i duże przedsiębiorstwa. Podmiotami korzystającymi z innowacji są zarówno same przedsiębiorstwa jak i poszczególni obywatele.

W procesy tworzenia innowacji związanych z ochroną powietrza włączają się również startupy funkcjonujące m.in. na terenie województwa śląskiego. Jednym z produktów nowej spółki, która powstała w Euro-Centrum Parku Naukowo-Technologicznym w Katowicach jest Informatyczny System Wspomagania Decyzji do zarządzania energią w gminie. Jego celem jest pomoc samorządom w sukcesywnym zmniejszaniu zużycia energii zgodnie z założeniami ustawy o efektywności energetycznej¹⁴¹. Narzędzie to będzie uwzględniało nie tylko aktualne regulacje prawne, ale też kierunki rozwoju branży energetycznej. System zawierał będzie zintegrowane programy wspomagające prowadzenie audytów, rozliczanie dostaw mediów energetycznych i wody. Istotnym elementem będzie System Wspomagania Decyzji, który umożliwi prowadzenie ilościowych

¹⁴¹ Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016 poz. 831)

i wartościowych analiz zużycia mediów, opracowanie i porównanie kilku wariantów planowanych przedsięwzięć oraz zestawienie szacowanych efektów z rzeczywiście uzyskanymi oszczędnościami¹⁴². Niniejszy pomysł został objęty dofinansowaniem w ramach projektu „Kapitał dla energii”¹⁴³. Plany obejmują jeszcze stworzenie 10 podobnych startupów.

Nisze rynkowe:

W ramach obszaru technologii ochrony powietrza zdecydowaną niszę rynkową upatruje się w świadomości ekologicznej obywateli, spowodowaną niewiedzą i niezrozumieniem, a także utrwalonymi złymi nawykami oraz stereotypami. Przedsiębiorcy coraz częściej stawiają na proekologiczne rozwiązania, chcąc tym samym sprostać wymaganiom prawnym, ale i również budować swój pozytywny wizerunek. Przeszkodą a zarazem wyzwaniem na drodze do wdrażania technologii ochrony powietrza są kwestie ekonomiczne. Wydaje się, że odpowiednie wsparcie finansowe połączone z działaniami na rzecz wyeliminowania barier mentalnych społeczeństwa, przyczyniło by się nie tylko do opracowywania, ale i również powszechnego (w tym wśród gospodarstw domowych) stosowania efektywnych rozwiązań przy jak najmniejszej negatywnej ingerencji w środowisko.

5.6 Łańcuchy wartości dla technologii zarządzania środowiskiem

Przegląd zagadnień związanych z technologiami zarządzania środowiskiem pozwala na wskazanie relacji zachodzących pomiędzy poszczególnymi uczestnikami systemu. Umożliwia rozpoznanie potencjalnych kierunków innowacji, a także barier utrudniających rozwój technologii w tym obszarze.

Produkt:

Produktami końcowymi powstałymi w wyniku rozwoju technologii na rzecz zarządzania środowiskiem są różnego rodzaju narzędzia umożliwiające monitorowanie oraz prognozowanie stanu jakości środowiska danego regionu oraz szeroko rozumiana infrastruktura ochrony środowiska mającą przyczynić się do jego ochrony.

Bardzo interesującym, a zarazem ważnym, zagadnieniem są kwestie ochrony powietrza. W przypadku technologii monitorujących jakość powietrza w województwie śląskim, na rynku dostępne są produkty (stacje meteorologiczne) znajdujące się w dojrzałej fazie cyklu życia. Są to analizatory na stacjach automatycznego pomiaru zanieczyszczeń oraz filtry zamontowane na stacjach manualnych. Wyniki pochodzące z automatycznych pomiarów zanieczyszczeń powietrza udostępniane są na portalu „Jakość Powietrza”¹⁴⁴ oraz w aplikacjach mobilnych GIOŚ „Jakość powietrza w Polsce” dostępnych na systemy operacyjne Windows, Android oraz iOS¹⁴⁵. Stacjonarne stacje pomiarowe wyposażone są w profesjonalne urządzenia pomiarowe oraz poborniki pyłu, które za pomocą metody referencyjnej określają stężenia pyłów PM₁₀ i PM_{2.5}. Pozwalają one na wykorzystanie pozyskanych danych do

¹⁴² <http://termomodernizacja.pl/slaski-start-up-tworzy-informatyczny-system-zarzadzania-energia/> (dostęp: 27.03.2019)

¹⁴³ Program „Kapitał dla energii” (kapitał dla innowacji w zakresie poszanowania energii) zakłada wsparcie merytoryczne i finansowe dla twórców innowacyjnych technologii, którzy chcą skomercjalizować swój pomysł. Pomoc obejmuje etap badań (innowacyjności, czystości patentowej), analiz i tworzenia biznes planu/ studium wykonalności oraz – tylko dla wybranych pomysłów – wejście kapitałowe i powołanie spółki technologicznej. Projekt prowadzony jest w ramach Działania 3.1 Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka i finansowany jest ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

¹⁴⁴ <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/current> oraz <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> dostęp 27.03.2019

¹⁴⁵ http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/measuring_air_assessment_measurings dostęp: 27.03.2019

oceny jakości powietrza zgodnie z wymaganiami prawa krajowego i unijnego. Oprócz wspomnianych stacjonarnych stacji pomiarowych, rozlokowanych w określonych, stałych punktach, coraz częściej na rynku pojawiają się tzw. mobilne stacje pomiarowe. Ich zaletą jest możliwość zainstalowania w dowolnych punktach miasta np. na budynkach użyteczności publicznej, w pobliżu zakładów produkcyjnych, wybranych dzielnic czy osiedli. Są to urządzenia, które doskonale nadawać mogą się do wykorzystania w celach edukacyjnych lub informacyjnych. Dane pochodzące z tych czujników stanowić mogą uzupełnienie informacji pozyskanych ze stacjonarnych stacji pomiarowych prowadzonych przez WIOŚ.

Coraz częściej badania obrazujące lokalny poziom zanieczyszczenia, wspomagane są również poprzez wykorzystywanie bezzałogowych statków powietrznych (tzw. dronów). Jednym z podmiotów świadczących usługi w tym zakresie jest Główny Instytut Górnictwa. W 2017 r. przeprowadził on pomiary jakości powietrza, za pomocą wspomnianych urządzeń, na terenie następujących miast województwa śląskiego: Bytom, Częstochowa, Gierałtów, Katowice, Mysłowice, Ruda Śląska, Sosnowiec, Tarnowskie Góry, Wodzisław Śląski oraz Zbrośławice.

Aktualnie (marzec 2019 r.) na obszarze województwa śląskiego realizowany jest program DroneLAB Środowisko, będący częścią multidyscyplinarnego zespołu eksperckiego o nazwie Centralnoeuropejski Demonstrator Dronów, utworzonego przez Metropolię Górnośląsko-Zagłębiowską¹⁴⁶. Jego celem jest opracowanie wytycznych zawierających informacje dotyczące czujników w jakie powinny zostać wyposażone drony, jakie wymagania technologiczne powinny one spełniać, składu osobowego biorącego udział w badaniach, przewidywanych kosztów badań z udziałem dronów. Pozwoli to na zebranie i usystematyzowanie wiedzy w tym zakresie oraz umożliwi powszechne wykorzystanie dronów w gminach w całej Polsce¹⁴⁷. Przewiduje się, iż drony mogą być wykorzystywane nie tylko do badania zanieczyszczenia powietrza ale i również wspierania działań mających na celu zarządzanie środowiskiem w obszarze monitorowania skutków klęsk żywiołowych, ruchu na trasach i autostradach, koordynacji i wspierania akcji ratunkowych¹⁴⁸.

Drony znajdują także zastosowanie do oceny stopnia eutrofizacji śródlądowych wód powierzchniowych. Aktualnie opracowane przez Główny Instytut Górnictwa narzędzie pozwala na automatyczną ocenę stanu troficznego zbiorników zaporowych zlokalizowanych m.in. na terenie województwa śląskiego i małopolskiego. Niniejsza technologia zapewnia usprawnienie decyzji w zakresie ograniczenia procesu eutrofizacji, sterowanie procesami uzdatniania wody oraz zarządzanie zbiornikami o funkcji rekreacyjnej poprzez dostarczenie aktualnej informacji o jakości wód powierzchniowych.

Aktorzy:

W przypadku zagadnień związanych z monitorowaniem i prognozowaniem stanu jakości środowiska głównymi aktorami są podmioty dostarczające urządzenia pomiarowe, podmioty posiadające odpowiednią wiedzę i doświadczenie umożliwiające przeprowadzenie badań, laboratoria, ośrodki / instytucje naukowe, w kompetencji których leżeć będzie analiza uzyskanych danych, podmioty

¹⁴⁶ <http://cedd.pl/> dostęp: 29.03.2019

¹⁴⁷ <http://metropoliagzm.pl/blog/wspolne-standardy-dla-dronow-pierwsze-loty-testowe-nad-metropolia/> dostęp: 29.03.2019

¹⁴⁸ <http://metropoliagzm.pl/blog/wspolne-standardy-dla-dronow-pierwsze-loty-testowe-nad-metropolia/> dostęp: 29.03.2019

zajmujące się prezentacją pozyskanych informacji, a także jednostki wykorzystujące udostępnione informacje (np. centra dowodzenia, urzędy Miast i Gmin, środki masowego przekazu, lokalna ludność itp.).

