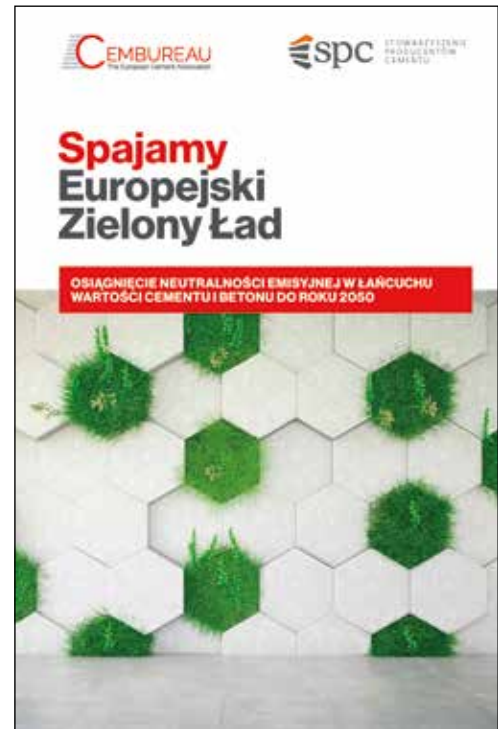


Przemysł cementowy na drodze do Zielonego Ładu

Do 2050 r. Europa ma się stać kontynentem neutralnym dla klimatu. Osiągnięcie tego celu będzie wymagało działań we wszystkich sektorach gospodarki. Konieczne będą inwestycje w technologie przyjazne dla środowiska, innowacje przemysłowe, wprowadzanie czystszych i tańszych form transportu prywatnego i publicznego, obniżenie emisyjności sektora produkcji energii, zapewnienie większej efektywności energetycznej budynków, a także współpraca na poziomie międzynarodowym w celu poprawy światowych norm środowiskowych. Realizacja tego celu przyniesie duże zmiany dla wszystkich – przemysł będzie musiał zmienić lub zmodyfikować technologie wytwarzania produktów, a konsumenci będą musieli dokonywać nowych wyborów i zmienić pewne przyzwyczajenia. Świat stanie się bardziej zurbanizowany, lepiej skomunikowany i zautomatyzowany, a jego funkcjonowanie w wielu sferach inteligentniejsze. Europejski Zielony Ład to poważne wyzwanie i wizjonerska aspiracja, która dzisiaj wydaje się bardzo odległa w czasie, ale pamiętajmy, jak odległą przyszłością wydawał się obecny rok w 1990 r.



Dążąc do Zielonego Ładu, nadal będziemy budować domy i biurowce, drogi, mosty, zakłady przemysłowe oraz inną infrastrukturę, w tym podstawy turbin wiatrowych, zapory hydroelektrowni, elektrownie pływowe oraz nową infrastrukturę transportową, a do zaspokojenia tych potrzeb wciąż będzie potrzebny cement i beton.

Po publikacji przez KE w grudniu 2019 r. założeń Europejskiego Zielonego Ładu Europejskie Stowarzyszenie Przemysłu Cementowego CEMBUREAU opublikowało 12 maja 2020 r. Mapę Drogową do 2050 pt. Spajamy Europejski Zielony Ład.

W Mapie przeanalizowano możliwe działania sektora cementowego służące ograniczeniu jego śladu środowiskowego oraz wspieraniu celów określonych w tej strategii. Nie jest to pierwszy dokument tego typu, bo w roku 2013 Cembureau opublikowało pierwszą Mapę Drogową, wyznaczającą cel redukcji CO₂ do 2050 r. na poziomie 80% w stosunku do emisji z 1990 r. Mapę tę uzupełniono w roku 2018 „Podejściem w 5 punktach” (5C – Clinker-Cement-Concrete-Construction-Carbonation), promującym współpracę w całym łańcuchu wartości: klinkier – cement – beton – budownictwo – karbonatyzacja. Ogłoszenie Europejskiego Zielonego Ładu w grudniu ubiegłego roku i wyznaczenie w nim nowych celów neutralności emisyjnej, czyli 50-55% i 100% redukcja emisji CO₂ z roku 1990 odpowiednio do roku 2030 i 2050, wymagało skorygowania podejścia, przygotowania bardziej ambitnej wizji i przyspieszenia tempa działań.

Ambitniejsze cele klimatyczne UE muszą być osiągnięte z poszanowaniem obecnych ram praw-

nych, w których przedsiębiorstwa podejmują dziś decyzje inwestycyjne. Ze względu na długie cykle inwestycyjne, konieczne jest zapewnienie inwestorom przewidywalności – inwestycje w technologie niskoemisyjne wymagają pewności regulacyjnej od dziś do roku 2030. Polityka unijna powinna być koordynowana ze wszystkimi inicjatywami na poziomie państwa członkowskiego i na szczeblu lokalnym, które mogą odegrać decydującą rolę w redukcji emisji.

Osiągnięcie celów Zielonego Ładu będzie wymagało takich samych warunków działania w zakresie dwutlenku węgla, jakie mają importerzy spoza UE. Równe warunki działania są nieodzowne do pobudzenia niskoemisyjnych inwestycji i popierania redukcji emisji CO₂ na całym świecie. Można je osiągnąć przez opracowanie zgodnego z zasadami WTO mechanizmu dostosowywania na granicach z uwzględnieniem emisji CO₂. Mechanizm ten powinien obowiązywać równoległe z innymi środkami zapobiegającymi ucieczce emisji w ramach ETS, przynajmniej do roku 2030.

