

Szkolenie dla projektantów i technologów drogowych

Domieszki do betonu nawierzchniowego – wymagania

Michał Skrzypczyński
CHRYSO Polska Sp. z o.o.



Warszawa, 28 marca 2023

ORGANIZATOR



Stowarzyszenie Producentów Cementu
Polish Cement Association

PARTNERZY



Stowarzyszenie Producentów
Betonu Towarowego w Polsce



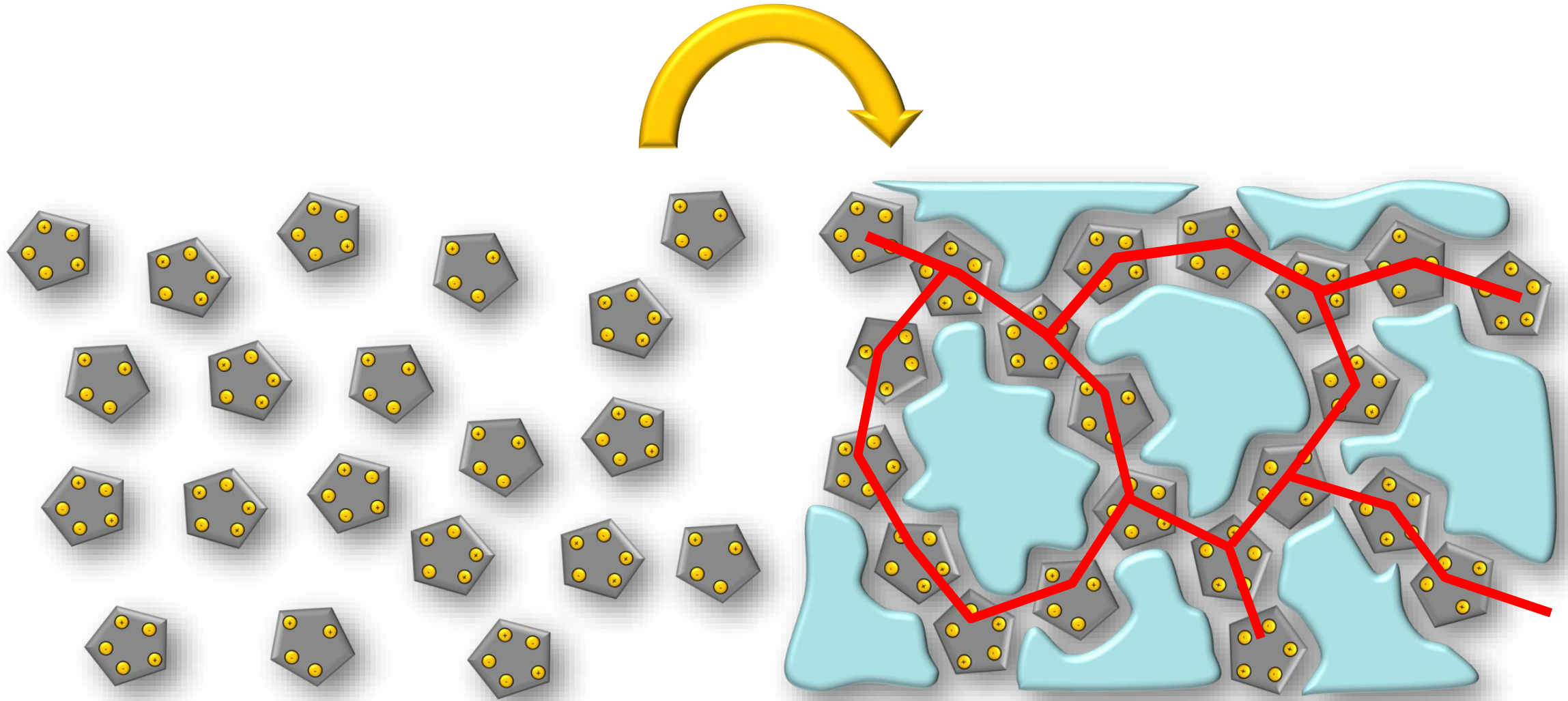
Domieszki do betonu

- zgodne z PN-EN 934-1 oraz -2

Rodzaj domieszki		Wymagania	Beton nawierzchniowy
Redukująca ilość wody/ uplastyczniająca	T2	Redukcja wody: $\geq 5\%$, $f_{c,7}$ i $f_{c,28} \geq 110\%$	Potrzeba technologiczna
Znacznie redukująca ilość wody/ upłynniająca	T3.1 / T3.2	Redukcja wody: $\geq 12\%$, $f_{c,1} \geq 140\%$, $f_{c,28} \geq 115\%$ / wzrost konsystencji ≥ 120 mm, zachowanie konsystencji $\geq 30'$	Potrzeba technologiczna
Zwiększająca wiązłość wody	T4	Bleeding $\leq 50\%$, $f_{c,28} \geq 80\%$	
Napowietrzająca	T5	Zaw. pow. $\geq +2,5\%$, zaw. pow. $4,0 \div 6,0$, $L \leq 0,200$ mm, $f_{c,28} \geq 75\%$	Obligatoryjnie
Przyspieszająca wiązanie	T6	Początek wiązania $+5^\circ\text{C}$: $\leq 60\%$, $f_{c,28} \geq 80\%$, $f_{c,90} \geq 100\%$	
Przyspieszająca twardnienie	T7	$f_{c,24h} +20^\circ\text{C}$: $\geq 120\%$, $f_{c,48h} +5^\circ\text{C}$: $\geq 130\%$, $f_{c,28}$: $\geq 90\%$	
Opóźniająca wiązanie	T8	Początek wiązania: $\geq +90'$, koniec wiązania: $\geq +360'$, $f_{c,7} \geq 80\%$, $f_{c,28} \geq 90\%$	Potrzeba technologiczna
Uszczelniająca	T9	Absorpcja kapilarna po 7 dniach $\leq 50\%$, po 90 dniach $\leq 60\%$	
Opóźniająca wiązanie/ redukująca ilość wody/ uplastyczniająca	T10	Redukcja wody: $\geq 5\%$, początek wiązania: $\geq +90'$, koniec wiązania: $\geq +360'$, $f_{c,28} \geq 100\%$	
Opóźniająca wiązanie/ znacznie redukująca ilość wody/ upłynniająca	T11.1 / T11.2	Redukcja wody: $\geq 12\%$, początek wiązania: $\geq +90'$, koniec wiązania: $\geq +360'$, $f_{c,7} \geq 100\%$, $f_{c,28} \geq 115\%$ / zachowanie konsystencji $\geq 60'$, $f_{c,28} \geq 90\%$	
Przyspieszająca wiązanie/ redukująca ilość wody/ uplastyczniająca	T12	Redukcja wody: $\geq 5\%$, początek wiązania $+5^\circ\text{C}$: $\leq 60\%$, $f_{c,28} \geq 100\%$	
Modyfikująca lepkość (VMA)	T13	Segregacja SR $\leq 70\%$ $f_{c,28} \geq 80\%$	