Natomiast w przypadku infrastruktury mającej służyć ochronie środowiska w zasadniczym stopniu aktorami będą, przedsiębiorstwa (coraz częściej startupy), których produkty są odpowiedzią na rodzące się trendy w zakresie ochrony środowiska (np. inteligentne pojemniki na odpady). Aktorami mogą być dostawcy surowców do produkcji pojemników, ich producenci, podmioty dystrybuujące wyroby do klientów oraz sami klienci. W zależności od produktu, który ma zostać wytworzony w ramach inteligentnej infrastruktury służącej ochronie środowiska, grupa aktorów może zostać znacznie zmodyfikowana jak i rozszerzona o inne przedsiębiorstwa produkcyjne bądź też usługowe.

Role:

Zasadniczą rolę w łańcuchu wartości związanym z systemem monitorowania i prognozowania stanu jakości środowiska ogrywają stacje/punkty pomiarowe oraz podmioty dokonujące poboru prób, a następnie analizujące pozyskane dane. Ich rolą jest pozyskanie rzetelnych danych nt. poziomu zanieczyszczeń środowiska, które następnie są upubliczniane w celu podjęcia pożądanych działań (np. prewencyjnych, naprawczych). Dane te stanowią źródło wiarygodnych informacji będących podstawą do oceny stanu środowiska w danym województwie. Za jak najbardziej zasadne uważa się optymalne wykorzystanie dotychczas istniejących jak i nowych systemów służących monitorowaniu stanu jakości środowiska (np. monitoring stacjonarny i mobilny jakości powietrza). Rolą podmiotów zaangażowanych w śledzenie stanu jakości środowiska, a także zajmujących się rozwojem inteligentnej infrastruktury, powinna być wzajemna współpraca przyczyniająca się zarówno do badania stanu jakości środowiska na jak najlepszym poziomie. Ważnym zagadnieniem jest również generowanie produktów bądź usług służących zapobieganiu powstawania zanieczyszczeń lub jeżeli na obecnym poziomie rozwoju technologicznego jest to jeszcze nie możliwe, to ograniczaniu niepożądanych emisji w jak największym stopniu.

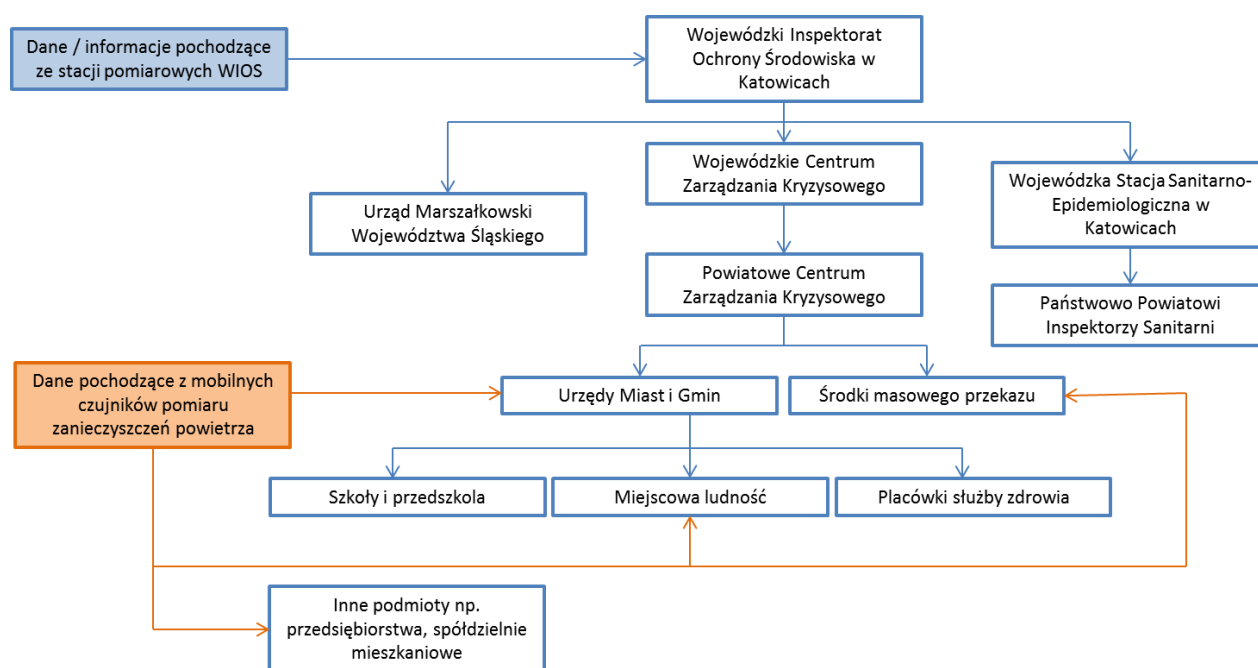
Relacje:

Analiza kwestii związanych z monitorowaniem i prognozowaniem stanu jakości środowiska oraz wykorzystywaniem inteligentnej infrastruktury na rzecz ochrony środowiska prowadzi do konkluzji, iż bardzo istotnym zagadnieniem jest zidentyfikowanie wzajemnych relacji zachodzących pomiędzy poszczególnymi aktorami. W kwestiach związanych z monitorowaniem stanu środowiska, pojawić mogą się np. zależności typu nadrzędność systemu stacjonarnego monitoringu jakości powietrza wobec systemu mobilnego. W przypadku tworzenia infrastruktury służącej ochronie środowiska nie zauważa się takich silnych relacji. Tutaj należałoby zwrócić szczególną uwagę na aktorów poszczególnych łańcuchów wartości, a następnie odpowiednim sposobie ukształtowania relacji zachodzących pomiędzy nimi. Wzajemne korelacje powinny przekładać się na działania (produkty, usługi) przyjazne środowisku, a zarazem opłacalne z ekonomicznego punktu widzenia. Budowanie właściwych relacji powinno opierać się na kształtowaniu odpowiedniej świadomości ekologicznej poszczególnych aktorów w danym łańcuchu. Zrozumienie konsekwencji negatywnego oddziaływania na środowisko stać się powinno jednym z motywatorów do opracowywania nowych technologii.

Na obszarze województwa śląskiego, zauważyć można szereg inicjatyw podejmowanych przez poszczególnych aktorów danego łańcucha. Do najważniejszych działań zaliczyć można m.in. współpracę pomiędzy ośrodkami naukowymi a także podmiotami przemysłowymi. Podobnie jak w przypadku wielu innych obszarów, jej celem jest generowanie nowych technologii oraz instalacji przyjaznych dla środowiska i człowieka.

Rynki końcowe:

Głównymi odbiorcami danych oraz informacji pochodzących ze monitoringowych są podmioty publiczne, ale i również inne instytucje. Jednym z głównych odbiorców informacji np. dotyczących stanu jakości powietrza w województwie śląskim jest Wojewódzki Inspektorat Zarządzania Kryzysowego (WIOŚ). Zadaniem WIOŚ jest przekazywanie zainteresowanym podmiotom pozyskanych i odpowiednio opracowanych danych pochodzących ze stacjonarnych stacji pomiarowych. Wśród podmiotów tych wyróżnić można m.in.: Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego, Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną, Urzędy Miast i Gmin, szkoły, przedszkola, placówki służby zdrowia, które wykorzystują pozyskane informacje, w zależności od swoich kompetencji i nałożonych na nie obowiązków. Natomiast dane pochodzące z mobilnych czujników pomiarów zanieczyszczeń powietrza są wykorzystywane przez Urzędy Miast i Gmin, mieszkańców, a także inne podmioty zainteresowane posiadaniem takowych informacji. Poglądowy schemat obrazujący podmioty wykorzystujące dane / informacje pochodzące ze stacji pomiarowych zaprezentowano na poniższym rysunku.



Rysunek 35 Podmioty wykorzystujące dane i informacje pochodzące ze stacji pomiarowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://www.katowice.pios.gov.pl/index.php?tekst=jakosc/i2> dostęp: 29.03.2019

W przypadku infrastruktury mającej na celu ochronę środowiska obiorcami końcowymi jest ludność lokalna.

Usługi wspierające:

Do usług wspierających technologie zarządzania środowiskiem zaliczyć można działalność:

- B+R realizowaną przez podmioty prywatne samodzielnie lub przy współpracy z innymi jednostkami naukowymi, która to przyczynia się do wspierania procesów gromadzenia i przetwarzania informacji nt. jakości środowiska,
- edukacyjną, przyczyniającą się do podniesienia świadomości ekologicznej szerokiego grona osób, co w konsekwencji powinno przyczynić się do wyrobienia nawyków mających na celu dbałość o środowisko.

Innowacje:

W obszarze systemów monitorowania i prognozowania stanu jakości środowiska nieustannie generowane są nowe urządzenia umożliwiając dokładniejszy, a zarazem dogodniejszy dla użytkownika sposób pozyskiwania danych i informacji. Przykładem innowacji umożliwiających indywidualne monitorowanie jakości powietrza są mierniki wewnętrzne (wykorzystywane w pomieszczeniach) oraz zewnętrzne (wykorzystywane poza budynkiem). Nowoopracowywane urządzenia tworzą zintegrowane systemy informacyjno-pomiarowe pozwalając jednocześnie na pomiar poziomu stężenia zanieczyszczeń (PM1.0, PM2.0 i PM10), temperatury, wilgotności i ciśnienia atmosferycznego a następnie ich prezentację na ekranie LED. Pozyskane dane mogą zostać zaprezentowane w czasie rzeczywistym. Niektóre z urządzeń stosowanych na zewnątrz, wyposażone mogą być w systemy podgrzewania kanału wlotu powietrza do czujnika laserowego, co pozwala na stabilny pomiar poziomu zanieczyszczeń PM w niskich temperaturach i przy wysokiej wilgotności powietrza. Przykładowym czujnikiem jakości powietrza opracowanym przez firmę funkcjonującą na terenie województwa śląskiego jest czujnik BESKID INSTRUMENTS¹⁴⁹.

