

dr hab. inż. Zbigniew Giergiczny, prof. PŚ^{*}
mgr inż. Miłosz Szybalski^{**}

Nowelizacja normy EN 197-1

– trójskładnikowe cementy powszechnego użytku o niskiej zawartości klinkieru portlandzkiego

Amendment to standard EN 197-1 – common ternary cements with low Portland clinker content

Streszczenie. Artykuł zawiera przyszłościowy zakres nowelizacji normy EN 197-1. Znacznemu rozszerzeniu ulegnie ilość cementów wieloskładnikowych zawierających inne niż klinkier portlandzki składniki główne. Pozwoli to na obniżenie emisji CO₂ z produkcji cementu i zagospodarowanie ubocznych produktów przemysłowych.
Słowa kluczowe: normalizacja, cementy wieloskładnikowe, emisja CO₂, odpady.

Abstract. The paper presents the scope of proposed amendments to the standard EN 197-1. The aim is to increase the share of components in cement composition other than Portland clinker, as it will reduce CO₂ emissions by cement industry and intensify the use of industrial by-products.

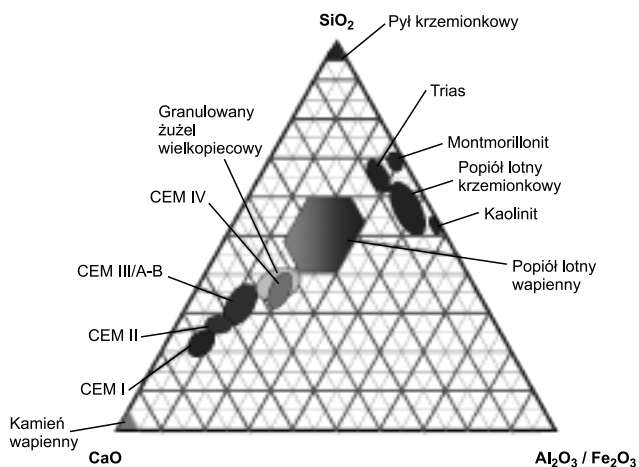
Keywords: standardization, composite (ternary) cements, CO₂ emission, by-products.

Norma PN-EN 197-1:2012 [1] pozwala na produkcję bogatego asortymentu cementów różniących się właściwościami, a w konsekwencji możliwościami zastosowania w budownictwie. Szczególnie dotyczy to cementów zawierających dodatki mineralne: CEM II, CEM III, CEM IV, CEM V (tabela 1). Powszechnie stosowanymi głównymi składnikami cementu, poza klinkierem portlandzkim, są: granulowany żużel wielkopiecowy; popiół lotny krzemionkowy i kamień wapienny. Skład chemiczny głównych składników cementu w porównaniu ze składem cementu pokazano na rysunku 1.

Zmiany normalizacyjne

W Europejskim Komitecie Normalizacyjnym (CENTC 51 WG 6) od kilku lat trwają prace nad rozszerzeniem rodzajów i odmian cementów powszechnego użytku w normie EN 197-1 [2]. Celem zmian jest zwiększenie udziału w składzie cementu składników głównych, innych niż klinkier portlandzki, a tym samym obniżenie emisji CO₂ i zużycia nieodnawialnych surowców naturalnych. Ideą jest wprowadzanie w większym zakresie do składu cementu, mielonego wapienia (L/LL), głównie w cementach wieloskładnikowych, w kompozycji

z granulowanym żużlem wielkopiecowym (S) i/lub popiołem lotnym krzemionkowym (V) (rysunek 2) oraz popiołu lotnego (V) w kompozycji z granulowanym żużlem wielkopiecowym (S) (rysunek 3) [3, 6]. Skład nowych rodzajów cementów powszechnego użytku i ich nazwy zamieszczono w tabeli 2 [2, 3]. Grupa cementów portlandzkich wieloskładnikowych CEM II



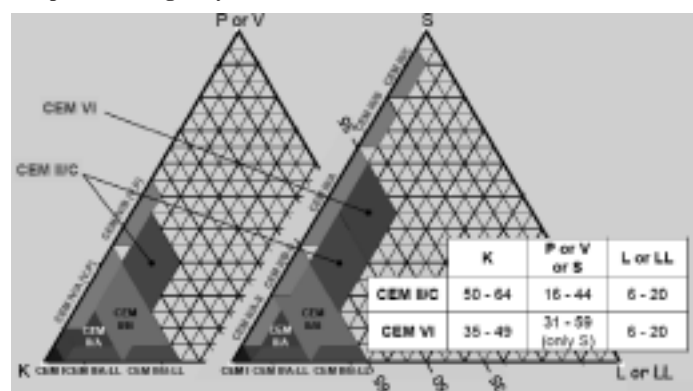
Rys. 1. Skład chemiczny głównych składników cementu i cementów powszechnego użytku