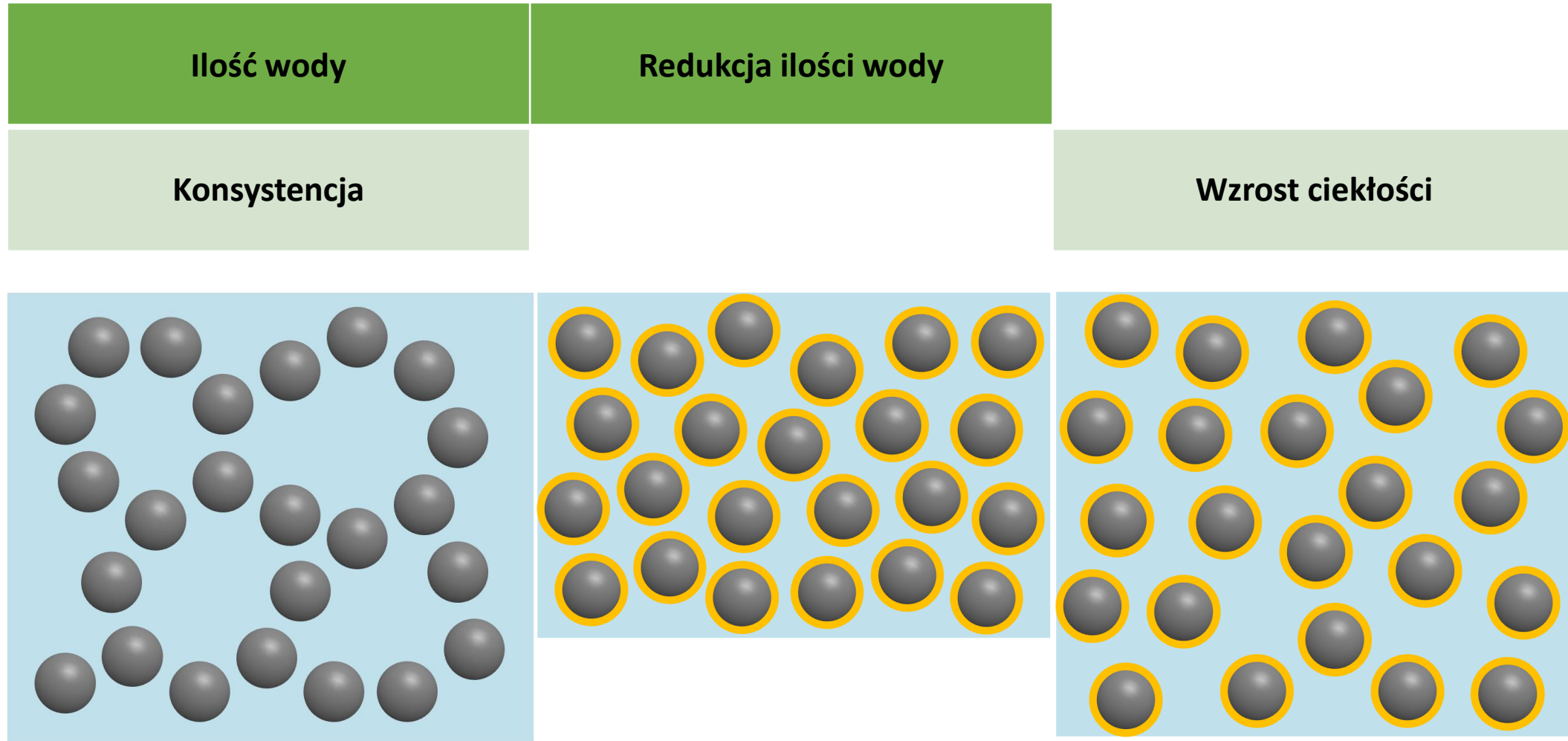
Flokulacja ziaren cementu

cel – uwolnienie wody w zaczynie cementowym

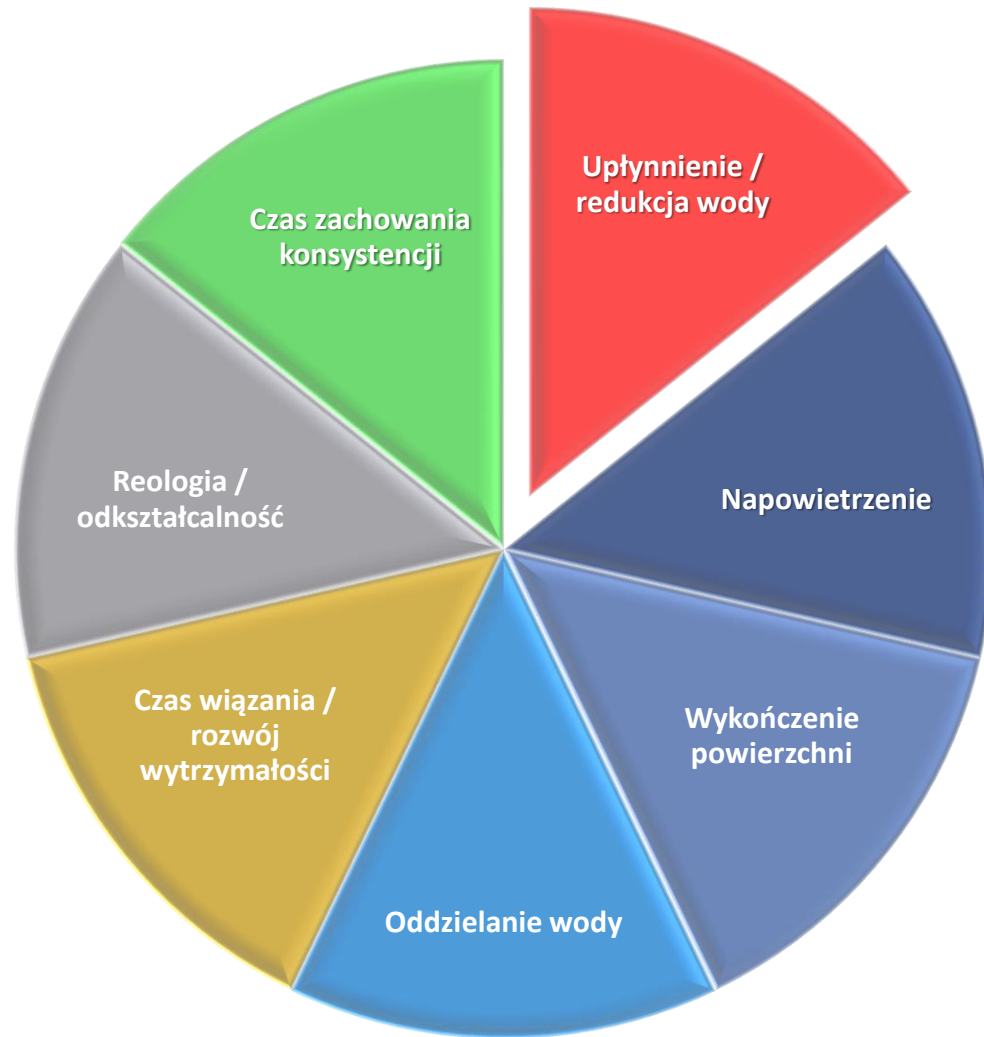


Flokulacja ziaren cementu

co daje „uwolnienie” wody w zaczynie cementowym?



Domieszki uplastyczniające / upłynniające



- **Etapy wykorzystania:**

- Transport m.b.
- Formowanie elementu
- Dojrzewanie betonu w elemencie

- **Czynniki technologiczne:**

- Temperatura m.b.
- Temperatura otoczenia
- Wymiary elementu
- Warunki dojrzewania betonu w elemencie
- Wymagania w stosunku do rozwoju wytrzymałości betonu
- Kompatybilność cement-domieszki

