

# Redukcja ilości klinkieru w cemencie – doświadczenia praktyczne

Adrian Iwo Sowa

Holcim Polska S.A.



# Europejski Zielony Ład

Europejski Zielony Ład to projekt społeczeństwa, które jest **neutralne klimatycznie**, innowacyjne, postępowe, sprawiedliwe i **działa w obiegu zamkniętym**.

W Zielonym Ładzie przewidziano, że społeczeństwo europejskie będzie w roku 2050 bardziej zurbanizowane, skomunikowane, zautomatyzowane i inteligentniejsze. Do spełnienia swoich potrzeb społeczeństwo to **będzie potrzebowało cementu i betonu**.

## **Cement i beton mają fundamentalne znaczenie w budowie neutralnej klimatycznie Europy.**

Podstawy turbin wiatrowych, zapory hydroelektrowni, budynki pasywne, elektrownie pływowe oraz nowa infrastruktura transportowa – wszystkie wykorzystują unikalne cechy betonu.

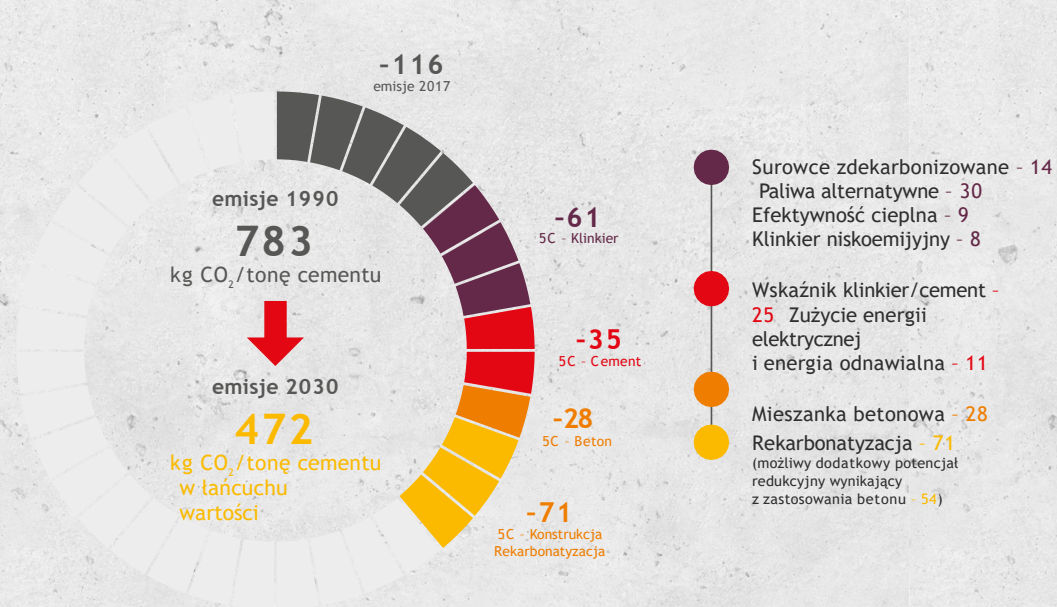
Dojście do neutralności emisyjnej będzie wymagało wysiłku ze strony przemysłu cementowego, który z kolei będzie potrzebował **dostępu do surowców, energii odnawialnej oraz korzystnych ram regulacyjnych** umożliwiających inwestycje o racjonalnej stopie zwrotu.