Istotnym narzędziem w polityce klimatycznej jest ocena śladu węglowego produktów czy różnych aktywności, co pomaga dokonywać właściwych wyborów np. materiałów bardziej przyjaznych środowisku. Aby określić ślad węglowy, niezbędna jest analiza całego cyklu życia danego wyrobu. W przypadku sektora cementowego analiza cyklu życia obejmuje kilka etapów – począwszy od wydobycia surowców i wyprodukowania klinkieru, poprzez produkcję cementu i mieszanki betonowej, po powstanie konstrukcji i następnie

jej rozbiórkę. Jednak rozbiórka konstrukcji nie zamyka cyklu życia, ale oznacza kolejny jego etap w postaci ponownie użytych całych elementów ze starej konstrukcji lub w postaci kruszywa. Ponadto aby rzetelnie ocenić ślad węglowy betonu, trzeba także uwzględnić dodatkowy proces, który ma miejsce podczas użytkowania konstrukcji betonowej – to karbonatyzacja, czyli proces pochłaniania CO₂ przez beton.

W zaprezentowanej przez Cembureau Mapie Drogowej wyjaśniono, jak można poważnie zredukować emisję CO₂, działając na każdym etapie łańcucha wartości. W obliczeniach nie uwzględniono dodatkowej redukcji emisji CO₂ wynikającej z zastosowania betonu i jego szczególnych właściwości, np. oszczędności energii w budynkach, dzięki pojemności cieplnej betonu, czyli zdolności do magazynowania energii, którą później uwalniają. Ponadto, redukcja emisji CO₂ jest przedstawiona w ujęciu brutto, które nie uwzględnia całej emisji CO₂ pochodzącej ze spalania paliw alternatywnych, a tylko jej część pochodzącą ze spalania biomasy. Przemysł cementowy pracuje nad zredukowaniem emisji już od dawna. Od roku 1990 w Europie średnio obniżono jednostkową emisję CO₂ o około 15%. W przemyśle cementowym w Polsce, dzięki gruntownej modernizacji i przebudowie zakładów, poziom tej redukcji wyniósł aż 40%. Jednak droga do osiągnięcia neutralności emisyjnej w roku 2050 jest trudna i będzie wymagała etapów pośrednich. Na poniższych schematach zestawiono ścieżki techniczne osiągnięcia odpowiednich poziomów redukcji CO₂ do roku 2030 i 2050.

1. PRODUKCJA KLINKIERU – możliwości redukcji CO₂

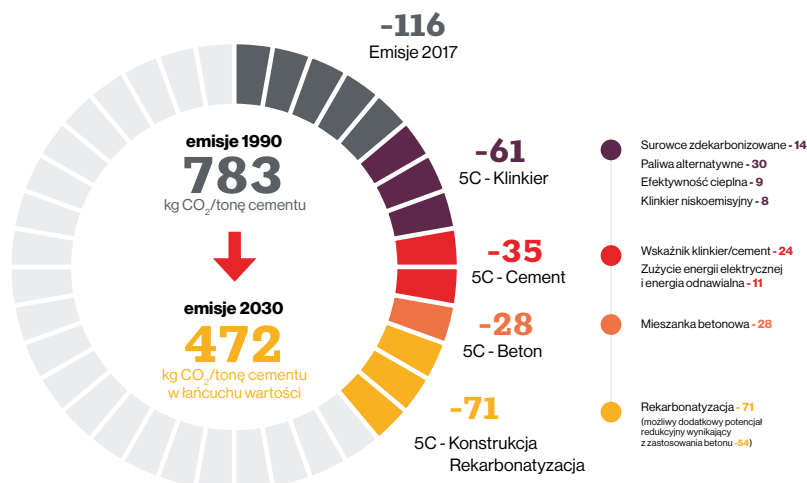
Gospodarka o obiegu zamkniętym idzie ramię w ramię z neutralnością emisyjną. Obieg zamknięty ma kluczowe znaczenie w redukcji emisji z klinkieru portlandzkiego, podstawowego składnika cementu. Już dziś wykorzystuje się odpady nienadające się do recyklingu, aby zastępować paliwa kopalne w produkcji cementu paliwami z odpadów. Klinkier wytwarza się przez wypalanie zmielonego kamienia wapiennego i mieszaniny innych surowców (gliny i piasku) w temperaturze 1450°C w piecu obrotowym. Klinkier mieli się następnie na drobny proszek i miesza z gipsem oraz innymi składnikami, aby uzyskać cement. Sercem procesu produkcyjnego jest piec obrotowy, w którym surowce są podgrzewane i wapień ulega dekarbonizacji w reakcji chemicznej zwanej kalcynacją. To właśnie ten proces chemiczny powoduje 60-65% emisji z produkcji cementu (emisja procesowa). Reszta emisji CO₂ pochodzi z paliw używanych do podgrzania materiału w piecu (emisja ze spalania). Przy produkcji klinkieru powstaje największa część emisji CO₂, dlatego w tym obszarze występują największe możliwości redukcji tej emisji.