Innowacje w tym obszarze, w większości przypadków są efektem współpracy przedsiębiorstw i jednostek naukowych a także samych przedsiębiorstw, głównie startupów kreujących nowe modele biznesowe.

Nisze rozwojowe:

Zmieniające się podejście do kwestii ochrony środowiska ukierunkowuje potencjalnych klientów do kupowania, a coraz częściej także i wypożyczania przyjaznych dla środowiska przedmiotów czy urządzeń. Przykładem może być car-sharing elektrycznych samochodów. Podmiotami, które wykorzystują innowacyjne rozwiązania, pozwalające na zaspokojenie potrzeb swoich klientów, przy równoczesnej dbałości o środowisko są np. firmy:

- GreenGoo.eu z Rybnika, która we współpracy z Uniwersytetem Śląskim uruchomiła możliwość wypożyczania samochodów elektrycznych na minuty. Stacje ładowania samochodów znajdować się będą w Katowicach-Ligocie, Chorzowie (przy kampusie uniwersyteckim), Sosnowcu i Cieszynie¹⁵⁰.
- Transporters S.A. z Rybnika, która uruchomiła punkty wypożyczania elektrycznych samochodów m.in. w Rybniku, Gliwicach, Katowicach, Jastrzębiu-Zdroju, Bielsku – Białej,

W obszarze zmiany mentalności, polegające m.in. na wypożyczaniu zamiast kupowaniu można proponować poszukiwanie nisz w obszarze inteligentnej infrastruktury ochrony środowiska.

¹⁴⁹ <https://beskidinstruments.com/> (dostęp: 28.03.2019)

¹⁵⁰ <https://elektrowoz.pl/transport/katowice-kolejny-carsharing-w-stolicy-gornego-slaska-studenci-ze-znizkami/> (dostęp: 29.03.2019)

6. Studium przypadku, szczegółowa diagnoza wybranych łańcuchów wartości dwóch technologii dla ochrony środowiska (mapowanie, opis, diagnoza stanu)

Na podstawie badań *desk research* oraz konsultacji z ekspertami Obserwatorium, do szczegółowej diagnozy łańcucha wartości wybrano technologie bezwykopowe.

6.1. Case-study łańcuch wartości dla technologii bezwykopowych

6.1.1. Umiejscowienie technologii w regionie

Stan techniczny sieci wodno-kanalizacyjnej w Polsce wskazuje, że w większości wymaga ona remontu (wskaźnik uszkodzeń sieci wynosi od 0,0018 uszk/km*rok do nawet 1,27 uszk/km*rok w zależności od elementu sieci i materiału z jakiego został wykonany). Badania ankietowe wykonane na potrzeby publikacji zamieszczonej w czasopiśmie Inżyniera Bezwykopowa (nr 62(2), 2016r.) wykazały, że wiek sieci kanalizacyjnej w Polsce waha się od 25-50 lat i w większości wymaga ona natychmiastowych działań inwestycyjnych związanych z jej remontem i modernizacją.

W 2015r. największe zagęszczenie sieci kanalizacyjnej odnotowano na terenie województwa śląskiego - 126,1 km na 100 km² ¹⁵¹. Z danych zawartych w KPOŚK 2015r. wynika, że po roku 2015r. planuje się na terenie województwa śląskiego zmodernizować 397 km sieci sanitarnych i ogólnospławnych, co stanowi aż 31% wszystkich zaplanowanych po 2015 r. inwestycji związanych z modernizacją sieci realizowanych na terytorium Polski.

Z uwagi na wysokie zapotrzebowanie na działania inwestycyjne związane z renowacją sieci wodno-kanalizacyjnej, technologie bezwykopowe stały się jedną z najprężniej rozwijających się gałęzi branży budowlanej w Polsce. Technologie bezwykopowe pojawiły się na rynku polskim około 20 lat temu. Początkowo stanowiły one alternatywę dla technologii tradycyjnych (wykopowych) tam, gdzie utrudniony był dostęp do przewodów kanalizacyjnych (tj. pod drogami, torami kolejowymi, autostradami, itd.). W chwili obecnej technologie bezwykopowe praktycznie wypierają z rynku technologie wykopowe z uwagi na ich uniwersalność zastosowywania, szybkość wykonania usługi i gwarancję wysokiej jakości wykonania i wieloletniej trwałości odnowionych przewodów kanalizacyjnych, nawet w warunkach korozyjnych.

Obecnie na rynku polskim funkcjonuje około 126 firm deklarujących działalność związaną z technologiami bezwykopowymi. Firmy te to przede wszystkim małe lub średnie przedsiębiorstwa. Usługi w zakresie renowacji sieci oferuje około 67 firm, w tym 20 na terenie województwa śląskiego.

Duże zapotrzebowanie w województwie śląskim na usługi związane z bezwykopową renowacją sieci wynika z przemysłowego charakteru regionu, gdzie przewody wodno-kanalizacyjne poddawane są działaniom sił naprężających pod wpływem ruchu gruntu wywołanego wstrząsami górnictwami. Wstrząsy te powodują pęknięcia skorodowanych przewodów kanalizacyjnych prowadząc do licznych wycieków oraz infiltracji wód gruntowych do sieci kanalizacyjnej.

¹⁵¹ dane GUS, Infrastruktura komunalna w 2015r.

Renowacja sieci z wykorzystaniem technologii bezwykopowych odbywa się z zastosowaniem innowacyjnych materiałów, takich jak płytki bazaltowe, moduły GRP (z ang. GRP - Glass Fiber Reinforced Plastics/materiały wzmocnione włóknem szklanym), rękawy CIPP (z ang. CIPP - cured in place pipe/rura utwardzana na miejscu), inteligentne powłoki renowacyjne.

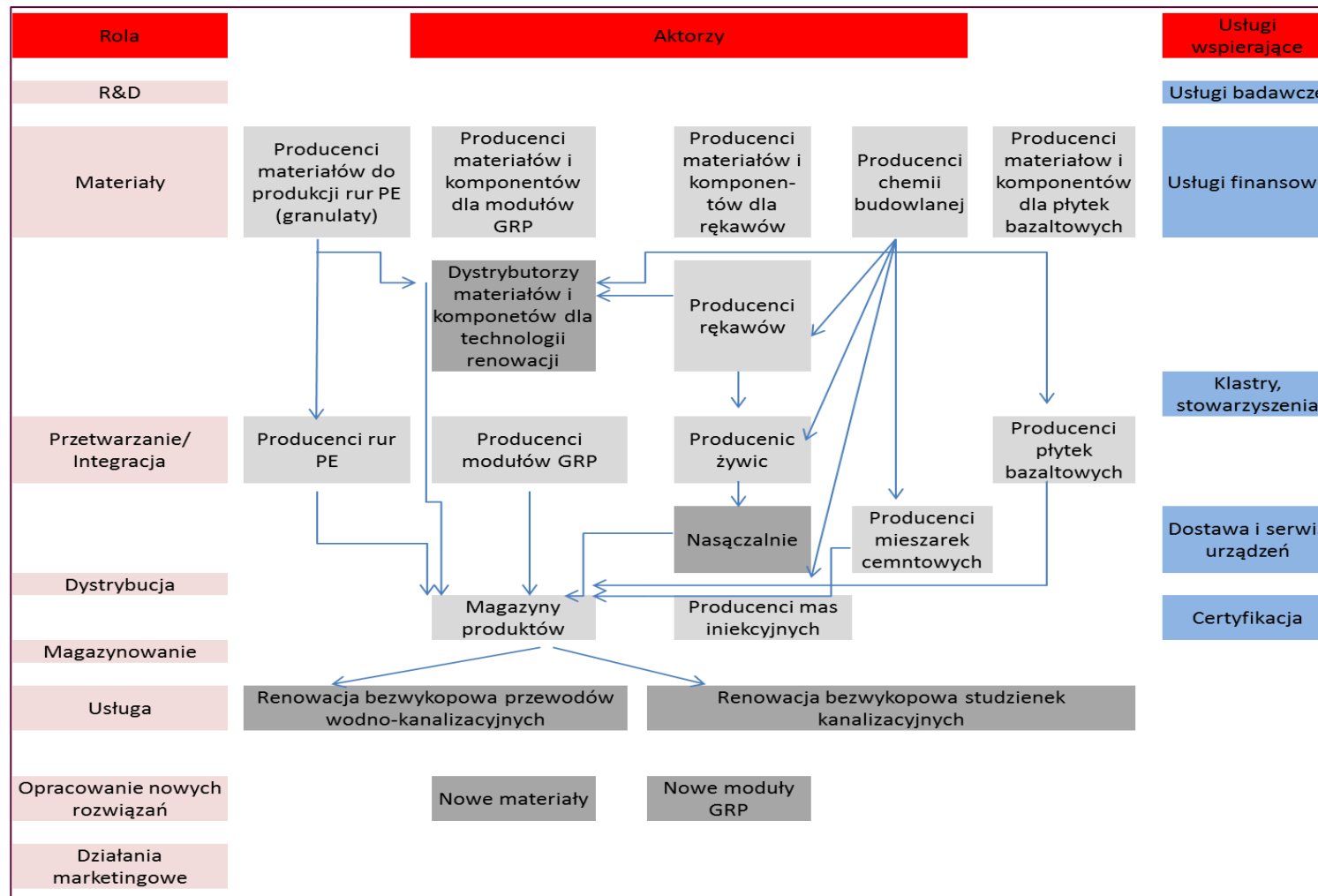
Rozwój technologii bezwykopowych w Polsce warunkowany jest ścisłą współpracą z ośrodkami badawczymi. Najprężniej działającymi ośrodkami badawczymi są Politechnika Świętokrzyska, Politechnika Wrocławska i Politechnika Śląska. W 2008 r. nagrodą No-Dig Award uhonorowano Politechnikę Świętokrzyską i Polską Fundację Technik Bezwykopowych za zorganizowanie pierwszego na świecie studium podyplomowego z zakresu bezwykopowej budowy i odnowy przewodów.