Tabela 1. Rodzaje cementów powszechnego użytku z uwagi na ilość dodatków wg PN-EN 197-1 [1]

Nazwa cementu	Oznaczenie cementu wg PN-EN 197-1	Zawartość dodatków [% wagowy]
Cement portlandzki	CEM I	–
Cement portlandzki wieloskładnikowy	CEM II/A CEM II/B	6 ÷ 20 21 ÷ 35
Cement hutniczy	CEM III/A CEM III/B CEM III/C	36 ÷ 65 66 ÷ 80 81 ÷ 95
Cement pucolanowy	CEM IV/A CEM IV/B	11 ÷ 35 36 ÷ 55
Cement wieloskładnikowy	CEM V/A CEM V/B	36 ÷ 60 62 ÷ 80

* Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Budownictwa; Górażdże Cement S.A.

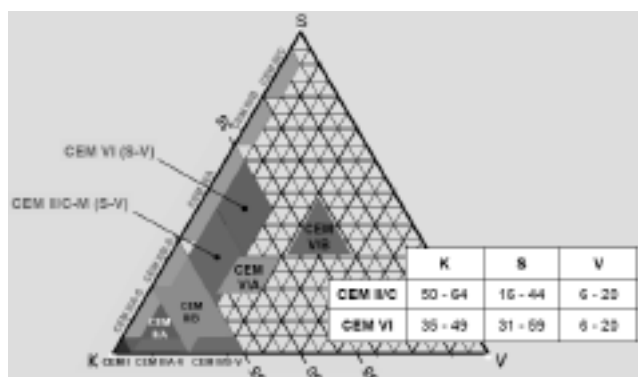
** Górażdże Cement S.A.



Rys. 2. Składy nowych cementów w proponowanej nowelizacji normy prEN 197-1 [2] – kompozycja z wapieniem (L/LL)

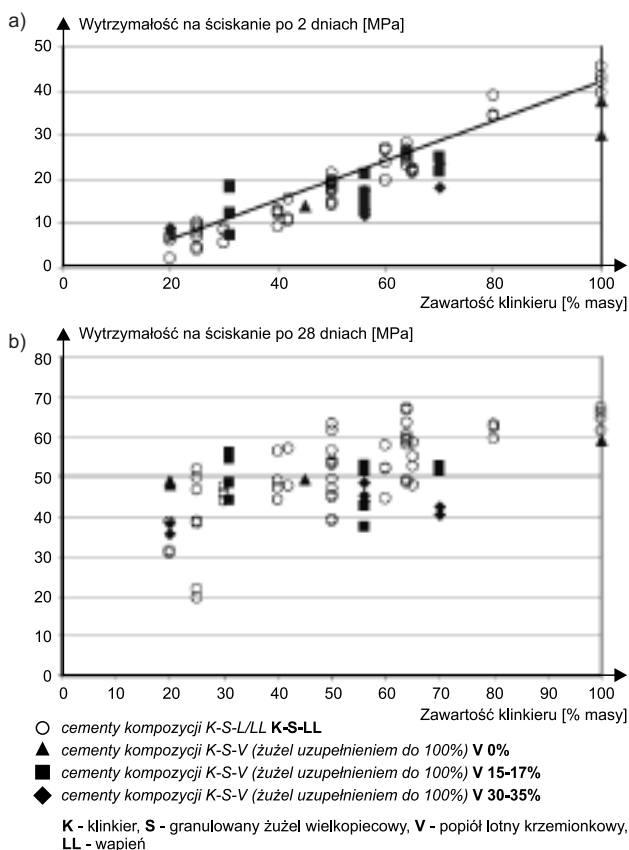
Tabela 2. Cementy powszechnego użytku wg prEN 197-1[2]