1.1. Surowce zdekarbonizowane

Z uwagi na to, że najwięcej CO₂ pochodzi z kalcynacji surowców w piecu cementowym, jednym ze sposobów znaczącej redukcji tej emisji jest wykorzystanie dostępnych alternatywnych źródeł zdekarbonizowanych surowców. Część wapienia można zastąpić dostępnymi materiałami odpadowymi

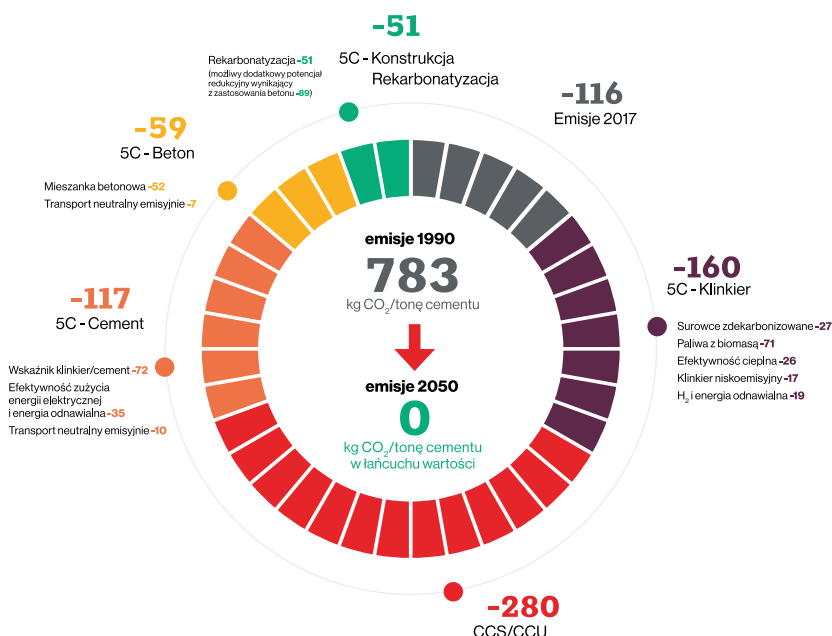
Mapa drogowa CEMBUREAU do roku 2030

Redukcja CO₂ w łańcuchu wartości cementu (5 punktów: klinkier, cement, beton, budownictwo, rekarbonatyzacja)



Mapa drogowa CEMBUREAU do roku 2050

Redukcja CO₂ w łańcuchu wartości cementu (5 punktów: klinkier, cement, beton, budownictwo, rekarbonatyzacja)



i produktami ubocznymi z innych gałęzi przemysłu. W Mapie Drogowej wymienia się m.in. takie materiały, jak: zaprawa cementowa odzyskiwana z odpadów rozbiórkowych, granulowany żużel wielkopiecowy i wapno odpadowe. Zakłada się również, że konieczne są dalsze badania w poszukiwaniu potencjalnych źródeł alternatywnych surowców odpadowych oraz materiałów zastępujących klinkier. Obecnie w Polsce roczne wykorzystanie w produkcji klinkieru zdekarbonizowanych dodatków w postaci popiołów lotnych z energetyki i żużla wielkopiecowego z hutnictwa wynosi ok. 2,6 mln ton. Należy się spodziewać, że w związku z realizacją celów Zielonego Ładu i stopniowego zwiększania udziału energii odnawialnej rynek tych materiałów będzie się kurczył – pewne surowce zdekarbonizowane, obecnie dostępne, jak np. popioły lotne z węgla kamiennego, staną się materiałem deficytowym. W Mapie Drogowej CEMBUREAU zakłada



się 3,5% redukcją emisji procesowej do roku 2030 dzięki wykorzystaniu zdekarbonizowanych surowców i nawet 8% redukcją do roku 2050.

1.2. Paliwa alternatywne

W cementowni emisja CO₂ z paliw stanowi około 35-40% łącznej emisji z produkcji cementu. Spalanie paliw alternatywnych w piecu cementowym to nie tylko odzysk energii, ale także popiołu z tych paliw – staje się on wartościowym składnikiem zestawu surowcowego. Ten proces przetwarzania odpadów jest określany jako współprzetwarzanie, czyli co-processing. Dzięki tej metodzie zagospodarowania odpadów przemysł cementowy ma możliwość redukcji emisji CO₂ poprzez zastąpienie paliw kopalnych paliwami alternatywnymi z różnych frakcji odpadów, które zawierają węgiel biogeny i biomasę. Ponadto, wykorzystując odpady w cementowni, unika się dodatkowej emisji wynikającej ze spalania tych samych odpadów w innych miejscach, np. w spalarniach, lub emisji powstającego na składowiskach metanu, który ma wyższy od CO₂ potencjał cieplarniany.

W Europie w roku 2017 paliwa alternatywne pokryły 46% łącznego zużycia paliwa w piecach cementowych, przy czym 16% tych paliw stanowiła biomasa. W tym samym roku w Polsce poziom zastąpienia ciepła z paliw alternatywnych wyniósł 64%. Nie ma przeszkód technicznych, aby zwiększyć zużycie paliw alternatywnych do ponad 90%, pod warunkiem ich lokalnej dostępności. W Europie i w Polsce kilka cementowni już osiąga taki wynik dzięki właściwemu środowisku regulacyjnemu, społecznej akceptacji i wsparciu inwestycji. Przykładami mogą być cementownie Chełm i Kujawy, które osiągają wyniki powyżej 90% ciepła, cementownia w Allmendingen w Niemczech eksploatowana przez Schwenk Cement i wykorzystująca 95% paliw alternatywnych, w Retznei w Austrii eksploatowana przez LafargeHolcim i wykorzystująca do 100% paliw alternatywnych oraz do 12% alternatywnych surowców, a także w Brevik w Norwegii prowadzona przez HeidelbergCement i spalająca 72% paliw alternatywnych. Celem CEMBUREAU jest osiągnięcie w Europie w roku 2030 średniego wskaźnika 60% paliw alternatywnych, przy zawartości 30% biomasy i 90% paliw alternatywnych, zawierających 50% biomasy do roku 2050.