# Droga do neutralności emisyjnej

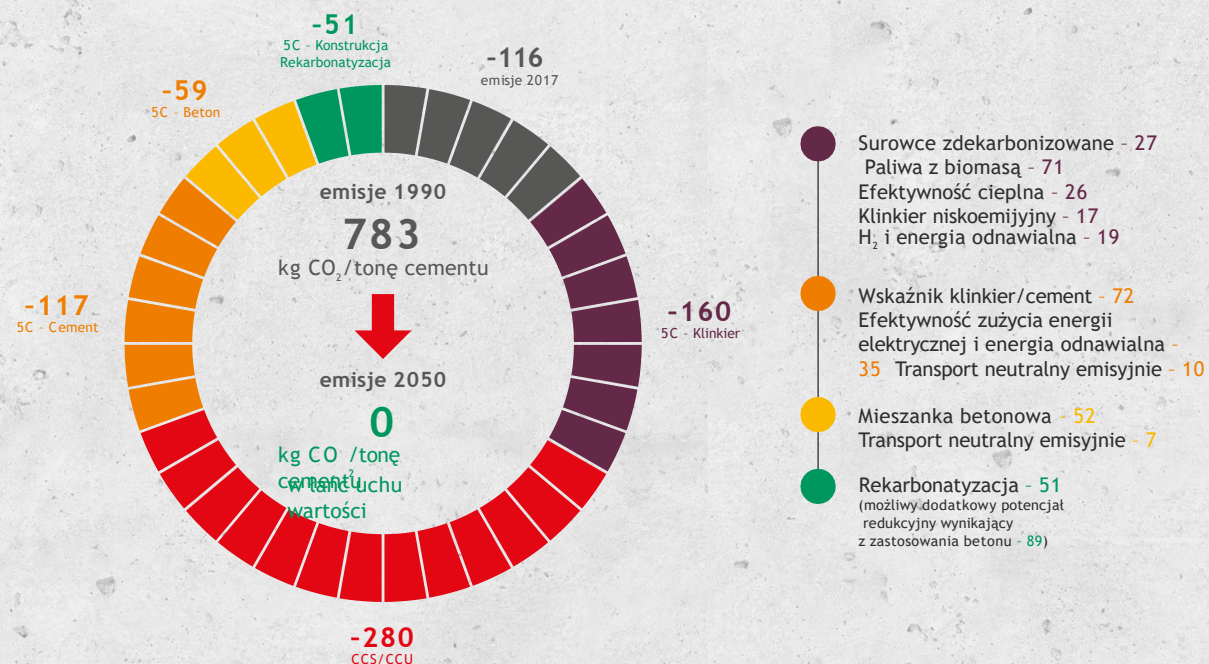
## Mapa drogowa CEMBUREAU do roku 2030

Redukcja CO<sub>2</sub> w łańcuchu wartości cementu (5 punktów: klinkier, cement, beton, budownictwo, rekarbonatyzacja)



## Mapa drogowa CEMBUREAU do roku 2050

Redukcja CO<sub>2</sub> w łańcuchu wartości cementu (5 punktów: klinkier, cement, beton, budownictwo, rekarbonatyzacja)



Źródło: „Spajamy Europejski Zielony Ład”- SPC/ CEMBUREAU

# Wpływ branży cementowej

## Emisja CO<sub>2</sub>

W IV kwartale 2023 roku emisja gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej łącznie osiągnęła poziom **897 mln ton ekwiwalentu CO<sub>2</sub>** (4,0% spadku vs 2022)

Przemysł cementowy odpowiada za około **7% emisji CO<sub>2</sub> w Europie**.