W chwili obecnej także Politechnika Poznańska podjęła współpracę z jedną z firm z branży technologii bezwykopowych – firmą Terlan Sp. z o.o. w zakresie opracowania innowacyjnych materiałów do zastosowań bezwykopowych¹⁵².

Główny Instytut Górnictwa jest natomiast ośrodkiem badawczym świadczącym usługi w zakresie badań i certyfikacji produktów końcowych do zastosowań na terenach narażonych na szkody górnicze.

¹⁵² Terlan Sp. z o.o. - budowa sieci kanalizacyjnych oraz wodociągowych technologiami bezwykopowymi i tradycyjnymi, renowacja sieci kanalizacyjnych oraz wodociągowych, m.in. przy użyciu technologii CIPP, close fit, reliningu oraz technologii natryskowych, eksploatacja systemów wodno-kanalizacyjnych, w tym: usuwanie awarii sieci wod-kan, obsługa i nadzór stacji zlewnych, wykonawstwo stacji uzdatniania wody i oczyszczania ścieków. <http://terlan.pl/o-nas/> odczyt:29.03.2019

6.1.2 Mapa łańcucha



Rysunek 36 Mapa łańcucha wartości technologie bezwykopowe

6.1.3 Produkty

W obszarze technologii bezwykopowych wyróżnić możemy kilka podgrup technologicznych różniących się między sobą sposobem wykonywania usługi końcowej polegającej na renowacji sieci. Z punktu widzenia łańcucha wartości mówimy więc o występowaniu różnych produktów końcowych, które wykorzystywane są w realizacji usługi, takie jak:

- **Płytki bazaltowe** – płytki wykonane z topionego bazaltu. Bazalt po przetopieniu nabywa nową postać i kształt, w efekcie uzyskujemy niezwykle odporną powłokę wewnętrzną (pH w zakresie 2-14, bardzo dobrą odporność na ścieranie, nienasiąkliwość, bardzo wysoka wytrzymałość na ciśnienie i wysoką temperaturę) oraz znaczące wzmocnienie konstrukcji naprawianego obiektu.
- **Moduły GRP** - wykonane są one z włókna szklanego i żywicy poliestrowej. Obecność włókna szklanego wpływa na znaczną odporność modułów GRP na korozję siarczanową i biologiczną. Natomiast żywica wpływa na elastyczność modułów GRP, co pozwala na ich idealne wpasowanie do naprawianego obiektu.
- **Rękawy i wykładziny** – wykonane są z materiału kompozytowego składającego się z włókna syntetycznej lub tkaniny z włókien szklanych, nasyczonej żywicą poliestrową (UP), epoksydową (EP) lub winyloestrową (VE). Po wprowadzeniu rękawa do przewodu kanalizacyjnego utwardza się go na miejscu za pomocą promieniowania UV lub gorącej pary wodnej.
- **Mieszanki cementowe i zaprawy** (chemia budowlana),
- **Powłoka renowacyjna** – cienkie powłoki nanoszone za pomocą precyzyjnego sprzętu.

Przy wyborze produktu klienci kierują się przede wszystkim zasadą „łatwiej, szybciej i taniej”. Technologie bezwykopowe w odróżnieniu od technologii wykopowych cechuje wyjątkowa łatwość w zastosowywaniu. Renowacja sieci kanalizacyjnych czy wodociągowych z wykorzystaniem metod bezwykopowych nie wymaga rozkopywania terenu, prace instalacyjne prowadzi się z wykorzystaniem istniejących studzienek kanalizacyjnych.

W przypadku metod wykopowych konieczne jest odsłonięcie przewodów kanalizacyjnych, co wiąże się z pracami maszyn budowlanych i koniecznością wywózki wybranego gruntu. Tego typu prace terenowe powodują duże utrudnienia w ruchu i konieczność uzyskania dodatkowych pozwoleń na dłuższe wyłączenie terenu z użytkowania. Częstokroć prace wykopowe wymagają dodatkowych prac, takich jak rozbiórka nawierzchni, a później jej odtworzenie, deskowania ścian w wykopie i jego demontażu, czy prac związanych z wykopywaniem, wywożeniem, zagęszczaniem gruntu. Konieczne jest wprowadzanie sygnalizacji świetlnej, dodatkowych znaków drogowych i informacyjnych oraz obecność osoby w zespole wykonującym prace budowlane z uprawnieniami do kierowania ruchem pojazdów.

Ma to istotne znaczenie przy końcowym rozliczeniu za wykonanie usługi. Znacznie mniejsza liczba prac terenowych koniecznych do wykonania w trakcie renowacji metodami bezwykopowymi wpływa

znacząco na obniżenie kosztów usługi, a roboty budowlane są wykonywane sprawniej i szybciej. Korzyści ze stosowania technologii bezwykopowych widoczne są też po stronie zwykłych użytkowników ruchu drogowego – kierowcy nie muszą stać w korkach, czy korzystać z uciążliwych objazdów, a piesi mogą swobodnie korzystać z chodnika, bez konieczności poruszania się po rozkopanym terenie, na kładkach i w sytuacji zagrożenia wypadkiem powodowanym ograniczoną widocznością na takim terenie. Uciążliwość prowadzenia prac w technologii bezwykopowej jest na tyle znikoma, że niejednokrotnie użytkownicy ruchu drogowego nie są nawet świadomi, że tego typu prace są prowadzone.

Niewymierną zaletą technologii bezwykopowych jest także brak uciążliwości dla okolicznych mieszkańców, wynikającej czy to z hałasu związanego z prowadzeniem prac terenowych, lokalnymi zniszczeniami dróg, czy ograniczonym dostępem do budynków, w tym do sklepów, biur i innych obiektów. Inwestor decydując się na technologie bezwykopowe ogranicza ryzyko możliwości wystąpienia roszczeń po stronie lokalnych przedsiębiorców prowadzących działalność na terenie objętym pracami renowacyjnymi.

Kolejną cechą produktów i usług związanych z technologiami bezwykopowej renowacji sieci wodno-kanalizacyjnej jest niska uciążliwość dla środowiska naturalnego. Prace bezwykopowe eliminują powstawanie czynników szkodliwych, takich jak hałas, kurz, spaliny, zanieczyszczania związane z wydobywaniem gruntu, skażenia wód gruntowych, wycinka drzew, usuwanie roślinności czy jej niszczenie (łamanie gałęzi, uszkodzenia kory, korzeni, prowadzące do wysychania roślinności) wskutek prowadzenia prac przez robotników czy maszyny budowlane.

Z uwagi na wysokie zapotrzebowanie na usługi związane z bezwykopową renowacją sieci powodowaną zaostrzającymi się przepisami prawnymi w zakresie gospodarowania wodami w Polsce corocznie obserwuje się wzrost sprzedaży tych produktów i usług. Jednocześnie na rynku pojawiają się ulepszone produkty końcowe lub technologie. W ubiegłym roku innowacją na rynku polskim było pojawienie się nowej technologii utwardzania rękawów z żywic epoksydowych za pomocą wiązki światła LED o długości fali w zakresie 365-420nm.

W regionie Inwestorzy oczekują także, aby zastosowane produkty końcowe cechowała wysoka trwałość i wytrzymałość zarówno mechaniczna, jak i odporność chemiczna w środowisku wysoko korozyjnym.

Wskaźnik awaryjności sieci w województwie śląskim jest najwyższy na tle całego kraju. Wynika to przede wszystkim z występowaniem w regionie licznych szkód górniczych.

Odnowione elementy sieci powinny przenosić znaczne obciążenia gruntu, pracować w warunkach niestabilności gruntu i ruchów górotworu oraz przy zwiększonym ruchu kołowym.

6.1.4 Aktorzy

Najważniejsi aktorzy w łańcuchu wartości technologii bezwykopowych to:

- jednostki naukowe,
- producenci chemii budowlanej,
- producenci rękawów, płytek bazaltowych i modułów GRP,
- producenci sprzętu do renowacji z wykorzystaniem technologii bezwykopowych (robotów frezujących, kamer inspekcyjnych, itp.)

- sprzedawcy produktów końcowych oraz maszyn i urządzeń do renowacji,
- podmioty zajmujące się opracowaniem i udoskonalaniem technologii renowacji z wykorzystaniem innowacyjnych materiałów i sprzętu do renowacji (produktów końcowych),
- usługodawcy – firmy zajmujące się działalnością usługową w zakresie renowacji sieci wod-kan.,
- inwestorzy - odbiorcy końcowi.