Główne rodzaje cementu	Nazwa 37 rodzajów cementu powszechnego użytku		Skład [% masy]											
			składniki główne										składniki drugorzędne	
			klinkier	żużel wielkopiecowy	pył krzemionkowy	pucolana		popiół lotny		łupek palony	kamień wapienny			
						naturalna	naturalna wypalana	krzemionkowy	wapienny		L	LL		
			K	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L	LL		
CEM I	Cement portlandzki	CEM I	95–100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5	
CEM II	Cement portlandzki żużlowy	CEM II/A–S	80–94	6–20	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5	
		CEM II/B–S	65–79	21–35	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5	
	Cement portlandzki krzemionkowy	CEM II/A–D	90–94	–	6–10	–	–	–	–	–	–	–	0–5	
	Cement portlandzki pucolanowy	CEM II/A–P	80–94	–	–	6–20	–	–	–	–	–	–	0–5	
		CEM II/B–P	65–79	–	–	21–35	–	–	–	–	–	–	0–5	
		CEM II/A–Q	80–94	–	–	–	6–20	–	–	–	–	–	0–5	
		CEM II/B–Q	65–79	–	–	–	21–35	–	–	–	–	–	0–5	
	Cement portlandzki popielowy	CEM II/A–V	80–94	–	–	–	–	6–20	–	–	–	–	0–5	
		CEM II/B–V	65–79	–	–	–	–	21–35	–	–	–	–	0–5	
		CEM II/A–W	80–94	–	–	–	–	–	6–20	–	–	–	0–5	
		CEM II/B–W	65–79	–	–	–	–	–	21–35	–	–	–	0–5	
	Cement portlandzki łupkowy	CEM II/A–T	80–94	–	–	–	–	–	–	6–20	–	–	0–5	
		CEM II/B–T	65–79	–	–	–	–	–	–	21–35	–	–	0–5	
	Cement portlandzki wapienny	CEM II/A–L	80–94	–	–	–	–	–	–	–	6–20	–	–	
		CEM II/B–L	65–79	–	–	–	–	–	–	–	21–35	–	0–5	
		CEM II/A–LL	80–94	–	–	–	–	–	–	–	–	6–20	0–5	
		CEM II/B–LL	65–79	–	–	–	–	–	–	–	–	21–35	0–5	
	Cement portlandzki wieloskładnikowy	CEM II/A–M	80–94	12–20										0–5
		CEM II/B–M	65–79	21–35										0–5
		CEM II/C–M (S–L)	50–64	16–44	–	–	–	–	–	–	6–20	–	0–5	
		CEM II/C–M (S–LL)	50–64	16–44	–	–	–	–	–	–	–	6–20	0–5	
		CEM II/C–M (P–L)	50–64	–	–	16–44	–	–	–	–	6–20	–	0–5	
		CEM II/C–M (P–LL)	50–64	–	–	16–44	–	–	–	–	–	6–20	0–5	
		CEM II/C–M (V–L)	50–64	–	–	–	–	16–44	–	–	6–20	–	0–5	
		CEM II/C–M (V–LL)	50–64	–	–	–	–	16–44	–	–	–	6–20	0–5	
		CEM II/C–M (S–V)	50–64	16–44	–	–	–	6–20	–	–	–	–	0–5	
CEM III	Cement hutniczy	CEM III/A	35–64	35–64	–	–	–	–	–	–	–	0–5		
		CEM III/B	20–34	66–80	–	–	–	–	–	–	–	0–5		
		CEM III/C	5–19	81–95	–	–	–	–	–	–	–	0–5		
CEM IV	Cement pucolanowy	CEM IV/A	65–89		11–35					–	–	–	0–5	
		CEM IV/B	45–64		36–55					–	–	–	0–5	
CEM V	Cement żużlowo-pucolanowy	CEM V/A	40–64	18–30	–	18–30				–	–	–	0–5	
		CEM V/B	20–38	31–50	–	31–50			–	–	–	–	0–5	
CEM VI	Cement wieloskładnikowy	CEM VI (S–L)	35–49	31–59	–	–	–	–	–	–	6–20	–	0–5	
		CEM VI (S–LL)	35–49	31–59	–	–	–	–	–	–	–	6–20	0–5	
		CEM VI (S–V)	35–49	31–59	–	–	–	6–20	–	–	–	–	0–5	



Rys. 3. Składy nowych cementów w proponowanej nowelizacji normy prEN 197-1 [2] – kompozycja z krzemionkowym popiołem lotnym (V)

została rozszerzona o **cement portlandzki wieloskładnikowy CEM II/C-M** zawierający do 50% składników nieklinkierowych: zmielonego wapienia (L, LL), granulowanego żużla wielkopiecowego (S) i dodatku pucolanowego: popiołu lotnego krzemionkowego (V) i/lub pucolany naturalnej (P). Projekt nowelizowanej normy EN 197-1 [2] uwzględnia też **nową grupę cementów CEM VI** o nazwie „**Cement wieloskładnikowy**” (tabela 2), zawierających w składzie: 35 ÷ 49% klinkieru portlandzkiego (K); 31 ÷ 59% granulowanego żużla wielkopiecowego (S); 6 ÷ 20% zmielonego wapienia (L, LL) lub popiołu lotnego krzemionkowego (V). Z kolei cement wieloskładnikowy CEM V wg PN-EN 197-1 [1] w projekcie przyjmie nazwę „**Cement żużlowo-pucolanowy**” (tabela 2). Skład



