



INSTYTUT JAGIELLOŃSKI

PRZEMYSŁ CEMENTOWY W GOSPODARCE ODPADAMI

ADAM MIERZWIŃSKI
MACIEJ MIERZWIŃSKI
KRZYSZTOF TOMASZEWSKI
KATARZYNA OBŁĄKOWSKA
KAMIL MOSKWIK

2021

PRZEMYSŁ CEMENTOWY W GOSPODARCE ODPADAMI

ADAM MIERZWIŃSKI
MACIEJ MIERZWIŃSKI
KRZYSZTOF TOMASZEWSKI
KATARZYNA OBLĄKOWSKA
KAMIL MOSKWIK

©Copyright by Instytut Jagielloński
Warszawa, styczeń 2021



Instytut Jagielloński
ul. Marszałkowska 84/92 lok. 115
00-514 Warszawa

jagiellonski.pl
instytut@jagiellonski.pl

**PROJEKT I PRODUKCJA:
PIOTR PERZYNA**

 **NOWEMEDIA24.PL**

PARTNER RAPORTU:



Stowarzyszenie Producentów Cementu
ul. Lubelska 29/4/5, 30-003 Kraków
tel. +48 12 423 33 55, e-mail: biuro@polskicement.pl
www.polskicement.pl

PRZEMYSŁ CEMENTOWY W GOSPODARCE ODPADAMI

ADAM MIERZWIŃSKI
MACIEJ MIERZWIŃSKI
KRZYSZTOF TOMASZEWSKI
KATARZYNA OBŁĄKOWSKA
KAMIL MOSKWIK

SPIS TREŚCI

1.	Podsumowanie Raportu	6
2.	Cel raportu	15
3.	Wyzwania środowiskowe przemysłu cementowego	19
3.1.	Działania przemysłu cementowego dla ochrony środowiska	20
3.2.	Europejski Zielony Ład	22
3.3.	Gospodarka w obiegu zamkniętym a energochłonny przemysł cementowy	22
3.3.1.	Gospodarka w obiegu zamkniętym w przemyśle cementowym	22
3.3.2.	Dodatkowe materiały cementowe i alternatywne paliwa/surowce	24
3.3.3.	Przyszłość - Projektowanie pod demontaż (nakierowanie na recykling)	25
3.4.	Odpowiedź europejskiego przemysłu cementowego na wyzwania środowiskowe	25
3.4.1.	Podejście 5C	25
3.4.2.	Uwzględnienie czasu niezbędnego do udanej transformacji technologicznej i produktowej	26
3.4.3.	Stworzenie rynków dla produktów i procesów neutralnych dla klimatu i gospodarki o obiegu zamkniętym	27
3.4.4.	Rozwój świadomości klientów końcowych o pozytywnym wpływie przemysłu cementowego na wdrażanie idei gospodarki w obiegu zamkniętym	27
3.4.5.	Opracowywanie rozwiązań neutralnych dla klimatu i finansowanie ich absorpcji	28
3.4.6.	Budowa nowoczesnych kadr dla nowych wyzwań technologicznych oraz transformacja miejsc pracy wobec zmian w procesach produkcyjnych	28
3.4.7.	Równy dostęp do zasobów i możliwości wdrażania idei gospodarki w obiegu zamkniętym	28
3.5.	Przemysł cementowy w gospodarce odpadami	29
4.	Analiza aktualnego stanu systemu gospodarki odpadami w Polsce	32
4.1.	Mechanizm funkcjonowania	33
4.2.	Uczestnicy systemu	34
4.3.	Rywalizacja o odpady	38

5. Przemysł cementowy – model wpływu na gospodarkę odpadami	42
5.1. Scenariusz pierwszy – niewielki wzrost zdolności produkcyjnych cementowni	43
5.2. Scenariusz drugi – istotny wzrost zdolności produkcyjnych cementowni	43
5.3. Zapotrzebowanie na odpady „surowcowe” (do odzysku materiałowego R5) przy produkcji klinkieru i cementu	44
5.4. Zapotrzebowanie na odpady – nośniki energii do wypalania klinkieru (do procesu odzysku R1), w tym na paliwa alternatywne (RDF)	46
5.5. Bilans i prognoza ilościowa odpadów komunalnych w Polsce	48
5.6. Sposoby gospodarowania odpadami komunalnymi w Polsce i ich wpływ na możliwość pokrycia zapotrzebowania przemysłu cementowego na paliwa alternatywne	51
6. Uwarunkowania prawne, ekonomiczne i technologiczne funkcjonowania przemysłu cementowego w gospodarce odpadami	62
6.1. Uwarunkowania prawne mające wpływ na gospodarkę odpadami w przemyśle cementowym w Polsce	63
6.1.1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska oraz przepisy wykonawcze do tej ustawy	63
6.1.2. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko oraz wydane na podstawie delegacji zawartej w tej ustawie	64
6.1.3. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach oraz akty wykonawcze do tej ustawy	65
6.1.4. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz akty wykonawcze do tej ustawy	66
6.1.5. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi	63
6.1.6. Przepisy dotyczące uprawnień do emisji gazów cieplarnianych	68
6.2. Uwarunkowania ekonomiczne mające wpływ na gospodarkę odpadami w przemyśle cementowym w Polsce	68
6.3. Uwarunkowania wynikające z aktualnego poziomu rozwoju technik i technologii stosowanych w przemyśle cementowym	72
7. Bibliografia	74



1. **PODSUMOWANIE RAPORTU**

Przemysł cementowy w Polsce należy uznać za branżę, która osiągnęła wysoki poziom zastosowanych technologii ukierunkowanych na ochronę środowiska i klimatu oraz za branżę strategiczną w kontekście rozwoju Polski.

Przemysł cementowy, będąc w istocie przemysłem bezodpadowym, pełni ważną rolę w systemie gospodarki odpadami w Polsce. Zużywa bowiem (w procesach recyklingu) znaczne ilości odpadów oraz produktów ubocznych (np. popiołów lotnych, żużli wielkopieczowych i rea-gipsu) jako składników mieszanek surowcowych do produkcji klinkieru, cementu oraz betonu.

Do wypalania klinkieru wykorzystywane są, jako nośniki energii, znaczne ilości odpadów, w tym specjalnie przygotowywanych ich mieszanin, określanych mianem paliw alternatywnych (RDF). Stanowią one już obecnie w bilansie energetycznym instalacji do produkcji klinkieru ponad 70% energii niezbędnej do wypalenia klinkieru. Przemysł cementowy przyczynia się zatem zarówno do oszczędności zasobów naturalnych, jak i do poprawy jakości środowiska, m.in. poprzez zmniejszenie ilości odpadów deponowanych na składowiskach.

Parametry termiczne wypalania klinkieru (temperatura w piecu obrotowym osiąga w strefie wypału wartość 1450°C, zaś temperatura gazów wewnątrz pieca obrotowego przekracza 2000°C) zapewniają: po pierwsze destrukcję termiczną wszystkich zanieczyszczeń, które mogłyby być niebezpieczne zarówno dla zdrowia i warunków życia ludzi, jak i dla środowiska naturalnego, po drugie zaś – stałe produkty spalania (zarówno węgla, jak i paliwa technologicznego oraz paliw alternatywnych) wtapiają się w klinkier, przyczyniając się do ograniczenia zużycia w procesie produkcji surowców naturalnych (stanowią bowiem 3,5–4% masy klinkieru).

Przemysł cementowy wpisuje się zatem doskonale w europejską ideę gospodarki w obiegu zamkniętym. Jest on jednak przemysłem energochłonnym i źródłem dużych emisji dwutlenku węgla. W związku z wymaganiami wynikającymi z polityki klimatycznej Unii Europejskiej przed przemysłem cementowym stoją zatem duże wyzwania, które będą wymagały połączenia wysiłków całego sektora a ponadto gotowości do współdziałania z jednostkami naukowo-badawczymi.

W kontekście uwarunkowań związanych z zagospodarowaniem w cementowniach odpadów, należy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- konieczność zapewnienia możliwości pozyskiwania na potrzeby technologiczne odpowiednich ilości popiołów lotnych i żużli wielkopieczowych. Według szacunków, roczne zapotrzebowanie na żużel wielkopieczowy wynieść może od ok. 2,2 mln Mg/rok do ok. 3,1 mln Mg/rok, popiołów lotnych – 1,1 do 1,5 mln ton (w zależności od wielkości produkcji klinkieru i cementu).
- konieczność zapewnienia możliwości pozyskania na potrzeby związane z produkcją klinkieru paliw alternatywnych (RDF) w ilości ok. 1,8 mln Mg/rok w 2021 r. do ok. 3,1 mln Mg/rok w 2050 r. (zapotrzebowanie na paliwa alternatywne zależne będzie od wielkości produkcji klinkieru oraz od udziału paliw alternatywnych w bilansie energetycznym procesu wypalania klinkieru).

Przedstawiony w raporcie model wpływu przemysłu cementowego na gospodarkę odpadami oparty jest na prognozie zapotrzebowania przemysłu cementowego na odpady, które są (i będą w przyszłości) wykorzystywane jako składniki mieszanek surowcowych do produkcji klinkieru i cementu oraz jako nośniki energii w procesie wypalania klinkieru. Z autorskiej prognozy wynika, że zapotrzebowanie na:

- „surowce wtórne” (odpady i produkty uboczne) w latach 2020-2050 wynieść może od ok. 5,8 mln Mg/rok do ok. 7,3 mln Mg/rok, w zależności od faktycznej wielkości produkcji klinkieru i cementu,
- paliwa alternatywne (RDF), które będą nośnikami energii w procesie wypalania klinkieru może wynieść, w latach 2020–2050, od ok. 1,8 mln Mg/rok do ok. 3,1 mln Mg/rok, w zależności od wielkości produkcji klinkieru i udziału RDF w bilansie energetycznym wypalania klinkieru.

Ilość frakcji palnej odpadów komunalnych, którą należy zapewnić dla wyprodukowania oczekiwanych przez przemysł cementowy ilości paliw alternatywnych (RDF), wyniesie:

- w 2025 r. – ok. 2,2 mln Mg/rok,
- w 2030 r. – ok. 2,24–2,57 mln Mg/rok,
- w 2035 r. – ok. 2,24–3,02 mln Mg/rok,
- w 2050 r. – ok. 2,28–3,35 mln Mg/rok.

Raport przedstawia również prognozę ilości odpadów komunalnych, które zostaną wytworzone i odebrane od właścicieli nieruchomości w latach 2020–2050. Z prognozy tej wynika, że w latach 2024–2034 **mogą wystąpić niedobory odpadów zmieszanych spalanych w spalarniach i frakcji palnej niezbędnej do wytworzenia paliw alternatywnych w ilościach pokrywających potrzeby cementowni. Jest to związane z wysokimi poziomami recyklingu, jakie zostały określone w przepisach prawnych, i możliwością umieszczania na składowiskach do 30% (w latach 2025–2029) i 20% w latach 2030–2034) ogólnej masy wytworzonych odpadów komunalnych.**

Przepisy regulujące gospodarowanie odpadami ulegają ciągłym zmianom. Celem tych zmian jest z jednej strony ograniczenie zagrożeń (dla ludzi i środowiska), jakie mogą wynikać z niewłaściwego postępowania z odpadami, z drugiej zaś wymuszenie maksymalnego wykorzystania odpadów jako źródła surowców, które zastąpią surowce pochodzące ze źródeł naturalnych. Unia Europejska dąży i dążyć będzie do zrealizowania idei, która została określona jako **gospodarka w obiegu zamkniętym**.

Tworzenie prawa ochrony środowiska, w tym dotyczącego gospodarki odpadami, jest procesem złożonym, budzącym niejednokrotnie wiele emocji. W procesie tym należy bowiem uwzględnić zarówno aspekty ekologiczne, jak i gospodarcze i społeczne. Nie zawsze udaje się osiągnąć „równowagę” między tymi trzema grupami zagadnień. Skracanie procesu legislacyjnego (nawet w „słusznej sprawie”), brak pogłębionych analiz potencjalnych skutków wprowadzenia konkretnych zmian, ograniczanie czasu na konsultacje społeczne i opiniowanie prowadzić może do formułowania przepisów albo zbyt liberalnych, albo zbyt restrykcyjnych.

W kontekście poszukiwania optymalnych rozwiązań prawnych z zakresu gospodarki odpadami, należy podkreślić znaczenie aktywnego udziału sektorów gospodarczych. Przedsiębiorcy wiedzą najlepiej, jakie skutki (gospodarcze i społeczne) mogą przynieść poszczególne inicjatywy legislacyjne. Zdają sobie także sprawę z tego, że niektóre regulacje prawne MUSZĄ zostać wprowadzone, ale oczekują od instytucji odpowiedzialnych za przeprowadzenie procesu legislacyjnego rozwiązań, które zabezpieczą będą optymalne warunki prowadzenia działalności gospodarczej. Myśląc szeroko o idei „sprawiedliwej transformacji” należy zwrócić uwagę na jednakowe traktowanie wszystkich sektorów gospodarczych, w kontekście obowiązków i praw wynikających z przepisów. Stabilność i przewidywalność zasad odnoszących się do każdego z sektorów gospodarki jest niezwykle ważna, m.in. z tego powodu, że przy długoterminowych projektach racjonalne otoczenie legislacyjne zachęcać będzie firmy do inwestowania i ubiegania się o wsparcie ze środków publicznych wtedy, gdy będzie to konieczne.

W związku ze zmianami przepisów prawnych dotyczących gospodarki odpadami, w tym odpadami komunalnymi, oraz w związku z inicjatywą wykorzystania wysokoenergetycznej frakcji odpadów komunalnych, jako paliwa w elektrociepłowniach i ciepłowniach, należy zwrócić uwagę na:

- proces legislacyjny Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych w projekcie którego znajduje się zapis mówiący, że „odpady powstałe w procesie mechanicznego przetwarzania odpadów (...) klasyfikowane jako odpady o kodzie 19 12 10, są stosowane w procesie odzysku R1 albo unieszkodliwiania D10 w spalarniach odpadów”). **Wejście w życie tak sformułowanego przepisu oznaczać będzie brak możliwości wykorzystywania paliw alternatywnych (RDF), które są klasyfikowane pod kodem 19 12 10, do opalania pieców obrotowych do wypalania klinkieru, bowiem piece do wypalania klinkieru są współspalarniami odpadów,**

- zwiększone poziomy przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych oraz recyklingu odpadów opakowaniowych spowodują, że **w latach 2024–2035 może wystąpić niedobór frakcji palnej odpadów komunalnych w stosunku do zapotrzebowania wynikającego z pokrycia potrzeb spalarni odpadów komunalnych** (spalają zarówno zmieszane odpady komunalne, jak i tzw. pre-RDF – 19 12 12 oraz paliwa alternatywne – 19 12 10) **oraz cementowni**. Należy zauważyć, że ustalony w przepisach poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych w 2025 r. wynosić będzie już 55%, a w 2034 r. – 64%, zaś na składowiskach będzie można zdeponować 30% odpadów komunalnych do roku 2029 i 20% w latach 2030–2034, i jeżeli posiadacze odpadów „wykorzystają” w całości prawo do zdeponowania na składowiskach takiej ilości odpadów, to w 2025 r. „do dyspozycji” podmiotów prowadzących termiczne przekształcanie pozostanie tylko 15%, zaś w 2034 r. tylko 16% ogólnej masy wytworzonych odpadów komunalnych. Należy także mieć na względzie, że od 2030 r. poziom recyklingu odpadów opakowaniowych ogółem nie powinien być niższy niż 70%,
- należy monitorować efekty pracy Zespołu do spraw wsparcia budowy elektrocieplowni opalanych wysokokaloryczną frakcją odpadów komunalnych.

Dla pozyskiwania frakcji odpadów (zarówno komunalnych jak i innych niż komunalne) dla produkcji paliw alternatywnych (RDF) bardzo niebezpieczna może okazać się inicjatywa zmiany w art. 122 ustawy o odpadach, która pozwoli na składowanie na składowiskach „*odpadów powstających w wyniku przetwarzania odpadów selektywnie zebranych, jeżeli składowanie daje w tym przypadku wynik najlepszy dla środowiska, zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z odpadami*”. Przy tak sformułowanym zapisie, na składowiskach mogłyby być umieszczane np. wysokokaloryczne frakcje odpadów tworzyw sztucznych albo papieru, które byłyby wydzielone podczas sortowania (mechanicznego przetwarzania odpadów selektywnie zebranych) jako nienadające się do ponownego użycia lub recyklingu.

Zmiany w przepisach o gospodarce odpadami wpłyną na dostępność odpadów wykorzystywanych do produkcji paliwa alternatywnego dla potrzeb cementowni. Konsekwencją tego będzie zmiana w kosztach pozyskania paliw alternatywnych, co powinno być już obecnie przedmiotem analiz na poziomie poszczególnych cementowni.

Ze względu na uwarunkowania wynikające z polityki klimatycznej Unii Europejskiej należałoby zadbać, żeby:

- w skład paliw alternatywnych wchodziły składniki, które można byłoby zakwalifikować jako „frakcję biomasową” (przynajmniej na poziomie 30–35% ogólnej masy paliwa alternatywnego) – pozwoli to na ograniczenie emisji dwutlenku węgla brutto emisji „unikniętej” w związku ze spalaniem „frakcji biomasowej”, dla której obecnie współczynnik emisji CO₂ = 0,
- w nowym rozporządzeniu wykonawczym Komisji Europejskiej w sprawie monitorowania emisji gazów cieplarnianych i w odnośnych przepisach polskich znalazły się zapisy o możliwości stosowania współczynnika emisji CO₂ ze spalania „frakcji biomasowej” w odpadach równego „zero” także dla spalania odpadów w piecach obrotowych (wg założeń projektowych Komisji Europejskiej współczynnik emisji CO₂ = 0 może być stosowany przy spalaniu odpadów w procesach wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu).

Należy w tym względzie uruchomić dyplomację Rzeczypospolitej Polskiej uczestniczącą w pracach nad polityką klimatyczną i wskazanym rozporządzeniem UE oraz organizacje przemysłu cementowego działające w Polsce i w Unii Europejskiej (np. CEMBUREAU), aby zadbały o stosowne przepisy istotne dla branży. Należy także wiedzę w tym obszarze upowszechniać w polskich strukturach władzy i administracji na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym.

Uwzględniając to, że cementownie w Polsce w chwili obecnej wyczerpały praktycznie wszystkie rezerwy, zarówno technologiczne, jak i w zakresie optymalizacji zużycia energii, a nadal przed branżą stoją wyzwania środowiskowe, uzasadnione jest **podejmowanie wspólnych z jednostkami naukowo-badawczymi projektów badawczo-rozwojowych. Muszą one mieć na celu opracowanie sposobów maksymalnego ograniczenia emisji dwutlenku węgla z procesów technologicznych i operacji technicznych realizowanych w cementowniach.**

Ze względu na negatywny stosunek społeczeństwa do wielu działań związanych z inwestycjami mającymi na celu zagospodarowanie odpadów, konieczna jest kontynuacja przez poszczególne cementownie kontaktów ze społecznościami lokalnymi, włączenie się cementowni w działalność społeczną i edukacyjną w obszarze edukacji ekologicznej, szerokie informowanie o roli przemysłu cementowego w gospodarce odpadami oraz o gospodarce o obiegu zamkniętym oraz ciągłe utrzymywanie tych kontaktów w przyszłości na właściwym poziomie. Oznacza to uruchomienie permanentnych i zaplanowanych programów społecznej odpowiedzialności biznesu. Prowadzić to będzie do potrzebnej branży zmiany wizerunkowej, jej pozytywnego wkładu w obszarze edukacji ekologicznej i komunikacji społecznej.

Przemysł cementowy w Polsce w ciągu ostatnich 30 lat bardzo się zmienił. Na początku lat 90. XX wieku większość cementowni zaliczana była do zakładów uciążliwych dla środowiska (niektóre znajdowały się na tzw. Liście 80, na której były zakłady **szczególnie** uciążliwe dla środowiska). Nie wszystkie cementownie były w stanie zrealizować ustalone programy naprawcze i zostały zlikwidowane. Te, które obecnie w Polsce funkcjonują, są zaliczane do najnowocześniejszych w Europie. Jest to efekt ogromnego wysiłku inwestycyjnego właścicieli cementowni, rygorystycznego przestrzegania obowiązujących wymogów prawnych i ciągłego podnoszenia poziomu kwalifikacji pracowników.

Nie bez znaczenia dla dalszego rozwoju cementowni jest ich uczestnictwo w programach „Społecznej odpowiedzialności biznesu” (CSR), w ramach których przedsiębiorstwa w swoich działaniach dobrowolnie uwzględniają interesy społeczne, aspekty środowiskowe, relacje z różnymi grupami społecznymi (w szczególności ze społecznością lokalną oraz z pracownikami).

W kontekście uwarunkowań związanych z gospodarką odpadami, przemysł cementowy zapewnia:

- 1) ochronę zasobów naturalnych, poprzez wykorzystywanie odpadów i produktów ubocznych z innych gałęzi przemysłu (np. popiołów lotnych z energetyki i żużli z hutnictwa) do sporządzania mieszanek surowcowych niezbędnych do produkcji klinkieru, cementu i betonu,
- 2) wykorzystanie frakcji palnej odpadów (w tym odpowiednio przetworzonych do postaci paliw alternatywnych – RDF) jako nośnika energii niezbędnej do wypalania klinkieru (piece obrotowe do wypalania klinkieru są aktualnie najbardziej skutecznymi instalacjami do termicznego przekształcania odpadów – temperatura mieszaniny surowcowej osiąga 1450°C, zaś temperatura gazów – ponad 2000°C).

Należy dodać, że zarówno produkcja klinkieru, jak i produkcja cementu są procesami bezodpadowymi (stałe produkty spalania w piecu obrotowym „stapiają się” w klinkier, zaś pyły zatrzymywane na filtrach są wykorzystywane do produkcji cementu).

Przemysł cementowy wykreował w Polsce produkcję paliw alternatywnych. Dzięki „zapotrzebowaniu” cementowni na alternatywne (w stosunku do tradycyjnych paliw, np. węgla) nośniki energii niezbędnej do wypalania klinkieru powstało w Polsce kilkadziesiąt instalacji, w których przetwarza się odpady nienadające się do recyklingu albo ponownego użycia na paliwa alternatywne (RDF). Dzięki temu ok. 1,5–2 mln odpadów co roku nie trafia na składowiska, ale jest zagospodarowywane jako „surowiec” do produkcji paliw alternatywnych. Należy dodać, że przemysł cementowy, kierując się zasadami gospodarki w obiegu zamkniętym, planuje zwiększenie udziału paliw alternatywnych w bilansie energetycznym wypalania klinkieru do 90%.

Przemysł cementowy uczestniczy i dalej chce uczestniczyć w realizacji ambitnych strategii rozwojowych Unii Europejskiej, z niekwestionowaną korzyścią dla polskiej gospodarki i polskiego społeczeństwa. Chce osiągać cele wynikające z Europejskiego Zielonego Ładu i idei Gospodarki w Obiegu Zamkniętym, przy utrzymaniu konkurencyjności polskich przedsiębiorstw. Aby to było możliwe, konieczna jest stabilność i przewidywalność

zasad prawnych i ekonomicznych odnoszących się do sektora. Tylko stabilność i przewidywalność zasad pozwala na racjonalne planowanie w tym w zakresie nowych inwestycji, które są niezbędne dla zapewnienia możliwości aktywnego uczestnictwa sektora cementowego w realizacji celów prorozwojowych Polski.

Mając powyższe na względzie, w szczególności uwzględniając istniejący potencjał przemysłu cementowego w zakresie wykorzystania odpadów w procesach produkcyjnych (w tym jako składników mieszanek surowcowych i jako nośników energii), wyrażamy pogląd, że branża cementowa powinna być reprezentowana w zespołach powoływanych przez Ministra Klimatu i Środowiska, w których analizowane są kierunki dalszego rozwoju systemu gospodarki odpadami.

Szczególnie jesteśmy zainteresowani udziałem w:

- zespole doradczym do spraw systemowych rozwiązań w zakresie gospodarki odpadami (powołanym Zarządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 listopada 2020 r.),
- zespole do spraw wsparcia budowy elektrociepłowni opalanych wysokenergetyczną frakcją odpadów komunalnych (powołanym Zarządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 października 2020 r.).

Liczymy także na to, że Ministerstwo Klimatu i Środowiska uwzględni uwagi i propozycje zmian w „projekcie aktualizacji Krajowego planu gospodarki odpadami, w związku z nową unijną perspektywą finansową na lata 2021–2027”, które zostały przygotowane przez Stowarzyszenie Producentów Cementu, po szerokich konsultacjach z cementowniami.

Propozycja zapisów w dotyczących termicznego przekształcania odpadów, zawarta w wymienionym wyżej projekcie „Aktualizacji ...”, narusza ustalone dotychczas zasady gospodarowania frakcją palną odpadów komunalnych, ograniczając udział cementowni w wykorzystywaniu frakcji palnej odpadów komunalnych (jako składników RDF) i może przyczynić się do ponoszenia w najbliższych latach zbędnych wydatków na budowę instalacji do termicznego przekształcania odpadów, co obciąży społeczeństwo zwiększonymi kosztami odbioru odpadów komunalnych.