Kluczowym ogniwem łańcucha wartości są firmy świadczące usługi w zakresie bezwykopowej renowacji sieci. Pierwszą firmą, która pojawiła się na rynku polskim i świadczy do teraz usługi w zakresie renowacji sieci była duńska firma Per Aarsleff S/A, która swój oddział otworzyła w Warszawie (Per Aarsleff Polska Sp. z o.o.). Firma ta posiada 20-letnie doświadczenie w realizacji projektów na terenie Polski oraz ponad 30-letnie międzynarodowe doświadczenie w renowacjach i odnowach systemów rurowych. Od 2004r. na rynku polskim działa też firma Terlan S.A. należąca do grupy Aquanet – jednego z największych przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych w Polsce. Firma rozwija się prężnie dzięki posiadanemu zapleczu B+R i poszukiwaniu nietypowych rozwiązań dla branży.

Przedsiębiorstwa specjalizujące się w pracach z wykorzystaniem metod no-dig (bezwykopowych) realizują już nie tylko inwestycje krajowe, ale podejmują zlecenia prac na rynkach zagranicznych. Przykładem takiej firmy jest BLEJKAN S.A. ze Szczecina, która coraz częściej podejmuje się prac renowacyjnych poza granicami kraju, a zdobytą, nową wiedzę i doświadczenia wykorzystują lokalnie. Firma ta jest też sponsorem generalnym jednej z organizowanych w kraju konferencji w tematyce technologii bezwykopowych.

W województwie śląskim najprężniej działającymi firmami z branży technologii bezwykopowych są firmy Aquaren Sp. z o.o. sp. k. z Bytomia oraz firma Akwa P.P.H.U. J. Biskup, S. Owczarek s.j. z Zabrze. Firma Aquaren Sp. z o.o. sp. k. oferuje renowację m.in. studzienek kanalizacyjnych przez zastosowanie kilku różnych, niezależnych technologii, w tym bazującej na własnej innowacyjnej technologii cienkościennego panelu kompozytowego (panelu APS - APS - Aquaren Panel System) produkowanego metodą infuzji i chemii budowlanej. Produkt został wyróżnieniem międzynarodową nagrodą Grand Prix na XXIV Międzynarodowych Targach Maszyn i Urządzeń dla Wodociągów i Kanalizacji „WOD-KAN 2016, a w 2018 roku otrzymał nagrodę TYTAN w kategorii Produkt Roku. Firma P.P.H.U. Akwa Sp.J. w swojej ofercie posiada renowacje cienkościnnym panelem wykonanym metodą laminowania ręcznego (dostarczany przez firmę Amiantit Poland Sp. z o.o. z Gdańska). Firma Akwa Sp. J. również została nagrodzona w 2018 roku nagrodą TYTANA w kategorii Mały projekt bezwykopowy za renowację kolektora deszczowego w Zabrzu. Prace wykonano w technologii CIPP z wykorzystaniem rękawa wzmacnianego włóknem szklanym, utwardzanego promieniami UV, o nietypowym gardzielowym profilu.

Istotną rolę w łańcuchu wartości technologii bezwykopowych odgrywają też producenci i dostawcy produktów pierwotnych, takich jak żywice, laminaty, włókno szklane, mata szklana, filc, bazalt, spoiwa, chemia budowlana. Głównym producentem i dostawcą filcu na polski rynek jest firma Insituform Sp. z o.o. z Krakowa.

Obserwuje się jednak znaczną lukę w łańcuchu wartości w regionie w zakresie liczby firm zajmujących się produkcją i dostawą produktów dla technologii bezwykopowych, takich jak

modułów GRP czy płytek bazaltowych. W regionie znajduje się tylko oddział firmy ze Słupska C-L Sp. z o.o. dostarczającej żywicę i maty szklane.

Jedynym producentem szklanych rękawów na polski rynek jest firma Mazur Sp. z o.o. Jednakże ilość powstających rękawów jest niewystarczająca na potrzeby firm prowadzących działalność usługową w zakresie technologii bezwykopowych. Wiąże się to z koniecznością sprowadzania gotowych rękawów z rynku zachodniego tj. z Anglii, Danii. Powoduje to wzrost kosztów materiałów, ponieważ rękawy te wymagają transportu specjalistycznego, tzn. w lodówkach lub w lodzie. Kontakt z ciepłym powietrzem może spowodować ich przedwczesne utwardzenie i wpływa na jakość wykonanej renowacji przewodu kanalizacyjnego. Niejednokrotnie firmy narażone są na straty związane ze zniszczeniem rękawów w trakcie transportu oraz z wydłużeniem czasu robót w przypadku, gdy konieczne jest ponowne wyprodukowanie i transport gotowego rękawa do renowacji.

Producenci nie są zorganizowani w struktury ani klastry. Każdy z dostawców poszczególnych produktów pierwotnych, jak i produktów końcowych jest oddzielną firmą działającą w ramach własnej prowadzonej działalności gospodarczej.

Mocną stroną polskich firm działających w obszarze technologii bezwykopowej jest konkurencyjność cenowa. Tańsze usługi w Polsce i ekspansywność na zagraniczny rynek ościenny. Mocną stroną jest także to, że ta gałąź obszaru technologicznego szybko rozwija się. Na rynku pojawiają się nowe firmy o profilu działalności dostosowanym do zmieniającego się rynku.

Słabą stroną polskich producentów w obszarze technologii bezwykopowych jest słabe zaplecze sprzętu, co przekłada się na silne uzależnienie od zagranicznych dostawców. Brakuje na rynku polskim odpowiedniej ilości robotów frezujących, kamer inspekcyjnych, wozów czyszczących. Nielicznie działające firmy w Polsce nie są w stanie wysycić rynku swoimi produktami. Wiąże się to z zakupem sprzętu od zagranicznych dostawców, co przekłada się na wyższe ceny i na większe nakłady związane z logistyką zakupów.

Termin wykonania usługi technologii bezwykopowej w dużej mierze uzależniony jest od dostaw chemii budowlanej z rynków zagranicznych. **W Polsce praktycznie nie ma firm produkujących chemię budowlaną.** Najwięksi producenci chemii budowlanej, tacy jak MC Bauchemie Sp. z o.o. (oddział w Warszawie, Wrocławiu i Środzie Wielkopolskiej), Hufgard Polska Sp. z o.o. (z oddziałem w Częstochowie), Minova Ekochem S.A. (oddział w Siemianowicach Śląskich) to firmy zagraniczne posiadające tylko swoje oddziały w Polsce. Magazyny produktów tych firm zlokalizowane są w Niemczech, Anglii i Danii, a dostawy ściśle uzależnione są od ilości produktów na stanie magazynów tych firm.

6.1.5 Relacje (role)

Relacje pomiędzy aktorami w łańcuchu wartości dla technologii bezwykopowych są bardzo silne. Wynika to z mocnego powiązania pomiędzy dostawcami produktów, dostawcami technologii, jak i wykonawcami. Relacje pomiędzy dostawcami a wykonawcami i odbiorcami końcowymi technologii bezwykopowych są formalne, w których duży nacisk kładzie się na standardy jakościowe, zarówno w zakresie jakości materiałów wykorzystywanych jako baza surowcowa w technologiach renowacji metodami bezwykopowymi, jak i dla produktów końcowych. Przykładowo, przy odbiorze rękawów

szklanych od dostawcy następuje wizja tego towaru, sprawdzenie czy został dostarczony w odpowiednich warunkach (niska temperatura), czy nie ma wad technicznych, a po jego instalacji próbka rękawa przekazywana jest do specjalistycznego laboratorium, celem badań, w których określana jest sztywność obwodowa, moduł sprężystości, sztywność rękawa, w niektórych przypadkach dodatkowo odporność na ścieranie. Po wykonaniu usługi polegającej na renowacji studzienki kanalizacyjnej, czy przewodu transportującego wodę lub ścieki przeprowadzana jest inspekcja powykonawcza z wykorzystaniem kamer inspekcyjnych. Bada się, czy rękaw został położony równomiernie, nie ma szczelin i pofałdowań. Badany jest stan obiektu przed przestąpieniem do renowacji, a po przeprowadzeniu renowacji metodą bezwykopową, badany jest stan przyczepności warstwy renowacyjnej do odnawianego elementu sieci wodno-kanalizacyjnej.

Dobłą praktyką pomiędzy dostawcami a odbiorcami produktów końcowych jest podpisywanie umów ramowych, w których określone są szczególne warunki dostawy materiałów, w tym między innymi mogą pojawić się zapisy dotyczące wyłączności dla danego dostawcy na dostawę określonej grupy materiałów, np. żywic lub filcu. Zamówienia pomiędzy dostawcami a kupującymi w łańcuchu wartości dokonywane są w oparciu o negocjacje indywidualne, rzadziej poprzez przetarg, a o nawiązaniu współpracy z dostawcą decyduje przede wszystkim jakość oferowanych produktów, cena oraz ich dostępność.

Kontakt z dostawcami utrzymywany jest w sposób regularny z częstotliwością uzależnioną w zależności od skali zlecenia, tj. w przypadku dużych kontraktów na renowację nawet kilku kilometrów sieci, kontakt z dostawcami utrzymywany jest z cotygodniową częstotliwością. W przypadku standardowych zleceń częstotliwość kontaktu z dostawcami wynosi 1-2 razy w miesiącu. W przypadku małych zleceń (renowacja pojedynczych obiektów, np. studzienki kanalizacyjnej) – czas kontaktu z dostawcą wydłuża się do dwóch miesięcy.