- **Aspekty formalne:**

- Dozowanie

Urabialność ≠ konsystencja



Domieszki uplastyczniające / upłynniające

- kształtowanie Urabialności



Podatność na wykończenie/obróbkę powierzchni



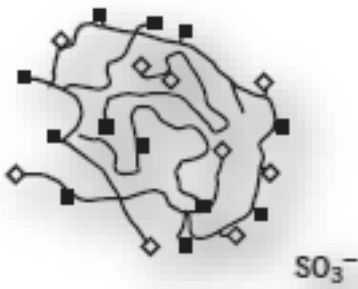
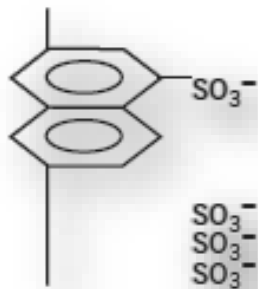
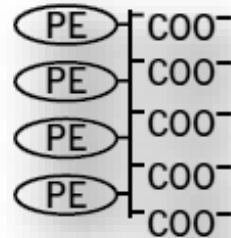
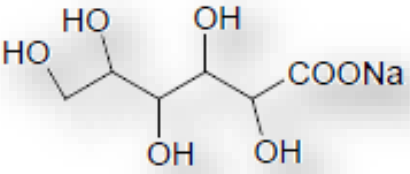
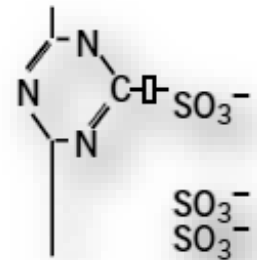
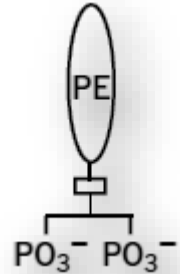
Źródło: archiwum IBDiM, dzięki uprzejmości P. Kamińskiego



Źródło: archiwum IBDiM, dzięki uprzejmości P. Kamińskiego

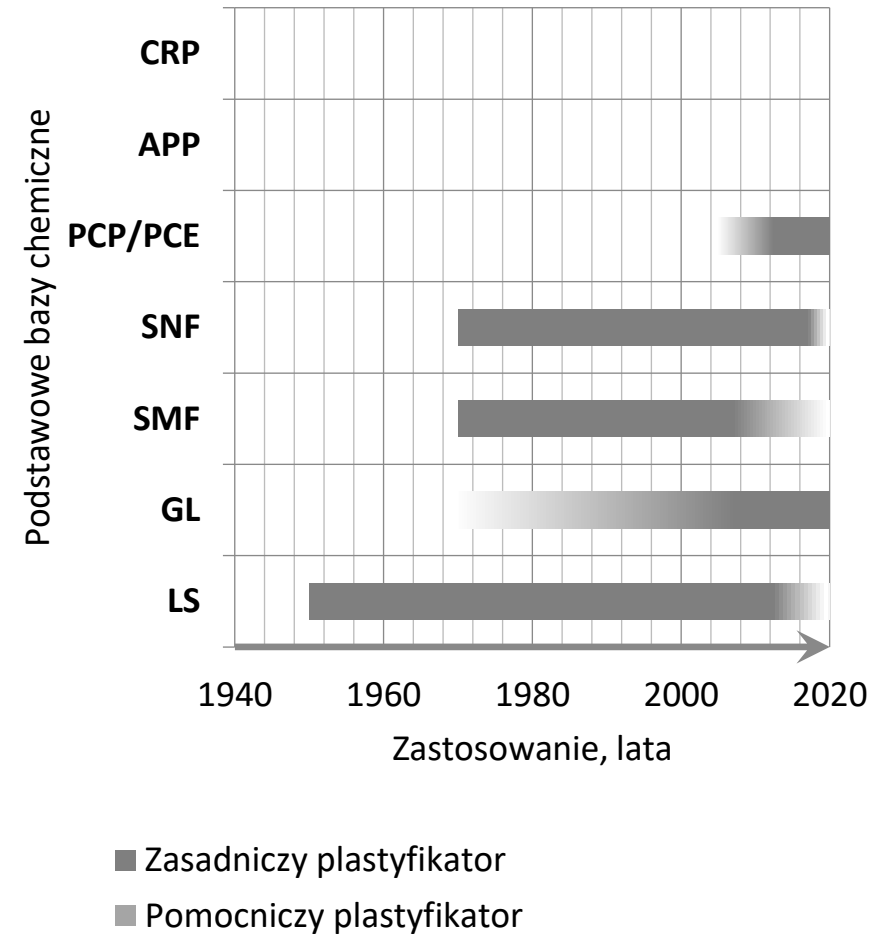
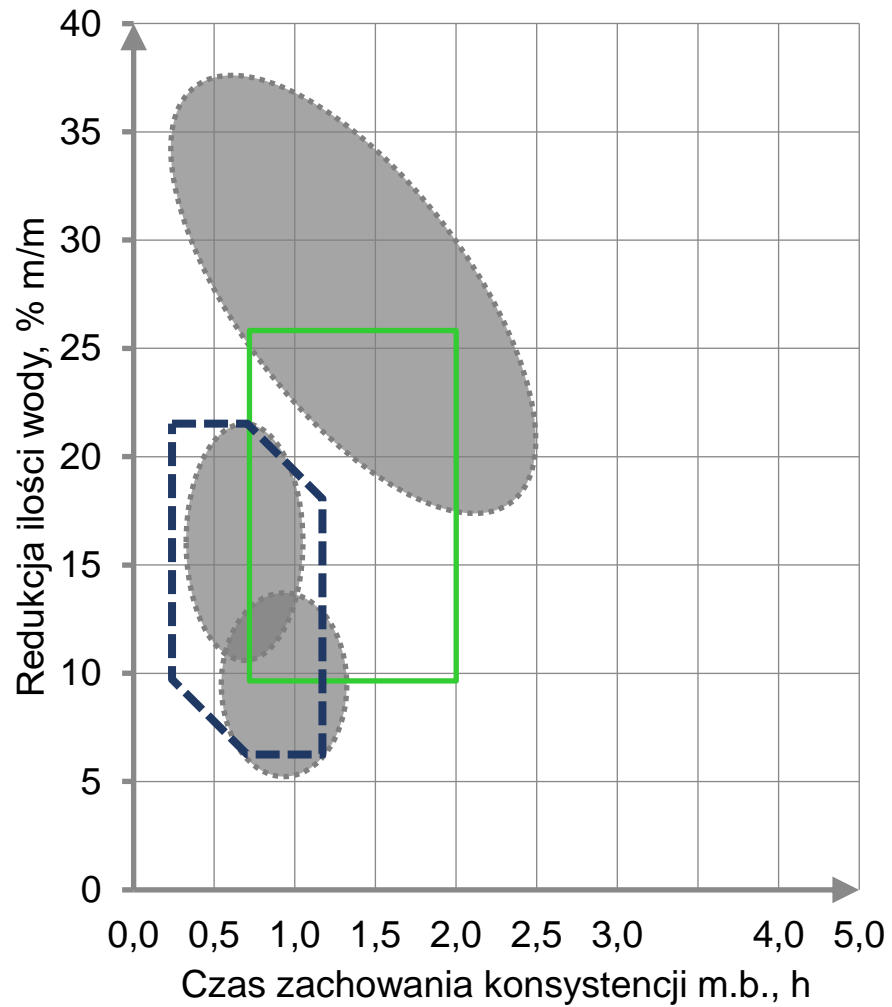
Deflokulacja ziaren cementu