**63%** emisji CO<sub>2</sub> z cementowni to tzw. **emisja procesowa**, czyli związana z produkcją klinkieru.

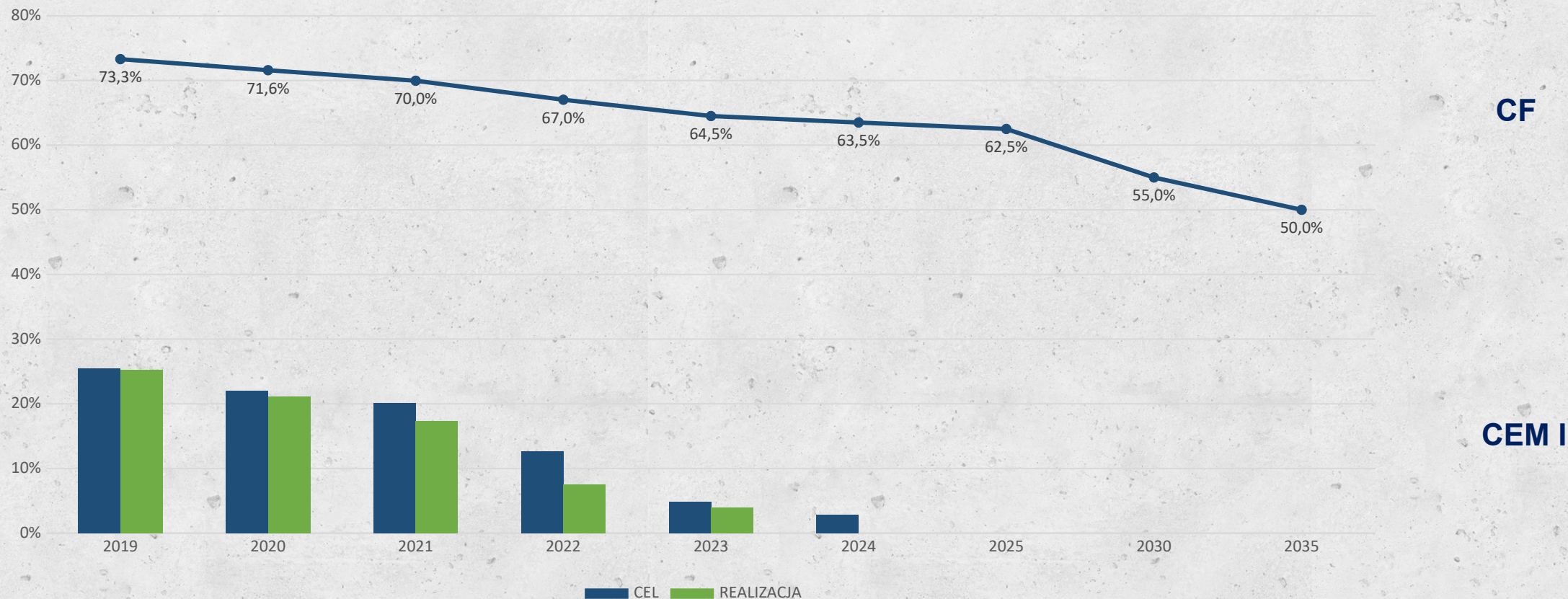
## Koszt emisji CO<sub>2</sub>

Wraz ze spadkiem ilości uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> spodziewany jest wzrost ich kosztów.



# Działania podejmowane przez Holcim Polska

Clinkier Factor i udział CEM I [%]



# Doświadczenia praktyczne

## Beton towarowy

- CEM II/B-V 32,5 R -> CEM II/C-M(V-LL) 32,5R
- CEM II/B-V 42,5 R - > CEM V/A(S-V) 42,5 N –LH/HSR/NA

## Prefabrykacja

- CEM I 52,5 R -> CEM II/A-S 52,5 R
- CEM I 52,5 R -> CEM II/A-M(S-LL) 52,5 R



# Zastosowanie i cel

- Produkcja betonu towarowego klas C 8/10 – C 30/37
- Problem z dostępnością i kosztem popiołów lotnych
- Problem z urabialnością i pompowaniem betonów niskich i średnich klas wytrzymałościowych



# Właściwości cementów

	Jednostka	CEM II/B-V 32,5 R KUJ	CEM II/C-M(V-LL) 32,5R KUJ
Woodożądność	[%]	26,0	28,7
Początek czasu wiązania	[min]	280	215
Koniec czasu wiązania	[min]	379	278
Powierzchnia właściwa	[cm <sup>2</sup> /g]	3790	5860
Wytrzymałość na ściskanie po 2 dniach	[MPa]	16,5	21,2
Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach	[MPa]	42,9	42,7
Ślad węglowy*	kg CO <sub>2</sub> eq netto/T cementu	571	348
Zawartość klinkieru	[%]	60-70	52-62

