

Określenie odporności na zamrażanie i rozmrażanie betonów wykonanych z zastosowaniem spoiw niskoemisyjnych

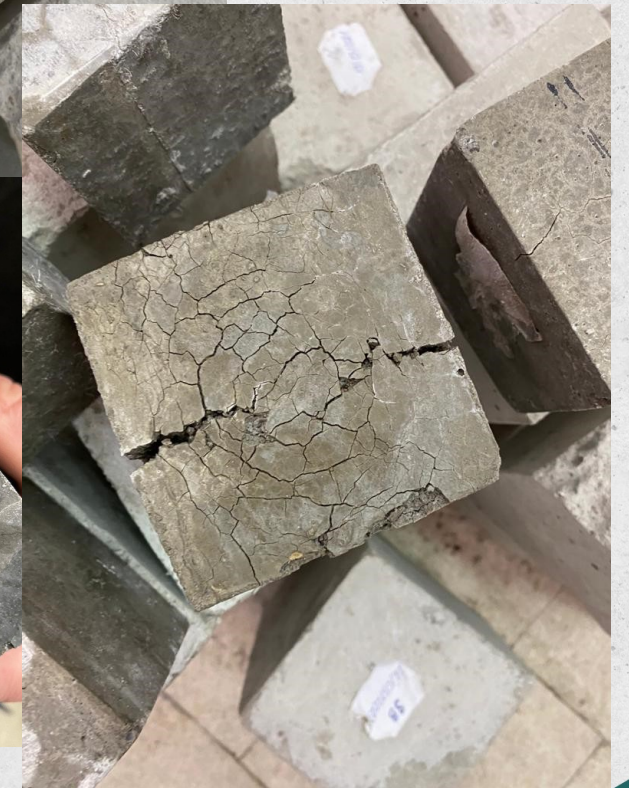
Cyprian Pełczyński

STACHEMA POLSKA



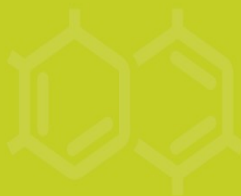
Agenda

- Mrozoodporność w stowarzyszeniu...
- Co nas czeka?
- Wprowadzenie teoretyczne
- Część praktyczna
- Podsumowanie i wnioski





ABC produkcji betonu mrozoodpornego



Prof. Paweł Łukowski

Kierownik Zakładu Inżynierii Materiałów Budowlanych na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej



Michał Oleksik

Dyrektor ds. Badań i Rozwoju Domieszek do Betonu w Atlas Sp. z o.o.



Cyprian Pełczyński

Dyrektor ds. Badań i Rozwoju Produktu w Stachema Polska Sp. z o.o.



Konrad Grzesiak

Główny Technolog w Master Builders Solutions Polska Sp. z o.o.

ABC PRODUKCJI BETONU MROZOODPORNego

Aktualny stan wiedzy w zakresie projektowania, produkcji oraz badań betonu mrozoodpornego

14.04.2021r., godzina 10:00

Webinar na platformie Clickmeeting

ORGANIZATOR:



Stowarzyszenie Producentów Chemii Budowlanej

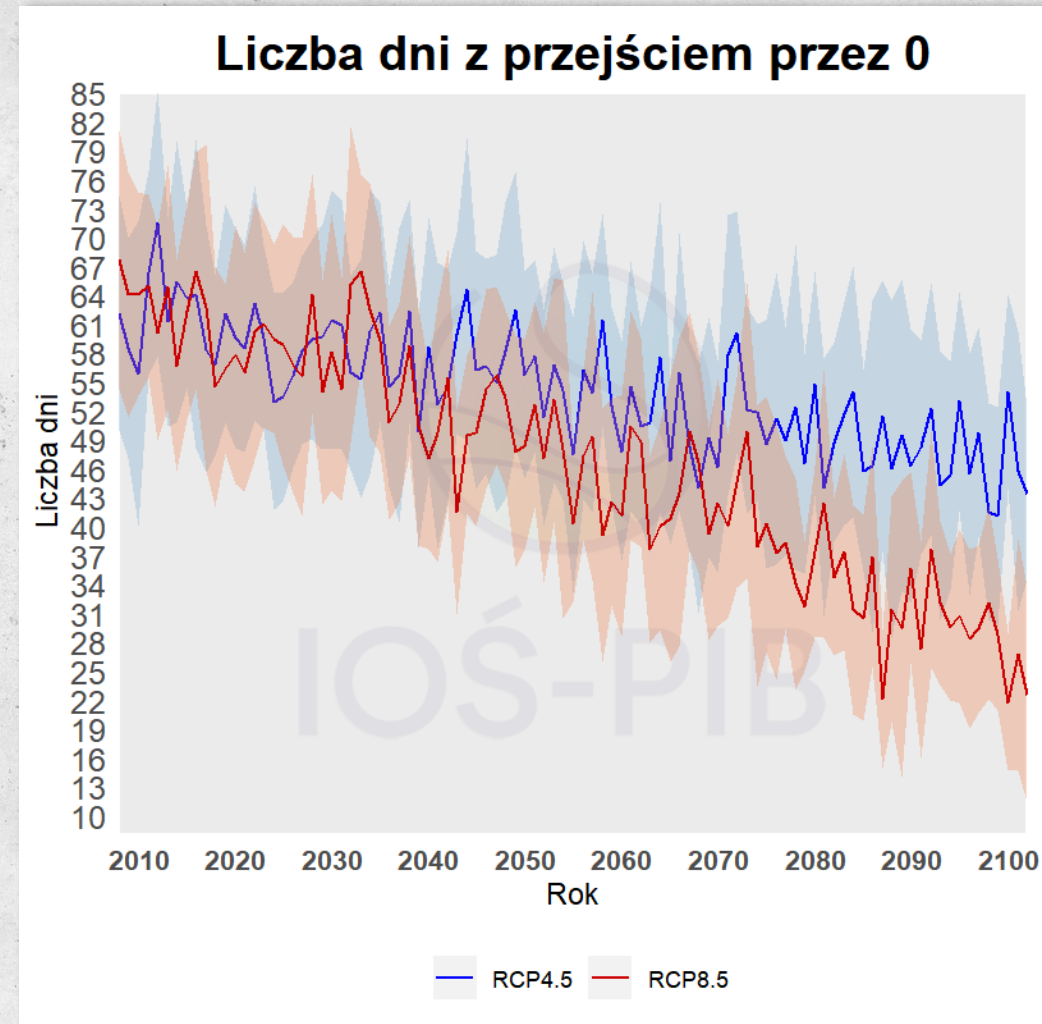
<https://spchb.pl/abc-prawidlowego-skladowania-i-dozowania-domieszki-do-betonu-2016-2/>
<https://spchb.pl/webinarium-abc-produkcji-betonu-mrozoodpornego/>
<https://www.youtube.com/watch?v=wLEKWKv-sTo>



Co nas czeka?

Tab. 1 Liczba dni z przejściem przez 0°C

TmaxTmin	Liczba dni z przejściem przez 0°C					
	RCP4.5			RCP8.5		
Lata	Liczba dni	±	σ	Liczba dni	±	σ
2006-2010	62,87	±	12,74	64,22	±	11,48
2011-2020	61,31	±	11,86	59,84	±	12,45
2021-2030	57,77	±	10,96	58,74	±	12,71
2031-2040	56,67	±	12,81	55,35	±	11,53
2041-2050	57,82	±	12,46	50,05	±	10,39
2051-2060	53,53	±	11,93	46,04	±	12,10
2061-2070	51,71	±	12,70	42,51	±	11,92
2071-2080	49,94	±	12,33	38,42	±	11,39
2081-2090	49,16	±	13,83	31,98	±	11,07
2091-2100	46,37	±	11,66	28,21	±	9,11



Rys.1. RCP – scenariusze zmian koncentracji CO₂. Wartości określają szacowane wielkości wymuszenia radiacyjnego przez gazy cieplarniane.



Norma PN-EN 206+A2

Warunkiem koniecznym nadania betonowi mrozoodporności jest zapewnienie:

- **odpowiedniej szczelności**
- **odpowiedniej wytrzymałości**

Osiąga się to przez właściwe zaprojektowanie składu i pielęgnację betonu

W klasach ekspozycji **XF2, XF3, XF4** norma PN-EN 206+A2 zaleca **napowietrzenie betonu** jako właściwy sposób ochrony betonu przed cyklicznym zamrażaniem/rozmarżaniem



Norma PN-EN 934-2+A1 Tabela 5

Domieszki napowietrzające:

Umożliwiają wprowadzenie podczas mieszania określonej ilości drobnych, równomiernie rozmieszczonych pęcherzyków powietrza, które pozostają w betonie stwardniałym.