Cementownie, w których prowadzony jest już od wielu lat proces termicznego przekształcania odpadów, i posiadają instalacje przystosowane do współspalania RDF (głównym składnikiem RDF są frakcje palne odpadów komunalnych), potraktowano jako „rezerwę mocy”, określając przewidywaną ilość odpadów, które zostaną poddane termicznemu przekształcaniu w cementowniach, na 600–800 tys. Mg/rok, zakładając, że w cementowniach termicznie przekształcane będą odpady palne z przemysłu.

Przemysł cementowy już obecnie zużywa ok. 1,7 mln Mg paliw alternatywnych, w skład których wchodzi przede wszystkim frakcja palna odpadów komunalnych (70–95%) oraz odpady palne z przemysłu (5–30%, w zależności od możliwości pozyskania takich odpadów).

Zakładając rosnące zapotrzebowanie na cement, można przyjąć, że cementownie są w stanie wykorzystać do produkcji klinkieru nawet 3 mln Mg na rok paliw alternatywnych, czyli przyczynić się do „zagospodarowania” w sposób bezpieczny dla środowiska i korzystny dla gospodarki ok. 2,5–2,9 mln Mg odpadów komunalnych, bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów, obciążających budżety samorządów i społeczeństwa. Potraktowanie, w Krajowym planie gospodarki odpadami, cementowni jako „rezerwy mocy” dla termicznego przekształcania frakcji palnej odpadów komunalnych (będącej składnikiem paliw alternatywnych, przygotowanych zgodnie z wymogami wynikającymi ze specyfiki działania instalacji do produkcji klinkieru) stanowić będzie istotny problem dla przemysłu cementowego (problemy z pozyskaniem paliw alternatywnych i być może konieczność wprowadzenia zmian w układach technologicznych instalacji do produkcji klinkieru) ale także przyczyni się do wzrostu kosztów zagospodarowania odpadów komunalnych (w 2020 r. spalarnie odpadów komunalnych znacznie podniosły ceny przyjęcia odpadów komunalnych do termicznego przekształcania z instalacji komunalnych).

Ograniczenie możliwości wykorzystywania frakcji palnej odpadów komunalnych, jako „składnika” paliw alternatywnych wykorzystywanych w cementowniach, wpłynie także negatywnie na możliwość osiągnięcia przez przemysł cementowy celów wynikających z polityki klimatycznej i pogorszy sytuację konkurencyjną przemysłu, który jest i pozostanie istotnym elementem w systemie gospodarczym Polski.

Przemysł cementowy jest i będzie sektorem kluczowym dla realizacji programów prorozwojowych w Polsce. Zamierzenia infrastrukturalne (autostrady, drogi szybkiego ruchu, energetyka jądrowa i wiatrowa i inne) oraz programy związane z budownictwem mieszkaniowym będą możliwe do realizacji dzięki „produktom” przemysłu cementowego. Realizacja zamierzeń prorozwojowych, m.in. dzięki przemysłowi cementowemu, stworzy tysiące nowoczesnych miejsc pracy, przyczyniając się do poprawy warunków życia Polaków.

Branża cementowa deklaruje aktywne i konstruktywne uczestnictwo w inicjatywach Ministerstwa Klimatu i Środowiska, które mają na celu budowanie strategii, polityk, planów i programów realizacji celów wynikających z Europejskiego Zielonego Ładu i idei Gospodarki w Obiegu Zamkniętym, a także przy opracowywaniu innych dokumentów programowo-planistycznych służących rozwojowi Polski.



2. **CEL** **RAPORTU**

Produkcja cementu jest jedną z tych gałęzi przemysłu, które mają największy wpływ na rozwój gospodarczy. Dostarcza ona bowiem produkt, który jest filarem budownictwa, i to od starożytności. Cement odegrał też ważną rolę w rozwoju gospodarczym naszego kraju od XIX w. (SPC, 2020a). Obecnie jednak przemysł cementowy jest także niezwykle istotny w systemie ochrony środowiska, po pierwsze w gospodarce odpadami oraz po drugie - dostarczając kluczowe materiały konstrukcyjne dla technologii odnawialnych, zrównoważonych budynków czy niskoemisyjnego transportu. Przemysł cementowy faktycznie umożliwia realizację idei Europy neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla.

Polski przemysł cementowy należy współcześnie do liderów rynku europejskiego. Polska jest drugim w Europie producentem cementu. Roczna wartość dodana tej branży do polskiego PKB w 2017 r. to 3,8 mld PLN (FilaryBiznesu, 2020). Wnosi ona także ok. 21,8 tys. miejsc pracy oraz ok. 1,9 mld PLN do budżetu sektora finansów publicznych (EY, 2020: 4). Sektor budowlany zaś w 2018 r. wygenerował 206,2 mld zł, czyli 8% polskiego PKB (Rozkrut, Kowalczyk, Boguszewski, 2020: 10). Polski przemysł cementowy jest także liderem w zakresie realizacji celów ekologicznych. Korzyści z popytu generowanego przez branżę cementową uzyskują zaś sektory: transportu, usług pocztowych i telekomunikacyjnych, sektor energii elektrycznej, gazu, wody oraz recyklingu, górnictwo i wydobywanie. Jest on także istotny dla realizacji celów rozwoju lokalnego (EY, 2020: 4).

W Polsce funkcjonują zakłady wyposażone w najlepsze i najnowocześniejsze w Europie i na świecie technologie. Wydatki inwestycyjne branży cementowej w Polsce w latach 1995-2017 osiągnęły kwotę prawie 9,7 mld PLN i obejmowały wymianę linii technologicznych, budowę lub modernizację magazynów oraz zmiany procesowe (EY, 2020). Jednak jednym z najistotniejszych wydatków inwestycyjnych branży na przestrzeni ostatnich lat były nakłady na ochronę środowiska. W tym obszarze poczyniono **jedne z największych technologicznych postępów w polskim przemyśle**. Obecnie przemysł cementowy w Polsce to nowoczesne zakłady wyposażone w najnowsze rozwiązania. Dzięki temu zakłady są efektywne energetycznie i są w stanie spełniać surowe standardy środowiskowe. Jednym z filarów działania branży przemysłowej w Polsce jest od wielu lat **idea gospodarki w obiegu zamkniętym (GOZ)**, co w szczególności przekłada się na istotną rolę cementowni w krajowym systemie gospodarki odpadami.

Obecnie przemysł w Europie stanął wobec kluczowych wyzwań, które muszą być zrealizowane w ciągu kolejnych 30 lat. Jest to przede wszystkim realizacja celów Europejskiego Zielonego Ładu, czyli osiągnięcie 50% redukcji emisji z 1990 r. w 2030 r. i 100% redukcji tej emisji w 2050 r. Realizacja celu neutralności klimatycznej z całą pewnością przyczyni się do dalszych modyfikacji technologicznych, zwiększenia wykorzystania

energii odnawialnej i traktowania CO₂ jako zasobu, który może być zagospodarowany. Obok tych działań widoczne będą dalsze przedsięwzięcia zmierzające do zwiększenia zgodności działania branży z zasadami gospodarki w obiegu zamkniętym (GOZ).

Wymiar GOZ w przypadku branży cementowej to z jednej strony ujęcie w szerszym rozumieniu przyswojenia jej zasad w całym sektorze budownictwa. Zaś w węższym rozumieniu, gdzie przemysł cementowy wykazuje bezpośrednią odpowiedzialność za ochronę środowiska naturalnego, to wykorzystanie materiałów antropogenicznych w miejsce surowców pierwotnych. W tym kontekście zgodność procesu produkcji z GOZ przejawia się przede wszystkim poprzez wykorzystanie w przemyśle cementowym odpadów i półproduktów, takich jak popioły lotne czy żużle z procesów hutniczych, co skutkuje zastąpieniem surowców pierwotnych surowcami pochodzenia antropogenicznego. Dodatkowo obniża to zawartość klinkieru w cemencie, a więc prowadzi do mniejszego globalnego zużycia energii i redukcji emisji CO₂. Ponadto wykorzystywanie paliw alternatywnych produkowanych na bazie odpadów – w Polsce produkuje się ok. 2,6 mln ton paliw alternatywnych w ciągu roku, a cementownie zużywają obecnie łącznie około 1,7 mln ton tego paliwa, czego korzyścią jest redukcja emisji gazów cieplarnianych.

Stowarzyszenie Producentów Cementu (SPC), pracując w ramach Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Cementu CEMBUREAU zrzeszającego przemysł cementowy i opracowując strategię branży w celu realizacji neutralności klimatycznej do 2050 r., wskazuje na pięć głównych obszarów działań, tzw. 5C. Są to działania skupione wokół klinkieru, cementu, betonu, konstrukcji i rekarbonatyzacji betonu. Działania w ramach zmniejszenia emisyjności i wdrażania zasad GOZ w procesie produkcyjnym klinkieru odnoszą się w głównej mierze do polityki gospodarki odpadami. W 2018 r. **paliwa alternatywne pokryły 48% łącznego zużycia paliwa w piecach cementowych w Europie**, przy czym 16% tych paliw stanowiła biomasa (CEMBUREAU & SPC, 2020). Celem CEMBUREAU jest **osiągnięcie wskaźnika 60% paliw alternatywnych, w tym 30% biomasy w 2030 r. i 90% paliw alternatywnych, w tym 50% biomasy do 2050 r.** Polskie cementownie już obecnie osiągają wykorzystanie paliw alternatywnych średnio na poziomie ok. 70%. Rola przemysłu cementowego w polskim systemie gospodarki odpadami jest olbrzymia.

Niniejszy raport dotyczy kwestii realizacji idei gospodarki w obiegu zamkniętym (GOZ) w ujęciu gospodarki odpadami w przemyśle cementowym. Celem raportu jest w szczególności:

1. zaprezentowanie mechanizmów kierujących polskim systemem gospodarki odpadami, które wpływają na przemysł cementowy,
2. omówienie w jaki sposób przemysł cementowy wpływa na gospodarkę odpadami w Polsce,
3. dokonanie przeglądu kluczowych ram prawnych określających wpływ przemysłu cementowego na realizację postulatów GOZ w ujęciu gospodarki odpadami.
4. dokonanie przeglądu dobrych praktyk w zakresie gospodarki odpadami w przemyśle cementowym,
5. analiza danych liczbowych oraz aktualnych i przyszłych uwarunkowań w zakresie krajowego systemu gospodarki odpadami w zestawieniu z działaniami branży cementowej,
6. wskazanie rekomendacji w zakresie uwarunkowań prawnego i gospodarczego funkcjonowania systemu gospodarki odpadami w sposób umożliwiający zachowanie osiągnięć przemysłu cementowego w tym obszarze.



3. **WYZWANIA** **ŚRODOWISKOWE** **PRZEMYSŁU** **CEMENTOWEGO**

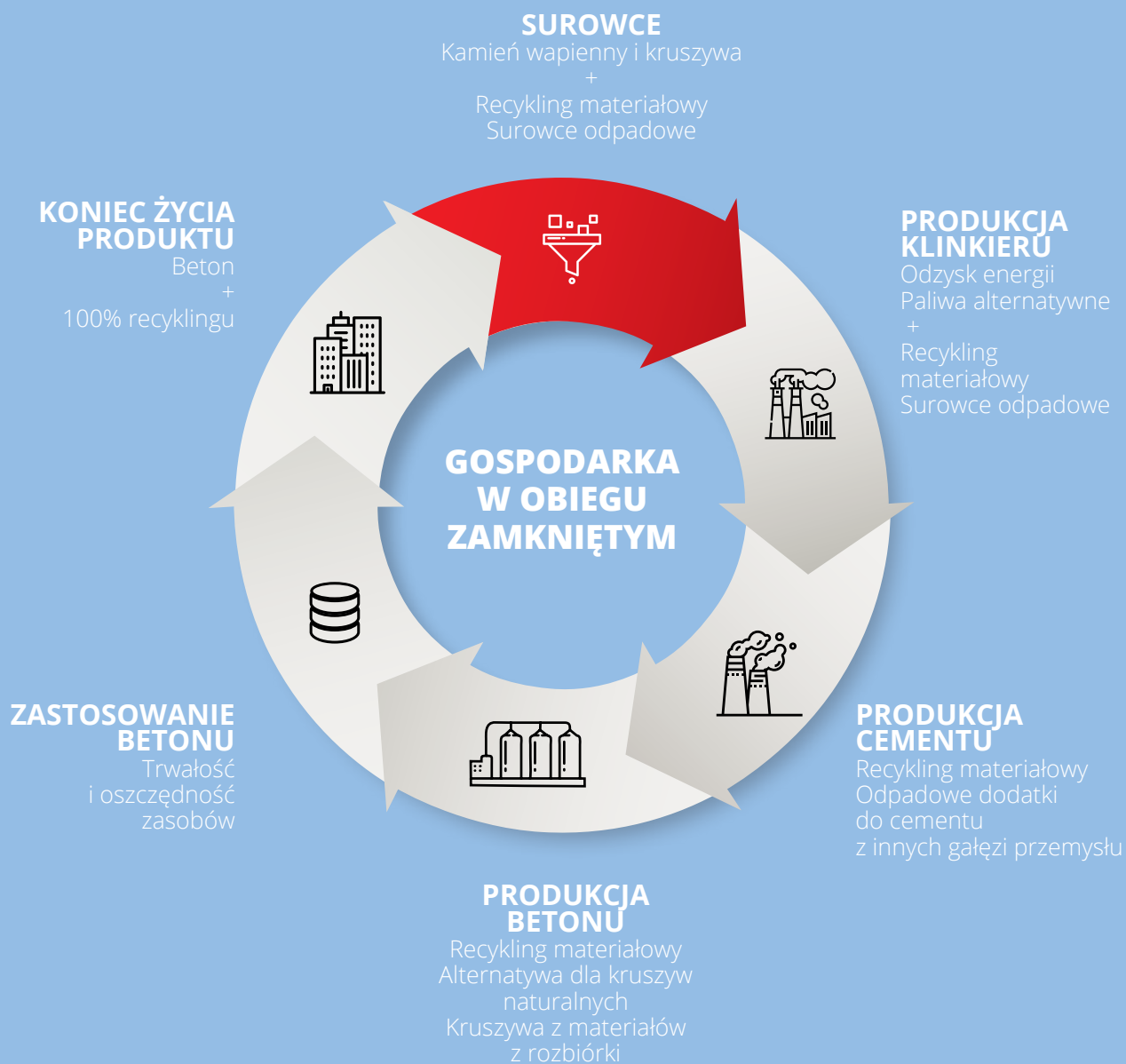
3.1. Działania przemysłu cementowego dla ochrony środowiska

W ostatniej dekadzie nie tylko negatywne oddziaływanie zakładów cementowych na środowisko zostało radykalnie ograniczone, ale ponadto przemysł cementowy zaczął przynosić istotne korzyści środowisku naturalnemu. Radykalne zmniejszenie oddziaływania zakładów cementowych na środowisko zostało osiągnięte dzięki przeprowadzonej gruntownej modernizacji technicznej. Emisja pyłów, z którą najczęściej w przeszłości kojarzył się obraz cementowni, stała się nieznaczna. Obecnie emisja pyłów wynosi ok. 0,03 kg na jedną tonę wyprodukowanego cementu, podczas gdy na początku lat 90. wynosiła ok. 5 kg. Wyeliminowanie mokrej metody produkcji klinkieru cementowego przyniosło zmniejszenie zużycia energii cieplnej, a tym samym ilość emitowanych gazów odlotowych. Spowodowało to zarówno bardzo duże ograniczenie emisji CO₂, jak również znaczną redukcję emisji innych zanieczyszczeń pyłowych i gazowych. **Ilość emitowanego do atmosfery CO₂ ze spalania paliwa, przypadająca na jednostkę wypalanego klinkieru, zmniejszyła się o ok. 40% w porównaniu do początku lat 90.**

Korzyści dla środowiska naturalnego przemysł cementowy generuje także poprzez zużywanie do produkcji cementu ok. **4 mln ton odpadów rocznie**. Dzięki temu odpady są eliminowane ze środowiska i jednocześnie zachowuje się rezerwy surowców oraz paliw kopalnych.

Możliwość stosowania odpadów przemysłowych i poeksploatacyjnych jako surowców do produkcji klinkieru i dodatków do cementu wpływa korzystnie na globalną emisję zanieczyszczeń do atmosfery. Szczególne znaczenie ma tutaj wykorzystanie odpadów jako dodatków do cementu. Takie wykorzystanie odpadów, dzięki zmniejszeniu udziału klinkieru w cemencie, powoduje bowiem obniżenie jednostkowego zużycia energii na wyprodukowanie gotowego wyrobu, a więc i ilości emitowanych gazów na jednostkę produkcji. W 2017 r. wykorzystano w tym celu około 4,3 mln ton odpadów. Zużyto również ok. 1,6 mln ton odpadów palnych, które nie mogą być wtórnie wykorzystywane do recyklingu. Odzyskana z ich spalania energia cieplna stanowiła 64% całkowitej energii zużytej na wypalanie klinkieru. W przypadku wielu rodzajów odpadów jedyną alternatywną metodą ich utylizacji byłoby spalanie ich w spalarniach konwencjonalnych, co spowodowałoby dodatkową emisję zanieczyszczeń do atmosfery. Natomiast współspalanie odpadów w zakładach cementowych **nie wpływa na zwiększenie globalnej emisji, a wręcz przyczynia się do jej zmniejszenia**.

RYS. 1. **GOSPODARKA W OBIEGU ZAMKNIĘTYM W PRZEMYŚLE CEMENTOWYM.**



Źródło: Hight-Level Group on Energy-Intensive Industries, 2019

3.2. Europejski Zielony Ład

Europejski Zielony Ład (*EU Green Deal*), jako kompleksowa strategia Unii Europejskiej (UE) w obszarze ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatycznym, to wyzwanie dla przemysłu, w szczególności energochłonnego. Większość sformułowanych w nim ambicji UE będzie musiała przełożyć się na konkretne działania wspierające pomyślną transformację przemysłową w nadchodzących latach. Przemysł cementowy jest nieodzowny dla europejskiej gospodarki, ponieważ dostarcza komponenty kluczowe dla europejskich łańcuchów wartości. Cement i beton faktycznie umożliwiają realizację idei tworzenia Europy neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla, bowiem dostarczają kluczowe materiały konstrukcyjne dla technologii odnawialnych, zrównoważonych budynków oraz niskoemisyjnego transportu.

Przemysł cementowy ma do odegrania kluczową rolę we wdrażaniu założeń Europejskiego Zielonego Ładu i idei Gospodarki w Obiegu Zamkniętym. Branża wykorzystuje różnorodne strumienie odpadów jako alternatywne paliwo i surowce w procesach produkcyjnych. Dodatkowo beton jest produktem w pełni podlegającym recyklingowi. Istotne jest, aby państwa, wdrażając strategię Europejskiego Zielonego Ładu, stworzyły regulacje środowiskowe, które zachęcą do inwestowania w technologie niskoemisyjne oraz zapewnią długoterminowe korzyści z inwestycji. Kluczowa jest stabilność i pewność prawa oraz sprzyjanie konkurencyjności branży. Należy pamiętać, że branże energochłonne, takie jak cement, już teraz zmagają się z niedoborem uprawnień zgodnych z zasadami UE ETS (Europejski System Handlu Emisjami). Zwiększa to koszt produkcji, a także potęguje ryzyko przenoszenia produkcji. W tym kontekście niepewność legislacyjna w zakresie gospodarki odpadami będzie oznaczała kolejne zmniejszenie konkurencyjności i w efekcie zwiększenie kosztu produkcji i cen (CEMBUREAU, 2019).

CEMBUREAU opublikowało własną mapę drogową neutralności pod względem emisji dwutlenku węgla oraz gospodarki odpadami. Organizacja wskazuje, że europejski przemysł cementowy długo i aktywnie pracował nad redukcją emisji CO₂. Od 1990 r. zmniejszył względną emisję CO₂ o ok. 15%. Uważa ona, że droga do neutralności węglowej do 2050 r. wymaga pośrednich celów. Do 2030 r. należy zmniejszyć emisję CO₂ o 30% dla cementu oraz o 40% dla pełnego łańcucha wartości cementu i betonu (Cembureau, 2020).

3.3. Gospodarka w obiegu zamkniętym a energochłonny przemysł cementowy

3.3.1. Gospodarka w obiegu zamkniętym w przemyśle cementowym

W grudniu 2015 r. strony Porozumienia Paryskiego zobowiązały się wspólnie do utrzymania wzrostu globalnej temperatury poniżej 2°C i kontynuowania wysiłków w celu ograniczenia wzrostu temperatury do 1,5°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej. Przemysły energochłonne, w tym przemysł cementowy, reprezentują krytyczne i strategiczne łańcuchy wartości, które umożliwiają gospodarce i społeczeństwu UE rozwój w dziedzinach transportu, budownictwa i energetyki. Przemysły te produkują towary, które umożliwiają redukcję emisji w innych sektorach gospodarki. Badania wykazały, że gospodarka o bardziej zamkniętym obiegu

RYS. 2. **NEUTRALNOŚĆ KLIMATYCZNA PRZEMYSŁU CEMENTOWEGO
W PERSPEKTYWIE DO 2030 R.**



może przynieść głębokie cięcia emisji z przemysłu ciężkiego. Stąd, europejskie przemysły energochłonne określiły priorytety związane z maksymalizacją realizacji idei GOZ (High-Level Group on Energy-Intensive Industries, 2019).

Global Cement and Concrete Association wskazuje, że przemysł betonowy i cementowy jest kluczowym ogniwem gospodarki o obiegu zamkniętym. Wykorzystuje on w betonie kruszywa pochodzące z recyklingu/wtórne i cementowe przemysłowe produkty uboczne, oraz w piecach cementowych alternatywne paliwa /surowce (Global Cement and Concrete Association, 2020).

Zasady **gospodarki o obiegu zamkniętym** i ekologii przemysłowej są stosowane przez przemysł cementowy i betonowy od dziesięcioleci poprzez wykorzystywanie produktów ubocznych innych gałęzi przemysłu i różnych innych materiałów wtórnych, w tym odpadów komunalnych i odpadów z rozbiórki betonu. Beton jest trwały. Budynki można ponownie wykorzystać i zmienić ich przeznaczenie długo po wygaśnięciu pierwotnego okresu użytkowania, maksymalizując wykorzystanie zasobów i spowalniając pętlę gospodarki o obiegu zamkniętym. Trwałość betonu sprawia, że idealnie nadaje się do tzw. **projektowania do demontażu**. Elementy można projektować do odzyskiwania i ponownego wykorzystania w nowych projektach. Pod koniec okresu użytkowania, jeżeli ponowne użycie, zmiana przeznaczenia lub demontaż nie są możliwe, odpady z rozbiórki betonu można poddać recyklingowi jako kruszywo, zmniejszając zarówno wydobycie nowych surowców, jak i ilość odpadów wysyłanych na składowiska (Global Cement and Concrete Association, 2020).

3.3.2. Dodatkowe materiały cementowe i alternatywne paliwa/surowce

W celu częściowego zastąpienia klinkieru w cemencie lub w betonie powszechne jest stosowanie dodatkowych materiałów cementowych, często produktów ubocznych z innych gałęzi przemysłu, takich jak popiół lotny z elektrowni węglowych i mielony granulowany żużel wielkopiecowy z produkcji rudy żelaza. Typowe poziomy zastąpienia wynoszą od 30% do 50%. W niektórych zastosowaniach właściwości betonu są przez te produkty uboczne pożytecznie poprawiane, a nieużyte byłyby składowane na wysypiskach.

Podobnie paliwa alternatywne produkowane na bazie odpadów komunalnych i przemysłowych mogą być stosowane jako częściowy substytut tradycyjnych paliw kopalnych, takich jak węgiel i koks ponaftowy, w piecu cementowym. Współspalanie ogranicza zużycie paliw wysokoemisyjnych, a także przyczynia się do realizacji idei gospodarki o obiegu zamkniętym, wykorzystując materiały w innym przypadku przeznaczone na składowiska lub do spalarni. Ponadto paliwa alternatywne zawierają pierwiastki potrzebne do produkcji klinkieru, co pomaga zmniejszyć zużycie surowców.

W roku 2018 paliwa alternatywne pokryły 48% łącznego zużycia paliwa w piecach cementowych w Europie, przy czym 16% tych paliw stanowiła biomasa. Nie ma przeszkód technicznych, aby zwiększyć zużycie paliw alternatywnych do ponad 90%, pod warunkiem ich lokalnej dostępności. W przemyśle cementowym w Europie kilka zakładów osiąga wysokie poziomy **dzięki właściwemu środowisku regulacyjnemu, społecznej akceptacji i wsparciu inwestycji.** Przykładami są cementownie w Allmendingen w Niemczech (wykorzystująca 95% paliw alternatywnych) oraz w Retznei w Austrii (wykorzystująca do 100% paliw alternatywnych oraz do 12% alternatywnych surowców). Ponadto prowadzone są badania (choć na wczesnym etapie) nad wykorzystaniem ogrzewania elektrycznego do kalcynacji surowców, co mogłoby w przyszłości skutkować zmniejszeniem emisji CO₂ z paliwa o 55% w przypadku użycia odnawialnej energii elektrycznej. W połączeniu z wykorzystaniem w produkcji klinkieru wodoru i paliw z biomasy mogłoby to skutkować prawie zerową emisją CO₂ z paliwa. Wskazany w Mapie Drogowej 2050 „celem” Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Cementu jest **osiągnięcie wskaźnika 60% paliw alternatywnych, w tym 30% biomasy, w 2030 r. i 90% paliw alternatywnych, w tym 50% biomasy, do 2050 r. (CEMBUREAU 2020).**

3.3.3. Przyszłość – Projektowanie pod demontaż (nakierowane na recykling)

Celem projektowania pod demontaż jest pomoc w rozbiórce (wyburzeniu) poprzez planowanie i projektowanie, co pozwala na łatwiejsze usuwanie komponentów i materiałów, ułatwiając ich późniejsze ponowne wykorzystanie. Zapewnia to ekonomiczne i środowiskowe korzyści budownictwu, mieszkańcom i społecznościom. Pomaga również zmniejszyć zużycie surowców, a także zmniejszyć ilość odpadów podczas budowy, renowacji i rozbiórki. Trwałość, odporność mechaniczna i ogniowa betonu, globalna dostępność, różnorodność typów i form, a także elastyczność w projektowaniu i zastosowaniu, stwarzają znaczny potencjał w zakresie demontażu i ponownego wykorzystania.

