



Nawierzchnia z betonu cementowego o obniżonym śladzie węglowym

dr inż. TOMASZ RUDNICKI, Holcim Polska S.A.
IV FORUM BETON w DROGOWNICTWIE 23.10.2024 r., Kraków

Wyzwania przed nami w zakresie prawa i ekologii

► UE - „Fit for 55”

- zmniejszenie emisji netto CO₂ o 55% do 2030 r. w porównaniu do 1990 r. osiągnięcie neutralności klimatycznej do roku 2050

► Rozporządzenie CPR

Nowelizacja rozporządzenia CPR w sprawie wyrobów budowlanych uwzględniająca aspekty środowiskowe planowana w XI 2024.

Planowane są 3 etapy:

- Digitalizacja DoP – paszport wyrobu
- Ustanowienie zharmonizowanych zasad deklaracji właściwości użytkowych
- Zwiększenie znaczenia GPP – Zielonych Zamówień Publicznych

► Dyrektywa ESG – konieczność raportowania śladu węglowego

- od 2025 za rok 2024 – (banki, duże spółki giełdowe)
- od 2026 za rok 2025 – firmy >250 pracowników oraz >50 mln euro przychodu
- od 2027 za rok 2026 - małe i średnie spółki

► Dyrektywa EPBD

Dyrektywa w sprawie charakterystyki energetycznej budynków

► Green Procurement – Zielone Zamówienia Publiczne

- Kryteria:
 - analiza LCA,
 - ślad węglowy,
 - stosowanie materiałów z recyklingu
 - obniżenie emisyjności transport materiałów masowych

Ślad węglowy betonu – cementu – klinkieru

► Beton

Beton jest najpowszechniejszym materiałem budowlanym na świecie, znajduje się na drugiej pozycji w rankingu materiałów stosowanych przez człowieka,
Według GCCA (Global Cement and Concrete Association) w 2020 r. światowa produkcja betonu osiągnęła poziom **14 mld m³**.

► Cement

Głównym składnikiem odpowiedzialnym za emisyjność betonu jest cement, którego proces produkcji jest wysoce energetyczny.
Według danych za 2020r. Podanych przez International Energy Agency średni wskaźnik emisyjności cementu wyniósł ponad **580 kg CO₂/kg/t**.

► Klinkier

Emisja procesowa - efekt termicznego rozkładu węglanu wapnia $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{temp.}} \text{CaO} + \text{CO}_2$
w produkcji klinkieru **emisja procesowa stanowi 63% śladu węglowego**.

Jak HOLCIM zmniejsza emisyjność cementu?



Eliminacja paliw kopalnych



Energia z OZE



Mniejsza ilość klinkieru w cemencie



Surowce i materiały zdekarbonizowane



Surowce naturalne o wł. hydraulicznych



Inwestycje w CCUS

Jak możemy zmniejszyć ślad węglowy betonu?



Optymalizacja przekrojów
(BWW)



Optymalizacja receptur
redukcja w/c



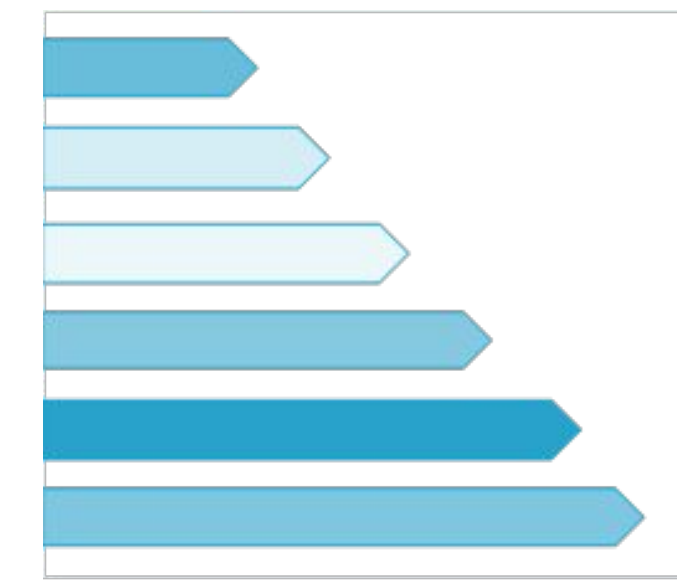
Stosując cementy
niskoemisyjne



Certyfikaty EPD



Analiza LCA (ślad
węglowy wbudowany)