Wymagania (przy zachowaniu jednakowej konsystencji):

1. Zawartość powietrza w mieszance betonowej (wprowadzone powietrze):

mieszanka badana $\geq 2,5\%$ obj. powyżej zaw. w mieszance kontrolnej, całkowita zawartość powietrza od 4% do 6% obj.;

2. Charakterystyka porów w stwardniałym betonie:

wskaźnik rozmieszczenia w betonie badanym $\leq 0,200$ mm;

3. Wytrzymałość na ściskanie:

po 28 dniach: beton badany $\geq 75\%$ betonu kontrolnego.



Cel

Głównym **CELEM** projektu było zbadanie kompatybilności wybranych domieszek upłynniających lub/i uplastyczniających oraz napowietrzającej ze spoiwami, zawierającymi dodatki mineralne w składzie:

- CEM II/A-V 42,5R
- CEM II/A-S 42,5R

oraz określenie mrozoodporności wykonanych betonów za pośrednictwem metod:

- CEN/TS 12390-9 Badania betonu – Część 9: Oznaczanie odporności na zamrażanie i rozmrażanie w obecności soli odładzających – Złuszczenie;
- CEN/TR 15177 Metoda „Slab test” – pomiar dynamicznego modułu sprężystości betonu;
- PN-B 06265 Określenie odporności betonu na działanie mrozu;
- PN-EN 480-11 Oznaczenie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie.



Zastosowane materiały

CEMENTY

CEM II/A-V 42,5R

CEM II/A-S 42,5R

KRUSZYWO

Piasek 0/2

Grys granitowy 2/8

Grys granitowy 8/16

DOMIESZKI

Znacznie redukująca ilość wody/upłynniająca - PCE

Redukująca ilość wody/uplastyczniająca - LS

Domieszka napowietrzająca - AEA



Założenia projektowe i plan badań

Projekt zakładał wykonanie betonów w dwóch różnych konsystencjach:

- a) **konsystencja S3/S4** z zastosowaniem kombinacji domieszek upłynniającej oraz uplastyczniającej – do zastosowania przy betonach konstrukcyjnych;
- b) **konsystencja S1** z zastosowaniem domieszki uplastyczniającej – do zastosowania w wykonaniu nawierzchni drogowych i lotniskowych;

Do mieszanek zostało wprowadzone powietrze poprzez zastosowanie domieszki napowietrzającej.

Badania mieszanek:

Projekt zakładał pomiar konsystencji i zawartości powietrza w zależności od uzyskanej klasy konsystencji:

- a) Dla betonów w konsystencji S3/S4:
 - badanie konsystencji w czasie t5min i t60min;
 - badanie zawartości powietrza w czasie t5min i t60min;
- b) Dla betonów w konsystencji S1:
 - badanie konsystencji w czasie t5min;
 - badanie zawartości powietrza w czasie t5min.



Składy i właściwości mieszanek betonowych

Tab. 2 Składy i właściwości mieszanek betonowych.

		Konsystencja S3/S4	Konsystencja S1	Konsystencja S3/S4	Konsystencja S1	
CEM II/A-S 42,5R	SKŁAD NA 1m ³ [kg]	-	-	380	380	
CEM II/A-V 42,5R		380	380	-	-	
PIASEK 0/2		635	635	635	635	
GRANIT 2/8		460	460	460	460	
GRANIT 8/16		640	640	640	640	
SUPERPLASTYFIKATOR PCE		1,90	-	1,90	-	
PLASTYFIKATOR LS		1,52	2,28	1,14	2,28	
DOMIESZKA NAPOWIETRZAJĄCA		0,380	0,380	0,342	0,304	
WODA EFEKTYWNA		160	150	160	150	
W/C		0,42	0,39	0,42	0,39	
Konsystencja [mm]		5 MIN	190	50	190	60
		60 MIN	170	-	150	-
Zawartość powietrza [%]	5 MIN	5,8	6,0	5,1	6,0	
	60 MIN	6,2	-	5,1	-	



Wyniki badań i ocena zgodności oznaczenia odporności na zamrażanie i rozmrażanie w obecności soli odladzających

Tab. 3 Kategorie odporności na zamrażanie/rozmrażanie zgodnie z PN-EN 13877-2.