3.4. Odpowiedź europejskiego przemysłu cementowego na wyzwania środowiskowe

3.4.1. Podejście 5C

Europejski przemysł cementowy aktywnie pracuje nad redukcją emisji. Od 1990 r. zmniejszył względną emisję CO₂ o ok 15%. Już w 2013 r. Europejskie Stowarzyszenie Producentów Cementu opracowało plan działania, ustalając cel redukcji emisji CO₂ o 80% do 2050 r. Plan działania został uzupełniony w 2018 r. o „podejście 5C”, które promuje współpracę wzdłuż łańcucha wartości

klinkieru-cementu-betonu-konstrukcji-rekarbonizacji obejmującego wszystkie podmioty, które pomogą przekształcić wizję niskoemisyjną w rzeczywistość.

W ramach „podejścia 5C” kluczowe inicjatywy ukierunkowane na osiągnięcie neutralności emisyjnej przemysłu cementowego do 2050 r. to:

- 3,5% redukcji CO₂ przy użyciu materiałów zdekarbonizowanych do 2030 r. i do 8% redukcji do 2050 r.,
- osiągnięcie poziomu 60% zużycia alternatywnego paliwa zawierającego 30% biomasy w 2030 r. oraz poziomu 90% zużycia paliwa alternatywnego zawierającego 50% biomasy do 2050 r.,
- Redukcja emisji procesowej CO₂ o 2% do 2030 r. i 5% do 2050 r. poprzez opracowanie nowych rodzajów klinkieru otrzymywanych w nieco niższej temperaturze niż tradycyjny klinkier portlandzki,
- 4% poprawy termicznej efektywności do 2030 r., aby w 2050 r. osiągnąć 14%. Do 2050 r. całkowite wykorzystanie różnych metod wychwytywania dwutlenku węgla, jako techniki, która pozwoli zmniejszyć techniki zmniejszą emisję CO₂ o 42%,
- przejście od średniej 77% do 74% klinkieru w cemencie do 2030 r. celem dojścia do 65% do 2050 r.,
- przejście na 100% energii odnawialnej, co spowoduje ogólną redukcję CO₂ o 6%,
- cyfryzacja, optymalizacja mieszanki betonowej i zwiększenie ilości nowych domieszek w betonie o 5% w 2030 r. oraz 15% do 2050 r.

Przejście gospodarek w kierunku neutralności klimatycznej i gospodarki o obiegu zamkniętym, która wykorzystuje zasoby w sposób zrównoważony, mogą tworzyć nowe lub dodatkowe możliwości biznesowe dla przemysłu cementowego. Szanse rodzą dziedziny odnawialnych źródeł energii, takich jak np. fundamenty dla morskich farm wiatrowych, efektywność energetyczna budynków, wykorzystanie wychwytywania CO₂. Transformacja europejskiego, w tym polskiego, przemysłu cementowego może przyczynić się nie tylko do światowego przywództwa UE w dziedzinie neutralności klimatycznej i zrównoważonego rozwój, lecz również technologii i produktów dla tych celów. Dla realizacji tych ambicji niezbędne jednak są przewidywalne, sprawiedliwe i zrównoważone regulacje na poziomie zarówno europejskim, jak i krajowym.

3.4.2. Uwzględnienie czasu niezbędnego do udanej transformacji technologicznej i produktowej

Płynne i stopniowe przejście w kierunku neutralności klimatycznej warunkowane musi być wdrażaniem polityk promujących rozwiązania innowacyjne i neutralne dla klimatu oraz wzmacniające dla gospodarki w obiegu zamkniętym. Uwzględniać one muszą stan obecny produktów i globalnej konkurencyjności przemysłu cementowego UE. Proces transformacji należy wyraźnie podzielić na trzy etapy. W pierwszym etapie, w krótkim okresie, procesy produkcyjne są nadal w dużej mierze oparte na istniejących technologiach, opracowywane są przełomowe technologie, które są testowane na dużą skalę. W drugim etapie, w perspektywie średnioterminowej, zwiększana jest skala wdrażania technologii przełomowych, uruchamiane są technologie innowacyjne,

ale wymaga to poważnych inwestycji, a one same stanowią niewielki udział w procesach produkcyjnych. W trzecim etapie, w dłuższej perspektywie, nastąpi przełom technologiczny na szeroką skalę, a innowacyjne procesy i produkty osiągną wystarczającą dojrzałość rynkową. Podział ten wynika z faktu długiego cyklu inwestycyjnego i długiego zwrotu z inwestycji, które charakteryzują rozwiązania ochrony środowiska, w tym w aktywa i rozwiązania technologiczne związane z gospodarką odpadami.

3.4.3. Stworzenie rynków dla produktów i procesów neutralnych dla klimatu i gospodarki o obiegu zamkniętym

Przemysł cementowy jest jednym z kluczowych komponentów długich łańcuchów wartości dostarczających produkty i materiały, w tym te, które są istotnymi współtwórcami transformacji klimatycznej. Priorytetem jest wspieranie popytu i konkurencyjności neutralności klimatycznej oraz obiegu zamkniętego poprzez rozwiązania ekonomiczne, tj. działania po stronie kreowania popytu. Kluczowe są ramy regulacyjne dotyczące dostarczania produktów z niskim wpływem na środowisko naturalne, co może być odzwierciedlone np. w zamówieniach publicznych, etykietowaniu lub normalizacji. W każdej z tych inicjatyw regulacyjnych niezbędne będzie uwzględnienie, że emisja CO₂ i wytwarzanie odpadów nie ustaje po ulokowaniu produktu na rynku, ale rozciąga się na jego stosowanie i jego usuwanie na koniec życia. Ocena pełnego i szerokiego cyklu życia produktów, który zapewnia równe traktowanie wszystkich materiałów to konieczny warunek wstępny dalszego rozwoju środków regulacyjnych. Takie uwarunkowania, wymagające szerszego spojrzenia na cały system wpływu branży na gospodarkę w obiegu zamkniętym, występują w wykorzystaniu paliw alternatywnych. Produkty polskiego przemysłu cementowego, w odróżnieniu od produktów importowanych spoza Unii Europejskiej, mogą wykazywać się znaczącym udziałem procesów opartych na gospodarce w obiegu zamkniętym. Dodatkowo w ujęciu „projektowanie pod rozbiórkę” przemysł cementowy w ujęciu długoterminowym wpływa znacznie bardziej na środowisko niż jest to wycenione na poziomie ceny bezpośredniej produktu.

3.4.4. Rozwój świadomości klientów końcowych o pozytywnym wpływie przemysłu cementowego na wdrażanie idei gospodarki w obiegu zamkniętym

Wydaje się, że wśród konsumentów wiedza o idei gospodarki w obiegu zamkniętym oraz o wpływie przemysłu cementowego na jej wdrażanie jest w społeczeństwie polskim znikoma lub niewielka (warto przeprowadzić w tej mierze badania). Tymczasem współcześnie konsumenci stają się coraz bardziej świadomi ekologicznie i poszukują wiedzy w tej tematyce. Wdrażanie omawianej idei w perspektywie polityki ochrony konsumentów wymaga upowszechnienia informacji o produktach, w tym o ich wpływie na system ochrony środowiska. Ramy polityki ochrony konsumentów powinny określać silniejsze zachęty do wspierania transformacji na rozwiązania neutralne dla klimatu i o obiegu zamkniętym. Dostępność instrumentów wsparcia promocji produktów jako odpowiedzialnych środowiskowo elementów łańcucha wartości jest ważna z punktu widzenia zwiększenia akceptacji płacenia wyższej ceny za produkty o niższej „zawartości” CO₂ jak również wyższym udziale odpadowych materiałów wsadowych. Twierdzenia dotyczące zrównoważonego rozwoju powinny być dobrze uzasadnione i weryfikowalne. W szczególności muszą uwzględniać wszystkie etapy życia produktów

(od pozyskania surowców, produkcji, przez eksploatację do ponownego wykorzystania lub recyklingu).

3.4.5. Opracowywanie rozwiązań neutralnych dla klimatu i finansowanie ich absorpcji

Opracowywanie przemysłowych demonstratorów kluczowych i przełomowych technologii do 2030 r. będzie bardzo kapitałochłonne. Ustanowienie głównych programów B + R + I (np. w oparciu o środki z programów innowacyjności, spójności lub z Funduszu Odbudowy) obejmujących gotowość technologiczną na różnych poziomach, z naciskiem na przybliżanie rozwiązań do rynku, oraz osiągnięcie lepszej integracji z programami krajowymi, wspierane spójnymi zasadami pomocy państwa, będzie kluczowe dla skutecznej transformacji. Istotne jest, aby te instrumenty były dostępne w całym łańcuchu wartości. Niezbędne może być uzupełnianie finansowania unijnego o środki z krajowych narzędzi finansowania.

3.4.6. Budowa nowoczesnych kadr dla nowych wyzwań technologicznych oraz transformacja miejsc pracy wobec zmian w procesach produkcyjnych

Dla pewnych grup zawodowych transformacja klimatyczna będzie oznaczała zmianę profilu zadań lub konieczność przekwalifikowania na całkowicie nowe zawody. W celu dostosowania edukacji i szkoleń do pojawiających się nowych potrzeb w zakresie umiejętności na przyszłościowych stanowiskach pracy należy wdrażać polityki, które umożliwią dostępność nabywania umiejętności i praktyki. Istotne jest wsparcie w budowie systemu wymiany informacji i doświadczeń na każdym etapie budowania kadr wśród wszystkich podmiotów tworzących system edukacyjny. Kadry będą istotnym czynnikiem warunkującym przyciągnięcie nowoczesnych technologii, również w branży cementowej.

3.4.7. Równy dostęp do zasobów i możliwości wdrażania idei gospodarki w obiegu zamkniętym

Zapewnienie dostępu i dostępności zasobów w idei gospodarki w obiegu zamkniętym pozwoli na równomierny rozwój nowych technologii w różnych branżach. Zapewnienie dostępu do alternatywnych źródeł surowców poprzez promowanie stosowania surowców odnawialnych wtórnych, wykraczających poza produkcję energii, jest bardzo istotne z punktu widzenia przemysłu cementowego. Dostęp do odpadów, biomasy, zużli, będzie stanowił o długoterminowej zdolności do wdrażania idei gospodarki w obiegu zamkniętym, jak również o pozycji konkurencyjnej polskich cementowni. Większa skala obiegu materiałów jest istotną szansą dla sektorów, które są w dużym stopniu uzależnione od surowca, wykorzystując alternatywny surowiec o niższym śladzie węglowym. Przemysł

cementowy poszukuje surowców o niskim śladzie węglowym, ale należy zdawać sobie sprawę z ograniczeń technologicznych, które wynikają ze specyfiki produktu, jakim jest cement, a przede wszystkim jego głównego składnika, czyli klinkieru. W zakresie dostępu do surowców naturalnych (przede wszystkim nośniki węgla wapnia) poszczególne cementownie są zabezpieczone. W zakresie surowców alternatywnych (przede wszystkim żużli i popiołów lotnych) oraz alternatywnych nośników energii (paliw alternatywnych) cementownie muszą konkurować z innymi podmiotami. Przemysł cementowy potrzebuje zatem stabilnego i przewidywalnego otoczenia legislacyjnego, które zapewni możliwości konkurencji na rynku krajowym i rynkach międzynarodowych na równych zasadach, biorąc pod uwagę efektywność użytkowania surowców.

3.5. Przemysł cementowy w gospodarce odpadami

Każdego roku w Europie wytwarza się 2,5 mld ton odpadów. Aby poradzić sobie z produkcją odpadów i zmniejszyć zanieczyszczenie środowiska, należy odejść od spalania i składowania odpadów na wysypiskach oraz tworzyć bardziej zrównoważoną gospodarkę o obiegu zamkniętym (European Union, 2020).

Przemysł cementowy ma możliwość wykorzystania odpadów pochodzących z gmin czy firm poprzez współprzetwarzanie:

- wykorzystując duże ilości energii z paliw wytwarzanych z odpadów,
- poprzez zastąpienie pierwotnych materiałów mineralnych w klinkierze i cemencie „surowcami wtórnymi” (produktami ubocznymi i/lub odpadami).

Bardzo wysoka temperatura osiągnięta w piecu cementowym zapewnia, że proces spalania przebiega bez pozostałości, a produkt końcowy nie zawiera żadnych niebezpiecznych substancji (European Union, 2020).

Gospodarka odpadami w branży cementowej jest praktycznie bezodpadowa. Zastosowanie rozwiązań zgodnych z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT) powoduje, że ilość odpadów stałych z produkcji cementu oraz wykorzystywanych surowców została zminimalizowana. Zastosowane w sektorze cementu rozwiązania to przede wszystkim:

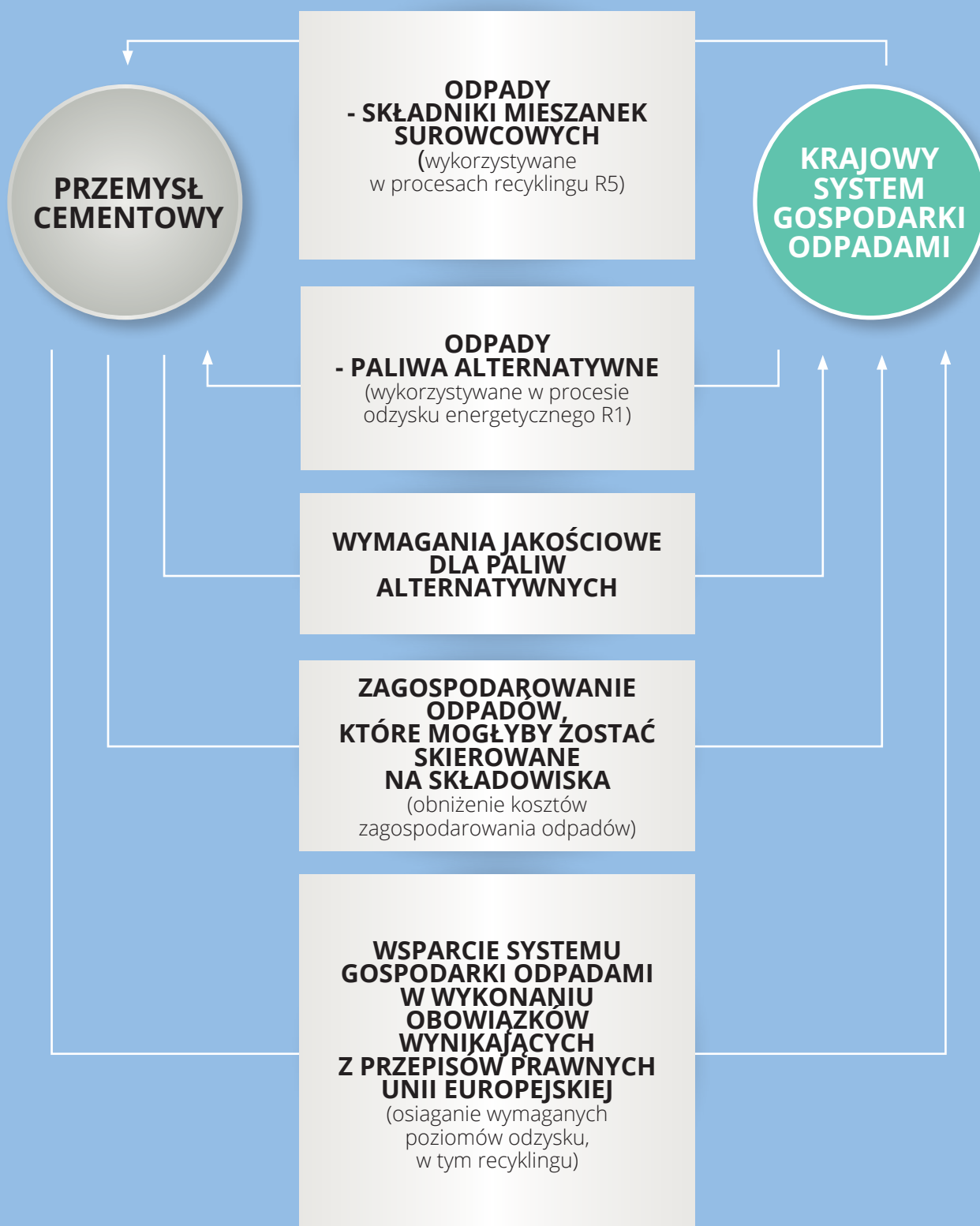
- ponowne wykorzystanie pyłu wychwyconego w procesie produkcji oraz wykorzystywanie pyłu do wytworzenia innych produktów komercyjnych,
- wykorzystywanie odpadów pochodzących z własnej produkcji w procesie wytwarzania cementu lub przekazywanie wytworzonych odpadów do zagospodarowania w innych sektorach.

Cementownie są ważnym elementem systemu gospodarki odpadami. Wykorzystują odpady z innych branż nie tylko jako dodatki w procesie produkcyjnym, ale także w ogromnych ilościach w postaci paliwa alternatywnego produkowanego na bazie odpadów. Paliwem takim jest RDF (ang. Refuse Derived Fuel), czyli odpowiednio wysortowana i przetworzona palna frakcja odpadów komunalnych i przemysłowych. Paliwo RDF powstaje w procesie odzysku odpadów posiadających wysoką wartość opałową, czyli z przetworzonych, palnych i rozdrobnionych odpadów o jednorodnej strukturze, na które składają się tworzywa sztuczne, folie, papier i drewno, charakteryzujące się wysoką wartością opałową (EY, 2020).

Rozpatrując relacje między przemysłem cementowym i krajowym systemem gospodarki odpadami, należy uwzględnić „sprzężenia zwrotne” pomiędzy tymi elementami polskiej gospodarki. Przemysł cementowy oddziałuje bowiem na krajowy system gospodarki odpadami, a krajowy system gospodarki odpadami oddziałuje na przemysł cementowy. Oddziaływania te dotyczą m.in. aspektów technologicznych oraz aspektów ekonomicznych, zgodnie z rysunkiem 3.

Proces produkcji w zakładach cementowych jest jedną z ważnych metod utylizacji i przetwarzania odpadów zarówno komunalnych, jak i przemysłowych. Opiera się on na unikalnym rozwiązaniu o nazwie *współprzetwarzanie* (ang. *co-processing*). Rozwiązanie to pozwala na jednoczesny recykling materiałów mineralnych i odzyskiwanie energii w ramach jednego procesu przemysłowego, czyli produkcji cementu. Efektywnie wykorzystuje się cały odpad, zarówno jego część organiczną, w postaci ciepła, jak i część mineralną, jako wartościowy składnik zestawu surowcowego. Spalanie paliw alternatywnych w piecach cementowych jest praktyką powszechnie stosowaną w krajach wysokorozwiniętych, która jest możliwa dzięki zastosowaniu wysokotemperaturowego procesu produkcji. Temperatura materiału w piecach cementowych osiąga poziom rzędu 1450°C, a temperatura gazów nawet 2000°C. Mineralna część odpadów zastępuje pierwotne materiały mineralne (takie jak wapień, glina lub surowce żelazonośne), a część palna zapewnia energię potrzebną do produkcji klinkieru. Technologia ta jest zgodna z rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcenia odpadów oraz sposobu postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu (EY, 2020; Geocycle, 2020).

RYS. 3. **SCHEMAT RELACJI MIĘDZY PRZEMYSŁEM CEMENTOWYM I KRAJOWYM SYSTEMEM GOSPODARKI ODPADAMI**



Źródło: Hight-Level Group on Energy-Intensive Industries, 2019

An aerial photograph showing a massive pile of discarded black tires filling a large area. A yellow truck with a white loader is positioned near the top left, and a yellow semi-trailer is parked behind it. The scene is set in an industrial or waste management area with a concrete surface.

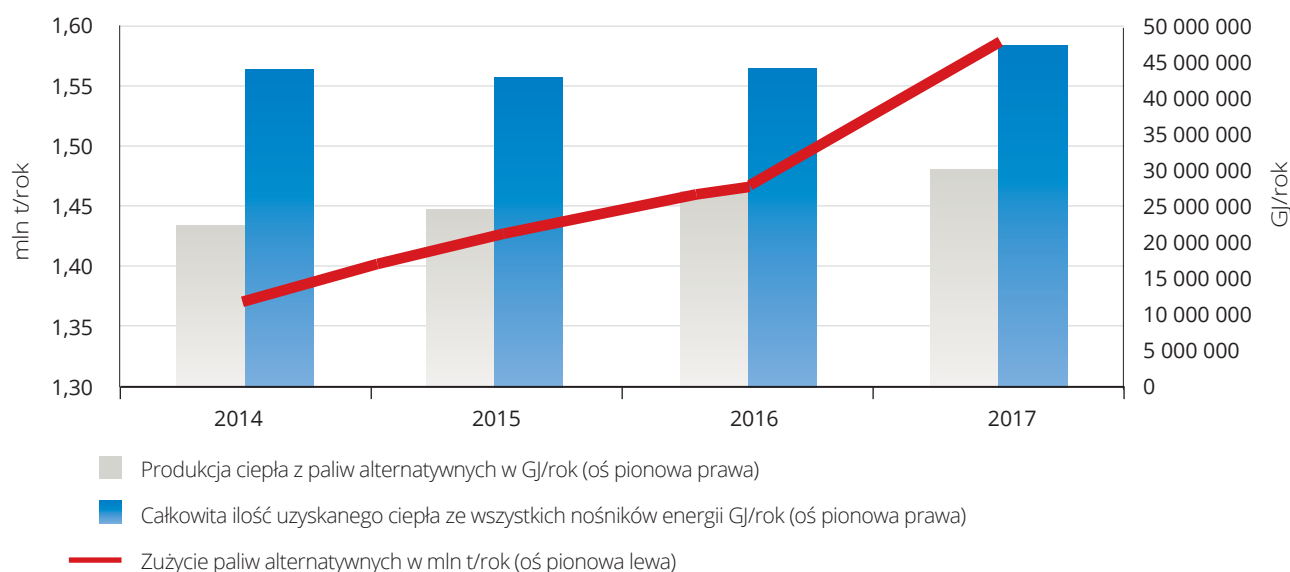
4. **ANALIZA AKTUALNEGO STANU SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI W POLSCE**



4.1. Mechanizm funkcjonowania

Odpady to substancje i przedmioty, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do pozbycia się jest zobowiązany. Wyróżnia się odpady komunalne, medyczne, obojętne, ulegające biodegradacji, weterynaryjne, z wypadków, a także przemysłowe (ustawa o odpadach; art. 3, pkt. 6-13; art. 144, ust. 2). Według danych GUS, łączny wolumen odpadów wytworzonych w Polsce w 2018 r. wyniósł ok. 127,8 mln Mg, z czego ok. 90,2% stanowiły odpady przemysłowe, natomiast pozostałe 9,8% stanowiły odpady komunalne. Przez odpady komunalne rozumie się odpady powstające w gospodarstwach domowych (z wyłączeniem pojazdów wycofanych z eksploatacji), a także odpady niezawierające odpadów niebezpiecznych powstające u innych wytwórców, o charakterze i składzie podobnym do odpadów wytwarzanych w gospodarstwach domowych. Według danych GUS za 2018 r. ok. 83,7% całości odpadów komunalnych pochodziło z gospodarstw domowych (Instytut Jagielloński, 2020; Ministerstwo Środowiska, 2020). Odpady przemysłowe są związane z działalnością człowieka na terenie zakładu przemysłowego. Są to materiały niepożądane w miejscu ich wytworzenia i nieobojętne dla środowiska. Zalicza się do nich odpady metaliczne i mineralne, opakowania, smary, oleje, popioły. Są one w różnej formie. Najwięcej odpadów przemysłowych generują branże takie jak hutnictwo, górnictwo, energetyka

RYS. 4. **ZUŻYCI PALIW ALTERNATYWNYCH OGÓŁEM ORAZ PRODUKCJA CIEPŁA Z PALIW ALTERNATYWNYCH W LATACH 2014-2017 (DANE SPC)**



Źródło: Hight-Level Group on Energy-Intensive Industries, 2019



TAB.1. **SELEKTYWNIE ZEBRANE ODPADY KOMUNALNE W POLSCE
W 2018 ROKU**

FRAKCJE ODPADÓW KOMUNALNYCH ZEBRANYCH SELEKTYWNIE	Tys. Mg
Biodegradowalne	1 015,0
Inne	966,0
Wielkogabarytowe	526,0
Szkło	505,0
Tworzywa sztuczne	331,0
Papier i tektura	269,0
Metale	12,0
Tekstylia	2,0
Niebezpieczne	2,0
RAZEM	3 608,0

Źródło: opracowanie własne



i przemysł ciężki (Ekologis, 2020). Odpady komunalne to jeden z najbardziej złożonych strumieni odpadów. Sposób gospodarowania nimi świadczy o jakości całego systemu gospodarowania odpadami w danym państwie. Gospodarowanie odpadami komunalnymi wymaga wysoce złożonego systemu obejmującego:

- efektywny system zbierania, sortowania i recyklingu,
- efektywny system postępowania z odpadami nienadającymi się do recyklingu,
- odpowiednie śledzenie strumieni odpadów,
- czynne zaangażowanie obywateli i przedsiębiorstw,
- odpowiednie moce przerobowe infrastruktury dostosowanej do konkretnego składu odpadów,
- kompleksowy system finansowania kosztów procesów zagospodarowania odpadów,
- kompleksowy system finansowania rozwoju infrastruktury koniecznej do prowadzenia wszystkich procesów;
- przepisy prawne, które wspierają stosowanie oraz finansowanie działań (w tym przedsięwzięć inwestycyjnych), które są zgodne z hierarchią gospodarki odpadami,
- przepisy prawa ustanawiające kontrolę działań realnych oraz finansowych,
- faktyczna kontrola działań realnych i finansowych.