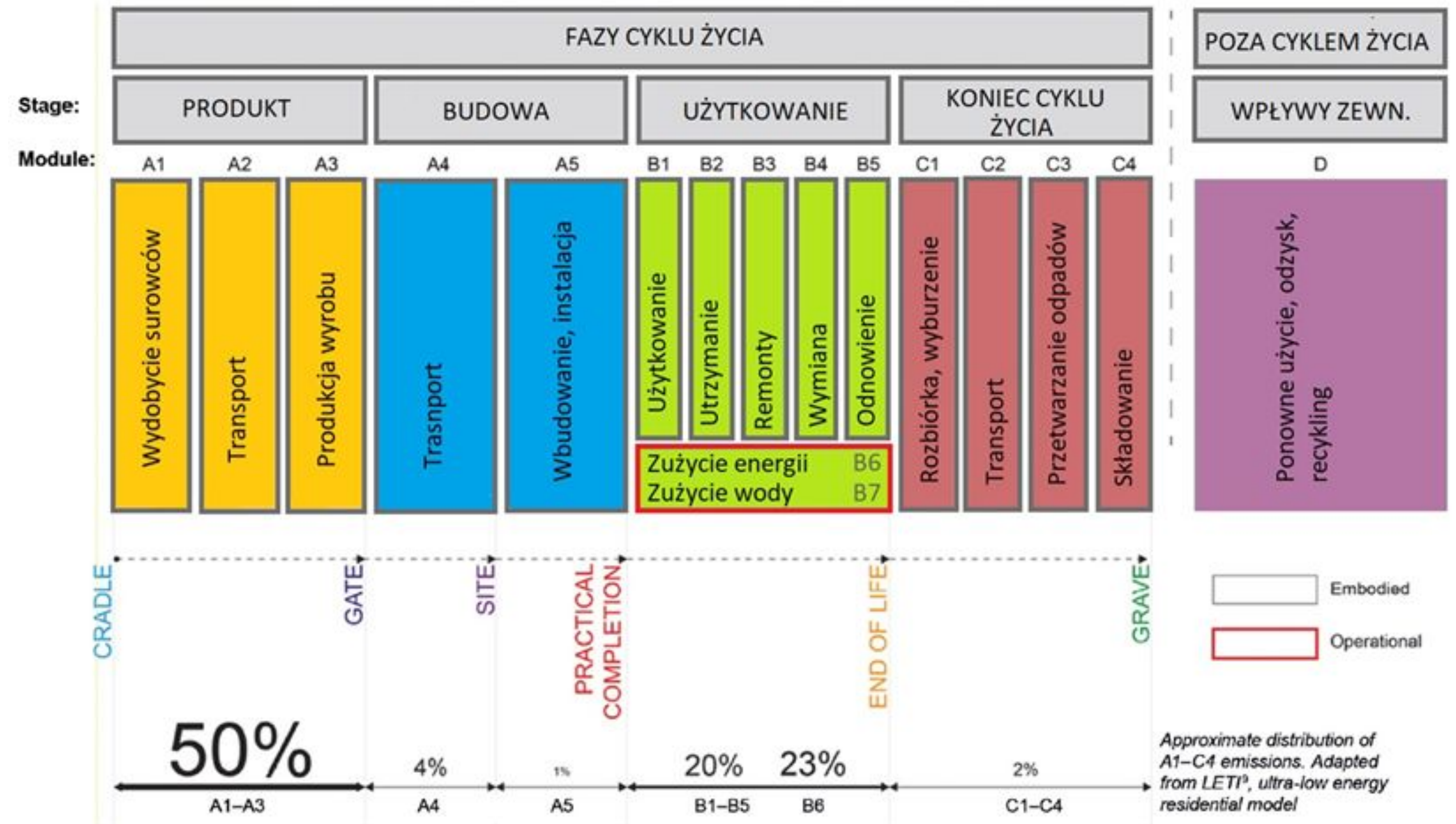
Etykiety emisyjności

Ślad węglowy betonu – narzędzia do oceny

► Analiza LCA

Ślad węglowy wbudowany pochodzi z produkcji materiałów budowlanych, transportu oraz procesów budowy.

Ślad węglowy operacyjny ma związek z użytkowaniem obiektu. Wynika ze zużycia energii potrzebnej m.in. do oświetlenia, naprawy, wymiany bądź modernizacji nawierzchni i stanowi 50% całkowitego śladu węglowego.



The Institution of Structural Engineers, How to calculate embodied carbon, 2022

Ślad węglowy betonu – narzędzia do oceny

Możliwości deklarowania poziomu śladu węglowego betonu

► EPD – deklaracje III typu

EPD (Environmental Product Declaration) są międzynarodowymi, niezależnymi i certyfikowanymi dokumentami, które dostarczają przejrzystych i wiarygodnych informacji o wpływie produktu na środowisko naturalne.

Są one oparte na analizie cyklu życia produktu (Life Cycle Assessment, LCA), która obejmuje wszystkie etapy życia wyrobu od pozyskania surowców, przez produkcję, użytkowanie, aż po utylizację lub recykling.

► Etykiety poziomu emisyjności

Trwają prace nad propozycjami etykiet emisyjności betonu.

System etykietowania miałby odpowiadać graficznie etykietom energetycznym funkcjonującym w świadomości konsumentów, np. sprzętu AGD.

Zgodnie z art. 102 i 104 prawa zamówień publicznych oraz dyrektywy UE wymagane cechy produktu powinny być **mierzalne i potwierdzone certyfikatem niezależnej instytucji.**