Innowacyjność

Sektor cementowy prowadzi także badania nad zastąpieniem paliw konwencjonalnych stosowanych dotychczas do kalcynacji surowców poprzez

wykorzystanie ogrzewania elektrycznego, plazmy lub energii słonecznej. Mogłoby to w przyszłości skutkować redukcją emisji CO₂ z paliw o ponad 50%. W połączeniu z wykorzystaniem w produkcji klinkieru wodoru i paliw z biomasy możliwe byłoby ograniczenie emisji CO₂ z paliw praktycznie do zera.

Rola polityki

Aby stopniowo eliminować użycie paliw kopalnych, niezbędny jest lepszy dostęp do odpadów nienadających się do recyklingu oraz dostępność biomasy. Ponadto, przepisy powinny umożliwiać transport odpadów między państwami UE, zniechęcać do składowania na składowiskach oraz zakazywać eksportu odpadów poza Unię.

1.3. Nowe rodzaje klinkierów cementowych i wykorzystanie mineralizatorów

Trwają badania nad opracowaniem nowych rodzajów klinkierów cementowych, chemicznie różnych od konwencjonalnego portlandzkiego klinkieru cementowego. Dzięki zmniejszeniu ilości wapienia w zestawie surowcowym oraz mniejszemu zapotrzebowaniu na energię, można zredukować nawet 20-30% CO₂. Należy jednak pamiętać, że cemeny na bazie takiego klinkieru mogą mieć inne właściwości i nadawać się tylko do specyficznych zastosowań. Przykładami takich klinkierów są: klinkier siarczanogliniany (SAC), klinkier żelazo-gliniany (FAC), klinkier belitowo-siarczanogliniano-ferrytowy, klinkier cementu glinowego i klinkier amorficzny (X-klinkier). W Mapie Drogowej przyjęto, że dzięki tym działaniom powinno się uzyskać redukcję emisji procesowej CO₂ o 2% do roku 2030 i o 5% do roku 2050, uwzględniając ograniczenia w zastosowaniu niektórych z tych rodzajów cementu oraz czas potrzebny do ich zaakceptowania na rynku.

1.4. Zużycie ciepła

Piece cementowe charakteryzują się wysoką efektywnością cieplną – zwykle pracują w zakresie 70-80% sprawności. Przyjmuje się, że mimo tak dobrych wyników istnieją jeszcze możliwości poprawy tej sprawności w wyniku przebudowy niektórych pieców z wymiennikami ciepła czy z prekalcynatorem, a także poprzez odzysk ciepła z chłodnika i jego wykorzystanie do wytwarzania do 20% energii elektrycznej potrzebnej w cementowni. W Mapie Drogowej założono poprawę sprawności cieplnej do roku 2030 o 4%, i dalej do 14% w roku 2050.

1.5. Wychwytywanie, składowanie lub wykorzystanie CO₂ (CCUS)

Najskuteczniejszą technologią redukcji emisji CO₂ z cementowni jest metoda wychwytywania CO₂, a następnie jego składowanie w strukturach geologicznych lub wykorzystanie jako surowca w różnych technologiach (ang. Carbon Capture Usage/Storage – CCUS). Od kilku lat trwają pilotażowe badania w celu optymalizacji sorbentowych i membranowych technik wychwytywania CO₂ w cementowni. Próby te polegają na opracowaniu sposobów koncentrowania tego gazu w strumieniu gazów, poprawy sprawności a także obniżenia kosztów wychwytywania (np. projekty Cleanker i Catch4climate). Wychwycony CO₂ można przesyłać do formacji geologicznych, takich jak np. wyeksploatowane pola gazowe i tam składować na stałe (przykładem jest: cementownia Brevik w Norwegii eksploatowana przez HeidelbergCement). Inne badane techniki obejmują wykorzystanie wtórnych kruszyw betonowych i minerałów (takich jak oliwin i bazalt) do absorpcji CO₂ oraz wykorzystanie do tego celu glonów, z których powstaje biomasa, która następnie może stać się paliwem do pieca cementowego (np. projekt CIMENTALGUE). Wychwycony CO₂ może być również użyty do wytworzenia nowych produktów, takich jak neutralne klimatycznie paliwo lotnicze (projekt WestKüste 100). Choć istnieją plany wdrożenia CCUS w pełnej skali, budowa takich instalacji będzie w dużym stopniu uzależniona od powstania rurociągów CO₂ oraz sformułowania ogólnego modelu biznesowego. Kluczową rolę w tym zakresie odegra opracowanie odpowiedniej polityki. CEMBUREAU planuje przeprowadzenie badań w celu określenia potencjalnych miejsc składowania dwutlenku węgla w odniesieniu do rozmieszczenia cementowni w UE oraz istniejącej sieci rurociągów do przesyłu CO₂. Zakłada się, że ta metoda redukcji może być wdrożona dopiero po roku 2040. Zakłada się, że zastosowanie różnych technik wychwytu CO₂ pozwoli na ograniczenie łącznej emisji CO₂ nawet o 42% do roku 2050.