Według danych Eurostat za 2018 r., około 43,2% odpadów komunalnych trafiło na składowiska, natomiast ok. 26,4% podlegało recyklingowi. Pozostały wolumen odpadów został poddany innym procesom odzysku (ok. 22,4%) bądź podlegał kompostowaniu i fermentacji (ok. 8,0 proc.) (Instytut Jagielloński, 2020).

4.2. Uczestnicy systemu

Przemysł cementowy jest ważnym uczestnikiem systemu gospodarki odpadami w Polsce. Zagospodarowuje bowiem znaczne ilości odpadów, których wytwórcą jest zarówno sektor komunalny (odpady komunalne), jak i sektor przemysłowy (odpady przemysłowe), sam będąc praktycznie przemysłem bezodpadowym.

TAB.2. **ZESTAWIENIE CEMENTOWNI W POLSCE, WYPOSAŻONYCH W PIECE DO PRODUKCJI KLINKIERU PORTLANDZKIEGO I ICH ZDOŁNOŚCI PRODUKCYJNE**

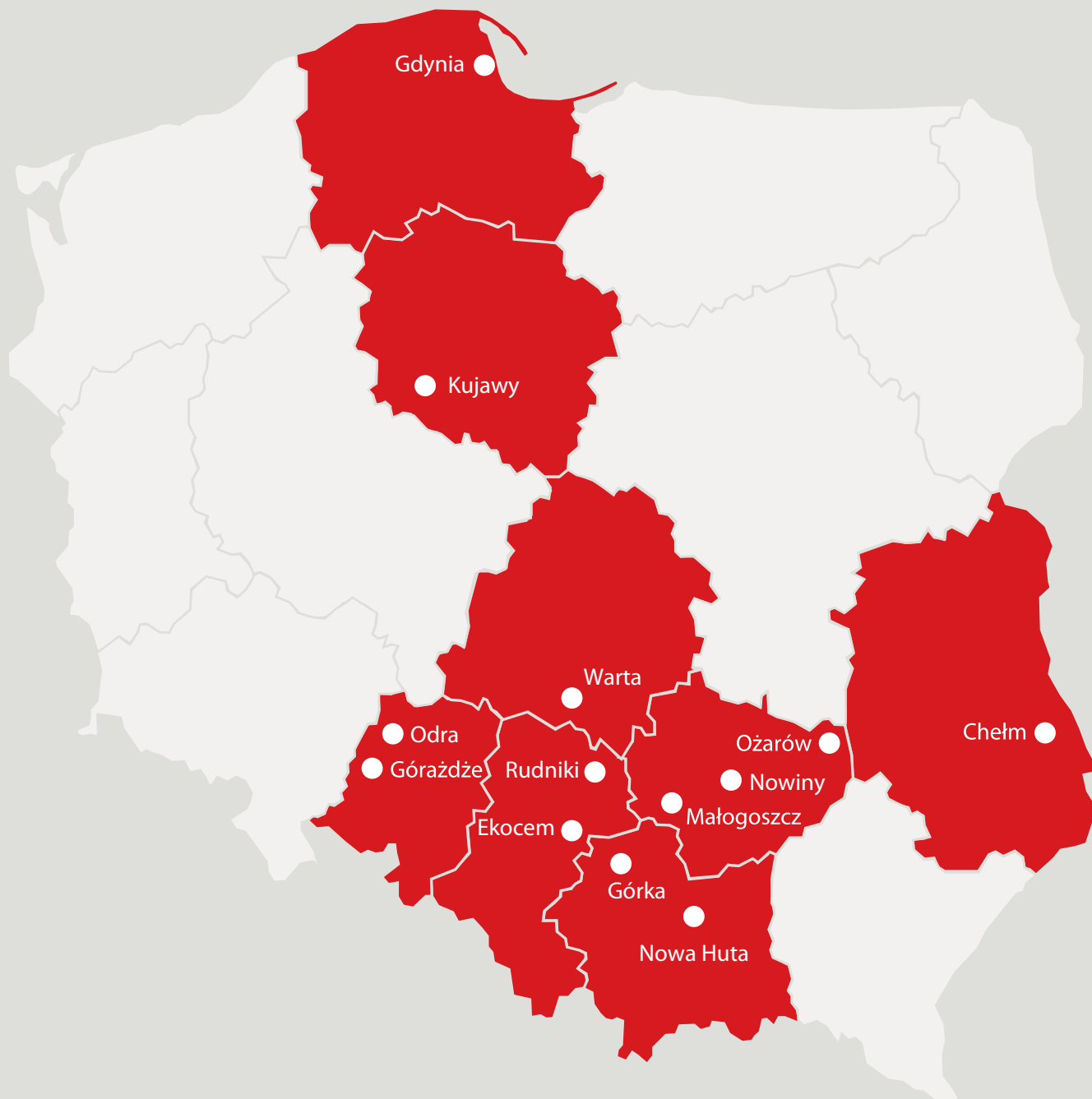
Zakład	Wydajność dobową pieców [tony/dobę]	Roczna zdolność produkcyjna [tony/rok]
Małogoszcz	6 000	1 980 000
Kujawy	4 800	1 584 000
Góraźdże	13 000	4 290 000
Ożarów	8 500	2 805 000
Nowiny	4 000	1 320 000
Chełm	5 000	1 650 000
Rudniki	2 000	660 000
Warta	6 000	1 980 000
Odra	1 500	495 000
Łącznie	50 800	16 764 000

Źródło: opracowanie własne

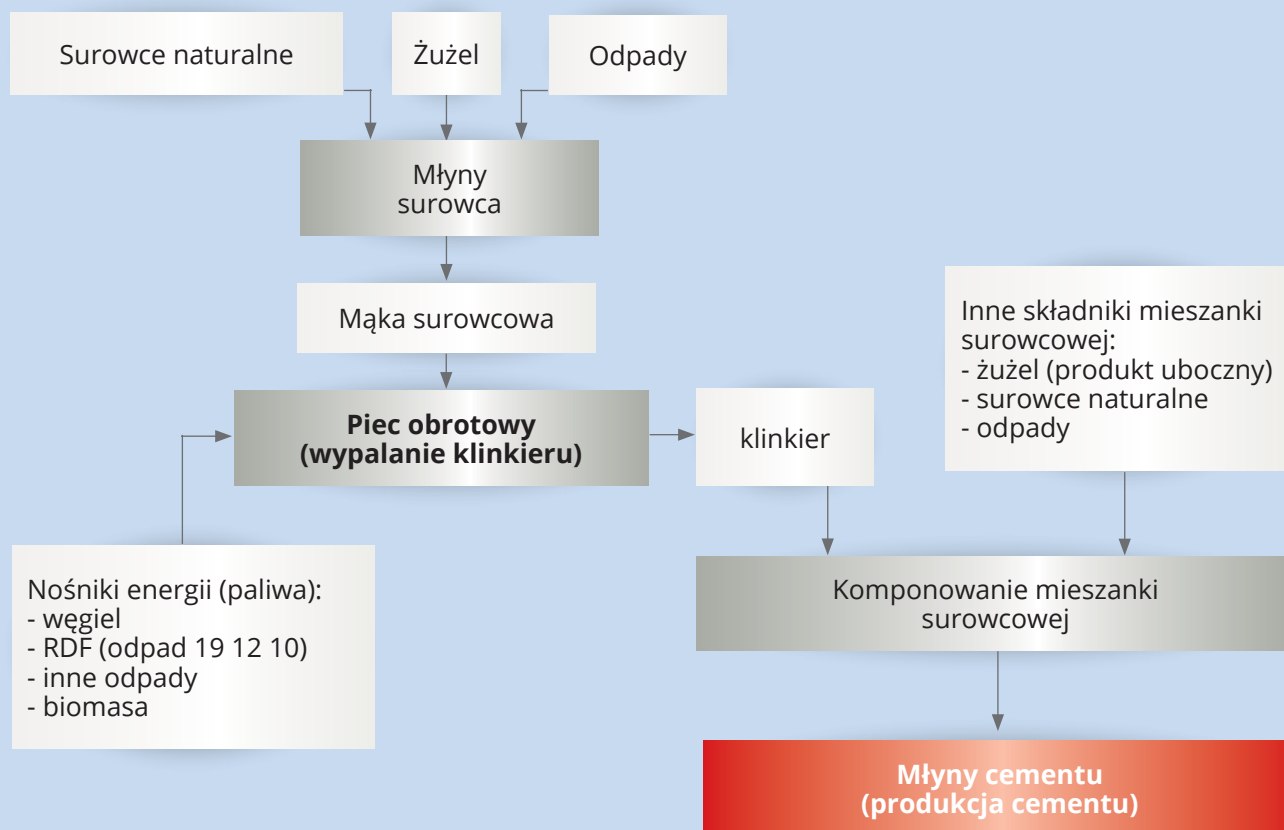
W kontekście celów niniejszego opracowania, istotne jest zidentyfikowanie i określenie roli podmiotów wchodzących zarówno w skład przemysłu cementowego, jak i w skład krajowego systemu gospodarki odpadami, które mają lub mogą mieć wpływ na relacje między tymi dwoma systemami.

W przemyśle cementowym kluczową rolę odgrywają cementownie, których w Polsce jest obecnie 13 (9 zakładów z instalacjami do produkcji klinkieru i cementu, jedna przemiałownia – Ekocem Sp. z o.o., jeden producent cementu glinowego – Górka Cement oraz dwie przesypownie – Nowa Huta i Gdynia). Zestawienie cementowni w Polsce wyposażonych w piece do produkcji klinkieru portlandzkiego i ich zdolności produkcyjne przedstawiono w tabeli 2. Aktualnie, wszystkie wymienione w tabeli 2. cementownie wykorzystują paliwa alternatywne. Średni sektorowy udział ciepła z tych paliw wynosi około 75%.

RYS. 5. **LOKALIZACJA CEMENTOWNI W POLSCE**



Źródło: SPC, 2020b.

RYS. 6. **SCHEMAT BLOKOWY PROCESÓW PRODUKCYJNYCH PROWADZONYCH W CEMENTOWNIACH REALIZUJĄCYCH PEŁNY CYKL PRODUKCYJNY**

Źródło: opracowanie własne

Cementownie zlokalizowane są w województwach: opolskim (2), śląskim (2), małopolskim (2), świętokrzyskim (3), lubelskim (2), łódzkim (1) oraz kujawsko-pomorskim (1). Ich lokalizacje prezentuje mapa na rysunku 5.

Podstawowymi procesami produkcyjnymi w cementowniach realizujących pełny cykl produkcyjny są procesy produkcji klinkieru cementowego (wypalanie mąki surowcowej w piecach obrotowych), procesy produkcji cementu (mielenie klinkieru z dodatkami w młynach cementu). W przemiałowni odbywa się jedynie produkcja cementu (poprzez mielenie dowożonego z innych zakładów klinkieru i odpowiednich dodatków). Schemat blokowy procesów produkcyjnych prowadzonych w cementowniach realizujących pełny cykl produkcyjny przedstawia schemat na rysunku 6.

Obok cementowni, jako uczestników krajowego systemu gospodarki odpadami, należy także wymienić wytwórnie betonu. Niektóre z nich są powiązane kapitałowo i organizacyjnie z podmiotami, które są właścicielami cementowni. Wytwórnie betonu wykorzystują cement produkowany w cementowniach, a ponadto wykorzystują odpady spełniające wymagania jakościowe dla produkcji betonu.

Elementami krajowego systemu gospodarki odpadami, które mają lub mogą mieć wpływ na zagospodarowanie odpadów w przemyśle cementowym, są:

- podmioty wytwarzające odpady: komunalne (w tym osoby fizyczne oraz przedsiębiorstwa) i przemysłowe (przedsiębiorstwa),
- instalacje komunalne (wcześniejsza nazwa: regionalne instalacje przetwarzania odpadów komunalnych – RIPOK), w skład których wchodzi m.in.: instalacje MBP (mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów), składowiska odpadów, zakłady przetwarzania odpadów wielkogabarytowych,
- zakłady prowadzące odzysk, w tym recykling: odpadów wysortowanych z odpadów komunalnych (np. papieru i tektury, tworzyw sztucznych, szkła, metali i ewentualnie innych), odpadów przemysłowych,
- zakłady produkcji paliw alternatywnych (wykorzystujące m.in. frakcję palną wydzieloną ze strumienia odpadów komunalnych),
- spalarnie odpadów,
- współspalarnie odpadów (do których zalicza się cementownie).

Tak duża liczba uczestników krajowego systemu gospodarki odpadami może być przyczyną „rywalizacji” niektórych podmiotów (lub grup podmiotów prowadzących ten sam rodzaj działalności w zakresie przetwarzania odpadów) o konkretne rodzaje odpadów. Z drugiej zaś strony, duża liczba podmiotów będących wytwórcami odpadów może być przyczyną występowania nadwyżki odpadów nad możliwościami ich zagospodarowania zgodnie z wymogami prawa.

4.3. Rywalizacja o odpady

Mając na względzie rodzaje odpadów, które są lub mogą być wykorzystywane w przemyśle cementowym, na rysunku 7 przedstawiono schematycznie „przepływy” strumieni odpadów między ich wytwórcami i cementowniami.

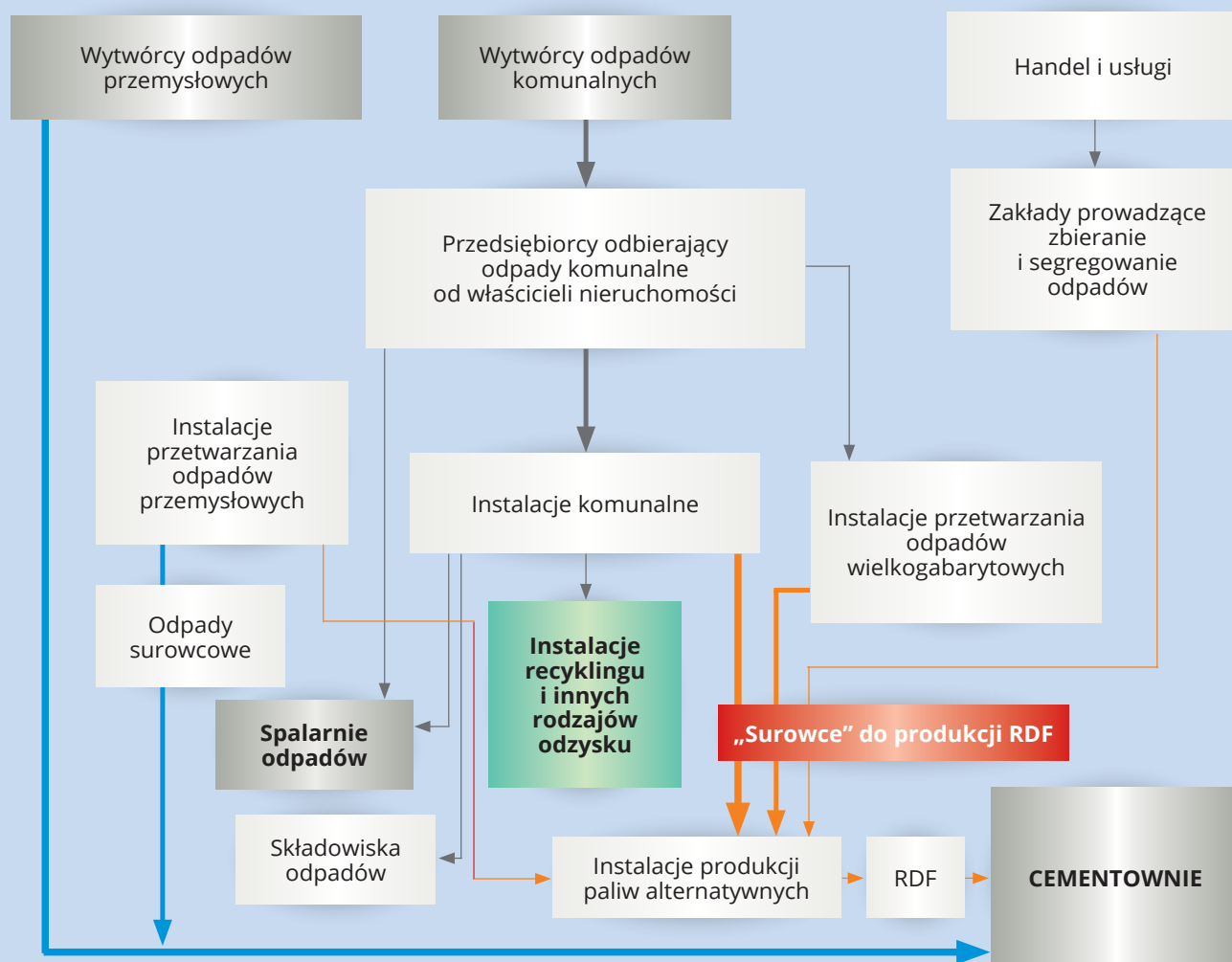
Na rysunku 7. kolorem szarym zaznaczono spalarnie odpadów, które będą „konkurować” z cementowniami w zagospodarowaniu paliw alternatywnych (RDF) uzyskiwanych z frakcji palnej odpadów komunalnych.

Lista aktualnie działających spalarni odpadów komunalnych została przedstawiona w tabeli 3, zaś w tabeli 4 przedstawiono listę spalarni planowanych do uruchomienia, które są wyszczególnione w wojewódzkich planach gospodarki odpadami (dane zamieszczone w obydwu tabelach, były aktualne na dzień 26 września 2019 r.).

Opierając się na danych zamieszczonych w powyższych tabelach zapotrzebowanie (aktualne i docelowe) na frakcję palną odpadów komunalnych (stanowiącą zarówno zmieszane odpady komunalne, jak i RDF) wynosi łącznie ok. 4.759 tys. Mg/rok, w tym:

- przez cementownie – do 1.850 tys. Mg/rok,
- przez spalarnie odpadów istniejące – ok. 1.184 tys. Mg/rok,
- przez spalarnie odpadów planowane do uruchomienia – ok. 2.000 tys. Mg/rok.

Zakładając, że wskaźnik udziału ciepła z paliw alternatywnych pozostałby na dotychczasowym poziomie (ok. 75%) a istniejące obecnie w cementowniach zdolności produkcyjne byłyby wykorzystywane w maksymalnym stopniu, to zapotrzebowanie na paliwa alternatywne mogłoby wzrosnąć do poziomu ponad 2,5 mln ton rocznie.

RYS. 7. **UPROSZCZONY SCHEMAT „PRZEPŁYWÓW” STRUMIENI ODPADÓW MIĘDZY ICH WYTWÓRCAMI I CEMENTOWNIAMI**

Źródło: opracowanie własne

Dane te obrazują zapotrzebowanie wynikające z możliwości technologicznych instalacji, które zawsze są wyższe od faktycznego wykorzystania zdolności instalacji do przetwarzania.

Uwaga: Do 31 grudnia 2020 roku Minister Klimatu i Środowiska miał ogłosić listę instalacji przeznaczonych do termicznego przekształcania odpadów komunalnych pochodzących z ich przetwarzania. W związku z nowelizacją ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw, zostały wprowadzone zmiany w ustawie o odpadach, w wyniku których „rezygnuje się z listy Ministra”, a przedsięwzięcia związane z budową spalarni odpadów będą (podobnie jak obecnie) uwzględniane w planach inwestycyjnych, które są załącznikiem do wojewódzkich planów gospodarki odpadami. Trwają prace analityczne dotyczące stanu gospodarki odpadami w kraju, w szczególności w zakresie zapewnienia niezbędnych zdolności do przetwarzania, mające na celu zapewnienie osiągnięcia przez Polskę ustanowionych w prawie Unii Europejskiej celów w zakresie przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych.

TAB. 3. **ZESTAWIENIE FUNKCJONUJĄCYCH W POLSCE SPALARNI ODPADÓW KOMUNALNYCH (STAN NA 26.09.2019)**

Spalarnie odpadów	Lokalizacja	Wydajność projektowa [Mg/rok]	Spalane odpady	Koszt budowy [mln zł]
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Sp. z o. o. w Szczecinie	Szczecin	150 000	Zmieszane komunalne, RDF	741,4
Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych – ProNatura	Bydgoszcz	180 000	Zmieszane komunalne, RDF	522,7
Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych Poznań	Poznań	210 000	Zmieszane komunalne, RDF	926
Zakład Termicznego Unieszkodliwiania Odpadów w Koninie	Konin	94 000	Zmieszane komunalne, RDF	387,7
Zakład Utylizacji Odpadów Komunalnych MPO w m.st.Warszawie Sp.z o.o.	Warszawa	40 000	Zmieszane komunalne	
Fortum Silesia SA Zabrze	Zabrze	70 000	RDF	870
Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie	Kraków	220 000	Zmieszane komunalne, RDF	826,9
PGE Energia Ciepła SA Oddział Elektrociepłownia w Rzeszowie	Rzeszów	100 000	Zmieszane komunalne, RDF	284,9
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów w Białymstoku	Białystok	120 000	Zmieszane komunalne, RDF	483
Łączna wydajność projektowa spalarni		1 184 000		

Źródło: opracowanie własne

Na rys. 7 kolorem zielonym zaznaczono Instalacje recyklingu i innych rodzajów odzysku odpadów wydzielonych ze strumienia odpadów komunalnych, które także będą konkurować w pozyskiwaniu odpadów znajdujących się we frakcji palnej (przede wszystkim tworzyw sztucznych oraz papieru i tektury). Poziom konkurencji wynikał będzie z wymagań dotyczących poziomów odzysku, w tym recyklingu poszczególnych frakcji odpadów komunalnych, które są określone w przepisach Unii Europejskiej. W Polsce jest również obecnie kilkaset zakładów, które prowadzą procesy recyklingu poszczególnych frakcji odpadów komunalnych. Przykładowo, wg danych zamieszczonych w wojewódzkich planach gospodarki odpadami, wydajność instalacji do recyklingu:

- odpadów papieru i tektury wynosi ok. 2.500 tys. Mg/rok (i jest w pełni wykorzystana),

TAB. 4. **SPALARNIE, PLANOWANE DO URUCHOMIENIA (WG WOJEWÓDZKICH PLANÓW GOSPODARKI ODPADAMI) (STAN NA 26.09.2019)**

Spalarnie odpadów. Inwestor	Lokalizacja	Wydajność projektowa [Mg/rok]	Spalane odpady	Koszt budowy [mln zł]
Zakład Utylizacyjny Sp. z o.o. w Gdańsku	Gdańsk	160000	RDF	542,4
Zakład Gospodarki Odpadami Komunalnymi Sp. z o.o. z siedzibą w Olsztynie	Olsztyn	110000	RDF	320
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Gnieźnie Sp. z o.o.	Gniezno	18900	RDF, osady ściekowe	
Veolia EC Wągrowiec	Wągrowiec	12500	RDF	
Płock ORLEN	Płock	60000	RDF	330
Elektrociepłownia Pruszków	Pruszków	40000	RDF	60
EC Siekierki	Warszawa	90000 /250000*	RDF	1000
Radomskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej RADPEC SA	Radom	60000	RDF	476
Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Starachowicach	Starachowice	30500	RDF	
Veolia EC Zamość	Zamość	17000	RDF	50
EC Stalowa Wola	Stalowa Wola	60000	RDF	300
Elektrownia Enea Połaniec	Połaniec	400000	RDF	1300
Synthos Dwory Sp. z o.o.	Oświęcim	150000	RDF, zmieszane	400
Elektrownia Siersza		560000	RDF	
Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej SA w Tarnowie – Piaskówka	Tarnów	40000	RDF	147,5
Żywiec Kabaty - Beskid Sp. z o.o.	Żywiec	12300	RDF	
Żywiec Browar - Beskid Sp. z o.o.	Żywiec	12300	RDF	
Żywiec Śrubena - Beskid Sp. z o.o.	Żywiec	6150	RDF	
EMPOL Sp. z o.o. Gorlice	Gorlice	100000	RDF	
Razem, planowana wydajność spalarni		1 939 650		

Źródło: opracowanie własne

- odpadów tworzyw sztucznych wynosi ok. 2.860 tys. Mg/rok (przy czym w 2018 r. recyklingowi poddano tylko ok. 600 Mg odpadów tworzyw sztucznych).