Ślad węglowy betonu – istniejące systemy oceny

► Norwegia

Klasa wytrzymałości i klasa niskoemisyjności	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksymalna dopuszczona emisja gazów cieplarnianych [kgCO ₂ eq/m ³ betonu]							
Beton tradycyjny Bransjereferanse	240	260	280	330	360	370	380
Beton niskoemisyjny B Lavkarbon B	190	210	230	280	290	300	310
Beton niskoemisyjny A Lavkarbon A	170	180	200	210	220	230	240
Beton niskoemisyjny Plus Lavkarbon Pluss			150	160	170	180	190
Beton niskoemisyjny Max Lavkarbon Ekstrem			110	120	130	140	150

Norweskie Stowarzyszenie Betonu Norsk Betongforening NB37

Źródło: Publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong. (NP37). Norsk Betongforenings. Mai 2020

► Szwecja

Prefabricerade betongprodukter							
Parkeringshus och industrier Tabell 4	Exponerings- klass	vct _{ekv} *	Klimatpåverkan GWP-GHG, kg CO ₂ -ekv/ton				
			Typiskt värde	Klimatförbättrad, max			
				Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4
Fuktig miljö	XC3						
Håldäck (HD/F)		0,40	140	125	115	105	< 85
Massiva förspända plattor (RD/F)		0,50	185	165	150	130	< 110
TT-plattor		0,45	220	200	175	155	< 130
Sandwichvägg (RW)		0,55	235	210	190	165	< 140
Balk slakarmerad (RB)		0,45	200	180	160	140	< 120
Balk förspänd (RB/F)		0,40	190	170	150	135	< 115
Pelare (RP)		0,50	240	215	190	170	< 145
Väggar (RV)		0,50	155	140	125	110	< 95