Rys. 4. Wytrzymałość na ściskanie cementów trójskładnikowych: a) wczesna (po 2 dniach); b) normowa (po 28 dniach) [3]

i rodzaje cementów, wg projektu nowelizacji EN 197-1 [2], przedstawiono w tabelach 2 i 3. Proponowane zmiany normalizacyjne są efektem prowadzonych na szeroką skalę badań w wielu laboratoriach [3 ÷ 11], które pokazały, że nowe cementy wykazują synergiczne cechy użytkowe cementu portlandzkiego wapiennego CEM II/B-LL (L) i cementu hutniczego CEM III [3 ÷ 11]. Na rysunku 4 pokazano wytrzymałość na ściskanie zapraw normowych po 2 i 28 dniach dojrzewania.

Tabela 3. Rodzaje cementów powszechnego użytku z uwagi na ilość dodatków wg projektu nowelizacji normy EN 197-1 [2]

Nazwa cementu	Oznaczenie cementu wg pr EN 197-1	Zawartość dodatków [% wag.]
Cement portlandzki	CEM I	–
Cement portlandzki wieloskładnikowy	CEM II/A	6 ÷ 20
	CEM II/B	21 ÷ 35
	CEM II/C	36 ÷ 50
Cement hutniczy	CEM III/A	36 ÷ 65
	CEM III/B	66 ÷ 80
	CEM III/C	81 ÷ 95
Cement pucolanowy	CEM IV/A	11 ÷ 35
	CEM IV/B	36 ÷ 55
Cement żużlowo-pucolanowy	CEM V/A	36 ÷ 60
	CEM V/B	62 ÷ 80
Cement wieloskładnikowy	CEM VI	51 ÷ 65

Podsumowanie

Aspekty ekologiczne (ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, szersze wykorzystanie ubocznych produktów przemysłowych) i ekonomiczne (oszczędność energii) są inspiracją do rozszerzenia asortymentu cementów powszechnego użytku wg EN 197-1 i prowadzenia szerszych badań naukowych i aplikacyjnych. Pełne poznanie właściwości nowych cementów pozwoli na bardziej efektywne ich stosowanie w poszczególnych obszarach budownictwa.

Literatura

- [1] PN-EN 197-1:2012 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- [2] pr EN 197-1:2014 Cement – Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements (rev. June 2014).
- [3] Härdtl R., Schießl P.: Influence of Fly Ash on Alkali Reaction in Concrete. Concrete Precasting Plant and Technology. No 11, 1996, pp. 94 – 101.
- [4] Delort M.: Low Clinker Ternary Cements: Performance and Standardisation, VDZ Congress, Duesseldorf, 2013, pp. 194 – 196.
- [5] Haerdlt R.: Assessment of the „fitness for use” for cements of the composition K-S-V to be included in EN 197-1 as cement type CEM II/C-M (S-V) and CEM VI (S-V) Leimen/Germany. July 2014.
- [6] CEN/TC 51WG6N333 Development of new ternary cements with reduced clinker content – Joint report CRIC – Lafarge, December 2011.
- [7] Härdtl R., Koc I.: Evaluation of the performance of multi-component cements. ZKG, 4, 2012, pp. 66 ÷ 79.
- [8] VDZ. Investigations of low clinker cement for durable cement. Cement International, vol. 10, No 1, 2012, p. 27.
- [9] FEhS/VDZ: Use of granulated blast furnace slag, fly ash and Portland cement clinker for the manufacture of optimized cements and concrete (in German) – Final report IGF-Project 16148 N, April 2012.
- [10] Dhir R. K., Newlands M. D., McCarthy M. J., Zheng L. and Halliday J. E.: Innovative Cement Combinations for Concrete Performance – Final Report CTU/5009. Concrete Technology Unit, Division of Civil Engineering, School of Engineering, Physics and Mathematics, University of Dundee, September 2010.
- [11] Schneider M.: Technology developments in the cement industry. VDZ Congress, Duesseldorf, 2013, pp. 28 – 34.