W dalszej części opracowania zostaną przedstawione analizy strumieni poszczególnych frakcji odpadów komunalnych, które są lub mogą być wykorzystane do produkcji paliw alternatywnych (RDF), z uwzględnieniem konieczności poddania recyklingowi takich ilości tych odpadów, które wynikać będą z przepisów prawnych. Na tej podstawie zostaną oszacowane ryzyka dla branży cementowej związane z planami wykorzystywania paliw alternatywnych do wypalania klinkieru.



5.

PRZEMYSŁ CEMENTOWY – MODEL WPŁYWU NA GOSPODARKĘ ODPADAMI

Analizę pokrycia zapotrzebowania przemysłu cementowego na odpady, które będą wykorzystywane w postaci paliwa alternatywnego w procesie produkcji klinkieru, rozpatrzono dla dwóch scenariuszy: niskiego i wysokiego. Opierają się one na zakładanych zmianach w zdolnościach produkcyjnych klinkieru i cementu. W każdym ze scenariuszy wydzielono dwa warianty zależne od udziału paliw alternatywnych w bilansie energetycznym wypalania klinkieru.

5.1. Scenariusz pierwszy – niewielki wzrost zdolności produkcyjnych cementowni

Scenariusz pierwszy zakłada następujące zmiany w zdolnościach produkcyjnych:

- klinkieru – od 17,3 mln Mg/rok w 2020 r. do ok. 17,5 mln Mg/rok w 2025 r. i utrzymanie zdolności produkcyjnych na tym poziomie,
 - wariant 1A – rosnący udział odpadów, w szczególności RDF, w bilansie energetycznym instalacji do produkcji klinkieru z ok. 75% w 2020 r. do ok. 87% w 2050 r.,*
 - wariant 1B – udział odpadów, w tym RDF, w bilansie energetycznym instalacji do produkcji klinkieru pozostanie na dotychczasowym poziomie (ok. 75%),*
- cementu – od 20 mln Mg/rok w 2020 r. do 22 mln Mg/rok w 2050 r. (przy rosnącym współczynniku wykorzystania istniejących zdolności produkcyjnych),
- udział odpadów „surowcowych” (wykorzystywanych jako składniki mieszanek surowcowych do produkcji klinkieru i cementu) na dotychczasowym poziomie.

5.2. Scenariusz drugi – istotny wzrost zdolności produkcyjnych cementowni

Scenariusz drugi zakłada następujące zmiany w zdolnościach produkcyjnych:

- klinkieru – od 17,3 mln Mg/rok w 2020 r. do ok. 22 mln Mg/rok w 2050 r.,
 - wariant 2A – rosnący udział odpadów, w szczególności RDF, w bilansie energetycznym instalacji do produkcji klinkieru z ok. 75% w 2020 r. do ok. 87% w 2050 r.,*
 - wariant 2B – udział odpadów, w tym RDF, w bilansie energetycznym instalacji do produkcji klinkieru pozostanie na dotychczasowym poziomie (ok. 75%),*
- cementu – od 20 mln Mg/rok w 2020 r. do 28 mln Mg/rok w 2050 r.,
- udział odpadów „surowcowych” (wykorzystywanych jako składniki mieszanek surowcowych do produkcji klinkieru i cementu) na dotychczasowym poziomie.

5.3. Zapotrzebowanie na odpady „surowcowe” (do odzysku materiałowego R5) przy produkcji klinkieru i cementu

Składnikami mąki surowcowej, z której wytwarzany jest klinkier, są przede wszystkim surowce (w tym odpady) zawierające tlenek wapnia (CaO), dwutlenek krzemu (SiO_2), tlenek glinu (Al_2O_3) i tlenek żelazawy (Fe_2O_3). W przybliżeniu można przyjąć, że na wypalenie 1 Mg klinkieru zużywa się ok. 1350–1500 kg mąki surowcowej (strata na prażenie wynosi 35–40%), przy czym surowce „wysokie” (których głównym składnikiem jest CaO , np. kamień wapienny, czy też kreda) stanowią ok. 75–85%, surowce „niskie” (w tym odpady) stanowią ok. 15–25%.

Przyjmując, że odpady, wchodzące w skład mąki surowcowej stanowią ok. 35% surowców „niskich” (przy założeniu, że surowce „niskie” stanowią 20% składu mąki surowcowej), uzyskuje się „wsad” odpadów do 1 Mg mąki surowcowej do wypalania klinkieru na poziomie 100 kg (ok. 7% masy mąki surowcowej: $100/1400$). Oznacza to, że „wsad” odpadów w masę wytworzonego klinkieru może stanowić do 10% (do tej ilości należy dodać stałe produkty spalania odpadów, w tym RDF, które są wykorzystywane jako nośniki energii w procesie wypalania klinkieru, a które wtapiają się w klinkier w piecu obrotowym).

TAB. 5 **ZUŻYCIE „SUROWCÓW WTÓRNYCH” DO PRODUKCJI KLINKIERU I CEMENTU W LATACH 2020-2050 I PROGNOZA ZUŻYCIA TYCH „SUROWCÓW” W LATACH 2020-2050** (DLA SCENARIUSZA 1 – NIEWIELKI WZROST ZDOLNOŚCI PRODUKCYJNYCH W ZAKRESIE KLINKIERU I CEMENTU)

Rodzaj surowca wtórnego	J.m.	2 015	2 019	2 020	2 025	2 030	2 035	2 050
Żużel wielkopiecowy	tys. Mg/rok	1672,0	2127,1	2257,5	2322,0	2399,4	2399,4	2483,3
Popioły lotne	tys. Mg/rok	1437,9	1701,7	1806,0	1857,6	1919,5	1919,5	1986,6
Popioły fluidalne	tys. Mg/rok	28,8	33,0	35,0	36,0	37,2	37,2	38,5
Gips (rea-gips)	tys. Mg/rok	538,1	666,2	707,0	727,2	751,4	751,4	777,7
Łupki powęglowe	tys. Mg/rok	165,3	155,0	164,5	169,2	174,8	174,8	181,0
Dodatki żelazonośne	tys. Mg/rok	167,8	204,5	217,0	223,2	230,6	230,6	238,7
Inne	tys. Mg/rok	93,7	59,4	63,0	64,8	67,0	67,0	69,3
Razem	tys. Mg/rok	4103,8	4946,7	5250,0	5400,0	5580,0	5580,0	5775,0

Źródło: opracowanie własne



TAB. 6. **ZUŻYCIE „SUROWCÓW WTÓRNYCH” DO PRODUKCJI KLINKIERU I CEMENTU W LATACH 2020-2050 I PROGNOZA ZUŻYCIA TYCH „SUROWCÓW” W LATACH 2020-2050** (DLA SCENARIUSZA 2 – ISTOTNY WZROST ZDOLNOŚCI PRODUKCYJNYCH W ZAKRESIE KLINKIERU I CEMENTU)

Rodzaj surowca wtórnego	J.m.	2 015	2 019	2 020	2 025	2 030	2 035	2 050
Żużel wielkopiecowy	tys. Mg/rok	1672,0	2122,8	2254,3	2367,0	2585,7	2855,4	3141,0
Popioły lotne	tys. Mg/rok	1437,9	1701,7	1803,4	1893,6	2068,5	2284,3	2512,8
Popioły fluidalne	tys. Mg/rok	28,8	32,9	35,0	36,7	40,1	44,3	48,7
Gips (rea-gips)	tys. Mg/rok	538,1	664,8	706,0	741,3	809,8	894,3	983,7
Łupki powęglowe	tys. Mg/rok	165,3	154,7	164,3	172,5	188,4	208,1	228,9
Dodatki żelazonośne	tys. Mg/rok	167,8	204,1	216,7	227,5	248,5	274,5	301,9
Inne	tys. Mg/rok	93,7	59,2	62,9	66,1	72,2	79,7	87,7
Razem	tys. Mg/rok	4103,8	4936,8	5242,5	5504,6	6013,1	6640,5	7304,6

Źródło: opracowanie własne

 INSTYTUT JAGIELLOŃSKI



Przy zdolnościach produkcyjnych przemysłu cementowego na poziomie 17,3 mln Mg klinkieru na rok, zapotrzebowanie na odpady przemysłowe, które będą składnikami mąki surowcowej do produkcji klinkieru, wyniesie ok. 1,73 mln Mg/rok (przyjęto 2 mln Mg/rok).

Surowcami do produkcji cementu są klinkier (składnik podstawowy) oraz inne składniki: kamień wapienny, gips (najczęściej pochodzący z instalacji odsiarczania gazów odlotowych z instalacji energetycznego spalania paliw, traktowany jako produkt uboczny – rea-gips), granulowany żużel wielkopiecowy (posiadający status produktu ubocznego), popioły lotne z instalacji energetycznego spalania paliw (posiadające status odpadów) oraz inne.

Przyjmując, że w masie cementu (uwzględniając wszystkie rodzaje cementów) średnio klinkier stanowi ok. 75%, pozostałe składniki główne (w tym żużle wielkopiecowe) stanowią ok. 11%, popioły lotne – ok. 8%, nośniki siarczanu wapnia (w tym rea-gips) stanowią ok. 5%, i inne składniki cementu stanowią ok. 1%, sumaryczne zapotrzebowanie na „surowce wtórne” (w tym produkty uboczne oraz odpady), które może wystąpić dla rozpatrywanych scenariuszy, zostało przedstawione w tabelach 5 i 6. Ilości te nie zależą od udziału odpadów, w tym RDF, w bilansie energetycznym instalacji do wypalania klinkieru.

Biorąc pod uwagę strukturę polskiego przemysłu oraz ilości wytwarzanych odpadów przemysłowych (wg GUS w 2018 r. wytworzono ok. 115,34 mln Mg tego rodzaju odpadów), można przyjąć, że przemysł cementowy zapewni sobie dostawy odpowiednich do potrzeb odpadów do wykorzystania w procesach odzysku R5, które będą spełniać wymagania wynikające z technologii produkcji klinkieru oraz cementu.

Mając na względzie wygaszanie wielkich pieców w niektórych polskich hutach, należy zwrócić szczególną uwagę na pokrycie potrzeb w zakresie żużla wielkopiecowego. Ponadto, wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych również spowoduje ograniczenia w dostępności popiołów lotnych ze spalania węgla w energetyce.

5.4. Zapotrzebowanie na odpady – nośniki energii do wypalania klinkieru (do procesu odzysku R1), w tym na paliwa alternatywne (RDF)

Odpowiedź na pytanie, czy krajowy system gospodarki odpadami umożliwi pokrycie zapotrzebowania na odpady, które mogą być wykorzystane jako nośniki energii do wypalania klinkieru, zależy m.in. od:

- wielkości zapotrzebowania cementowni na nośniki energii, w tym w szczególności na paliwa alternatywne (RDF),
- dostępności biomasy na rynku krajowym, która może być wykorzystana jako nośnik energii przy wypalaniu klinkieru,
- ilości odpadów, w szczególności odpadów komunalnych, z których można wydzielić frakcje palne,
- konkurencji w zagospodarowaniu frakcji palnej odpadów komunalnych, w tym tworzonej przez podmioty prowadzące procesy recyklingu lub innego niż recykling odzysku materiałowego, oraz przez spalarnie odpadów.

Bardzo ważnymi czynnikami, które będą wpływały na możliwość wykorzystywania odpadów, w tym RDF, jako nośników energii w procesach wypalania klinkieru są regulacje prawne dotyczące gospodarki odpadami oraz aspekty finansowe. Zostaną one omówione w dalszej części opracowania.

Zapotrzebowanie na odpady, w tym w szczególności RDF, które będą wykorzystywane jako nośniki energii przy wypalaniu klinkieru, oszacowano z uwzględnieniem:

- wielkości produkcji klinkieru (Mg/rok),
- średniego zużycia ciepła na wypalanie 1 Mg klinkieru (GJ/Mg klinkieru),
- wartości opałowej odpadów wykorzystywanych jako nośniki energii w procesie wypalania klinkieru (GJ/Mg),
- udziału procentowego nośników energii w procesie wypalania klinkieru (% udziału),
- prawdopodobnej „struktury” paliw z odpadów, w tym udziału RDF w ogólnej masie spalanych odpadów.

Przy ocenie zapotrzebowania na frakcję palną odpadów komunalnych w procesie produkcji paliw alternatywnych (RDF) uwzględniono:

- udział odpadów przemysłowych w masie paliw alternatywnych – RDF (%),
- ubytek masy frakcji palnej z odpadów komunalnych w procesie produkcyjnym paliw alternatywnych (RDF) wynikający ze zmniejszenia jej wilgotności oraz wydzielania niepalnego „balastu” (współczynnik masa frakcji palnej/masa RDF przyjęto na poziomie 1,2).



TAB. 7. **SYNTETYCZNE ZESTAWIENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA FRAKCJĘ PAL-
NĄ ODPADÓW KOMUNALNYCH, NIEZBĘDNĄ DO WYPRODUKOWANIA
PALIW ALTERNATYWNYCH (RDF), DLA POTRZEB ZWIĄZANYCH Z WYPALA-
NIEM KLINKIERU W CEMENTOWNIACH W POLSCE, W OKRESIE DO 2050 R.**

Wyszczególnienie	J.m.	Wartość parametru w roku									
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2050
Wskaźniki stałe											
Średnie zużycie ciepła na wypalenie 1 tony klinkieru	Gj/tony	3,743	3,696	3,677	3,700	3,700	3,650	3,600	3,550	3,550	3,500
Uśredniona wartość opałowa paliw z odpadów	Gj/Mg	17,70	19,00	19,20	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Przypadek P1, wariant 1 (P1_W1)											
Zdolność produkcyjna	mln Mg/rok	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	17,3	17,5	17,5	17,5	17,5
Wielkość produkcji klinkieru	mln Mg/rok	11,6	12,0	12,9	14,2	14,2	15,0	15,5	16,0	16,0	16,5
Udział paliwa z odpadów ogółem (w tym RDF) w bilansie energetycznym wypalania klinkieru	%	58,0	62,5	64,0	65,0	70,0	75,0	77,0	80,0	85,0	87,0
Masa RDF, przewidywana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	1132	1262	1345	1550	1650	1750	2027	2214	2352	2448
Masa innych odpadów, przewidziana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	294	205	240	245	232	211	176	117	124	129
Masa frakcji palnej z odpadów komunalnych do produkcji RDF	tys. Mg/rok	1222	1363	1453	1769	1841	2047	2189	2391	2540	2644
Przypadek P1, wariant 2 (P1_W2)											
Zdolność produkcyjna	mln Mg/rok	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	17,3	17,5	17,5	17,5	17,5
Wielkość produkcji klinkieru	mln Mg/rok	11,6	12,0	12,9	14,2	14,2	15,0	15,5	16,0	16,0	16,5
Udział paliwa z odpadów ogółem (w tym RDF) w bilansie energetycznym wypalania klinkieru	%	58,0	62,5	64,0	65,0	70,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Masa RDF, przewidywana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	1132	1262	1345	1550	1650	1750	1974	2075	2075	2110
Masa innych odpadów, przewidziana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	294	205	240	245	232	211	172	109	109	111
Masa frakcji palnej z odpadów komunalnych do produkcji RDF	tys. Mg/rok	1222	1363	1453	1769	1841	2047	2132	2241	2241	2279
Przypadek P2, wariant 1 (P2_W1)											
Zdolność produkcyjna	mln Mg/rok	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	17,3	17,5	18,5	20	22
Wielkość produkcji klinkieru	mln Mg/rok	11,6	12,0	12,9	14,2	14,2	15,0	15,8	17,2	19,0	20,9
Udział paliwa z odpadów ogółem (w tym RDF) w bilansie energetycznym wypalania klinkieru	%	58,0	62,5	64,0	65,0	70,0	75,0	77,0	80,0	85,0	87,0
Masa RDF, przewidywana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	1132	1262	1345	1550	1650	1750	2060	2380	2793	3100
Masa innych odpadów, przewidziana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	294	205	240	245	220	211	179	125	147	163
Masa frakcji palnej z odpadów komunalnych do produkcji RDF	tys. Mg/rok	1222	1363	1453	1769	1841	2047	2225	2571	3017	3348
Przypadek P2, wariant 2 (P2_W2)											
Zdolność produkcyjna	mln Mg/rok	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	17,3	17,5	18,5	20	22
Wielkość produkcji klinkieru	mln Mg/rok	11,6	12,0	12,9	14,2	14,2	15,0	15,8	17,2	19,0	20,9
Udział paliwa z odpadów ogółem (w tym RDF) w bilansie energetycznym wypalania klinkieru	%	58,0	62,5	64,0	65,0	70,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Masa RDF, przewidywana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	1132	1262	1345	1550	1650	1750	2006	2232	2465	2673
Masa innych odpadów, przewidziana do wykorzystania jako paliwo	tys. Mg/rok	294	205	240	245	220	211	174	117	130	141
Masa frakcji palnej z odpadów komunalnych do produkcji RDF	tys. Mg/rok	1222	1363	1453	1769	1841	2047	2167	2410	2662	2887

Źródło: opracowanie własne. Dane dotyczące lat 2015-2017 są oparte na „Informatorach” publikowanych przez Stowarzyszenie Producentów Cementu – www.polskicement.pl.

W załącznikach 1–4 zamieszczono wyliczenia zapotrzebowania na frakcję palną odpadów komunalnych, która byłaby „surowcem” do produkcji paliw alternatywnych (RDF), w każdym z rozpatrywanych scenariuszy i wariantów, zaś w tabeli 7 przedstawiono syntetyczne wyniki wyliczeń zapotrzebowania na frakcję palną.

Zapotrzebowanie na frakcję palną odpadów komunalnych do produkcji paliw alternatywnych dla potrzeb polskich cementowni, wg dokonanych założeń, mieści się w granicach:

- w 2025 r. – ok. 2,2 mln Mg/rok,
- w 2030 r. – ok. 2,24–2,57 mln Mg/rok,
- w 2035 r. – ok. 2,24–3,02 mln Mg/rok,
- w 2050 r. – ok. 2,28–3,35 mln Mg/rok.

Spełnienie powyższych prognoz będzie zależało od wielu czynników, w tym w szczególności:

- od zapotrzebowania polskiej gospodarki na cement, a zatem i na klinkier (w związku z planami rozwojowymi Polski, w tym z inwestycjami infrastrukturalnymi i budownictwem mieszkaniowym, można zakładać, że zapotrzebowanie na cement nie powinno maleć – niepewność w tej kwestii przynosi pandemia COVID-19, ale należy mieć nadzieję, że publiczne inwestycje infrastrukturalne będą kontynuowane),
- od ilości wytworzonych (w zasadzie odebranych od właścicieli nieruchomości) odpadów komunalnych oraz od sposobów gospodarowania tymi odpadami (w związku z coraz wyższymi poziomami recyklingu, które będą dotyczyły odpadów komunalnych),
- struktury polskiego systemu gospodarki odpadami (przede wszystkim od zdolności przetwarzania zakładów recyklingu) oraz kosztów zagospodarowania poszczególnych frakcji odpadów komunalnych.

5.5. Bilans i prognoza ilościowa odpadów komunalnych w Polsce

Dokładne określenie ilości wytwarzanych w Polsce (ale nie tylko w Polsce) odpadów komunalnych, jest bardzo trudne. Po pierwsze bowiem nie wszystkie odpady „wytworzone” w gospodarstwach domowych są przekazywane podmiotom odbierającym odpady od właścicieli nieruchomości w ramach obowiązującego systemu. Po drugie zaś sposoby określania ilości odpadów odbieranych nie zawsze pozwalają na obiektywne określanie ich masy. Z tego względu istnieją duże rozbieżności co do danych o ilościach odpadów komunalnych, które wymagałyby właściwego zagospodarowania.

Główny Urząd Statystyczny podaje w swoich corocznych raportach ilości odpadów komunalnych, ale dane te są kwestionowane przez wielu specjalistów z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi. Różnice między danymi GUS a ocenami specjalistów

sięgają niekiedy nawet kilku mln Mg w skali roku (np. wg GUS, w 2019 roku wytworzono 12,753 mln Mg odpadów komunalnych, podczas gdy pojawiają się oceny, wg których ilość ta sięga nawet 15 mln Mg). Wdrożenie z początkiem 2020 r. bazy danych o gospodarce odpadami (BDO) pozwoli zapewne na bardziej dokładne określenie ilości wytwarzanych odpadów komunalnych, ale nie wyeliminuje różnic między stanem ewidencyjnym i stanem faktycznym.

W kontekście celów niniejszego opracowania ważne jest określenie ilości odpadów komunalnych, które mogą być wytwarzane w najbliższych latach. Odpady komunalne są bowiem „zasobem”, z którego pozyskiwane są odpady (frakcja palna), wykorzystywane do produkcji paliw alternatywnych (RDF).

Oszacowania przewidywanych ilości odpadów komunalnych, które mogą być wytwarzane w latach 2020–2050, dokonano przy następujących założeniach:

- ilość wytwarzanych odpadów komunalnych zależy od poziomu wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych,
- do 2025 r. występować będzie prawie liniowa zależność przyrostu ilości odpadów komunalnych (rok do roku) od wzrostu wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych,
- po 2025 r. następować będzie zmniejszenie tempa przyrostu ilości odpadów komunalnych w stosunku do wzrostu wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych (będzie to związane ze wzrostem poziomu świadomości ekologicznej i szerszego niż dotychczas stosowania się do zasad zapobiegania powstawaniu odpadów).

Oszacowania ilości odpadów komunalnych, które mogą być wytwarzane w latach 2020–2050, dokonano wg dwóch wariantów:

- w oparciu o poziom wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych,
- w oparciu o urealniony wskaźnik wzrostu ilości odpadów (rok do roku), w oparciu o dane GUS z lat 2015–2018.

Podstawą do oszacowania ilości odpadów komunalnych, które mogą być wytwarzane w latach 2020–2050, w oparciu o poziom wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych, są dane uzyskane z raportu Eurostatu z 2017 r. Jako „cel społeczny” przyjęto dążenie Polaków do osiągnięcia w 2035 r. poziomu wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych, który jest średnią wydatków w: Niemczech (najsilniejsza gospodarka w Europie), Szwecji (najlepiej rozwinięty system opieki społecznej w Europie) i Wielkiej Brytanii.

TAB. 8. **WYDATKI NA SPOŻYCIE W SEKTORZE GOSPODARSTW DOMOWYCH**
ORAZ ILOŚCI ODPADÓW WYTWARZANYCH PRZEZ 1 MIESZKAŃCA W 2017 R.

Państwo	Wydatki	Odpady
	euro/m-ca	kg/m-ca
Szwecja	15600	452
Niemcy	18900	633
Wielka Brytania	19800	468
Średnia	18100	518
Przyjęto jako docelowe	18100	520
Polska	12100	315

Źródło: opracowanie własne

Dane dotyczące wydatków na spożycie w sektorze gospodarstw domowych oraz ilości odpadów wytwarzanych przez 1 mieszkańca w 2017 r. przedstawiono w tabeli 8.

Przyjęto że bazowym wskaźnikiem wzrostu ilości wytwarzanych odpadów komunalnych będzie wskaźnik wzrostu ilości odpadów wytworzonych w 2021 r. w stosunku do ilości odpadów komunalnych wytworzonych w 2020 r. i będzie on równy 4,1%. Jest to wskaźnik wyższy od wskaźników wzrostu ilości odpadów wytwarzanych w ostatnich latach (wyjątek stanowi wskaźnik wzrostu wyznaczony dla lat 2016/2015).

Wyniki oszacowania ilości odpadów komunalnych, które mogą być wytwarzane w latach 2020–2050, przedstawiono w tabeli 9.

TAB. 9. **WYNIKI OSZACOWANIA ILOŚCI ODPADÓW KOMUNALNYCH, KTÓRE MOGĄ BYĆ WYTWARZANE W LATACH 2020–2050**

Wyszczególnienie	J.m.	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 030	2 035	2050
Liczba ludności Polski	tys. m-ców	38437	38433	38434	38411	38386	38138	38050	38000	37850	37821	37742	37185	36619	36620
Prognoza oparta o wskaźnik wydatków na spożycie															
Wydatki na spożycie	euro/m-ca				12500	13000	13429	13859	14274	14688	15100	15507	17631	18100	19000
Wskaźnik wytworzenia odpadów	kg/m-ca	281	303	311	325	332	386	398	410	422	434	446	507	520	520
Ilość wytworzonych odpadów	tys. Mg/rok	10864	11654	11969	12484	12753	14714	15150	15584	15972	16407	16814	18835	19042	19042
Prognoza w oparciu o dane GUS (wskaźnik wzrostu - wg założeń własnych)															
Wskaźnik ilości odpadów	kg/m-ca	281	303	311	325	332	346	359	373	386	398	408	439	451	463
Urealniony wskaźnik wzrostu	%	5,20	7,30	2,70	4,20	2,10	4,10	3,90	3,70	3,50	3,20	2,50	0,70	0,40	2,50
Ilość odpadów wytworzona	tys. Mg/rok	10864	11654	11969	12484	12753	13190	13673	14160	14598	15053	15397	16325	16523	16937
Uśredniona ilość odpadów wytworzonych, w tym:	tys. Mg/rok	10864	11654	11969	12484	12753	13952	14411	14872	15285	15730	16106	17580	17782	17990
Odpady zebrane selektywnie	tys. Mg/rok	2537	2971	3239	3608	3864	4423	4770	5131	5472	5836	6185	7964	9265	10614
Odpady zebrane nieselektywnie (zmieszane)	tys. Mg/rok	8327	8683	8730	8876	8888	9529	9641	9741	9813	9894	9921	9616	8517	7375

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o: dane dotyczące lat 2015–2019 oparte są na danych pochodzących w raportów Głównego Urzędu Statystycznego

Uwagi: Dane dotyczące lat 2020–2050 stanowią prognozę, która może być obarczona ok. 5% błędem.