Innowacyjność

Przykłady projektów badawczych mających na celu redukcję emisji CO₂:

Projekt	Opis
CEMZero	Wykorzystanie energii elektrycznej do ogrzewania pieców cementowych.
SOLCEMENT	Opracowanie i ocena zintegrowanego systemu wykorzystującego skoncentrowane promieniowanie słoneczne w procesie rozkładu wapienia (CaCO ₃) do tlenku wapnia (CaO), głównie na potrzeby przemysłu cementowego.
Leilac	Kalcynacja surowców przebiega w zbiorniku odrębnym od pieca cementowego z wykorzystaniem przewodnictwa, przez co powstaje strumień gazu zawierający ponad 95% CO ₂ .
CIMENTALGUE	Wykorzystanie glonów do wychwytywania CO ₂ ze spalin w ciepłym klimacie. Glony mogą być wykorzystane jako źródło paliwa z biomasy do pieca cementowego.
WestKüste 100	Wspólny projekt kilku gałęzi przemysłu i władz lokalnych, wykorzystujący spalanie w tlenie oraz wychwytywanie CO ₂ w cementowni Lägerdorf do wytworzenia metanolu.
Cleanker	Spalanie w tlenie (zastąpienie powietrza tlenem i zawróconym CO ₂) oraz zawracanie CO ₂ do wytworzenia strumienia gazu zawierającego ponad 90% CO ₂ .

Catch4climate	Na terenie cementowni Mergelstetten w południowych Niemczech wybudowano instalację testową do spalania w tlenie na skalę półprzemysłową. Będzie ona wykorzystywała spalanie w tlenie, aby skoncentrować strumień CO ₂ do wychwylenia i jego wykorzystania.
Recode	Wykorzystanie CO ₂ ze spalin z obrotowego pieca cementowego do wytwarzania substancji chemicznych (kwaśne dodatki do receptur cementu) oraz materiałów o wartości dodanej (nanocząstki CaCO ₃ do wykorzystania jako wypełniacz do betonu).

Rola polityki

Energochłonne sektory przemysłu, w tym cementowy, będą potrzebowały adekwatnej infrastruktury do przesyłu, ponownego wykorzystania lub składowania wychwyconego dwutlenku węgla. UE powinna rozważyć budowę paneuropejskiej sieci przesyłu CO₂ spełniającej potrzeby przemysłu. Aby przemysł mógł wykorzystać te technologie redukcji, konieczne będzie wsparcie oraz środki, dzięki którym ich wdrożenie będzie uzasadnione biznesowo.

2. PRODUKCJA CEMENTU

– możliwości redukcji CO₂

2.1. Wskaźnik klinkier/cement

Po wyprodukowaniu klinkieru portlandzkiego mieli się go z gipsem i innymi dodatkami, zastępującymi klinkier, na odpowiednio drobny proszek, aby uzyskać cement. Co istotne, na tym etapie nie emituje się już więcej procesowego CO₂, jednak do mielenia i mieszania wykorzystywana jest energia elektryczna, a surowce oraz gotowy cement wymagają transportu. Z tego wynika, że najbardziej oczywistą możliwością redukcji na tym etapie produkcji jest obniżenie udziału klinkieru w produkowanym cemencie.

Klinkier jest najbardziej energochłonnym składnikiem cementu i zastąpienie go innymi substytutami pozwoliłoby osiągnąć istotne ograniczenie emisji CO₂. W roku 2017 wskaźnik klinkieru do cementu wynosił w Europie 77%, a w Polsce 75%. Oznacza to, że średnio 23-25% klinkieru zastępowano alternatywnymi materiałami, takimi jak granulowany żużel wielkopiecowy czy popiół lotny z elektrowni opalanych węglem. W Polsce w 2017 r. zużyto ponad 2,6 mln ton popiołów lotnych i żużli wielkopiecowych, zastępując nimi klinkier. Jest oczywiste, że zamykanie elektrowni opalanych węglem ograniczy podaż popiołu lotnego (stanowiącego obecnie 10% substytutów łącznie), a wykorzystanie żużla z hutnictwa stali (obecnie 33% wszystkich substytutów) spadnie. Jednak już obecnie 21% wszystkich substytutów stanowią naturalne puzzolany, kamień wapienny lub palony tupek bitumiczny, a bada się również niekonwencjonalne substytuty, takie jak kalcynowaną glinę i krzemionkę. W dalszych badaniach poszukiwane będą inne surowce, które można wykorzystać w przyszłości, takie jak materiały puzzolanowe ze strumieni odpadów oraz żużel z innych gałęzi przemysłu. W zależności od krajowego prawodawstwa i warunków rynkowych, substytuty te można dodawać również na etapie wytwarzania betonu. Ponadto, na etapie produkcji cementu można dalej obniżyć emisję dzięki niezakłóconej i dostępnej cenowo dostawie energii odnawialnej oraz bezemisyjnych alternatyw dla oleju napędowego

do pojazdów przemysłowych. W Mapie Drogowej postawiono sobie za cel obniżenie zawartości klinieru w cemencie ze średnio 77% do 74% do roku 2030 i dalej do 65% do roku 2050.

2.2. Nowe rodzaje cementu

Z dotychczas opracowanych nowych rodzajów cementu można wymienić: Aether, Alpenat i Ternacem (belit-ye'elimit-ferryt), cement z dużą ilością fazy glinianu wapnia, oraz Futurecem (cement z kalcynowaną gliną i wapienia), czy Celitement (tzw. cement belitowy). Cementy te cechuje zazwyczaj ślad węglowy o 20-30% mniejszy od zwykłego cementu portlandzkiego (CEM I). Redukcja CO₂ w przypadku produkcji tych cementów wynika z mniejszej emisji procesowej z kalcynacji surowców oraz niższego zapotrzebowania na ciepło do wytworzenia klinieru portlandzkiego.