Lp.	Kategoria	Ubytek masy po 28 cyklach (m_{28})	Ubytek masy po 56 cyklach (m_{56})	Stopień ubytku m_{56}/m_{28}
1.	FT0	brak wymagań	brak wymagań	brak wymagań
2.	FT1	Wartość średnia $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $> 1,5 \text{ kg/m}^2$	brak wymagań	brak wymagań
3.	FT2	Średnia $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2$	Wartość średnia $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$, przy czym żaden pojedynczy wynik $> 1,5 \text{ kg/m}^2$	≤ 2

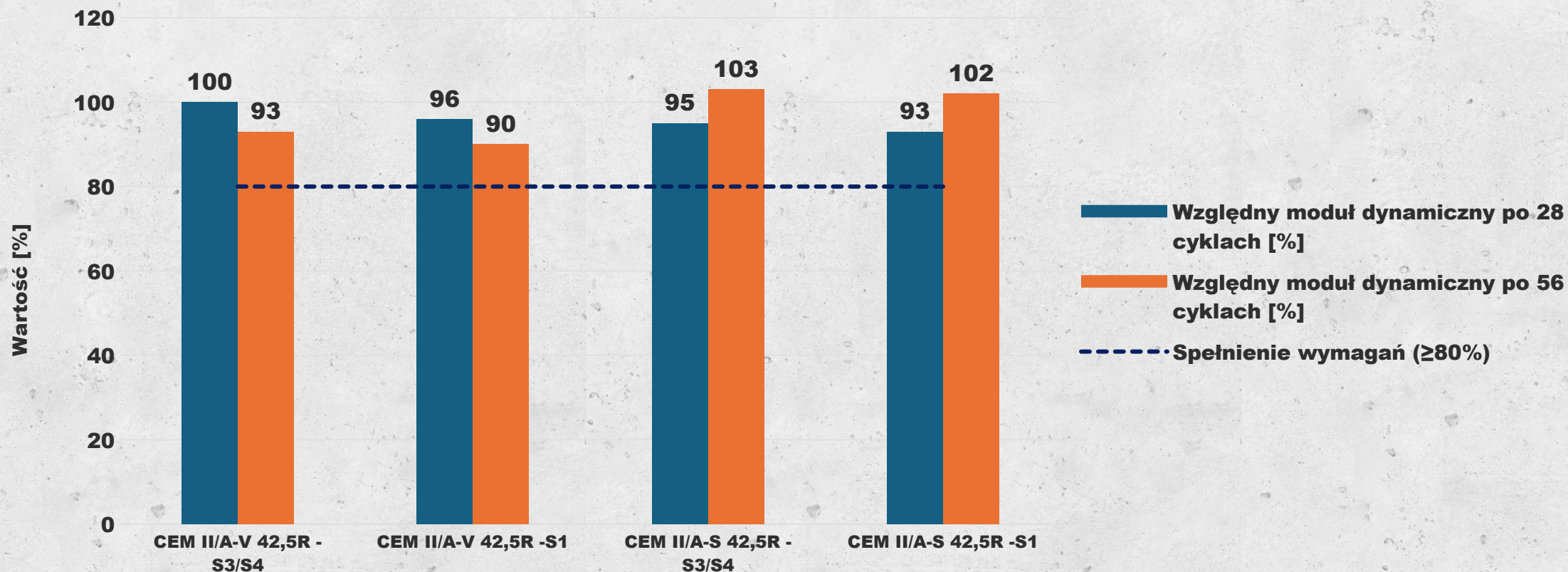
Tab. 4 Wyniki badań średniego ubytku masy z próbek poddanych badaniom po 28 i 56 cyklach.