\* - CEM II/C-M(V-LL) 32,5 R dane własne HOLCIM, CEM II/B-V – dane SPC



# Zestawienie receptur i kosztów

Składnik	Jednostka	C 16/20	C 20/25	C 25/30
CEM II/C-M(V-LL) 32,5 R	[kg/m <sup>3</sup> ]	270	290	330
Piasek 0-2	[kg/m <sup>3</sup> ]	905	855	815
Żwir 2-8	[kg/m <sup>3</sup> ]	440	440	425
Żwir 8-16	[kg/m <sup>3</sup> ]	570	640	610
Woda	[kg/m <sup>3</sup> ]	155	155	160
Plastyfikator	[kg/m <sup>3</sup> ]	2,6	2,9	3,3
Koszt surowców w 1m <sup>3</sup>	[kg/m <sup>3</sup> ]	250,0	261,3	280,6
Oszczędność*	[zł/m <sup>3</sup> ]	8,0	8,9	3,5
Redukcja śladu węglowego	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> betonu	42	46	50

\*- oszczędność wyrażona jako różnica kosztów surowców w 1m<sup>3</sup> mieszanki betonowej vs CEM II/B-V 32,5 R + popiół

# Zastosowanie i cel

- Produkcja betonu towarowego klas C 8/10 – C 35/45
- Optymalizacja kosztów
- Zmniejszenie ryzyka powstawania rys skurczowych w lecie
- Rozszerzenie zakresu stosowania ( LH/HSR/NA)



# Właściwości cementów

	Jednostka	CEM II/B-V 42,5 R MAL	CEM V/A(S-V) 42,5 N LH/HSR/NA
Woodożądność	[%]	31,6	32,2
Początek czasu wiązania	[min]	268	273
Koniec czasu wiązania	[min]	339	351
Powierzchnia właściwa	[cm <sup>2</sup> /g]	4530	4800
Wytrzymałość na ściskanie po 2 dniach	[MPa]	25,6	20,0
Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach	[MPa]	56,9	58,1
Ślad węglowy*	kg CO <sub>2</sub> eq netto/T cementu	571	411
Zawartość klinkieru	[%]	60-70	45-55

\* - CEM V/A(S-V) 42,5 N dane własne HOLCIM, CEM II/B-V – dane SPC



# Zestawienie receptur i kosztów

Składnik	Jednostka	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37
CEM V/A(S-V) 42,5 N -LH/HSR/NA	[kg/m <sup>3</sup> ]	220	245	270	290	320
Popiół lotny	[kg/m <sup>3</sup> ]	70	55	60	50	40
Piasek 0-2	[kg/m <sup>3</sup> ]	760	760	735	720	680
Żwir 2-8	[kg/m <sup>3</sup> ]	400	400	395	395	430
Żwir 8-16	[kg/m <sup>3</sup> ]	650	655	665	680	680
Woda	[kg/m <sup>3</sup> ]	190	185	182	178	168
Plastyfikator	[kg/m <sup>3</sup> ]	1,5	2,2	1,5	1,6	1,7
Superplastyfikator	[kg/m <sup>3</sup> ]			1,0	1,6	2,8
Koszt surowców w 1m <sup>3</sup>	[kg/m <sup>3</sup> ]	215,6	266,4	241,3	254,3	272,2
Oszczędność*	[zł/m <sup>3</sup> ]	0,4	3,7	2,7	2,0	0,6
Redukcja śladu węglowego	kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>3</sup> betonu	54	61	67	72	79

\*- oszczędność wyrażona jako różnica kosztów surowców w 1m<sup>3</sup> mieszanki betonowej vs CEM II/B-V 42,5 R + popiół

# Zastosowanie i cel

- Elementy sprężane, drobna prefabrykacja
- Zmiana cementu wycofywanego z oferty przy zachowaniu parametrów betonu
- Kluczowe parametry: wytrzymałość wczesna po 16 i 24 godzinach