Prognoza na lata 2021–2025 została oszacowana w cyklach rocznych z uwagi na określenie w przepisach wymaganych poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych, które będą w sposób zasadniczy wpływały na bilans odpadów wykorzystanych do wytwarzania paliw alternatywnych (RDF).



Z przedstawionych wyliczeń wynika, że od 2030 r. ilość wytwarzanych odpadów komunalnych będzie rosła bardzo powoli, zaś od 2033 r. ilość odpadów zbieranych selektywnie może przekroczyć ilość odpadów odbieranych od właścicieli nieruchomości jako odpady zmieszane. Być może nastąpi to wcześniej. Tak zakładają niektóre wojewódzkie plany gospodarki odpadami na lata 2016–2022. Jednak z analizy stopnia wykonania zamierzeń zapisanych w tych planach wynika, że w szacowaniu realnych możliwości należy być bardzo ostrożnym.

5.6. Sposoby gospodarowania odpadami komunalnymi w Polsce i ich wpływ na możliwość pokrycia zapotrzebowania przemysłu cementowego na paliwa alternatywne

Sposoby gospodarowania odpadami komunalnymi uwarunkowane są m.in. od wymagań wynikających z przepisów prawnych, charakterystyki (składu) odpadów komunalnych, infrastruktury gospodarki odpadami komunalnymi.

Jako kluczowe dla możliwości pokrycia zapotrzebowania przemysłu cementowego na paliwa alternatywne należy uznać regulacje prawne, które będą musiały zostać wprowadzone do polskiego prawa w ramach implementacji dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady, tworzących fundament dla europejskiej gospodarki w obiegu zamkniętym, czyli:

- dyrektywa (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów,
- dyrektywa (UE) 2018/852 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 94/92/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych,
- dyrektywa (UE) 2018/850 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów określa m.in. poziomy przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych, które powinny wynieść co najmniej: 55% wagowo w 2025 r., 60% wagowo w 2030 r., 65% wagowo w 2035 r. i za każdy kolejny rok. Ponadto dyrektywa określa obowiązek wdrożenia efektywnego systemu rozszerzonej odpowiedzialności producenta, który zapewni optymalne warunki finansowe dla selektywnej zbiórki odpadów oraz ich racjonalnego zagospodarowania (przede wszystkim w procesach recyklingu).

Impelementując wymóg osiągnięcia poziomów przygotowania do ponownego użycia oraz recyklingu, w dniu 19 listopada 2019 r. Sejm RP uchwalił ustawę o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw, w której określił szczegółowe poziomy przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych na poszczególne lata w okresie do 2035 r. **Wynoszą one 20% wagowo – za 2021 r., stopniowo wzrastając aż do 60% wagowo – za 2030 r. i 65% wagowo – za 2035 r. i za każdy kolejny rok.**

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów określa m.in. obowiązek ograniczenia ilości odpadów komunalnych kierowanych na składowiska do: **30% wagowo – w 2025 r., 20% wagowo – w 2030 r., 10% wagowo – w 2035 r. i latach następnych.**

Do powyższych wymagań należy dodać jeszcze ograniczenie w zakresie składowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji. Otóż, **od 17 lipca 2020 r. na składowiskach może być umieszczane nie więcej niż 35% masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji**, liczone w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r. To ograniczenie dotyczy m.in. odpadów posiadających potencjał energetyczny (odpadów papieru i tektury, odpadów włókienniczych, odpadów drewna i innych) i może mieć pewien wpływ (pozytywny) na bilans odpadów komunalnych, które mogą stanowić „surowiec” do produkcji paliw alternatywnych.

Prognozę dostępności odpadów komunalnych (bez uwzględnienia, czy jest to frakcja palna) do wytworzenia oczekiwanych ilości paliw alternatywnych (RDF) wykonano przy założeniu, że podmioty uczestniczące w systemie gospodarowania odpadami komunalnymi zapewnią wywiązywanie się przez Polskę z obowiązków w zakresie wymaganych poziomów przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu oraz ograniczeń w ilości odpadów umieszczanych na składowiskach.

Operacjami odzysku, które są kwalifikowane jako recykling (odzysk materiałowy), są:

- R3 – recykling lub odzysk substancji organicznych, które nie są stosowane jako rozpuszczalniki (w tym kompostowanie i inne biologiczne procesy przekształcania). Zgodnie z projektem ustawy o zmianie ustawy

TAB. 10. **IŁOŚCI ODPADÓW KOMUNALNYCH WYTWORZONYCH (W LATACH 2015–2019) I PRZEWIDYWANYCH DO WYTWORZENIA (W LATACH 2020–2050) ORAZ O SPOSOBACH ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW WYTWORZONYCH I PRZEWIDYWANYCH DO WYTWORZENIA**

		2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 030	2 035	2050
Uśredniona ilość odpadów wytworzonych, w tym:	tys. Mg/rok	10864	11654	11969	12484	12753	13952	14411	14872	15285	15730	16106	17580	17782	17990
Przygotowanie do ponownego użycia i recyklingu (R2, R3 i R11)	%	26,4	27,8	26,7	26,2	25,0	24,0	24,0	25,0	27,0	37,0	47,0	51,0	56,0	56,0
	tys. Mg/rok	2867	3244	3199	3269	3192	2182	2818	3718	5350	7079	8858	10548	11559	11693
Kompostowanie lub fermentacja (przetwarzanie biologiczne) (R3)	%	16,1	16,2	7,1	8,1	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0
	tys. Mg/rok	1750	1890	848	1012	1153	1395	1441	1487	1528	1573	1611	1758	1778	1799
Sumaryczne wykorzystanie w operacjach recyklingu	%	42,5	44,0	33,8	34,3	34,1	32,0	32,0	33,0	35,0	45,0	55,0	60,0	65,0	65,0
	tys. Mg/rok	4617	5134	4047	4281	4345	4465	4612	4908	5350	7079	8858	10548	11559	11693
Wymagany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia	%							20,0	25,0	35,0	45,0	55,0	60,0	65,0	65,0
Składowanie	%	44,3	36,5	41,8	41,6	43,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	30,0	20,0	10,0	10,0
	tys. Mg/rok	4808	4255	5000	5191	5487	4883	5044	5205	5350	5506	4832	3516	1778	1799
Dopuszczalny poziom składowania	%											30	20	10	10
Razem recykling, przetwarzanie biologiczne i składowanie	%	86,8	80,5	75,6	75,9	77,1	67,0	67,0	68,0	70,0	78,0	85,0	80,0	75,0	75,0
	tys. Mg/rok	9425	9389	9047	9472	9833	9348	9655	10113	10699	12269	13690	14064	13337	13492
Ilość odpadów do innych sposobów zagospodarowania	%	13,2	19,5	24,4	24,1	22,9	33,0	33,0	32,0	30,0	22,0	15,0	20,0	25,0	25,0
	tys. Mg/rok	1439	2265	2922	3013	2920	4604	4756	4759	4585	3461	2416	3516	4446	4497
Termiczne przekształcanie (wg GUS)	%	13,2	19,4	24,4	24,1	22,9	Patrz tabela numer 11 str. 54								
	tys. Mg/rok	1439	2265	2922	3013	2920									

Źródło: opracowanie własne



o odpadach oraz niektórych innych ustaw, której proces legislacyjny ma zostać zakończony przed 1 stycznia 2021 r., proces R3 ma obejmować także przygotowanie do ponownego użycia, zgazowanie i pirolizę z wykorzystaniem tych składników jako odczynników chemicznych,

- R4 – recykling lub odzysk metali i związków metali (w tym przygotowanie do ponownego użycia)
- R5 – recykling lub odzysk innych materiałów nieorganicznych,
- R11 – wykorzystywanie odpadów uzyskanych w wyniku któregośkolwiek z procesów wymienionych w pozycji R1-R10.

W tabeli 10 zestawiono dane o ilości odpadów komunalnych wytworzonych (w latach 2015–2019) i przewidywanych do wytworzenia (w latach 2020–2050) oraz o sposobach zagospodarowania odpadów wytworzonych i przewidywanych do wytworzenia. Sposób zagospodarowania odpadów, które będą stanowiły nadwyżkę ponad odpady przeznaczone do przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz do składowania, zostanie przedstawiony w kolejnej tabeli.

Z danych przedstawionych w tabeli 10 wynika, że ilość odpadów komunalnych, które będą wymagały innego zagospodarowania niż przygotowanie do ponownego użycia, recykling i składowanie (potencjalnie, jako surowiec do produkcji paliw alternatywnych lub odpady przeznaczone do termicznego przekształcania w spalarniach), będzie w latach 2020–2050 na poziomie 4,5 mln Mg/rok. Wyjątkiem będzie okres lat 2024–2030, kiedy to, w:

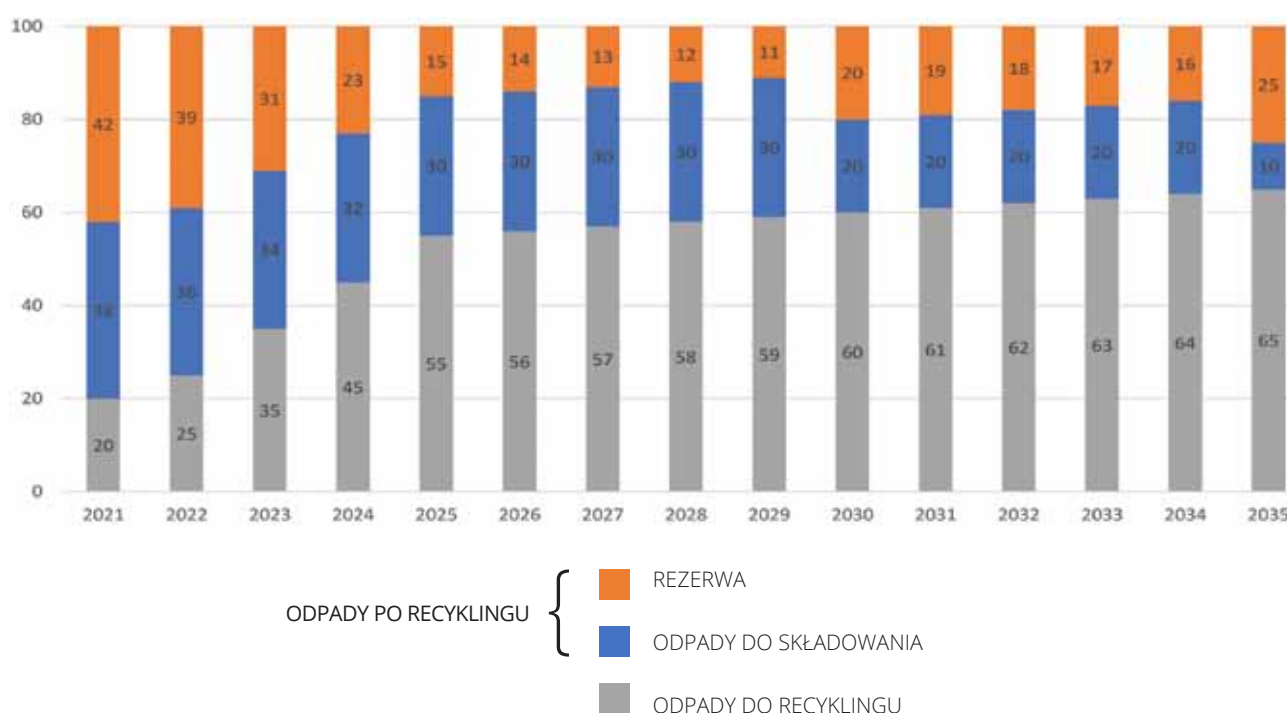
- 2024 r. – ilość tych odpadów będzie na poziomie 3,5 mln Mg/rok (wymagany 45% poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz brak wymagań dotyczących ilości odpadów dopuszczonych do składowania),
- 2025 r. – ilość tych odpadów będzie na poziomie 2,5 mln Mg/rok (wymagany 55% poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz określony 30% poziom maksymalnych ilości odpadów komunalnych dopuszczonych do składowania),
- 2030 r. – ilość tych odpadów będzie na poziomie 3,5 mln Mg/rok (wymagany 60% poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz określony 20% poziom maksymalnych ilości odpadów komunalnych dopuszczonych do składowania).

Skalę problemu, związanego z ilością frakcji palnej z odpadów komunalnych, które mogłyby zostać poddane termicznemu przekształceniu (przy założeniu, że zostaną osiągnięte poziomy przygotowania do ponownego użycia i recyklingu określone w przepisach oraz że zostanie „wykorzystane w pełni prawo” do składowania odpadów na składowiskach), przedstawiono w tabeli 11. i na rys. 8.

TAB. 11. **ANALIZA DOSTĘPNOŚCI FRAKCJI ODPADÓW KOMUNALNYCH DO TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA, WYRAŻONA W PROCENTACH** (PRZY PEŁNYM WYKONANIU OBOWIĄZKÓW W ZAKRESIE PRZYGOTOWANIA DO PONOWNEGO UŻYCIA I RECYKLINGU ORAZ „WYKORZYSTANIU” MOŻLIWOŚCI SKŁADOWANIA ODPADÓW)

Lata	J.m.	Wartość parametru w roku														
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Odpady wytworzone	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Odpady do recyklingu	%	20	25	35	45	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Pozostałość po recyklingu	%	80	75	65	55	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35
Odpady do składowania	%	38	36	34	32	30	30	30	30	30	20	20	20	20	20	10
Rezerwa (np. do TPO)	%	42	39	31	23	15	14	13	12	11	20	19	18	17	16	25

Źródło: opracowanie własne

RYS. 8. **PROGNOZA DOSTĘPNOŚCI FRAKCJI ODPADÓW KOMUNALNYCH
DO TERMICZNEGO PRZETWÓRZENIA**

Źródło: opracowanie własne.

Bilans odpadów, które mogą zostać wykorzystane do produkcji paliw alternatywnych lub do termicznego przekształcania w spalarniach, może zostać poprawiony, przede wszystkim z uwagi na wysokie stawki opłat „marszałkowskich” za umieszczanie odpadów na składowiskach. Podmioty zajmujące się gospodarowaniem odpadami komunalnymi (przede wszystkim operatorzy instalacji komunalnych) będą bowiem minimalizować ilości odpadów kierowanych na składowiska także z uwagi na optymalizację wykorzystywania pojemności składowisk, z których korzystają.

Nadwyżkę odpadów komunalnych, ponad ilości odpadów przeznaczonych do przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz do składowania, oraz przewidywane ilości tych odpadów, które mogą zostać poddane procesowi współspalania w instalacjach do termicznego przekształcania (w spalarniach i cementowniach, które są współspalarniami), przedstawiono w tabeli 12.

TAB. 12. **NADWYŻKA ODPADÓW KOMUNALNYCH, PONAD ILOŚCI ODPADÓW PRZEZNACZONYCH DO PRZYGOTOWANIA DO PONOWNEGO UŻYCIA I RECYKLINGU ORAZ DO SKŁADOWANIA, ORAZ PRZEWIDYWANE ILOŚCI TYCH ODPADÓW, KTÓRE MOGĄ ZOSTAĆ PODDANE PROCESOWI WSPÓŁSPALANIA W INSTALACJACH DO TERMICZNEGO PRZEKSZTAŁCANIA (W SPALARNIACH I CEMENTOWNIACH, KTÓRE SĄ WSPÓŁSPALARNIAMI)**

Wyszczególnienie	J.m.	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 030	2 035	2050
Przewidywana (prognozowana) ilość odpadów komunalnych wymagających zagospodarowania (po uwzględnieniu ilości odpadów, które mają zostać poddane przygotowaniu do ponownego użycia i recyklingu oraz przewidzianych do umieszczenia na składowiskach)	tys. Mg/rok	4604	4756	4759	4585	3461	2416	3516	4446	4497
Wydajność spalarni odpadów komunalnych	tys. Mg/rok	1184	1184	1294	1294	1294	1294	1294	1294	1294
Prognozowana „dostępność” odpadów do zagospodarowania (po uwzględnieniu wykorzystania potencjału spalarni)	tys. Mg/rok	3420	3572	3465	3291	2167	1122	2222	3152	3203
„Zapotrzebowanie” na odpady, jako „surowiec” do produkcji RDF, wg P1_W1	tys. Mg/rok	2047	2047	2047	2047	2047	2189	2391	2540	2644
„Dostępność” – „zapotrzebowanie” dla P1_W1	tys. Mg/rok	1373	1525	1418	1244	120	-1067	-169	612	559
„Zapotrzebowanie” na odpady, jako „surowiec” do produkcji RDF, wg P1_W2	tys. Mg/rok	2047	2047	2047	2047	2047	2132	2241	2241	2279
„Dostępność” – „Zapotrzebowanie” dla P_1W2	tys. Mg/rok	1373	1525	1418	1244	120	-1010	-19	911	924
„Zapotrzebowanie” na odpady, jako „surowiec” do produkcji RDF, wg P2_W1	tys. Mg/rok	2047	2047	2047	2047	2047	2225	2571	3017	3348
„Dostępność” – „zapotrzebowanie” dla P2_W1	tys. Mg/rok	1373	1525	1418	1244	120	-1103	-349	135	-145
„Zapotrzebowanie” na odpady, jako „surowiec” do produkcji RDF, wg P2_W2	tys. Mg/rok	2047	2047	2047	2047	2047	2167	2410	2662	2887
„Dostępność” – „zapotrzebowanie” dla P2_W2	tys. Mg/rok	1373	1525	1418	1244	120	-1045	-188	490	316

Uwaga: kolorem żółtym zaznaczono okresy, w których mogą wystąpić niedobory frakcji palnych odpadów komunalnych, które są niezbędne do zaspokojenia potrzeb cementowni na paliwo alternatywne (RDF).

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z przeprowadzonych analiz, w latach 2024–2034 może wystąpić niedobór odpadów komunalnych, które można byłoby wykorzystać jako nośniki energii w spalarniach i cementowniach. Ten niedobór wynika z bardzo wysokich poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu, które należy osiągnąć stosownie do wymogów wynikających z przepisów prawnych.

W sposób istotny na przedstawiony wyżej bilans odpadów, które mogą być docelowo wykorzystane jako nośniki energii do wypalania klinkieru, może wpłynąć inicjatywa przedstawicieli sektora energetycznego, zarządzających ciepłowniami i elektrociepłowniami, w sprawie wykorzystania wysokenergetycznej frakcji odpadów komunalnych jako paliwa w tych obiektach. **Inicjatywa ta ma poparcie obecnego kierownictwa Ministerstwa Klimatu i Środowiska, chociaż można zakładać, że jest to poparcie ostrożne. Świadczy o tym treść**

zarządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 października 2020 r. w sprawie powołania Zespołu do spraw wsparcia budowy elektrociepłowni opalanych wysokoenergetyczną frakcją odpadów komunalnych, o którym będzie mowa w następnym rozdziale niniejszego opracowania.

W obecnie obowiązujących wojewódzkich planach gospodarki odpadami, które zostały uzgodnione z dawnym Ministerstwem Środowiska, wymienione są 34 obiekty, w tym ciepłownie i elektrociepłownie, w których ma być spalane paliwo alternatywne (RDF). Nie dla wszystkich obiektów określono przewidywaną ilość spalanego RDF. Dla 18 obiektów ilość ta sięga 1,9 mln Mg/rok. Należy jednakże zaznaczyć, że mimo obowiązywania wojewódzkich planów gospodarki odpadami od 2016 r., w zakresie stosowania odpadów (w tym RDF) w ciepłowniach i elektrociepłowniach nie poczyniono praktycznie żadnego postępu.

Nowy okres planistyczny dla gospodarki odpadami ma rozpocząć się w 2023 r. Obecne plany obejmują okres 2016–2022. Nie można jednak wykluczyć, że część urzędów marszałkowskich przystąpi do opracowywania projektów nowych planów gospodarki odpadami wcześniej, żeby weszły w życie przed 2023 r. Wynika to przede wszystkim ze zmiany przepisów dotyczących gospodarowania odpadami, w tym odpadami komunalnymi w szczególności. Istotne będzie zatem to, jakie instalacje do termicznego przekształcania odpadów zostaną ujęte w nowych planach. Nie będzie bowiem listy instalacji termicznego przekształcania odpadów ustalonej przez Ministra Klimatu i Środowiska, wobec nowelizacji ustawy o odpadach i wykreślenia przepisów art. 35b i 35c.

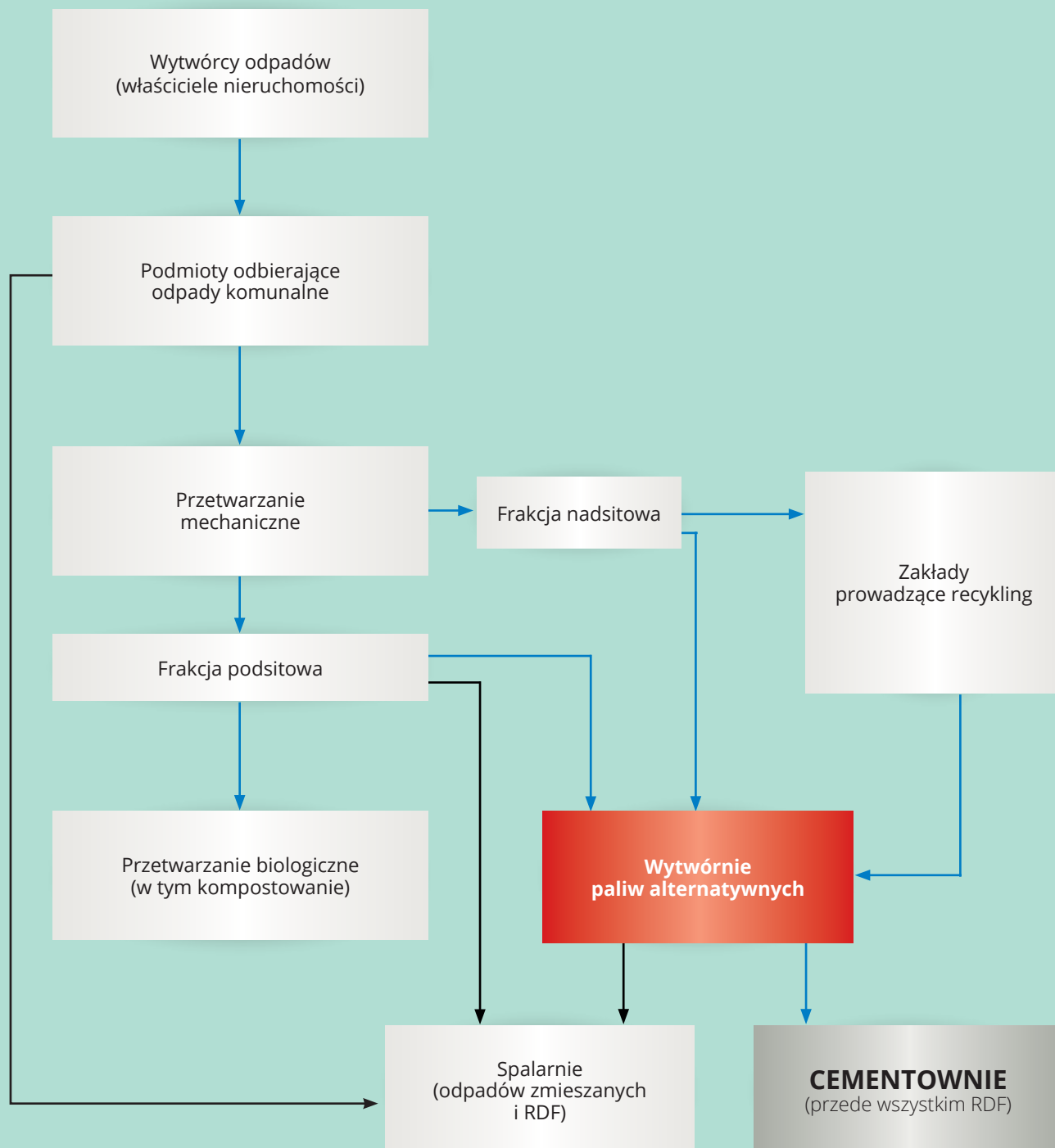
Ministerstwo Klimatu i Środowiska przygotowało projekt aktualizacji Krajowego planu gospodarki odpadami, w związku z nową unijną perspektywą finansową na lata 2021–2027. W projekcie tym oszacowano potrzeby inwestycyjne w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów oraz gospodarowania odpadami, w tym także w zakresie termicznego przekształcania odpadów.

Cementownie, w których prowadzony jest już od wielu lat proces termicznego przekształcania odpadów, i posiadają instalacje przystosowane do współspalania RDF (głównym składnikiem są frakcje palne odpadów komunalnych), potraktowano jako „rezerwę mocy”, określając przewidywaną ilość odpadów, które zostaną poddane termicznemu przekształcaniu w cementowniach, na 600–800 tys. Mg/rok, zakładając, że w cementowniach termicznie przekształcane będą odpady palne z przemysłu.