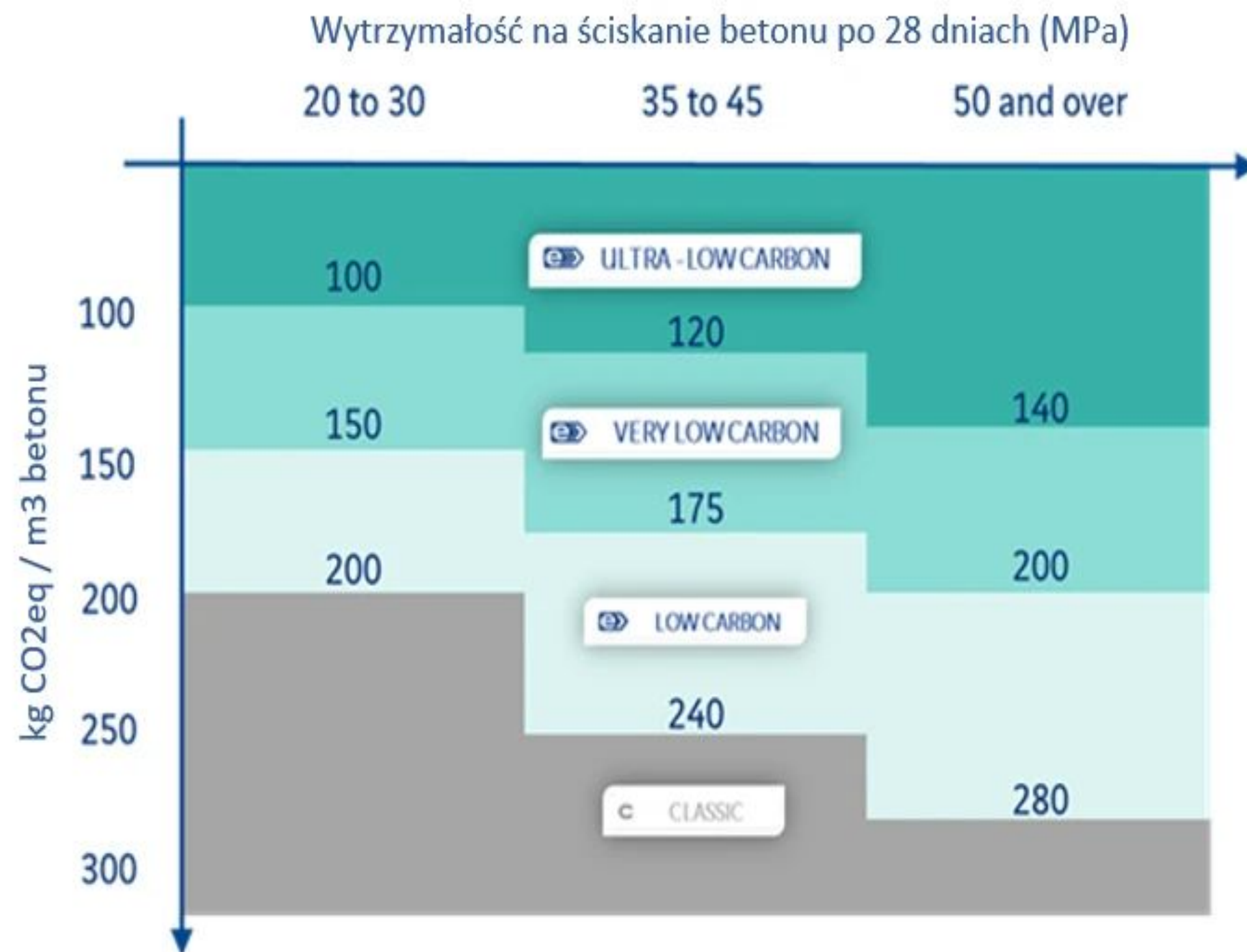
* Typiska värden. Styrts främst av exponeringsklass och hållfasthetskrav. Kan variera, se texten i avnittet.
Svensk Betong Vägledning Klimatförbättrad betong utgåva 2.0