Numer zarobu	Ubytek masy po 28 cyklach (m_{28}) [kg/m^2]	Ubytek masy po 56 cyklach (m_{56}) [kg/m^2]	Stopień ubytku m_{56}/m_{28}	Spełnia wymagania dla
CEM II/A-V 42,5R - S3/S4	0,35	0,37	1,06	FT2
CEM II/A-V 42,5R -S1	0,05	0,06	1,20	FT2
CEM II/A-S 42,5R - S3/S4	0,27	0,27	1,00	FT2
CEM II/A-S 42,5R -S1	0,07	0,07	1,00	FT2



Wyniki badań i ocena zgodności badania mrozoodporności betonu – wewnętrznych uszkodzeń konstrukcji wg. CEN/TR 15177 „Slab test”

Względny dynamiczny moduł sprężystości próbek poddanych badaniom

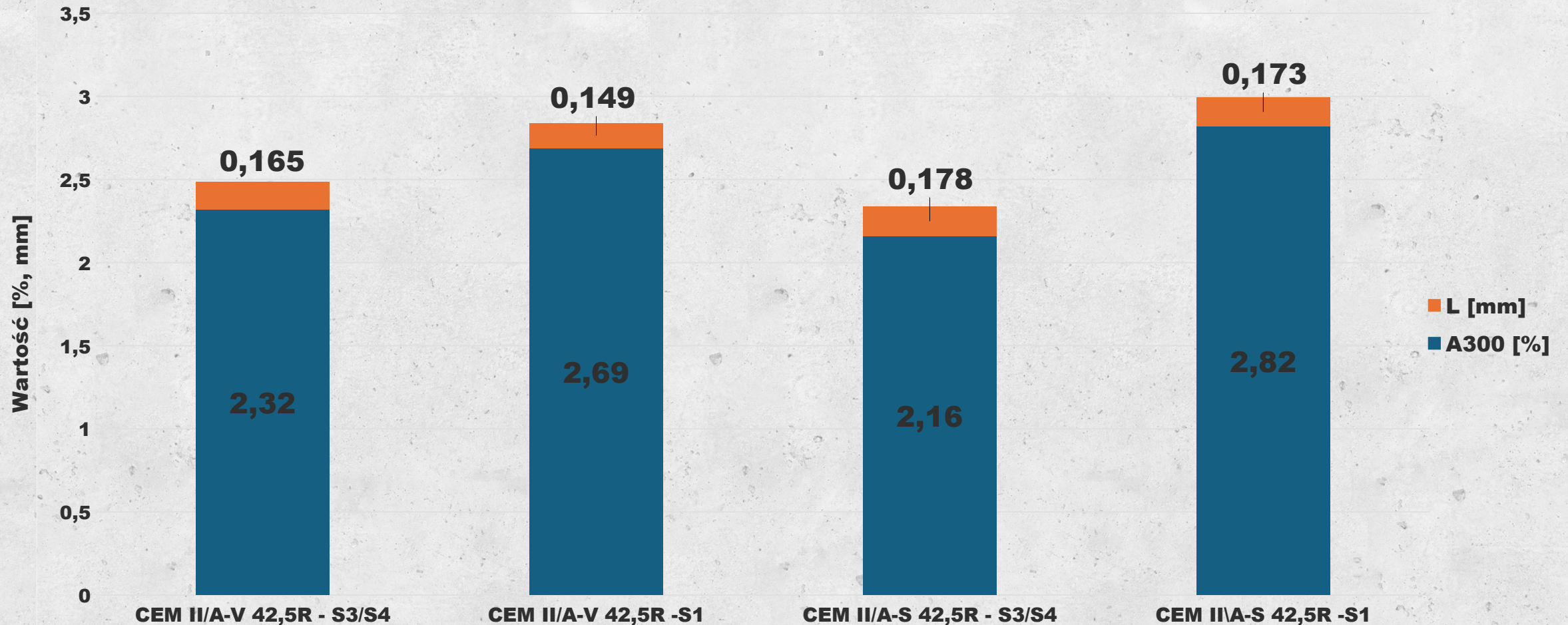


Rys.2. Wyniki badań względnego dynamicznego modułu sprężystości próbek poddanych badaniom po 28 i 56 cyklach.