2.3. Zużycie energii elektrycznej

W roku 2017 energia elektryczna stanowiła 13% łącznej zużywanej energii i odpowiadała za 6% emisji CO₂ związanej z produkcją cementu. Efektywność energetyczną można poprawić przez modyfikację konstrukcji podgrzewaczy cyklonowych pieców cementowych oraz usprawnienie procesu mielenia. Dodatkowo, w Mapie Drogowej uwzględnia się produkcję energii odnawialnej, wykorzystując np. znajdujące się w granicach cementowni grunty, które nie będą użytkowane lub zostały zrehabilitowane. Do roku 2050 przewiduje się jednak dwukrotny wzrost zużycia energii elektrycznej w cementowniach na skutek wdrożenia technologii wychwytywania CO₂. Wyliczono, że przejście w 100% na energię odnawialną zaowocuje oszczędnością 6% łącznego CO₂.

2.4. Transport

Transport odpowiada obecnie za 1,5% łącznej emisji CO₂ z produkcji cementu. Obejmuje to transport w kamieniołomie i cementowni, przewóz surowców oraz paliw dostarczanych do cementowni, a także transport produktów cementowych do odbiorców końcowych. Obecnie prowadzi się wiele badań nad wozidłami do transportu w kamieniołomie i cementowni oraz pojazdami drogowymi, w tym hybrydowymi, wykorzystującymi energię elektryczną, biodiesel i wodór. Zakłada się, że w roku 2050 transport materiałów i paliw będzie zeroemisyjny, dzięki przejściu na pojazdy napędzane silnikami elektrycznymi, wodorowymi lub ich kombinacją.

Innowacyjność

Przykładem realizowanych projektów badawczych mających na celu redukcję emisji CO₂ na etapie mielenia cementu jest projekt Aether. Cement Aether to nowa generacja niskoemisyjnego cementu o parametrach podobnych do cementu portlandzkiego w szerokiej gamie zastosowań w betonie. Wymaga on mniej wapienia i wytwarzany jest w niższej temperaturze. Innym przykładem jest projekt ECRA, który koncentruje się na optymalizacji istniejących młynów, opracowaniu w przyszłości optymalnych układów instalacji z wykorzystaniem obecnej technologii oraz rozwoju całkiem nowych technologii mielenia.

Rola polityki

Polityka może odegrać decydującą rolę, dzięki zachętom do stosowania niskoemisyjnych rodzajów cementu oraz wykorzystywaniu bezemisyjnych źródeł energii w cementowniach. Kluczowa w tym przypadku będzie dostępność odnawialnej energii elektrycznej po akceptowalnej cenie oraz konieczna modernizacja infrastruktury umożliwiająca dostawy pokrywające zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną. Przejście na wozidła napędzane energią elektryczną lub wodorem będzie wymagać wielu badań i odpowiedniej podaży każdego z tych źródeł. Elektryfikację przemysłu należy wspierać poprzez zwolnienie z podatku energii elektrycznej wykorzystywanej w procesach przemysłowych (dyrektywa w sprawie opodatkowania energii) lub odpowiednie mechanizmy kompensacyjne (wytyczne dot. pomocy państwa). Zielone zamówienia publiczne oraz zapowiadana unijna polityka zrównoważonych produktów powinna dać impuls do dalszego rozwoju niskoemisyjnych rodzajów cementu i betonu. Tworzenie nowego prawa powinno być powiązane z pracami normalizacyjnymi, tak aby zapewnić terminowe przyjęcie norm niskoemisyjnych produktów, umożliwiając wprowadzenie ich do obrotu. Ponadto, bardzo istotne będą wszelkie ułatwienia dostępu do surowców umożliwiających wytwarzanie cementu o niższej emisji.

3. PRODUKCJA BETONU

– możliwości redukcji CO₂

Beton jest końcowym produktem opartym na cemencie. Beton wytwarza się, mieszając cement



z wodą i kruszywem oraz niewielkimi ilościami domieszek chemicznych służących do poprawy jego parametrów. W mieszance tej cement stanowi 10-15%. Beton to materiał najpowszechniej używany na świecie po wodzie. Beton w porównaniu do innych materiałów budowlanych jest niskoemisyjny, a bezpośrednia emisja CO₂ pochodzi głównie z produkcji cementu. Największa część pośredniej emisji CO₂ jest skutkiem transportu betonu do użytkownika końcowego.

3.1. Cyfryzacja procesów wytwarzania betonu

Cyfryzacja procesów wytwarzania (inaczej digitalizacja) daje istotne możliwości zmniejszenia emisji CO₂ z produkcji betonu. Dzięki temu wykonawcy będą zamawiać na plac budowy dokładnie taką ilość betonu, jaka jest potrzebna. Digitalizacja pomoże również w monitorowaniu betonu podczas transportu i zapewnieniu prawidłowego betonowania. Dane o cemencie i betonie będą dostępne dla wykonawcy oraz nabywców budynku, co pozwoli im określić jego ślad węglowy, źródło materiałów wykorzystanych do budowy, a także monitorować parametry energetyczne budynków w okresie ich użytkowania. Digitalizacja może również pomóc w wykorzystaniu kruszywa o odpowiednim uziarnieniu i optymalizacji dozowania domieszek. Zakłada się, że wszystkie te działania pomogą zmniejszyć zawartość cementu w betonie o 5% do roku 2030 i o 15% do roku 2050.

3.2. Transport

Jednym z największych źródeł emisji CO₂ związanej z betonem jest transport na plac budowy oraz energia niezbędna do pompowania mieszanki. Zakłada się, że do roku 2050 całość transportu będzie realizowana pojazdami bezemisyjnymi dzięki przejściu na napęd elektryczny, wodorowy lub ich kombinację.