Prefabricerade betongprodukter

Źródło: <https://www.svenskbetong.se/component/edocman/?task=document.viewdoc&id=60&Itemid=>

Ślad węglowy betonu – istniejące systemy oceny

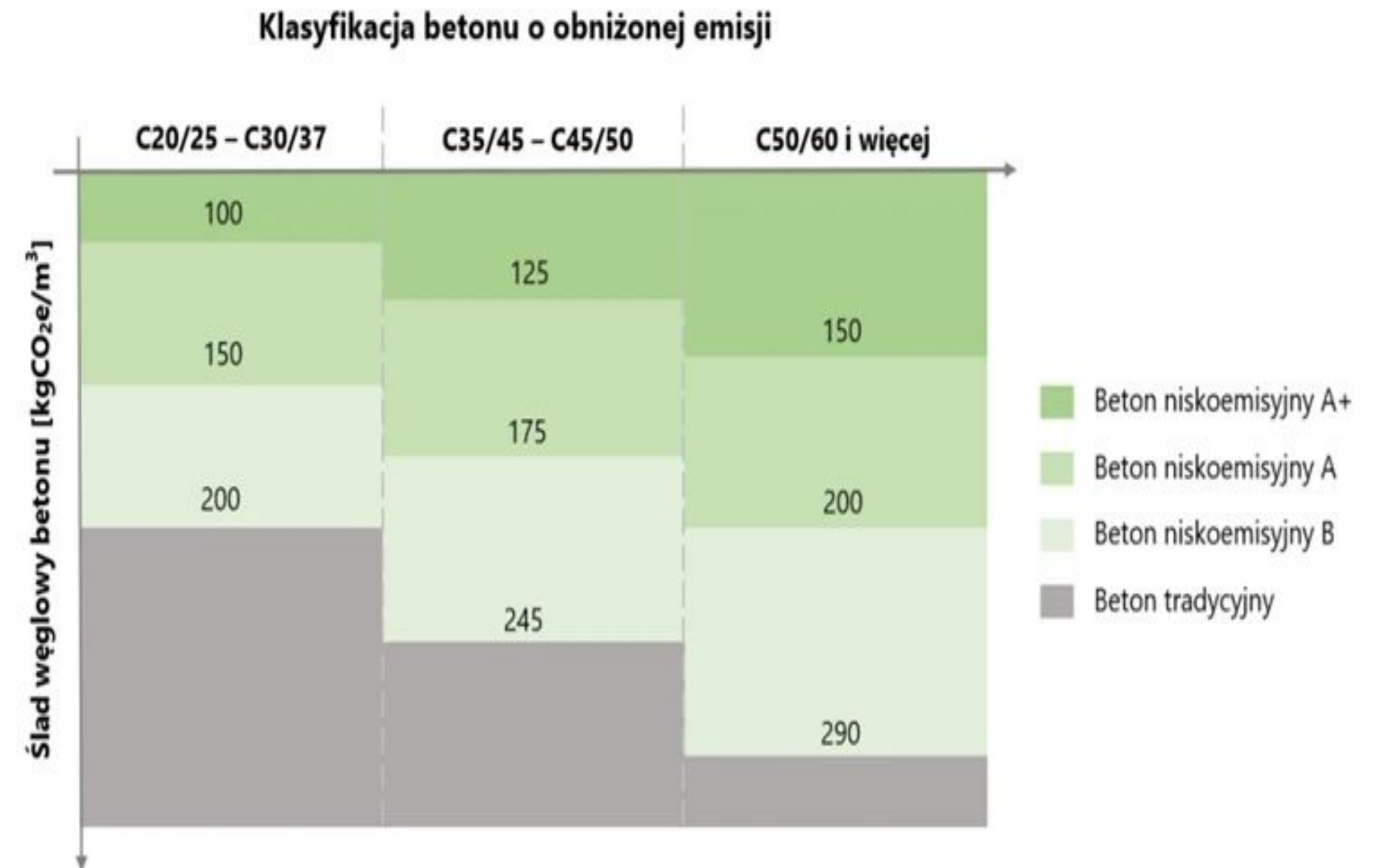
► Francja



Grupa Budowlana VINCI

Źródło: Implementation of low carbon concrete: allowance and constraints set. Mouna BOUMAAZA, Lionel LINGER, Laurent BOUTILLON, Bruno PAUL-DAUPHIN, fib Lizbona 2021