Potraktowanie, w Krajowym planie gospodarki odpadami, cementowni jako „rezerwy mocy” dla termicznego przekształcania frakcji palnej odpadów komunalnych (będącej składnikiem paliw alternatywnych, przygotowanych zgodnie z wymogami wynikającymi ze specyfiki działania instalacji do produkcji klinkieru) stanowić będzie istotny problem dla przemysłu cementowego (problemy z pozyskaniem paliw alternatywnych i być może konieczność wprowadzenia zmian w układach technologicznych instalacji do produkcji klinkieru) ale także przyczyni się do wzrostu kosztów zagospodarowania odpadów komunalnych (w 2020 r. spalarnie odpadów komunalnych znacznie podniosły ceny przyjęcia odpadów komunalnych do termicznego przekształcania z instalacji komunalnych).

Ograniczenie możliwości wykorzystywania frakcji palnej odpadów komunalnych jako „składnika” paliw alternatywnych, wykorzystywanych w cementowniach, wpłynie także negatywnie na możliwość osiągnięcia przez przemysł cementowy celów wynikających z polityki klimatycznej i pogorszy sytuację konkurencyjną przemysłu, który jest i pozostanie istotnym elementem w systemie gospodarczym Polski.

RYS. 8. **UPROSZCZONY SCHEMAT „PRZEPŁYWU” ODPADÓW KOMUNALNYCH,**
KTÓRY MOŻNA POTRAKTOWAĆ JAKO „ŁAŃCUCH DOSTAW PALIWA ALTERNATYWNEGO” DO CEMENTOWNI



Źródło: opracowanie własne



Należy także postawić pytanie – jaki może być skład frakcji odpadów komunalnych, które pozostaną po wydzieleniu odpadów do przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz czy będą spełniać wymagania pozwalające na ich składowanie? Uproszczony schemat „przepływu” odpadów komunalnych, który można potraktować jako „łańcuch dostaw paliwa alternatywnego” do cementowni, przedstawiono na rysunku 8.

W tabeli 13 zestawiono dane o składzie morfologicznym frakcji wielkościowych zmieszanych odpadów komunalnych.

Składnikami frakcji podsitowej o uziarnieniu 40–80 mm, które mogą być wykorzystane do produkcji paliwa alternatywnego (RDF), są: odpady papieru (18,4% ogólnej masy), odpady tworzyw sztucznych (8,2% ogólnej masy), tekstylia (ok. 0,5% ogólnej masy).

TAB. 13. **DANE O SKŁADZIE MORFOLOGICZNYM FRAKCJI WIELKOŚCIOWYCH ZMIESZANYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH**

Uziarnienie frakcji [mm]	Skład frakcyjny [%]	Skład morfologiczny [%]											
		Żywność roślinna	Żywność zwierzęca	Papier	Tworzywa	Tekstylia	Szkło	Metale	Organiczne pozostałe	Mineralne pozostałe	Niebezpieczne	Inne	Razem
>100	23,0	0,0	0,0	52,0	30,7	2,5	5,8	5,7	2,7	0,0	0,0	0,5	100
80 - 100	15,6	11,3	0,0	34,7	23,7	0,2	9,2	1,1	7,3	12,5	0,0	0,0	100
60 - 80	9,8	17,9	0,0	30,2	28,2	1,5	9,3	6,1	5,6	1,3	0,0	0,0	100
40 - 60	16,7	29,5	2,1	25,7	15,5	1,6	7,6	3,4	9,9	2,3	2,4	0,0	100
20 - 40	18,4	49,9	3,1	13,9	4,3	0,5	6,0	1,4	17,3	3,6	0,0	0,0	100
10 - 20	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100
< 10	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100
Razem	100,0	18,5	0,9	26,4	16,9	1,3	6,6	2,4	6,7	2,9	0,06	16,8	100

Źródło: Białowiec, 2018



Z frakcji podsitowej można zatem uzyskać 2,0– 2,5 mln Mg odpadów palnych, które mogą być wykorzystane do produkcji paliw alternatywnych. Oznacza to, że w latach 2020–2023 oraz po 2035 r. należałoby uzyskać z innych źródeł (opakowania wielomateriałowe, drewno, odpady wielkogabarytowe, z których można uzyskać 0,6–0,8 mln Mg/rok), a także z niewykorzystanych w procesach recyklingu odpadów papieru i tektury oraz odpadów tworzyw sztucznych (zebranych selektywnie), ok. 2,0 mln Mg/rok, zaś w latach 2024–2035 ok. 1,0–1,5 mln Mg/rok.

Analizując dane o składzie odpadów komunalnych oraz wymagania dotyczące poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu oraz konkurencję istniejących już spalarni odpadów (które często wchodzi w skład instalacji komunalnych), można założyć, że w latach 2024–2035 mogą wystąpić niedobory frakcji wysokoenergetycznej odpadów komunalnych dla potrzeb wytworzenia niezbędnych dla cementowni w Polsce ilości paliw alternatywnych (RDF). Ograniczenie możliwości wykorzystywania frakcji palnej odpadów komunalnych do produkcji paliw alternatywnych, które będą współspalane w cementowniach, jakie znalazło się w projekcie aktualizacji Krajowego planu gospodarki odpadami, do 600–800 tys. Mg/rok, będzie szkodliwe zarówno dla przemysłu cementowego, jak i dla systemu gospodarowania odpadami komunalnymi.

Produkcja klinkieru cementowego, jak już wskazano, jest procesem bezodpadowym. Oznacza to, że wszystkie surowce wprowadzone do pieca obrotowego ulegają stopieniu w końcowy produkt, czyli w klinkier cementowy. W strukturę klinkieru cementowego wtapiają się także stałe produkty spalania paliw. Z analizy bilansu paliw stosowanych do wypalania klinkieru oraz ich właściwości wynika, że w 1 Mg klinkieru może znajdować się do 0,035 Mg stałych produktów spalania zastosowanych paliw (które zostały wtopione w strukturę klinkieru). Uwzględniając zmienność składu paliw stosowanych do wypalania klinkieru, można przyjąć, że stałe produkty spalania paliw stanowią 3–4% masy klinkieru.

Stosowanie odpadów, jako nośników energii w procesach wypalania klinkieru, w szczególności paliw alternatywnych (RDF), jest korzystne zarówno dla cementowni, jak i dla środowiska. I tak, bazując na danych z 2019 r., w którym:

- wyprodukowano 14,178 mln Mg klinkieru,
- zużyto 580 tys. Mg węgla i 1750 tys. Mg odpadów (jako nośników energii do wypalania klinkieru, o zawartości popiołu zależnej od składu paliw alternatywnych), w tym 1523 Mg RDF,
- dzięki czemu uniknięto: emisji ok. 57,6 Mg dwutlenku siarki – średnio ok. 4 Mg SO₂/1 mln Mg klinkieru (średnia zawartość siarki w węglu wynosi 2% zaś w odpadach – nośnikach energii w procesach wypalania klinkieru, wynosi maksymalnie 1,5%) oraz uniknięto zużycia ok. 400–500 tys. Mg surowców naturalnych – ok. 2,7–3,5% masy klinkieru (dzięki temu, że stałe produkty spalania nośników energii, w tym odpadów, wtapiają się w strukturę klinkieru).

Zwiększenie wskaźnika wykorzystania odpadów, w tym w szczególności paliw alternatywnych (RDF), w bilansie energetycznym wypalania klinkieru przyczyni się do dalszego ograniczania emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz zużycia surowców naturalnych.

TAB. 14. **EMISJA DWUTLENKU WĘGLA W LATACH 2015–2019** ORAZ WYZNACZONE WSKAŹNIKI EMISJI CO₂ DLA UZYSKANEJ W TYCH LATACH PRODUKCJI KLINKIERU

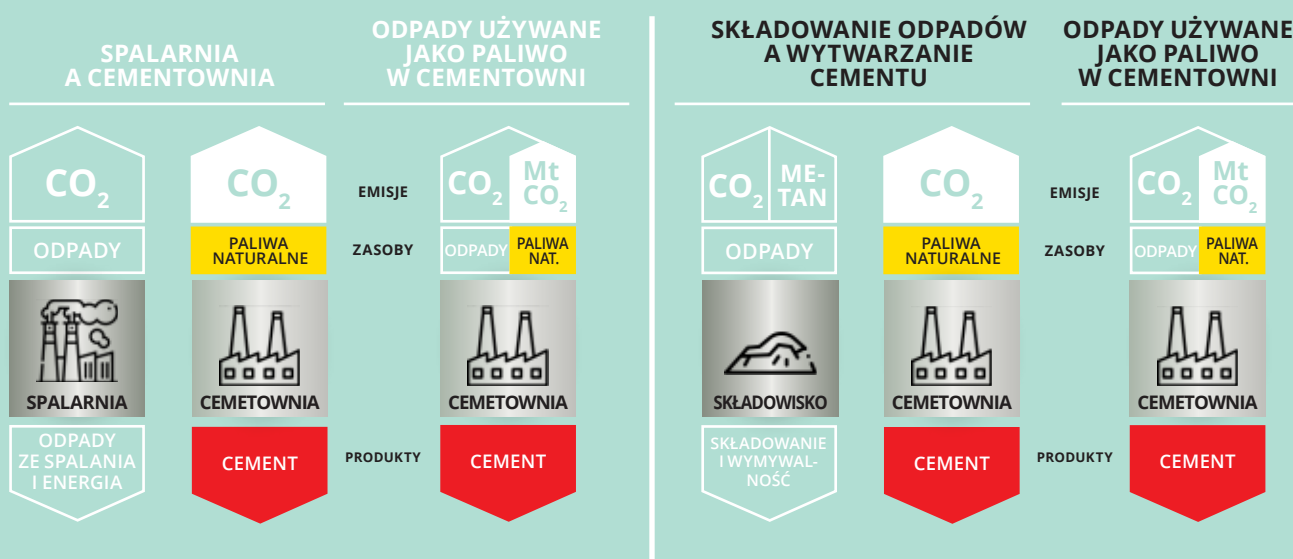
Wyszczególnienie (parametr)	J.m.	Wartość parametru w roku				
		2015	2016	2017	2018	2019
Emisja CO ₂	tys. Mg/rok	9441	9701	10270	11314	11290
Produkcja klinkieru	tys. Mg/rok	11602,5	12016,5	12934,3	14173,7	14178,0
Wskaźnik emisji CO ₂	kg/Mg klinkieru	814	807	794	799	796

Źródło: Informatory Stowarzyszenia Producentów Cementu (www.polskicement.pl)

Przemysł cementowy jest przemysłem energochłonnym, zużywającym duże ilości ciepła (do wypalania klinkieru) oraz energii elektrycznej (do napędu urządzeń wchodzących w skład instalacji eksploatowanych w cementowniach). Jest też znaczącym źródłem emisji dwutlenku węgla (wskaźnik emisji CO₂ dla produkcji klinkieru wynosi 856 kg/Mg klinkieru, zaś dla produkcji cementu – 670 kgCO₂/Mg cementu). Te wysokie wskaźniki emisji można obniżyć, stosując jako paliwo biomasę („zerowy” wskaźnik emisji). Także stosowanie paliw alternatywnych pozwala obniżyć wskaźnik emisji CO₂, bowiem paliwa RDF (np. paliwo alternatywne lekkie do 10% gumy zawiera frakcję biomasową na poziomie 35–40%).

W tabeli 14 zamieszczono emisję dwutlenku węgla w latach 2015–2019 oraz wyznaczone wskaźniki emisji CO₂ dla uzyskanej w tych latach produkcji klinkieru.

Zmiany w strukturze nośników energii wykorzystywanych do wypalania klinkieru (nawet przy bardzo wysokim wskaźniku wykorzystania paliw alternatywnych) nie zapewnią osiągnięcia celów określonych przez CEMBUREAU w swojej mapie drogowej, która zakłada ograniczenie do 2030 r. emisji CO₂ o 30% w procesach produkcji cementu i o 40% przy uwzględnieniu pełnego łańcucha wartości cementu i betonu. Potrzebne są dalsze działania, w tym wykorzystywanie innowacyjnych technik produkcji oraz stosowanie rozwiązań ograniczających emisję dwutlenku węgla.

RYS. 9. **CO-PROCESSING ODPADÓW W CEMENTOWNI VS. SPALANIE LUB SKŁADOWANIE ODPADÓW**

Źródło: ROADMAP CEMBUREAU





6.

UWARUNKOWANIA PRAWNE, EKONOMICZNE I TECHNOLOGICZNE FUNKCJONOWANIA PRZEMYSŁU CEMENTOWEGO W GOSPODARCE

Przy określaniu sposobu osiągania przez polski przemysł cementowy celów Europejskiego Zielonego Ładu oraz wymagań wynikających z przyjętych już na poziomie unijnym zasad gospodarki w obiegu zamkniętym należy uwzględnić m.in.: uwarunkowania prawne, uwarunkowania ekonomiczne oraz uwarunkowania wynikające z aktualnego poziomu rozwoju technik i technologii stosowanych w przemyśle cementowym.

6.1. Uwarunkowania prawne mające wpływ na gospodarkę odpadami w przemyśle cementowym w Polsce

Mając na względzie to, że gospodarka odpadami jest częścią systemu ochrony środowiska, kluczowymi przepisami, które mają lub mogą mieć wpływ na modele gospodarki odpadami w poszczególnych cementowniach w Polsce, są:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska oraz przepisy wykonawcze do tej ustawy.
- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko oraz wydane na podstawie delegacji zawartej w tej ustawie.
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach oraz akty wykonawcze do tej ustawy.
- Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz akty wykonawcze do tej ustawy.
- Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi.
- Przepisy dotyczące uprawnień do emisji gazów cieplarnianych.

6.1.1. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska oraz przepisy wykonawcze do tej ustawy

Ustawa reguluje kwestie kwalifikacji instalacji (wymagających uzyskania pozwolenia zintegrowanego, wymagających lub niewymagających uzyskania pozwoleń „sektorowych”, mogących funkcjonować na podstawie zgłoszenia). Cementownie, z pełnym procesem produkcyjnym, klasyfikowane są jako instalacje, których eksploatacja wymaga uzyskania pozwolenia zintegrowanego. Postępowanie administracyjne związane z uzyskiwaniem pozwolenia zintegrowanego oraz jego zmiany w przypadku znaczącej zmiany instalacji, wymaga zapewnienia możliwości udziału społeczeństwa w postępowaniu. Ponadto w cementowniach znajdują się instalacje pomocnicze (zabezpieczające, np. kotłownie), które nie muszą być (i z reguły nie są) objęte pozwoleniem zintegrowanym.

Ponadto ustawa określa opłaty za korzystanie ze środowiska (w tym opłaty za wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza oraz opłaty za umieszczanie odpadów na składowiskach). Potencjalnym aspektem negatywnym dla branży cementowej jest konieczność ponoszenia opłat za wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza.

Potencjalnym aspektem pozytywnym są stawki opłat za umieszczanie na składowisku odpadów, które mogą stanowić „surowiec” do produkcji paliw alternatywnych (np. odpadów opakowań z podgrupy 15 01, odpadów z mechanicznej obróbki z podgrupy 19 12 oraz odpadów palnych zebranych selektywnie z podgrupy 20 01, np. odpadów papieru i tektury oraz odpadów tworzyw sztucznych, a także niesegregowanych odpadów komunalnych – 20 03 01), które są bardzo wysokie (w roku 2021 wynosić będą 276,21 zł/Mg). Istnieje także prawny zakaz składowania odpadów palnych (art. 122 ustawy o odpadach, z uwzględnieniem granicznej wartości opałowej wynoszącej 6 MJ/kg suchej masy odpadów), ale pojawiają się także inicjatywy w sprawie okresowego zawieszenia zakazu składowania odpadów palnych (m.in. w związku z licznymi pożarami składowisk i miejsc magazynowania odpadów, jakie miały miejsca przede wszystkim w latach 2018–2019).

Zmianę w art. 122, która stanowi, że „zakazuje się składowania na składowisku odpadów następujących odpadów”, polegającą na dodaniu ust. 5a, o treści: „5a) selektywnie zebranych w celu przygotowania ich do ponownego użycia lub recyklingu, z wyjątkiem odpadów powstających w wyniku dalszego przetwarzania odpadów selektywnie zebranych, jeżeli składowanie daje w tym przypadku wynik najlepszy dla środowiska zgodnie z hierarchią sposobów postępowania z odpadami;” zaproponowano w projekcie ustawy o zmianie ustawy o odpadach oraz niektórych innych ustaw (skierowanym do uzgodnień, opiniowania i konsultacji społecznych w dniu 22.10.2020 r.).

Gdyby nawet taka zmiana w ustawie o odpadach została wprowadzona, to wysokie stawki opłat będą czynnikiem ograniczającym „chęć” zdeponowania na składowiskach przynajmniej niektórych frakcji odpadów palnych (w tym przypadku pewną rolę odgrywać będą także koszty przekazania frakcji palnej, np. do wytwórni paliw alternatywnych).

Kolejnym aspektem, który reguluje ustawa, jest ochrona powietrza (w tym ustalając standardy emisyjne oraz standardy jakości powietrza, a także regulując kwestie dotyczące programów ochrony powietrza). W związku ze złym stanem jakości powietrza w wielu strefach (oceny jakości powietrza dokonuje Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, a wyniki tych ocen są publikowane w rocznych raportach) może się okazać, że rozbudowa cementowni znajdującej się w strefie, w której został przekroczony dopuszczalny poziom stężeń pyłu, związana ze zwiększeniem emisji tego zanieczyszczenia, wymagać będzie przeprowadzenia postępowania kompensacyjnego. Dla pieców do produkcji klinkieru, w których są współspalane odpady, zostały określone standardy emisyjne a także graniczne wielkości emisyjne, które wynikają z konkluzji BAT dla przemysłu cementowego.

6.1.2. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko oraz wydane na podstawie delegacji zawartej w tej ustawie

Potencjalne ryzyka dla działalności cementowni, które wynikają z ustawy, związane są z zasadą udziału społeczeństwa, w tym organizacji ekologicznych, w postępowaniach w sprawie oceny oddziaływania planowanych przedsięwzięć na środowisko. Przedsięwzięcia związane z gospodarką odpadami, np. związane ze zwiększeniem ilości stosowanych odpadów w procesach produkcyjnych, są lub mogą być oprotestowywane przez lokalną społeczność. Cementownie, prowadząc programy społecznej odpowiedzialności biznesu, przyjmując postawę empatyczną w stosunku do obaw społeczności lokalnych i organizacji ekologicznych oraz realizując

najwyższe standardy ekologiczne i ograniczanie zanieczyszczenia (m.in. hałasu), będą mogły minimalizować ryzyka w tym obszarze.

Potencjalny aspekt pozytywny zapisów ustawy dla cementowni wynika z przepisu, że uchwalenie wojewódzkich planów gospodarki odpadami musi być poprzedzone przeprowadzeniem strategicznej oceny oddziaływania na środowisko z zapewnieniem udziału społeczeństwa w postępowaniu. W związku z wykreśleniem art. 35b i 35c z ustawy o odpadach (dotyczyły one opublikowania przez Ministra Klimatu i Środowiska w drodze rozporządzenia listy spalarni odpadów), zamiary związane z budową lub rozbudową spalarni odpadów będą określone w wojewódzkich planach gospodarki odpadami. Ze względu na to, że spalarnie będą stanowiły „konkurencję” dla cementowni w pozyskiwaniu paliw alternatywnych, cementownie powinny „śledzić” tok prac nad wojewódzkimi planami gospodarki odpadami i odpowiednio reagować (w planach tych są także zamierzenia dotyczące budowy lub rozbudowy instalacji do produkcji paliw alternatywnych).

W zakresie rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, należy uwzględnić, że na podstawie tego rozporządzenia dokonuje się kwalifikacji planowanych przedsięwzięć, co wpływa na procedurę uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. A to z kolei ma wpływ na terminowość realizacji zamierzeń inwestycyjnych.

6.1.3. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach oraz akty wykonawcze do tej ustawy

W zakresie Rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów, należy zwrócić szczególną uwagę, że w związku z pracami nad rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych należy mieć na względzie konieczność „racjonalnego” klasyfikowania odpadów, które będą wytwarzane przede wszystkim w procesie przetwarzania mechanicznego (sortowania).

W Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowisku potencjalnie pozytywny aspekt dla cementowni to fakt, że rozporządzenie określa m.in. graniczną wartość ciepła spalania odpadów o kodach 19 08 05, 19 08 12, 19 08 14, 19 12 12 oraz odpadów z grupy 20 (6 MJ/kg suchej masy), której przekroczenie oznacza brak możliwości umieszczania tych odpadów na składowiskach. Taki zapis chroni frakcję palną, m.in. odpadów komunalnych, przed tendencją do składowania i w ten sposób powiększa masę odpadów, które mogą być wykorzystane do wytwarzania paliw alternatywnych.

W Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu, istotny dla branży cementowej jest fakt zapisania konieczności dotrzymywania warunków w piecach obrotowych do wypalania klinkieru. Rozporządzenie określa m.in. temperaturę gazów spalinyowych we współspalarniach. Piece obrotowe do wypalania klinkieru spełniają warunki określone w rozporządzeniu w pełni i można je uznać za najlepsze, z punktu widzenia wymogów środowiskowych, „miejsce” współspalania odpadów.

Projekt rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych (skierowany do konsultacji i uzgodnień w dniu 10.08.2020 r.) zawiera aspekt NIEZWYKLE negatywny dla cementowni. W § 4 ust. 8 znajduje się zapis:

8. Odpady powstałe w procesie mechanicznego przetwarzania odpadów, o którym mowa w ust. 1, klasyfikowane jako odpady o kodzie 19 12 10, są stosowane w procesie odzysku R1 albo unieszkodliwiania D10 w spalarniach odpadów.

W przypadku, gdyby taki zapis znalazł się rozporządzeniu opublikowanym, spowodowałby **brak możliwości wykorzystywania paliw alternatywnych (RDF) jako źródła energii do wypalania klinkieru w piecach obrotowych.** – W piecach obrotowych do wypalania klinkieru **odbywa się proces współspalania** – są to zatem, w rozumieniu ustawy o odpadach (art. 3 pkt 31) **współspalarnie odpadów.**

Branża cementowa musi podjąć działania (poprzez organizacje branżowe i swoich przedstawicieli), aby wskazać i przekonać Ministerstwo Klimatu i Środowiska, że proponowany zapis jest szkodliwy nie tylko dla branży cementowej, ale przede wszystkim dla środowiska naturalnego, realizacji idei gospodarki w obiegu zamkniętym oraz dla gospodarki narodowej jako całości. Raport niniejszy wskazuje na szerokie oddziaływanie branży cementowej w tych wszystkich obszarach.

6.1.4. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz akty wykonawcze do tej ustawy

Aspekt potencjalnie negatywny dla cementowni to fakt, że Ustawa (po wprowadzeniu zmian, które zostały uchwalone w dniu 19.11.2020 r. w ramach ustawy o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach) określa wysokości poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych zgodnie z przepisami Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 zmieniającej dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów (od 20% wagowo w 2021 r. do 65% wagowo w 2035 r. i latach następnych). Zestawienie wymaganych poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych na każdy rok wymienionego wyżej okresu zamieszczono w rozdziale 5.6. niniejszego opracowania. W 2020 r. gminy mają zapewnić 50% poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu następujących frakcji odpadów komunalnych: papieru, tworzyw sztucznych, metali i szkła. Realizacja celów dotyczących poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu (a są to poziomy znacznie wyższe niż osiąganе obecnie) wpłynie na zmniejszenie dostępności frakcji palnej odpadów komunalnych dla potrzeb związanych z wytwarzaniem paliw alternatywnych.

Aspekt potencjalnie pozytywny dla cementowni to fakt, że należy się spodziewać, że w najbliższym czasie zostanie określony w polskich przepisach prawnych wymóg dotyczący ograniczania masy odpadów komunalnych, umieszczanych na składowiskach,

wynikający z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/850 zmieniającej dyrektywę 2008/98/WE w sprawie składowania odpadów. Zgodnie z wymienioną dyrektywą w 2025 r. do składowania mogą zostać skierowane odpady komunalne (z których wydzielono odpady nadające się do innych niż składowanie sposobów zagospodarowania) w ilości nie więcej niż: 30% wagowo w 2025 r., 20% wagowo w 2030 r. i 10% wagowo w 2035 r. i latach następnych.

6.1.5. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi

Trwa aktualnie proces legislacyjny ustawy o zmianie ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych innych ustaw (projekt skierowany do konsultacji 22.10.2020 r.), którego konsekwencją będzie m.in. zmiana ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi.

Zgodnie z projektem, a jest on zgodny z wymaganiami wynikającymi z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/852 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 94/92/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych, docelowy poziom recyklingu odpadów opakowaniowych w 2030 r. ma wynieść:

- razem – 70% (jest aktualnie 56%),
- z tworzyw sztucznych – 55% (jest aktualnie 23,5%),
- z aluminium – 60% (jest aktualnie 51%),
- z metali żelaznych – 80% (jest aktualnie 51%),
- z papieru i tektury – 85% (jest aktualnie 61%),
- ze szkła – 75% (jest aktualnie 61%),
- z drewna – 30% (jest aktualnie 16%).

Dla opakowań wielomateriałowych i po środkach niebezpiecznych poziomy recyklingu będą określone w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska.

Aspekt potencjalnie negatywny dla cementowni to fakt, że realizacja celów dotyczących poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów opakowaniowych (a są to poziomy znacznie wyższe niż osiągnęte obecnie) wpłynie na zmniejszenie dostępności frakcji palnej, jaką można wydzielić z odpadów opakowaniowych, dla potrzeb związanych z wytwarzaniem paliw alternatywnych.