Innowacyjność

Solidia – jest przykładem rozwiązania pozwalającego obniżyć emisję z produkcji cementu o 30-40% oraz technologią pielęgnacji betonu z wykorzystaniem CO₂ zamiast wody – pochłanianie CO₂ przez beton i zmniejszenie śladu węglowego o 50%. Ta technologia pielęgnacji betonu ma ograniczone zastosowanie, ponieważ wymaga specjalnych komór pielęgnacyjnych – może być zastosowana w przypadku prefabrykacji.

Rola polityki

Poza wspieraniem rozwoju rynków na niskoemisyjne produkty, polityka może również odegrać wiodącą rolę w zachęcaniu do digitalizacji w całym sektorze betonowym. Przepisy powinny promować narzędzie, jakim jest ocena całego cyklu życia materiału. Ślad węglowy produktów powinien wynikać z ich cyklu życiowego od początku do końca, czyli uwzględniać nie tylko wprowadzenie produktu do obrotu, ale również funkcjonowanie produktu w okresie jego użytkowania i po jego zakończeniu. Osiągnięcie neutralności emisyjnej w sektorze budownictwa będzie wymagało odpowiednich umiejętności i nowych technik budowlanych. Istotne jest ułatwienie dostępu do odpowiedniego kształcenia uczestników w dalszym łańcuchu

wartości. Zapowiadana strategia zrównoważonego budownictwa powinna promować współpracę między architektami, władzami lokalnymi i inżynierami. Powinno się prowadzić szkolenia i promować umiejętności konieczne do opracowywania efektywnych energetycznie projektów oraz mieszanek betonowych o niższej emisyjności.

4. BUDOWNICTWO

– możliwości redukcji CO₂

Zasady zrównoważonego rozwoju będą stanowiły podstawę do zbudowania środowiska przyszłości, które będzie opierać się na trzech filarach: budowlane będą musiały być bezpieczne, trwałe i dostępne cenowo (filar społeczny) oraz zgodne z zasadami efektywności emisyjnej i energetycznej (filar środowiskowy), a budownictwo i remonty będą musiały nadal stanowić ważny czynnik wzrostu gospodarczego oraz zatrudnienia (filar ekonomiczny), co mocno podkreśla się w inicjatywie dotyczącej renowacji, ogłoszonej w ramach Zielonego Ładu. Beton spełnia wszystkie te wymagania, bo jest jednym z najbardziej uniwersalnych i ekonomicznych materiałów budowlanych. Zapewnia on okres użytkowania przekraczający 100 lat, odporność ogniwą i może obniżyć zużycie energii na ogrzewanie oraz chłodzenie o 25%. Daje to istotne możliwości redukcji emisji nie tylko z samego betonu, ale z całego sektora budownictwa.

4.1. Efektywność energetyczna budynków

Obecnie 72% łącznej emisji CO₂ związanej z przeciętnym budynkiem pochodzi ze zużycia energii w okresie jego eksploatacji. Budynki wykorzystujące masę termiczną betonu pozwalają obniżyć zużycie energii o 25%, a nawet do 50% w okresach szczytowego zapotrzebowania. Jako przykłady można wymienić: wielokondygnacyjny budynek z mieszkaniami socjalnymi na Mùhlgrundgasse w Wiedniu, mieszkalny budynek pasywny na Lärkträdet w Vara w Szwecji i The Edge, wielokondygnacyjny biurowiec w Amsterdamie. Masę termiczną można również uwzględnić przy ponownym wykorzystaniu betonu z recyklingu w nowym budynku.

4.2. Wykorzystanie betonu w budynkach

Istnieje dodatkowy potencjał redukcji wynikający z zastosowania betonu. Niedawne badania wskazują, że można zmniejszyć ilość betonu w budynkach i innych obiektach budowlanych przez jego efektywniejsze wykorzystanie, przy jednoczesnym zagwarantowaniu trwałości i odpowiedniego okresu użytkowania budowli. W pewnych rodzajach budynków można obniżyć emisję CO₂ nawet o 30% przez zastosowanie odpowiedniego projektu konstrukcji. Wznoszenie budynków można np. usprawnić, stosując druk 3D. Na potrzeby Mapy Drogowej na rok 2030 obliczono, że możliwe jest zmniejszenie wykorzystania betonu w konstrukcjach o 5-10%, a w roku 2050 o 10-30%. Jednak redukcji tej nie uwzględniono, ponieważ przyjęto, że może ona zostać skompensowana zwiększonym zapotrzebowaniem na beton w obiektach przeciwpowodziowych, infrastrukturze transportu zbiorowego i nowych obiektach energetyki odnawialnej.

4.1. Projektowanie pod kątem przebudowy i demontażu

Budynki biurowe często projektuje się pod wiele funkcji, dzięki czemu, jeżeli popyt np. na przestrzeń biurową w danym rejonie spadnie, biurowiec można przekształcić w budynek mieszkalny. Budynki o konstrukcji betonowej można przystosować do potrzeb najemcy, jako budynki o funkcji mieszanej. Trwałość i długowieczność betonu znakomicie umożliwia takie przebudowy ze względu na zmieniające się potrzeby rynkowe. W przypadku starszych budynków istnieje tendencja do ponownego wykorzystania betonowej konstrukcji budynku zamiast jej całkowitego wyburzenia.

W modelu „projektowania pod rozbiórkę” budynek od początku opracowuje się z uwzględnieniem jego rozbiórki, a następnie ponownego użycia elementów. Podejście to umożliwia łatwy demontaż materiałów i elementów w celu ich ponownego użycia do wzniesienia nowego budynku.