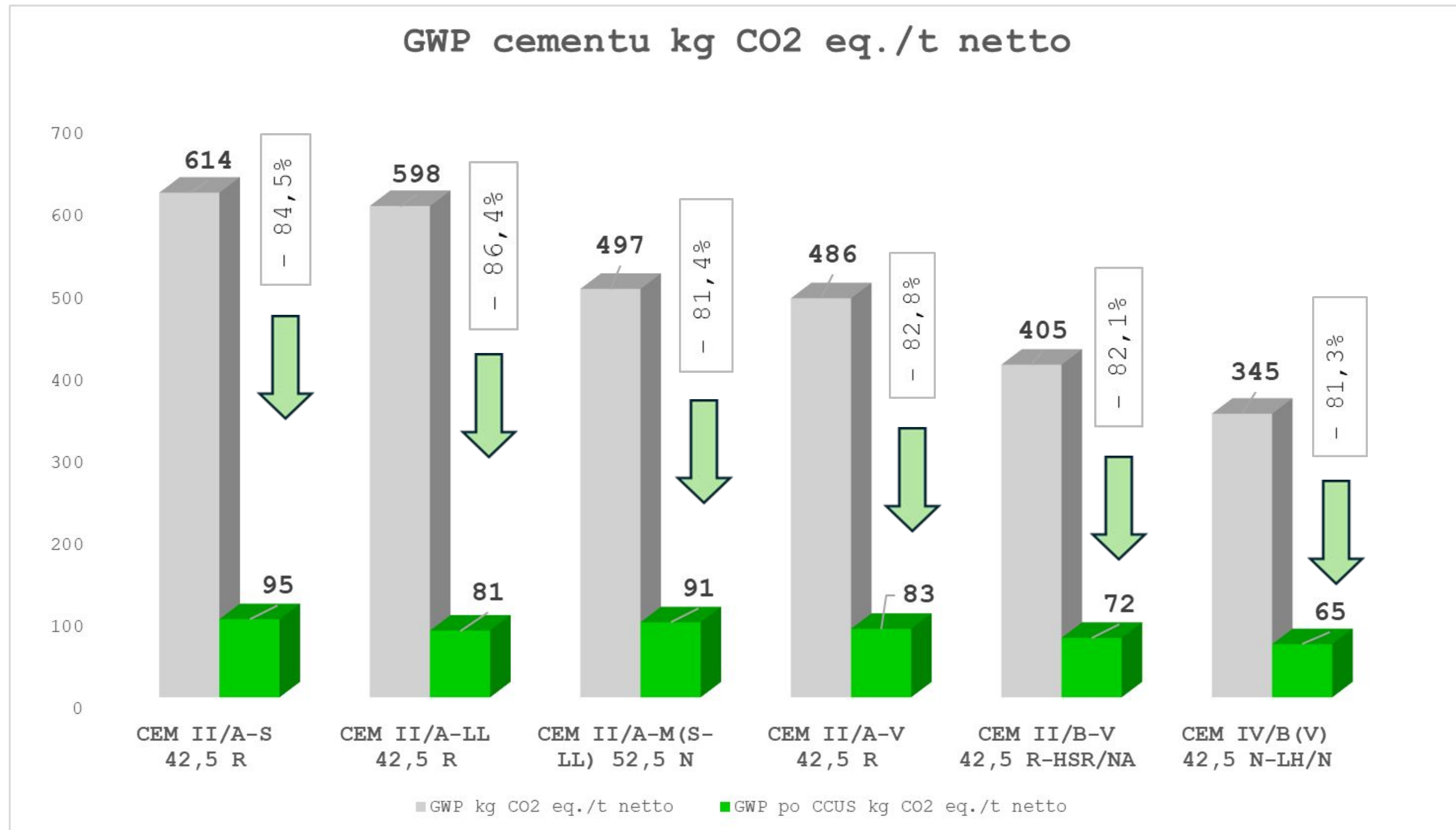
► Polska



IMBiTB

Źródło: Instytut Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu: Standard