Wyniki oznaczenia charakterystyki porów w stwardniałym betonie

Zawartość mikroporów A_{300} wskaźnik rozmieszczenia L

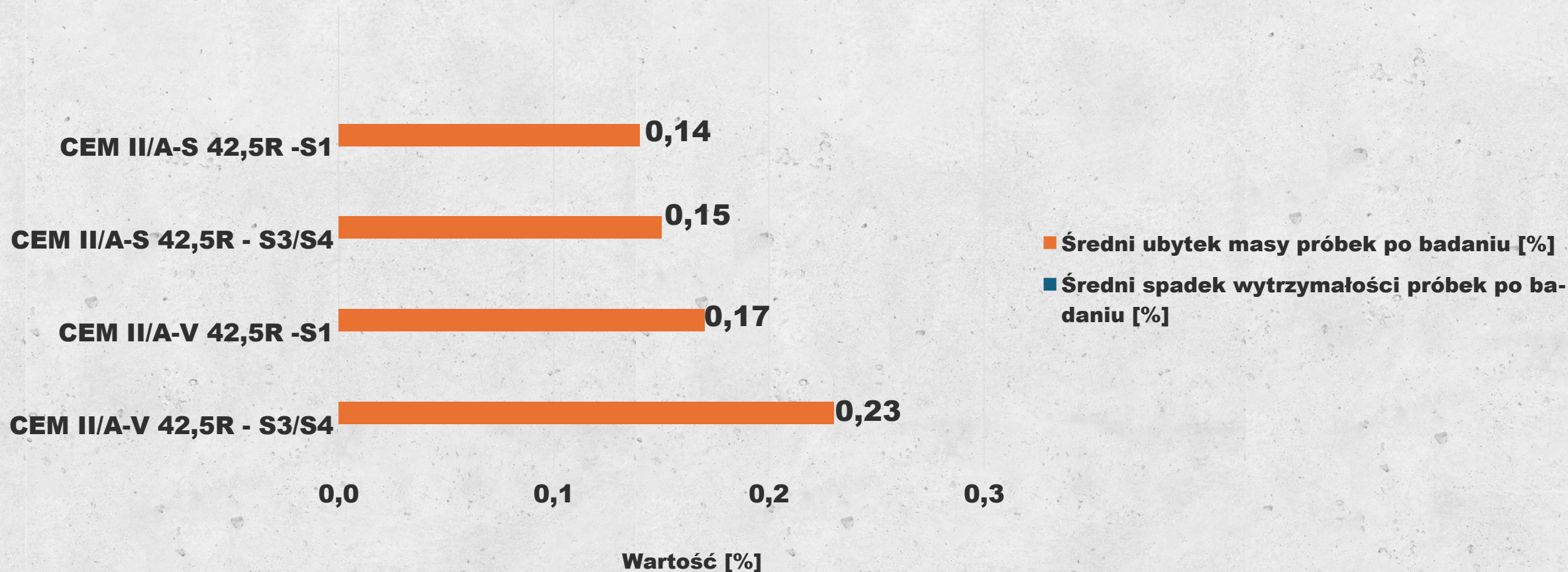


Rys.3. Oznaczenie charakterystyki porów w stwardniałym betonie wg PN-EN 480-11.



Wyniki badań mrozoodporności betonów F150

Mrozoodporność wg. PN-B 06265



Rys.4. Wyniki badań odporności betonu na działanie mrozu po 150 cyklach zamrażania-rozmrażania.



Podsumowanie i wnioski

- ❑ korozja mrozowa jest poważnym zagrożeniem dla trwałości konstrukcji betonowych;
- ❑ skutecznym sposobem na poprawę mrozoodporności jest napowietrzenie, które kształtuje odpowiednią strukturę napowietrzenia;
- ❑ prawidłowe napowietrzenie betonu wymaga umiejętnego stosowania domieszek napowietrzających;
- ❑ dobór odpowiednich rozwiązań domieszkowych, kompatybilnych ze stosowanymi spoiwami, umożliwia zwiększenie (nadanie) mrozoodporności elementu;
 - dla każdej z wybranych metod badawczych wymagania zostały spełnione;
 - wyniki uzyskanych parametrów zależą od składu (zastosowanego spoiwa) oraz konsystencji betonu.



Dziękuję za uwagę

Cyprian Pełczyński

c.pełczyński@stachema.pl

+48 519 693 437