Innowacyjność

Przykładem projektów mających na celu redukcję emisji CO₂ w budownictwie może być projekt BIM – wykorzystujący w projektowaniu nowoczesne rozwiązania informatyczne, które pozwalają na optymalizację na wszystkich etapach eksploatacji – od projektu, poprzez budowę, eksploatację, aż do rozbiórki. Dobrym przykładem w tym zakresie może być również wielokondygnacyjny budynek Wiedeńskiego Uniwersytetu Technicznego (TUV), który cechuje się dodatnim śladem energetycznym dzięki wykorzystaniu inercji cieplnej i paneli słonecznych.

Rola polityki

W Europejskim Zielonym Ładzie słusznie położono nacisk na sektor budowlany i koncepcję obiegu zamkniętego w budynkach. Podejście do budynków zgodnie z GOZ jest kluczem do redukcji emisji. W przepisach należy uwzględniać maksymalne wykorzystanie różnych właściwości materiałów budowlanych, w tym ich trwałość, zdolność do recyklingu, pojemność cieplną lub potencjał rekarbonizacji.

5. REKARBONATYZACJA

Poza redukcją emisji, neutralność w zakresie CO₂ można osiągnąć również dzięki usuwaniu już wyemitowanych gazów cieplarnianych z użyciem pochłaniaczy, co jest uwzględnione w europejskim prawodawstwie dotyczącym neutralności klimatycznej. Cement i beton odgrywają tutaj kluczową rolę ze względu na proces rekarbonizacji, czyli ponownego pochłaniania przez beton części CO₂ wyemitowanego podczas produkcji klinkieru. Proces ten występuje naturalnie na wszystkich powierzchniach betonowych, które trwale wychwytyują CO₂. Dzięki rekarbonizacji miasta działają jako pochłaniacze CO₂, umożliwiając dalszą redukcję emisji w całym łańcuchu wartości cementu i betonu.

5.1. Rekarbonizacja w konstrukcjach i budowlach betonowych

Rekarbonizacja jest zjawiskiem, które występuje naturalnie w całej infrastrukturze betonowej. Zgodnie z badaniami IVL – Szwedzkiego Instytutu Rozwoju Środowiska, wychwytywane jest 23% emisji

procesowej CO₂ ze zużywanego cementu rocznie, co oznacza 8% łącznej emisji CO₂ związanej z produkcją cementu

5.2. Rekarbonizacja wtórnego kruszywa betonowego

Rekarbonizacja zwiększa się po wyburzeniu betonowego budynku. Wtórne kruszywo betonowe ma większe pole powierzchni i łatwiej może wiązać CO₂ z atmosfery w zaczynie betonowym (cement, woda i piasek). Wstępne badania dowiodły, że proces ten można przyspieszyć, wykorzystując spaliny z pieca cementowego, zawierające więcej CO₂ i mające wyższą temperaturę, co zwiększa ilość wychwytywanego CO₂ nawet do 50% procesowej emisji tego gazu (projekt Fastcarb). Większą skuteczność wychwytywania CO₂ uzyskuje się poprzez oddzielenie kruszywa od betonu z recyklingu i zmielenie zaprawy cementowej, co ma tę dodatkową zaletę, że powstały na skutek tego materiał można wykorzystać jako dodatek do klinkieru lub jako dodatek do betonu.

5.1. Rekarbonizacja naturalnych minerałów

Rekarbonizacji ulegają również naturalne minerały, takie jak oliwin i bazalt, po rozkruszeniu oraz wystawieniu ich na powietrze lub działanie spalin z pieca cementowego. Mogą w ten sposób pochłaniać do 20% procesowej emisji CO₂. Po karbonizacji materiałów tych można użyć jako substytutu klinkieru portlandzkiego.

Innowacyjność

Fastcarb to projekt badawczy polegający na przepuszczaniu w odpowiednim reaktorze spalin z pieca cementowego nad rozdrobnionym betonem z recyklingu, w wyniku czego „odkryta” zaprawa cementowa może wychwycić nawet połowę przepływającego CO₂.

Rola polityki

W okresie użytkowania beton pochłania CO₂ i ten potencjał powinno się wykorzystywać. Rekarbonizację konstrukcji betonowych podczas ich cyklu życia należy uwzględnić przy rozliczaniu emisji CO₂, w metodach dotyczących obliczania śladu węglowego i systemach certyfikacji pochłaniania CO₂.

Podsumowanie

Dojście do neutralności emisyjnej nie będzie łatwe dla przemysłu cementowego, który będzie potrzebował dostępu do surowców alternatywnych, energii odnawialnej oraz korzystnych ram regulacyjnych umożliwiających inwestycje o racjonalnej stopie zwrotu. Szacuje się, że do roku 2050 sam sektor cementowy w Europie będzie musiał zainwestować ponad 36 mld euro w badania nad nowymi technologiami oraz projekty na skalę demonstracyjną, a następnie wdrożenie tych technologii. Inwestycje te będą wymagały innowacyjnych form finansowania i zmian przepisów dotyczących pomocy państwa. Dodatkowo, osiągnięcie neutralności emisyjnej w sektorze cementowym nie zależy wyłącznie od działań podjętych przez sam przemysł – wykorzystanie alternatywnych surowców zależy od ich dostępności, a nowe instalacje lub sieci rurociągów CO₂ nie powstaną z dnia na dzień.

dr inż. Bożena Środa

Stowarzyszenie Producentów Cementu