Komunikacja z dostawcami odbywa się poprzez e-mail, telefonicznie, czasem poprzez internetowe formularze komunikacyjne.

Dostawcy po podpisaniu umowy ramowej organizują część materiałów w tzw. „stand by” - w stanie gotowości). Część materiałów sprowadzają i przechowują w lokalnych magazynach, w sytuacji gdyby nagle zamawiający zgłosił zapotrzebowanie na większą ilość danego materiału (np. kilka ton chemii budowlanej).

Relacje pomiędzy dostawcami i odbiorcami budowane są też poprzez wspólne działania promocyjne. W takim przypadku dostawca dostarcza materiały lub próbkę materiałów, a firma korzystając z tych materiałów pokazuje swoje możliwości w zakresie technologii bezwykopowych, jednocześnie promując siebie, jak i dostawcę materiałów.

Na potrzeby rozwijania technologii bezwykopowych w Polsce utworzone zostało w **Krakowie Polskie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych**. Do głównych zadań Stowarzyszenia należy propagowanie technologii i metod bezwykopowych realizacji rurociągów, kreowanie powszechnie stosowanych standardów technicznych realizacji robót z zastosowaniem technologii bezwykopowych, programowanie wiedzy na temat technologii bezwykopowych, integracja zawodowa środowiska osób zajmujących się technologiami bezwykopowymi, reprezentacja interesów zbiorowych osób (pracowników, pracodawców) przed właściwymi władzami państwowymi, samorządowymi lub sądowniczymi oraz organizowanie i stwarzanie warunków do rozstrzygania sporów związanych z technologiami bezwykopowymi w drodze postępowania polubownego i pojednawczego. Od 1998r.

funkcjonuje też w kraju **Polska Fundacja Technik Bezwykopowych – PFTT**, zrzeszona w **Międzynarodowym Stowarzyszeniu Technik Bezwykopowych – ISTT** z siedzibą w Londynie. Międzynarodowe Stowarzyszenie – ISTT jest prężnie działającą organizacją, w której zrzeszone są organizacje członkowskie reprezentujące ponad 30 krajów najbardziej zaawansowanych w rozwoju technologii bezwykopowych. ISTT organizuje corocznie konferencje w wymiarze ogólnosiwiatowym, na których prezentowane są najnowsze osiągnięcia z branży bezwykopowej i na których wręczane są nagrody NO-DIG Award za wybitne osiągnięcia z tej dziedziny. W roku 2008 laureatami tej nagrody były Polska Fundacja Technik Bezwykopowych i Politechnika Świętokrzyska. Polska Fundacja Technik Bezwykopowych przyznaje także corocznie nagrody w ogólnopolskim konkursie na najlepsze magisterskie prace dyplomowe z zakresu technologii bezwykopowych. Wspiera także różnorakie inicjatywy w tym m.in. dwa ogólnopolskie czasopisma, organizację branżowych targów oraz konferencji. Włącza się także w inne inicjatywy popularyzujące technologie bezwykopowe.

6.1.6 Rynki końcowe

Końcowymi klientami są przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne, które w ramach prowadzonej przez siebie działalności odpowiedzialne są zarówno za rozbudowę sieci wodno-kanalizacyjnej, jak i modernizację i utrzymywanie w należyтым stanie istniejącą sieć wodno-kanalizacyjną. Z uwagi na mniejszą uciążliwość robót, szybsze terminy wykonania i przede wszystkim jakość i trwałość renowacji wykonanej z wykorzystaniem technologii bezwykopowych i innowacyjnych materiałów (płytki bazaltowe czy rękawy lub moduły wzmocnione włóknem szklanym), przedsiębiorcy Ci przede wszystkim poszukują technologii z tego zakresu.

Z uwagi na to, że problem starej i zniszczonej sieci występuje w całym kraju, technologie te poszukiwane są w całej Polsce. Przy czym największe zapotrzebowanie na te technologie zauważa się w województwie śląskim, co wynika przede wszystkim z występujących w regionie szkód górniczych. Tradycyjne metody naprawcze są niewystraszające, gdyż wskutek ruchu gruntu i powstających naprężeń bardzo często dochodzi do awarii sieci polegającej na powstawaniu spękań, rozsunień pomiędzy połączonymi elementami sieci, co w efekcie doprowadza do wycieków zanieczyszczonych wód do gruntu. Z tego powodu istotny jest dobór materiałów, które nie tylko charakteryzowałyby się wysoką wytrzymałością chemiczną na powstające w przewodach kanalizacyjnych gazy, takie jak metan czy siarkowodór powodujące korozję chemiczną materiałów, ale i materiały o podwyższonej wytrzymałości i zdolności do przenoszenia naprężeń.

Na rynku zagranicznym również występuje zapotrzebowanie na technologie bezwykopowe. Coraz częściej firmy polskie podejmują się zleceń wykonywanych za granicą. Przed wszystkim przedsiębiorstwa polskie z branży bezwykopowej charakteryzują się konkurencyjnością cenową w stosunku do przedsiębiorstw zagranicznych, co pozwala im wchodzić na rynki ościennie. Jednakże barierą w dalszym ciągu jest zbyt małe zaplecze infrastrukturalne na terenie kraju i uzależnienie od dostaw z zagranicy produktów pierwotnych.

6.1.7 Usługi wspierające

Do usług wspierających rozwój technologii bezwykopowych zaliczyć można organizowane corocznie branżowe konferencje, na których uczestnicy mają okazję spotkać się z przedstawicielami nauki i wspólnie z nimi zgłębiać wiedzę w zakresie technologii bezwykopowych. Konferencje te są też miejscem spotkań przedsiębiorców, którzy w ramach interaktywnych pokazów prezentują zakres swojej działalności gospodarczej, a także wymieniają się doświadczeniem i wiedzą.

Od 2005 r. w Ciedzynie koło Kielc organizowana jest Międzynarodowa Konferencja Technologie Bezwykopowe NO-DIG POLAND. Konferencja odbywa się w cyklu dwuletnim, a wśród grona jej uczestników znajdują się przedstawiciele środowiska naukowego, przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, firm projektowych i wykonawczych oraz producentów materiałów i urządzeń stosowanych w technologiach bezwykopowych z kraju i z zagranicy (także spoza Europy). Tematyka konferencji obejmuje zagadnienia ściśle związane z wykorzystaniem technologii bezwykopowych w projektowaniu, budowie i odnowie przewodów infrastruktury podziemnej w branży wodociągowo-kanalizacyjnej, gazowej, drogowej oraz kolejowej, a także w bezwykopowej budowie tuneli infrastrukturalnych.

Kolejną konferencją o kilkuletniej tradycji jest Międzynarodowa Konferencja, Wystawa i Pokazy Technologii „INŻYNIERIA Bezwykopowa”. Konferencja jest miejscem spotkań profesjonalistów z branży technologii bezwykopowych. Od 2003r. podczas konferencji przyznawane są przez Wydawnictwo INŻYNIERIA sp. z o.o. branżowe nagrody TYTANY. W skład Jury oceniającego wchodzi przedstawiciele świata nauki i stowarzyszeń branżowych oraz redaktorzy naczelni poszczególnych czasopism. Nagrody uzyskać można w kategoriach za najbardziej innowacyjny produkt lub projekt roku w obszarze technologii bezwykopowych.

Od 2017r. w Polsce organizowana jest też konferencja „CIPP Technology Days”, w której udział biorą przedstawiciele wszystkich stron procesu inwestycyjnego, dyskutując o najważniejszych aspektach CIPP. Podczas konferencji przyznawane są nagrody EXPERT firmom z branży technologii bezwykopowych za innowacyjność ich produktów i technologii z zakresu budowy i odnowy sieci podziemnych.

6.1.8 Innowacje

Technologie renowacji bezwykopowych w Polsce są stale rozwijane dzięki prężnie działającym ośrodkom naukowym oraz ścisłej współpracy pomiędzy ośrodkami naukowymi, przedsiębiorstwami, a nawet przedstawicielami mediów (wydawnictwo „Inżyniera Bezwykopowa”). Współpraca wszystkich podmiotów umożliwia sprawny przepływ wiedzy pomiędzy podmiotami. Niejednokrotnie przedsiębiorstwa bezpośrednio zwracają się do jednostek naukowych i wspólnie podejmują się realizacji projektów badawczych ukierunkowanych na opracowanie i wdrożenie na rynek nowych produktów końcowych, czy technologii wykonania. Przykładem takiej ścisłej współpracy jest realizowany wspólnie przez Politechnikę Poznańską i firmę Terlan Sp. z o.o. projekt dofinansowany z Funduszy Europejskich pn. „Hybrydowe kompozyty szybkowiązące do renowacji rurociągów, w tym naziemnych i podciśnieniowych”. W Polsce realizowane są też projekty badawcze służące opracowaniu nowej generacji systemów utwardzania rękawów renowacyjnych promieniowaniem UV.

Zapotrzebowanie na innowacyjne systemy utwardzania rękawów do renowacji sieci wod-kan. wynika z potrzeby rynku, wciąż bowiem brakuje rozwiązań w zakresie technologii bezwykopowych dla kolektorów o małej średnicy. Ograniczaniem w zastosowaniu tych technologii jest brak odpowiedniego systemu do utwardzania rękawów w tak wąskich przewodach. Istniejące systemy oświetlenia LED montowane na głowicach są niewystarczające. Problemem jest też utwardzanie rękawów w przewodach o dużej średnicy. W ramach prac B+R prowadzono są intensywne badania nad opracowaniem łańcuchów świetlnych o bardzo dużych mocach, tak by móc w sposób równomierny oświetlić większe średnice przewodów i tym samym uzyskać jeszcze lepsze efekty utwardzenia rękawów wewnątrz naprawianych rur. Wprowadzenie tych innowacji znacząco poszerzy możliwości zastosowania rękawów do naprawy kanałów o dużych średnicach i niestandardowych profilach, których renowacja wciąż jest bardzo trudna i obciążona wysokim ryzykiem.