klasyfikacji emisyjności betonu towarowego 2022

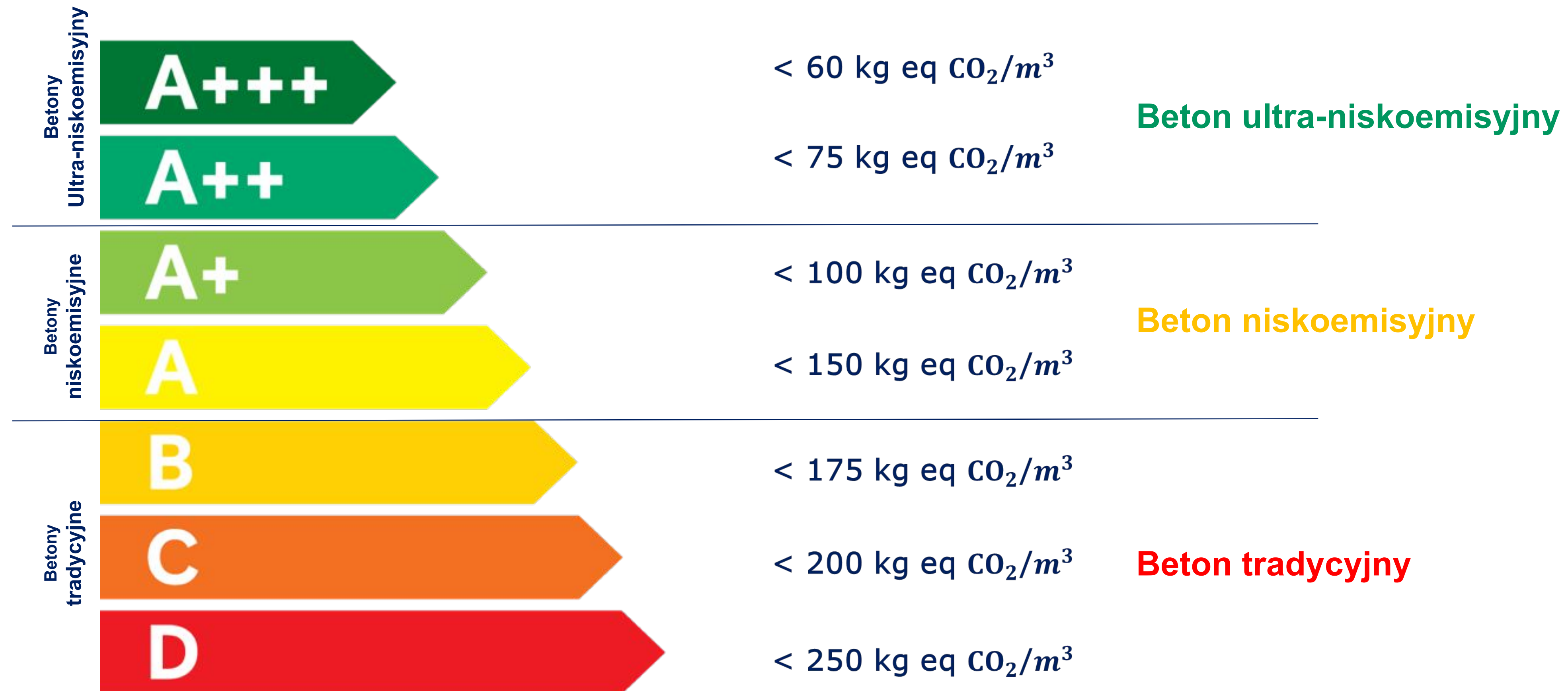
Emisyjność wybranych cementów Holcim Polska