# Właściwości cementów

	Jednostka	CEM I 52,5 R MAL	CEM II/A-S 52,5 R
Woodożądność	[%]	32,5	32,4
Początek czasu wiązania	[min]	197	197
Koniec czasu wiązania	[min]	244	239
Powierzchnia właściwa	[cm <sup>2</sup> /g]	4700	5320
Wytrzymałość na ściskanie po 1 dniu	[MPa]	27,3	27,8
Wytrzymałość na ściskanie po 2 dniach	[MPa]	40,2	39,6
Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach	[MPa]	64,3	67,6
Ślad węglowy*	kg CO <sub>2</sub> eq netto	710	571
Zawartość klinkieru	[%]	100	85-94

\* - dane SPC



# Receptura i wyniki badań

Składnik	C 50/60
CEM I 52,5 R / CEM II/A-S 52,5 R	450
Piasek 0-2	710
Żwir 2-8	656
Grys 2-8	376
Woda	160
Superplastyfikator	4,05
Redukcja śladu węglowego [kg CO <sub>2</sub> ]	62,6

	Jedn.	CEM I 52,5 R	CEM II/A-S 52,5 R
Konsystencja		ASCC	ASCC
Wytrzymałość na ściskanie 16 godz	[MPa]	47,5	43,1
Wytrzymałość na ściskanie 24 godz	[MPa]	53,1	49,5
Wytrzymałość na ściskanie 28 dni	[MPa]	77,7	73,2



# Zastosowanie i cel

- Elementy sprężane do budownictwa kubaturowego
- Zmiana cementu wycofywanego z oferty przy zachowaniu parametrów betonu, obniżenie śladu węglowego
- Kluczowe parametry: konsystencja, wytrzymałość wczesna po 8 i 16 godzinach elementów naparzanych





# Właściwości cementów

	Jednostka	CEM I 52,5 R MAL	CEM II/A-M(S-LL) 52,5 N
Woodożądność	[%]	32,5	31,7
Początek czasu wiązania	[min]	197	220
Koniec czasu wiązania	[min]	244	267
Powierzchnia właściwa	[cm <sup>2</sup> /g]	4700	5330
Wytrzymałość na ściskanie po 1 dniu	[MPa]	27,3	22,6
Wytrzymałość na ściskanie po 2 dniach	[MPa]	40,2	37,6
Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach	[MPa]	64,3	64,8
Ślad węglowy*	kg CO <sub>2</sub> eq netto	710	510
Zawartość klinkieru	[%]	100	85-94

\* - CEM II/A-M(S-LL) – dane własne HOLCIM, CEM I - dane SPC



# Receptura i wyniki badań

Składnik	wz	CEM II
CEM I 52,5 R	450 kg	
CEM II/A-M(S-LL) 52,5 R		450 kg
w/c	0,36	0,36
Redukcja śladu węglowego [kg CO <sub>2</sub> ]	70	

Składnik	Jedn.	CEM I 52,5 R	CEM II/A-S 52,5 R
Konsystencja	[cm]	70x70	76x74
Wytrzymałość 8 g	[MPa]	38,2	37,5
Wytrzymałość 16 g	[MPa]	59,7	56,4
Wytrzymałość 28 dni	[MPa]	79,6	77,9



# Podsumowanie

- Cementy o obniżonej zawartości klinkieru względem tradycyjnie stosowanych pozwalają na **utrzymanie parametrów wytrzymałościowych i trwałościowych** zarówno w betonie towarowym jak i prefabrykacji
- Stosowanie cementów o mniejszym śladzie węglowym pozwala na **optymalizację kosztów wsadu surowcowego**
- Zmiana rodzaju stosowanego cementu ma **istotny wpływ na ślad węglowy betonu**



**Dziękuję za uwagę**

**Adrian Iwo Sowa**

Adres e-mail: [adrian.sowa@holcim.com](mailto:adrian.sowa@holcim.com)

Numer telefonu: 502 786 076