Obserwuje się też nowo pojawiające się kierunki studiów na uczelniach technicznych, na których młodzi ludzie mogą zdobyć wiedzę z zakresu technologii bezwykopowych. Przykładem takiej uczelni jest Politechnika Świętokrzyska, która organizuje roczne Studium Podyplomowe „Techniki Bezwykopowe w Inżynierii Środowiska”. Studium to zostało dostrzeżone i nagrodzone w 2008r. prestiżową międzynarodową nagrodą „No-Dig Award” za zorganizowanie pierwszego na świecie studium podyplomowego w takiej tematyce.

6.1.9 Wnioski

Branża technologii bezwykopowych ma w Polsce 20-letnią tradycję, można więc uznać, że pozycja technologii bezwykopowych w Polsce została już ugruntowana. Polski dorobek zarówno naukowy, jak i innowacyjne produkty i usługi powstające w ramach działalności B+R istniejących na rynku firm z branży bezwykopowych, jest doceniany na świecie. Polscy przedsiębiorcy i naukowcy otrzymują corocznie prestiżowe, międzynarodowe nagrody za swoje osiągnięcia. Coraz częściej też wykraczają oni już z zakresem swojej działalności gospodarczej poza granice kraju, a w szczególności na ościenne zagraniczne rynki.

Obecnie problemem w tworzeniu łańcucha wartości technologii bezwykopowych jest brak wystarczającego zaplecza materiałowego, tj. producentów produktów pierwotnych wykorzystywanych do wytwarzania produktów końcowych i świadczenia usług w branży technologii bezwykopowych.

Podsumowanie

Metodyka identyfikacji

W ramach niniejszego badania identyfikacja łańcuchów wartości została przeprowadzona zgodnie z metodologią zalecaną przez UNIDO¹⁵³. Główny element identyfikacji stanowi mapowanie łańcucha wartości. Procedura mapowania obejmuje 9 kroków. Rozpoczyna się od zebrania wszelkich danych i informacji dotyczących badanego obszaru, tzw. desk research, a kończy na wyrysowaniu mapy łańcucha wartości. Kolejne kroki w tej procedurze to: zdefiniowanie i wyodrębnienie funkcji występujących w łańcuchu, określenie podmiotów występujących w łańcuchu i ich przyporządkowanie

¹⁵³ Na potrzeby niniejszego badania procedura mapowania łańcuchów wartości oraz ich diagnozowania została przyjęta na podstawie metodologii UNIDO, opisaną w rozdziale 5.2 i 5.3.

do różnych funkcji, następnie określenie rynku nabywców i ich odpowiednie powiązanie z określonymi podmiotami występującymi w łańcuchu.

Kluczowym aspektem w opisie mapy łańcucha jest prawidłowe zdefiniowanie produktu, którym może być przedmiot fizyczny lub usługa trafiająca do odbiorców. Mapa łańcucha opisuje następujące elementy: a) aktorzy łańcucha, to podmioty pełniące określone funkcje w łańcuchu, b) funkcje, przedstawiają opis ról pomiędzy aktorami, c) rynki końcowe – miejsca, w którym produkt łańcucha wartości został finalnie dostarczony, d) interakcje biznesowe, to informacje o rodzaju transakcji pomiędzy podmiotami uczestniczącymi w łańcuchu.

Na potrzeby niniejszego badania opis łańcuchów wartości dla technologii dla OŚ został poszerzony o następujące kategorie: usługi wspierające, innowacje, nisze rozwojowe.

Konkluzje dotyczące zidentyfikowanych łańcuchów wartość w obszarze technologii dla OŚ

Biotechnologie

Branża biotechnologie dla OŚ jest bardzo zróżnicowana, obejmuje zarówno bioremediację z wykorzystaniem mikroorganizmów, poprzez działania idące w kierunku usuwania uciążliwości przemysłowych – zastosowanie bioreaktorów, jak również wspomaganie procesów przemysłowych oczyszczania wody i ścieków poprzez zastosowanie odpowiednich biopreparatów.

Województwo śląskie posiada prężnie rozwijający się sektor biotechnologii reprezentowany przez jednostki naukowe oraz przedsiębiorstw, głównie z sektora MŚP. Można stwierdzić, że branża osiągnęła masę krytyczną w części dotyczącej jednostek B+R, natomiast jest jeszcze pewien niedobór firm wdrażających rozwiązania z zakresu biotechnologii.

Łańcuch biotechnologii dla OŚ wartość dodaną głównie tworzy się dzięki pracom naukowo-badawczym i jednostkom B+R, które kładą nacisk na opracowanie nowych, innowacyjnych rozwiązań i produktów. Wiele firm działających w regionie z obszaru biotechnologii dla OŚ wdraża te rozwiązania oraz swoje własne pomysły przyczyniając się do rozwiązywania konkretnych problemów ochrony środowiska. Niektóre firmy stają się również konkurencyjne na poziomie globalnym. Przykładem może być firma Ekoinwentyka, która wdraża opracowany przez siebie bioreaktor trójfazowy do oczyszczania powietrza z LZO i odorów zarówno w Europie jak i w Ameryce Południowej.

Łańcuchy wartości dla biotechnologii narażone są na dynamiczne zmiany ze względu na wysoki potencjał innowacyjny obszaru. W przedmiotowym obszarze generowanych jest wiele rozwiązań i ulepszeń które w bardzo krótkim okresie czasu mogą przewartościować istniejące łańcuchy wartości.

Akceleracja rozwoju potencjału innowacyjnego obszaru następuje tu w sposób spontaniczny ponieważ popyt na rozwiązania biotechnologiczne jest bardzo wysoki i w pewnym stopniu nieprzewidywalny. tzn. często następuje szybkie wyparcie rozwiązań tzw. tradycyjnych przez tańsze natury biotechnologicznej.

Znaczną część wartości dodanej w obszarze biotechnologii dla OŚ osiągają te przedsiębiorstwa, które nie tylko opracowują innowacyjne technologie, ale również przeprowadzają ich pełną komercjalizację.

W kontekście silnie industrialnego charakteru regionu istnieją szerokie możliwości odbioru i wdrażania produktów pochodzenia biotechnologicznego, stąd są spore możliwości dla rozwoju branży. Przykładem jest rewitalizacja terenów przemysłowych, gdzie zastosowanie znajdują metody oparte na bioremediacji.

Wydaje się, że nie jest potrzebna zewnętrzna stymulacja rozwoju biotechnologii ze względu na fakt iż obecnie większość tego obszaru znajduje się w fazie wzrostu. Niszą rozwojową dla biotechnologii z jednej strony stanowi biotechnologia molekularna i inżynieria genetyczna służąca do selekcji mikroorganizmów umożliwiającą osiągnięcie największych efektów w szeroko rozumianym przemyśle i środowisku. Drugim obszarem jest zespół usług wspierających dedykowanych biotechnologii np. automatyka i oprzyrządowanie.

Technologie poprawy jakości terenów zdegradowanych

W dobie zamykających się terenów przemysłowych oraz konieczności usuwania zanieczyszczeń wodno-gruntowych powstałych po działalności zakładów, istotną rolę w kontekście kształtowania wartości odgrywają technologie stosowane dla poprawy jakości terenów zdegradowanych. Na Śląsku zidentyfikowano 17,2 tys. ha terenów zdegradowanych wszystkich typów, w tym ok. 11,3 tys. ha terenów poprzemysłowych, co świadczy o pilnej potrzebie prac w tym zakresie.

W zakresie prac rewitalizacyjnych współpracuje ze sobą wiele podmiotów z różnym zaangażowaniem i podziałem obowiązków. Wartością dodaną łańcucha jest nasycenie masy krytycznej w obszarze jednostek naukowych i B+R, wspierających (jednostki pośredniczące w finansowaniu przedsięwzięć rewitalizacyjnych w ramach) oraz aktywności społecznej.

Pomimo dostępności wielu technik i technologii remediacji, rynek nadal wskazuje na potrzebę rozwoju z uwzględnieniem potrzeby zrównoważonego podejścia do podnoszenia jakości gleb i pełnej rehabilitacji ich funkcji. Dotyczy to w szczególności technologii in-situ i technik bezinwazyjnych oczyszczalnia środowiska wodno-gruntowego z zanieczyszczeń organicznych.

Przywrócenie wartości społeczno-gospodarczej i inwestycyjnej obszarów zdegradowanych - terenów poprzemysłowych jest jednym z wyzwań opracowanego Programu dla Śląska, co podkreśla potrzebę wykorzystania potencjału regionu w celu przeciwdziałania różnicowaniom rozwojowym Śląska.