Źródło: Analiza własna Holcim Polska S.A. na bazie sprawności projektowanej instalacji CCUS

Ślad węglowy betonu – propozycja etykiety emisyjności

► HOLCIM Polska



Źródło: Analiza własna Holcim Polska S.A. dla fazy A1-A3 na bazie sprawności projektowanej instalacji CCUS

Ślad węglowy betonu – cementy niskoemisyjne po CCUS

klasa betonu	budynek wielorodzinny Arkada				Wiadukt drogowy				Droga betonowa	
	C8/10	C25/30 XC1, XC4	C30/37 W8, XA1, XD3, XC4	C35/45 W8, XD3	C20/25	C30/37	C40/50	C50/60	C35/45 nawierzchnia GWN	C35/45 nawierzchnia DWN
EMISJA NETTO [kg/m ³] faza cyklu życia (A1-A3)										
One Klik LCA - generic baza	220	280	300	340	238,2	294,2	387	429	327	327
CEM II A-LL					181,8	214,2	228,7			
redukcja do One Klik LCA					-23,7%	-27,2%	-40,9%			
CEM IV 42,5	110,5	129,7	136,4	153,8						
redukcja do One Klik LCA	-49,8%	-53,7%	-54,5%	-54,8%						
CEM II AS									254,4	234,1
redukcja do One Klik LCA									-22,7%	-28,4%
CEM II Dynamik								251		
redukcja do One Klik LCA								-41,5%		
CEM IV 42,5 (po CCUS)	44,9	53,7	55,4	58,9						
redukcja do One Klik LCA	-79,6%	-80,8%	-81,5%	-82,7%						
CEM A- LL (po CCUS)					58,2	70,6	69,2	78,6		
CEM A-S (po CCUS)									84,1	79,9
redukcja do One Klik LCA					-75,6%	-76,0%	-82,1%	-87,1%	-75,6%	-75,6%

Wyliczone wartości dla fazy A1-A3 przy założeniu miejsce produkcji betonu węzeł Warszawa oraz:

- transportu kruszywa granit 430 km, cement 280 km dla drogi betonowej i wiaduktu drogowego
- transportu kruszywa 20 km, cement 280 km dla budynku

Trwałość betonu – cementy niskoemisyjne CEM III i CEM V

Określenie trwałości betonu	Beton z użyciem cementów niskoemisyjnych CEM III/A i CEM V				
	C35/45_I	C35/45_II	C35/45_III	C35/45_V	Wymagania
	F150				
Ubytek wytrzymałości na ściskanie ΔR , %	-4.5	-2.2	-0.9	-1.4	< 20%
Ubytek masy ΔM , %	-0.2	-0.12	-0.1	-0.1	< 5%
	m_{56}/m_{28}				
Mrozoodporność w soli	1,22	0.95	0.77	0.82	< 2
	Głębokość penetracji wody				
Penetracja wody pod ciśnieniem, mm	24	17	18	17	< 45
	Charakterystyka struktury napowietrzenia				
Total air content, A , %	4,9	5,2	5,6	6.0	4.5-6.0
Spacing factor, L , mm	0.18	0.17	0.14	0.13	< 0.20
Micro air-void content, A_{300} , %	2.1	1.85	2.45	2.50	> 1.50

DZIĘKUJĘ

dr inż. TOMASZ RUDNICKI
Pełnomocnik Zarządu ds. Rozwoju Biznesu
tel. 502 786 982
mail: tomasz.rudnicki@holcim.com