Aspekt potencjalnie pozytywny dla przemysłu cementowego dotyczy obliczania osiągniętego poziomu recyklingu odpadów opakowaniowych (a także i odpadów komunalnych) uwzględniającego TYLKO odpady poddane recyklingowi. Wprowadzenie tego przepisu przyczyni się do dokładniejszego przygotowania odpadów dla odbiorców prowadzących recykling, co zwiększy masę frakcji palnej, którą można wydzielić z odpadów opakowaniowych (m.in. na tej podstawie sformułowano wniosek o możliwości wydzielenia

z odpadów komunalnych i odpadów opakowaniowych frakcji palnej, którą będzie można przeznaczyć do wytwarzania paliw alternatywnych).

6.1.6. Przepisy dotyczące uprawnień do emisji gazów cieplarnianych

Problematyka dotycząca szeroko rozumianej polityki klimatycznej Unii Europejskiej (UE) i związanych z nią aspektów formalnoprawnych wynikających z prawa polskiego nie wchodzi w zakres niniejszego opracowania, tym niemniej należy zwrócić uwagę na inicjatywy legislacyjne na poziomie UE, które mogą mieć wpływ na wykorzystywanie paliw alternatywnych (szerzej: odpadów) jako nośników energii w procesie wypalania klinkieru. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2018/2066 z dnia 19 grudnia 2018 r. w sprawie monitorowania i raportowania w zakresie emisji gazów cieplarnianych na podstawie dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz zmieniające rozporządzenie Komisji (UE) nr 601/2012 jest podstawą do stosowania zerowego współczynnika emisji CO₂ w odniesieniu do frakcji biomasowej zawartej w odpadach spalanych w piecach do wypalania klinkieru.

Komisja Europejska wypracowała inicjatywę ograniczenia podmiotowego stosowania zerowego współczynnika emisji CO₂ tylko do instalacji produkujących „energię elektryczną, ciepło i chłodziwo”. Proces legislacyjny przepisu unijnego, który zawiera taką regulację, nie został jeszcze zakończony, więc możliwe jest wprowadzenie korekty, która będzie pozytywnie oddziaływać na bilans netto emisji dwutlenku węgla z cementowni. Nie można też zapominać o procedurze ustalania przydziałów do uprawnień do emisji dwutlenku węgla, wynikającej z ustawy o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, w szczególności z uwzględnieniem uwarunkowań dotyczących sektorów narażonych na ucieczkę emisji (do których zalicza się przemysł cementowy).

6.2. Uwarunkowania ekonomiczne mające wpływ na gospodarkę odpadami w przemyśle cementowym w Polsce

Mając na względzie temat i cel niniejszego opracowania, rozpatrzono uwarunkowania ekonomiczne związane z:

- 1) kosztami pozyskiwania paliw alternatywnych, wykorzystywanych jako nośniki energii do wypalania klinkieru,
- 2) kosztami wynikającymi z polityki klimatycznej Unii Europejskiej, w szczególności z planów ograniczania emisji dwutlenku węgla, które mają lub mogą mieć wpływ na gospodarkę odpadami w przemyśle cementowym w Polsce.

Obecnie warunki finansowe obrotu odpadami „dyktują” podmioty znajdujące się na końcu łańcucha w systemach gospodarowania odpadami. Decyduje o tym w szczególności nadwyżka frakcji palnej ponad możliwości jej zagospodarowania przez istniejące spalarnie oraz cementownie (nadwyżka ta wynika przede wszystkim z braku możliwości zagospodarowania odpadów tworzyw sztucznych).

W łańcuchu dostaw ceny przyjmowania odpadów przez podmioty uczestniczące w zagospodarowaniu odpadów komunalnych kształtują się następująco:

- przedsiębiorstwa gospodarki odpadami komunalnymi, przyjmujące odpady od podmiotów odbierających odpady od właścicieli nieruchomości: za przyjęcie odpadów zmieszanych (20 03 01) – ok. 500–600 zł/Mg, za przyjęcie odpadów zebranych selektywnie (np. papieru i tektury) – 280–350 zł/Mg,
- przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją paliw alternatywnych: za przyjęcie frakcji palnej odpadów komunalnych – ok. 450 zł/Mg,
- cementownie: średnia cena za przyjęcie paliw alternatywnych tzw. kalcynatorowych (19 12 10) od 100 do 120 zł/Mg, a średnia cena za przyjęcie paliw alternatywnych tzw. palnikowych (19 12 10) od 120 do 150 zł/Mg,
- spalarnie odpadów za przyjęcie odpadów zmieszanych (20 03 01) – 500–721* zł/Mg.

* w 2020 r. Miasto Rzeszów musi zapłacić spalarni 721 zł/Mg odpadów zmieszanych (w 2019 roku koszty sięgały 302,40 zł/Mg).

Przykładowe cenniki – Zakład Gospodarki Odpadami Sp. z o.o. w Promniku (województwo świętokrzyskie).

Na wysokie koszty przetwarzania odpadów w instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) zwróciła uwagę Najwyższa Izba Kontroli w informacji o wynikach kontroli „Postępowanie z odpadami komunalnymi po przetworzeniu w instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych” (nr ewid. 194/2019/P/19/048/KSI). NIK w informacji tej wskazała, że „koszty przetwarzania odpadów w instalacji MBP pokrywane były z opłat za przyjęcie odpadów do zagospodarowania. Prowadzący instalacje mogli również uzyskiwać przychody ze sprzedaży tzw. surowców wtórnych” (NIK, 2019).

W latach 2016–2019 (I półrocze) opłaty za przyjęcie odpadów komunalnych do przetworzenia w badanych instalacjach MBP stale rosły i kształtowały się za 1 Mg: w roku 2016 od 150 zł do 369,49 zł, w roku 2017 od 186,78 zł do 429 zł, w roku 2018 – od 249 zł do 430 zł, w roku 2019 (I półrocze) – od 280,80 zł do 585 zł.

Podobnie wzrastały opłaty za przyjęcie odpadów selektywnie zbieranych. I tak dla odpadu o kodzie 15 01 06 (zmieszane odpady opakowaniowe) wynosiły (netto) w 2016 roku 150 zł, w 2017 roku 190 zł, w 2018 roku – 250 zł, w 2019 roku (do 30 czerwca) – 539 zł.

Podobnie przedstawia problematykę kosztów zagospodarowania odpadów komunalnych Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów w swoim raporcie „Badanie rynku usług związanych z zagospodarowaniem odpadów komunalnych w instalacjach w latach 2014–2019”.

Należy zakładać, że stan opisany powyżej, dotyczący odpadów poddawanych termicznemu przekształcaniu, będzie się zmieniał w najbliższych latach. Konkurencję dla cementowni stanowić będą zarówno spalarnie (które także przyjmują paliwa alternatywne) oraz być może ciepłownie i elektrociepłownie. Pojawiła się bowiem inicjatywa wykorzystania wysokokalorycznej frakcji odpadów komunalnych jako „paliwa” w elektrociepłowniach. Zarządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 października 2020 r. został powołany „Zespół do spraw wsparcia budowy elektrociepłowni opalanych wysokokaloryczną frakcją odpadów komunalnych”.

Jeżeli inicjatywa wykorzystania frakcji wysokoenergetycznej odpadów komunalnych jako „paliwa” w ciepłowniach i elektrociepłowniach zostanie przekształcona w realne działania, to całkowicie zmieni warunki funkcjonowania rynku paliw alternatywnych. Z przeprowadzonych analiz bilansu masowego frakcji palnej wynika, że tej frakcji może być w okresie 2024–2035 za mało, nawet na pokrycie potrzeb spalarni odpadów komunalnych i cementowni.

Aspekty ekonomiczne gospodarki odpadami mają związek także z działaniami dla ograniczenia emisji dwutlenku węgla. Zgodnie z art. 38 Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2018/2066 z dnia 19 grudnia 2018 r. w sprawie monitorowania i raportowania w zakresie emisji gazów cieplarnianych na podstawie dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz zmieniające rozporządzenie Komisji (UE) nr 601/2012 „prowadzący instalację może wyznaczać wartość danych dotyczących działalności odnoszących się do strumienia materiałów wsadowych złożonego z biomasy bez zastosowania poziomów dokładności i przedstawiania danych z analiz dotyczących zawartości biomasy, jeśli dany strumień materiałów wsadowych składa się wyłącznie z biomasy, a prowadzący instalację może zagwarantować, że nie jest on zanieczyszczony innymi materiałami ani paliwami. Współczynnik emisji dla biomasy wynosi 0. Współczynnik emisji dla każdego paliwa lub materiału oblicza się i zgłasza jako wstępny współczynnik emisji wyznaczony zgodnie z art. 30, pomnożony przez wartość frakcji kopalnej paliwa lub materiału”.

Wg danych z niektórych cementowni, w stosowanych paliwach alternatywnych udział frakcji biomasowej wynosi ok. 35%. To zaś sprawia, że emisja netto dwutlenku węgla z procesów wypalania klinkieru jest niższa niż emisja brutto (procent obniżenia wielkości emisji dwutlenku węgla w związku z wykorzystywaniem paliw alternatywnych zależy zarówno od bilansu masowego paliw wykorzystywanych do wypalania klinkieru, jak i składu paliw alternatywnych, i jest różny dla poszczególnych cementowni).

Prognozę wielkości unikniętej emisji dwutlenku węgla w latach 2020–2050 sporządzono przy następujących założeniach, dla przedstawionych wcześniej wariantów wielkości produkcji klinkieru (przypadki P1 i P2) oraz udziału RDF w bilansie paliw (warianty: W1 i W2):

- wartość opałowa paliw alternatywnych – 19,5 GJ/Mg,

TAB. 16. **PROGNOZA WIELKOŚCI UNIKNIĘTEJ EMISJI DWUTLENKU WĘGLA W LATACH 2020–2050, DLA RÓŻNYCH WIELKOŚCI PRODUKCJI KLINKIERU I RÓŻNYCH UDZIAŁÓW RDF W BILANSIE PALIW WYKORZYSTYWANYCH DO PRODUKCJI KLINKIERU**

Wariant (wielkość produkcji klinkieru zużycie RDF)	J.m.	Emisja CO ₂ „uniknięta” w związku ze stosowaniem RDF jako nośnika energii w procesie produkcji klinkieru, w roku:				
		2020	2025	2030	2035	2050
W1_P1	tys. Mg CO ₂ /rok	1052,9	1126,2	1229,9	1306,7	1359,8
W1_P2	tys. Mg CO ₂ /rok	1052,9	1096,9	1153,0	1153,0	1172,3
W2_P1	tys. Mg CO ₂ /rok	1052,9	1144,3	1322,5	1551,7	1722,5
W2_P2	tys. Mg CO ₂ /rok	1052,9	1114,6	1239,8	1369,2	1484,9

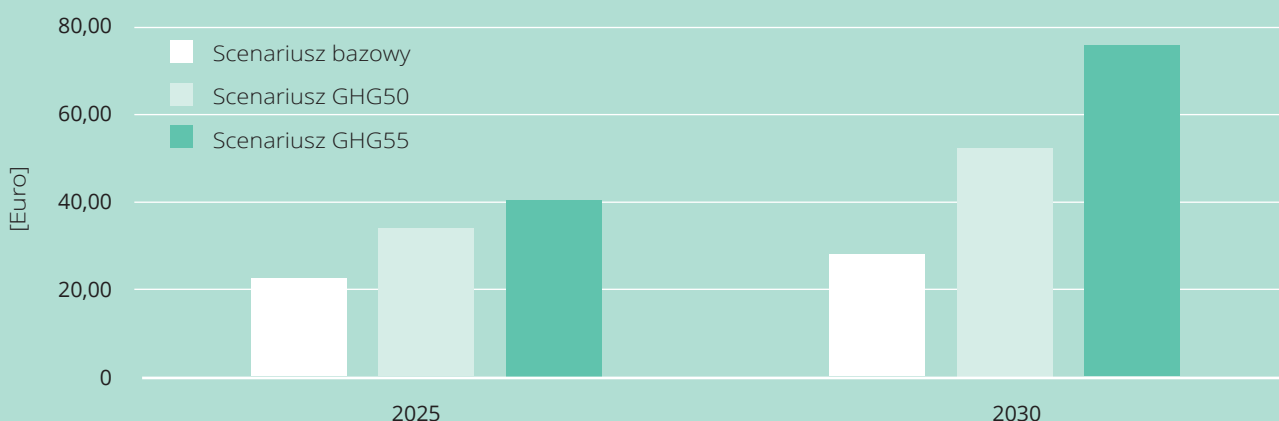
Źródło: opracowanie własne

INSTYTUT JAGIELLOŃSKI

NOWEMEDIA24.PL
PROJEKT: PIOTR PERZYŃKA

- zawartość frakcji biomasowej w RDF – 35%,
- wskaźnik emisji CO₂ ze spalania frakcji biomasowej – 0,081533 MgCO₂/GJ.

Wyniki obliczeń przedstawiono w tabeli 15.

Prognozy jednoznacznie wskazują, że ceny praw do emisji CO₂ będą rosły.Na rysunku 10 przedstawiono prognozę bezwzględnych zmian cen uprawnień do emisji CO₂ (w warunkach ogólnego poziomu cen z 2013 r.) dla różnych scenariuszy ograniczania wielkości emisji dwutlenku węgla.RYS. 10. **PROGNOZA BEZWZGLĘDNYCH ZMIAN CEN UPRAWNIEN DO EMISJI CO₂ (W WARUNKACH OGÓLNEGO POZIOMU CEN Z 2013 R.) DLA RÓŻNYCH SCENARIUSZY OGRANICZANIA WIELKOŚCI EMISJI DWUTLENKU WĘGLA**

Źródło: Wysokie Napięcie (2020)

INSTYTUT JAGIELLOŃSKI



Uwzględniając przewidywane zmiany ceny praw do emisji CO₂, które mogą być efektem przyjętych poziomów redukcji emisji, należy dążyć do zapewnienia cementowniom paliw alternatywnych (RDF) w odpowiednich ilościach i o odpowiednim składzie.

6.3. Uwarunkowania wynikające z obecnego poziomu rozwoju technik i technologii stosowanych w przemyśle cementowym

Cementownie, realizujące pełny program produkcyjny (produkcja klinkieru zintegrowana z produkcją cementu), musiały spełnić wymagania wynikające z decyzji wykonawczej Komisji z dnia 26 marca 2013 r., ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT), zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych, w odniesieniu do produkcji cementu, wapna i tlenku magnezu, w terminie 4 lat od wejścia w życie decyzji, to jest do 2018 r.

Wymagania te zostały spełnione i wszystkie cementownie posiadają ważne pozwolenia zintegrowane. Według powszechnej opinii, wyrażanej także przez CEMBUREAU, polskie cementownie należą do najnowocześniejszych tego typu obiektów w Europie, przy czym pewnego rodzaju „rezerwy” w ograniczaniu zużycia energii (i związanej z tym emisji CO₂) są związane z dość wysokim (jak na wymagania wynikające z konkluzji BAT) zużyciem ciepła na wypalanie klinkieru (średnia za ostatnie lata wynosi 3,7 GJ/Mg klinkieru, podczas gdy poziomy zużycia energii związane z BAT dla krótkich pieców zintegrowanych z prekalcyntorem powinny mieścić się w granicach 2,9–3,3 GJ/Mg). Należy jednak zauważyć, że na poziom zużycia energii w cementowni ma wpływ ilość i jakość stosowanych paliw alternatywnych, np. zależy on także od stosowania w instalacji by-passu dla ograniczenia negatywnego wpływu chlorków na instalację oraz stosunkowo wysokiej wilgotności paliw alternatywnych. Oba te czynniki powodują wzrost zużycia energii na wypalanie klinkieru.

Produkcja klinkieru jest procesem zarówno energochłonnym, jak i związanym z uwalnianiem dwutlenku węgla z surowców (emisja surowcowa wynosi ok. 535 kg CO₂/Mg klinkieru). Poprawę efektywności energetycznej oraz zmniejszenie emisji CO₂ można uzyskać poprzez:

- obniżenie udziału klinkieru w cemencie,
- wykorzystanie w procesie paliw i surowców odpadowych,
- zagospodarowanie ciepła odpadowego,
- nowe, niskoemisyjne techniki produkcji cementu.

Są to działania, które zostały już w znacznym stopniu zastosowane albo będą sukcesywnie wdrażane. A zatem skoro polskie cementownie wyczerpały praktycznie wszystkie rezerwy zarówno technologiczne, jak i w zakresie optymalizacji zużycia energii, a poli-

tyka klimatyczna wymaga dalszej redukcji emisji dwutlenku węgla, to **należy szukać innego podejścia do problemu redukcji emisji tego zanieczyszczenia.**

Prof. dr hab. inż. Marek Ściążko w publikacji „Drogi i dylematy dekarbonizacji w przemyśle” przedstawił potencjalnie możliwe do zastosowania techniki („kierunki technologiczne”), które mogłyby przyczynić się do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla z cementowni. Są to:

- usuwanie dwutlenku węgla z układu (CCS) poprzez wykorzystanie technik *post-combustion* (usuwanie CO₂ po procesie spalania – ten sposób jest najbardziej popularny i często stosowany w przemyśle, zwłaszcza w elektrowniach zasilanych paliwami kopalnymi), *pre-combustion* (w tej technice wychwyt następuje przed spalaniem – paliwo jest poddawane procesowi gazyfikacji, w wyniku którego powstaje gaz syntezowy (CO i H₂) ulegający dalszym przemianom do CO₂ i H₂O), spalanie tlenowe (stosowanie tlenu do spalania i usuwania CO₂ ze spalin – spaliny stanowią wyłącznie dwutlenek węgla i wodę, łatwą do wykroplenia), *chemical looping* (wykorzystanie wychwyconego CO₂ w procesie chemicznym, prowadzącym do otrzymania nowego produktu), układy hybrydowe,
- technologie wodorowe (wg M. Ściążko te technologie nie będą miały zastosowania w przemyśle cementowym),
- odzysk ciepła niskotemperaturowego (np. do produkcji energii elektrycznej, wg M. Ściążko możliwość odzysku do 10 MWe),
- inne, będące w takcie badań (w ramach programu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju „Nowa Energia”).

Wszystkie wymienione technologie ograniczania emisji dwutlenku węgla w przemyśle cementowym są we wstępnej fazie analiz technicznych i ekonomicznych, przy czym żadna z wyżej wymienionych technologii nie znalazła dotychczas zastosowania na skalę przemysłową.

Najwięcej nadziei pokładano w technologiach CCS, ale zastosowanie tej technologii, w przypadku przemysłu cementowego, spowodowałoby wzrost kosztów wytwarzania klinkieru o 50–100%, bowiem jej wdrożenie wiąże się z koniecznością zapewnienia „pełnego łańcucha CCS”, obejmującego: instalację wychwytu CO₂, rurociąg do transportu CO₂ i składowisko CO₂), a ponadto funkcjonowanie tej instalacji wymaga użycia dużych ilości energii. Obecnie, zastosowanie techniki CCS jest nieopłacalne z ekonomicznego punktu widzenia, a ponadto trudno jest znaleźć w Polsce miejsce na składowanie wychwyconego dwutlenku węgla.

Biorąc pod uwagę przedstawione wyżej uwarunkowania mające wpływ na trudności w ograniczaniu emisji dwutlenku węgla z procesów produkcyjnych w przemyśle cementowym, należy podkreślić znaczenie **współdziałania cementowni (lub grup cementowni) z jednostkami naukowo-badawczymi**. Konieczne są **badania podstawowe (obejmujące także aspekty ekonomiczne) i testowanie instalacji pilotażowych**. Wiąże się to z ryzykami, ale ryzyka muszą zostać zaakceptowane w imię potencjalnych osiągnięć i jeżeli przemysł cementowy chce współuczestniczyć w osiąganiu celów wynikających z polityki klimatycznej Unii Europejskiej. Być może efektem współdziałania cementowni i jednostek naukowo-badawczych będą nie tylko techniki eliminowania lub znaczącego ograniczania emisji dwutlenku węgla z instalacji funkcjonujących aktualnie, ale także nowe, niskoemisyjne i energooszczędne technologie otrzymywania klinkieru, cementu lub betonów.

7.

BIBLIOGRAFIA



1. Białowiec, A. (2018). *Tlenowa biostabilizacja odpadów komunalnych. Obliczenia projektowe i eksploatacyjne*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
2. Cembureau / The European Cement Association (2019), *STATEMENT ON THE EUROPEAN GREEN DEAL*. Brussels, 11/12/2019. <<https://cembureau.eu/media/cxanyfmy/green-deal-statement-11122019.pdf>> [21.11.2020]
3. Cembureau / The European Cement Association, (2020). Cementing the European Green Deal. Reaching climate neutrality along the cement and concrete value chain by 2050. <[cembureau-2050-roadmap_final-version_web.pdf](#)> [21.11.2020]
4. Cembureau / The European Cement Association, SPC / Stowarzyszenie Producentów Cementu (2020). *Spajamy Europejski Zielony Ład. Osiągnięcie Neutralności Emisyjnej w Łańcuchu Wartości Cementu i Betonu do roku 2050*. <https://www.polskicement.pl/wp-content/uploads/2020/05/SPC-CEMBUREAU-2050-ROADMAP_PL.pdf>
5. Dyrektywa (UE) 2018/850 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów
6. Dyrektywa (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów
7. Dyrektywa (UE) 2018/852 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 94/92/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych
8. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów
9. Ekologis (2020). *Podział odpadów*. <<http://eko-logis.com.pl/podzial-odpadow/>> [22.11.2020]
10. European Union (2020). *Circular cement: processing waste to create cement in a circular economy*. <<https://circular-economy.europa.eu/platform/en/good-practices/circular-cement-processing-waste-create-cement-circular-economy>> [21.11.2020]
11. EY (2020). *Wpływ branży cementowej na gospodarkę Polski*. Sierpień 2020. <[EY-Raport-wplywu-podsumowanie-PL-low.pdf](#) (polskicement.pl)>
12. Filary Biznesu (2020). *Polska liderem w produkcji cementu*, <<https://filarybiznesu.pl/polska-liderem-w-produkcji-cementu/a6528>> [23.11.2020]
13. Geocycle (2020). Co-processing. <<https://www.geocycle.com/co-processing>> [21.11.2020]
14. Global Cement and Concrete Association (2020). *Circular Economy*. <<https://gccassociation.org/circular-economy/>> [24.11.2020]
15. High-Level Group on Energy-Intensive Industries (2019). *Masterplan for a Competitive Transformation of EU Energy-intensive Industries Enabling a Climate-neutral, Circular Economy by 2050*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
16. Instytut Jagielloński (2020). *Rozszerzona odpowiedzialność producenta w sektorze gospodarki odpadami*. <http://jagiellonski.pl/files/other/Rozszerzona_odpowiedzialnoYY_producenta_w_sektorze_gospodarki_odpadami_-RAPORT_IJ.pdf> [21.11.2020]

17. Ministerstwo Środowiska (2020). *Pojęcie odpadów komunalnych w przypadku źródeł wytwarzania innych niż gospodarstwa domowe*. <<https://archiwum.mos.gov.pl/srodowisko/odpady/odpady-komunalne/zagadnienia-ogolne/pojecie-odpadow-komunalnych-w-przypadku-zrodel-wytwarzania-innych-niz-gospodarstwa-domowe/>> [22.11.2020]
18. NIK (2019) / Najwyższa Izba Kontroli (2019). *Postępowanie z odpadami komunalnymi po przetworzeniu w instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych*. Nr ewid. 194/2019/P/19/048/KSI.
19. Projekt rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych
20. Rozkrut, M., Kowalczyk, A., Boguszewski, R. (2020). *Raport z badania sektora budowlanego 2019*. Warszawa: Bank Gospodarstwa Krajowego. <https://www.bgk.pl/files/public/Pliki/dla_mediow/Raport_z_badania_sektora_budowlanego.pdf> [23.11.2020]
21. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów
22. Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowisku
23. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu
24. SPC / Stowarzyszenie Producentów Cementu (2020a). *Przemysł Cementowy*. <<https://www.polskicement.pl/przemysl-cementowy/>> [20.11.2020]
25. SPC (2020b). Charakterystyka przemysłu cementowego. <https://www.polskicement.pl/charakterystyka-przemyslu-cementowego> [23.11.2020]
26. UOKiK (2019) / Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumentów (2019). *Badanie rynku usług związanych z zagospodarowaniem odpadów komunalnych w instalacjach w latach 2014–2019*
27. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1227. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi, Dz.U. 2013 poz. 888
28. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622.
29. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, Dz.U. 2013 poz. 21
30. Ustawa z dnia 19 listopada 2019 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw, Dz. U. 2019 poz. 1579
31. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627
32. Wysokie Napięcie (2020). Ceny praw do emisji CO₂ ponownie zaskakują. <<https://wysokienapiecie.pl/30756-ceny-praw-emisji-co2-ponownie-zaskakuja>> [22.11.2020]
33. Zarządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 października 2020 r. w sprawie powołania Zespołu do spraw wsparcia budowy elektrociepłowni opalanych wysokoenergetyczną frakcją odpadów komunalnych



Instytut Jagielloński

ul. Marszałkowska 84/92 lok. 115
00-514 Warszawa

jagiellonski.pl
instytut@jagiellonski.pl