Technologie gospodarowania odpadami

Łańcuch wartości dla technologii gospodarowania odpadami osiągnął odpowiednią masę krytyczną. Na terenie województwa śląskiego w systemie gospodarki odpadami funkcjonują 184 instalacje. Wdrożenia nowych rozwiązań i innowacji w gospodarce odpadami, jest efektem współpracy przedsiębiorstw z jednostkami naukowymi. Innowacje, które mają zastosowanie w sektorze technologii zagospodarowania odpadów, ściśle wiążą się z technologią przetwarzania, zwiększeniem jej wydajności (mocy przerobowych), bezpieczeństwa lub dostosowaniem do zmieniających się norm i

przepisów. Duże zakłady realizujące swoje zadania w systemie gospodarki odpadami, w praktyce stosują rozwiązania technologiczne dostępne w innych krajach UE i na świecie, lub też pracują nad własnymi rozwiązaniami.

Rozpatrując system gospodarki odpadami w ujęciu kształtowania wartości, szczególną uwagę zasługuje potencjał odpadów wytwarzanych w województwie śląskim. Znaczne ilości odpadów komunalnych i przemysłowych, które corocznie poddawane są procesom przetwarzania powodują, że sektor technologii środowiskowych związanych z zagospodarowaniem odpadów stale się rozwija i zwiększa możliwości efektywnego odzysku i recyklingu.

Odejście od modelu liniowego na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym powoduje, że przemysł coraz częściej traktuje odpad jako wartościowy produkt do dalszej obróbki. W związku z tym rozwijane są innowacyjne technologie, których celem jest właściwy odzysk odpadów poprocesowych. Zakres przedsięwzięć realizowanych na Śląsku oraz pojawiające się pro-środowiskowe inicjatywy w temacie minimalizowania ilości odpadów potwierdzają istotę przyjętego kierunku rozwoju technologicznego w regionie oraz potrzeby kreowania nowej wartości z odpadów.

Najważniejszym wyzwaniem dla rozwoju technologii gospodarki odpadami jest zwiększenie ich efektywności poprzez wdrażanie innowacyjnych rozwiązań mających na celu tworzenie nowej wartości dla rynku.

Technologie wody i ścieków

Podobnie jak w przypadku technologii gospodarowania odpadami łańcuch wartości dla technologii wody i ścieków jest ukształtowany przez obowiązujący system prawny. W obszarze obserwujemy działalność wielu przedsiębiorstw i jednostek wspierających co stanowi odpowiednią masę krytyczną łańcucha. W województwie śląskim zlokalizowanych jest 44 przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne, a liczba funkcjonujących biologicznych oczyszczalni ścieków w roku 2016 wynosiła 112.

W łańcuch wartości nadrzędną rolę pełnią przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne. Są one odpowiedzialne są za dostarczanie wody pitnej dla ludności o parametrach spełniających prawne wymagania jakościowe, a jednocześnie odgrywają istotną rolę w oczyszczaniu ścieków, zarówno w aspekcie odbioru jak i transportu ścieków do oczyszczalni. Istotna rola w łańcuchu wartości dla technologii wody i ścieków przypada również laboratoriom, które nadzór nad prawidłowością prowadzenia procesów technologicznych. W obszarze usług wspierających istotną rolę odgrywa Śląski Klaster Wodny oraz Stowarzyszenie Wodociągowców Województwa Śląskiego.

Łańcuch wartości dla technologii wody i ścieków to bardzo dobry przykład dysfrazji technologicznej polegającej na wykorzystaniu szeregu rozwiązań i metod z dziedziny biotechnologii, np. technologie wykorzystania bakterii w uzdatnianiu wody, technologie do oczyszczania ścieków z wykorzystaniem mikroalg, itp.

Istotnym problemem dla branży wody i ścieków powodującym wymierne straty finansowe jest obecny, bardzo zły stan sieci wodno-kanalizacyjnej. Wymaga on podjęcia natychmiastowych działań naprawczych. Modernizacja sieci wodno-kanalizacyjnej nastawiona głównie na poprawę jakości przewodów wodociągowych będzie wyznaczała przyszły kierunek działań aktorów łańcucha.

Kolejnym problemem jest jakość ścieków. Dla jej poprawy wskazane jest wdrożenie dodatkowych stopni oczyszczania poprawiających parametry jakościowe ścieków oczyszczonych. Uzyskanie pełnego recyklingu ścieków, zalecanego przez Komisję Europejską, możliwe będzie poprzez dalszy rozwój technologii ich oczyszczania. Konieczne zatem jest lokowanie środków finansowych na działalność B+R również w tym zakresie.

Barierą przed implementacją innowacyjnych rozwiązań jest konieczność spełnienia szeregu zapisów prawnych w kontekście procedur związanych ze zmianą statusu z odpadu na produkt oraz z procesami związanymi z certyfikacją i uzyskaniem pozwoleń.

Problemem w tworzeniu łańcucha wartości technologii bezwykopowych (case-study) jest brak wystarczającego zaplecza materiałowego, tj. producentów produktów pierwotnych wykorzystywanych do wytwarzania produktów końcowych i świadczenia usług w branży technologii bezwykopowych.

Technologie dla ochrony powietrza

Łańcuch wartości dla technologii ochrony środowiska jest zdeterminowany poprzez sukcesywnie zaostrzające się wymagania dotyczące dbałości o jakość powietrza. Przykładem jest Dyrektywa o Emisjach Przemysłowych (IED), która wprowadza ostre regulacje i wymagania dotyczące norm emisji zanieczyszczeń do powietrza.

Tak więc, regulacje prawne determinują kształt i sieć połączeń łańcucha wartości w obszarze technologii dla ochrony powietrza. Aktorom biorącym udział w łańcuchu wartości z góry przyporządkowano role oraz określono dla nich szczegółowe zakresy odpowiedzialności związane z wypełnieniem wymagań odnośnie emisji do powietrza.

W łańcuchach wartości dla technologii ochrony powietrza jedną z najistotniejszych grup aktorów są podmioty związane z funkcjonowaniem dużych bloków energetycznych, są to dostawcy paliw kopalnych, przedsiębiorstwa odpowiedzialne za dostarczenie surowców do elektrowni, twórcy technologii, odbiorcy paliw (elektrownie), dystrybutorzy energii, odbiorcy końcowi wytworzonej energii. Do zbioru głównych aktorów łańcucha zaliczy należy również firmy monitorujące emisję i imisję, prowadzące prace projektowe i inżynierskie, akredytowane laboratoria przeprowadzające testy i pomiary.

Istotną częścią łańcucha wartości jest pion usługodawców obejmujący firmy prowadzące działalność doradczą i konsultacyjną oraz jednostki certyfikujące wyroby, systemy oraz osoby mające bezpośredni lub pośredni związek z jakością powietrza. W ramach usług wspierających technologie ochrony powietrza istotną rolę odgrywają jednostki badawczo-rozwojowe oraz jednostki edukacyjne oraz startupy. Przykładem może być Informatyczny System Wspomagania Decyzji do zarządzania energią w gminie opracowany przez jedną z firm Euro-Centrum Parku Naukowo-Technologicznego w Katowicach.

Wartość dodaną w łańcuchu technologii dla ochrony powietrza tworzy się poprzez wdrażanie nowych, efektywnych technologii ograniczających zanieczyszczenie powietrza oraz technologii sprzyjających unikaniu powstawania zanieczyszczeń, tzw. działania „u źródła”. Przykładem może być projekt pn. „Badania nad innowacyjnym, niskoemisyjnym paliwem bezdymnym”. Istotą projektu jest opracowanie nowego paliwa (tzw. błękitnego węgla, ang. blue coal) wytwarzanego z węgla kamiennego. Jego

zastosowanie w obecnie używanych źródłach ogrzewania, znacznie obniżyłoby emisję zanieczyszczeń do atmosfery.

Technologie zarządzania środowiskiem

Produktami końcowymi powstałymi w wyniku rozwoju technologii na rzecz zarządzania środowiskiem są różnego rodzaju narzędzia umożliwiające monitorowanie oraz prognozowanie stanu jakości środowiska regionu oraz szeroko rozumiana infrastruktura ochrony środowiska mającą przyczynić się do jego ochrony.

Głównymi aktorami są podmioty dostarczające urządzenia pomiarowe, podmioty posiadające odpowiednią wiedzę i doświadczenie umożliwiające przeprowadzenie badań, laboratoria, ośrodki / instytucje naukowe, kompetencje których obejmują analizę uzyskanych danych, podmioty zajmujące się prezentacją pozyskanych informacji, a także jednostki wykorzystujące udostępnione informacje (np. centra dowodzenia, urzędy Miast i Gmin, środki masowego przekazu, itp.).

Głównymi odbiorcami danych oraz informacji pochodzących ze monitoringowych są podmioty publiczne, ale i również inne instytucje. Jednym z głównych odbiorców informacji np. dotyczących stanu jakości powietrza w województwie śląskim jest Wojewódzki Inspektorat Zarządzania Kryzysowego (WIOS).

Łańcuch wartości dla technologii zarządzania środowiskiem to dobry przykład dyfuzji technologicznej polegającej na wykorzystaniu wielu rozwiązań z różnych dziedzin, np. IT, zaawansowanej elektroniki, IoT, technologii cyfrowych.

Tak jak w przypadku technologii dla ochrony środowiska wartość dodaną stanowi wdrażanie nowych technologii kontrolujących stan środowiska. Przykładem innowacji umożliwiających indywidualne monitorowanie jakości powietrza jest układ mierników wewnętrznych oraz zewnętrznych tworzące zintegrowane systemy informacyjno-pomiarowe pozwalając jednocześnie na pomiar poziomu stężenia zanieczyszczeń (PM1.0, PM2.0 i PM10), temperatury, wilgotności i ciśnienia atmosferycznego a następnie ich prezentację na ekranie LED.