- różne mechanizmy

Plastyfikatory		Superplastyfikatory		Super(hyper-)plastyfikatory	
LS	SO_3^-	SNF	SO_3^-	PCP/PCE	COO^- / PE
Elektrostatyczne (steryczne)		Elektrostatyczne		Steryczne (elektrostatyczne)	
					
GL	OH^-	SMF	SO_3^-	APP	AP / PE
Elektrostatyczne (steryczne)		Elektrostatyczne		Steryczne	
					

Domieszki uplastyczniające / upłynniające

- beton nawierzchniowy



Domieszki uplastyczniające / upłynniające

- świadomość wad i zalet

Właściwość	LS	GL	SMF	SNF	PCP/PCE	APP
Upłynnienie / redukcja wody	+	+	++	++	++/+++	++
Czas zachowania konsystencji	+ / ++	+ / ++	+	+	+ / +++	+++
„Uboczne” napowietrzenie	+ / +++	+	+	+ / +++	+ / +++	+
Lepkość	+	+	+	+	+ / +++	+
Opóźnienie wiązania / przyrostu wytrzymałości	+++	+++	+	+++	+ / +++	++
Tendencja do oddzielania wody	+	++	+ / ++	+++	+ / +++	+
Podatność na wykończenie powierzchni	++	++	++	+++	+ / ++	++

Taki mamy klimat ...

- **Mrozoodporność wewnętrzna**

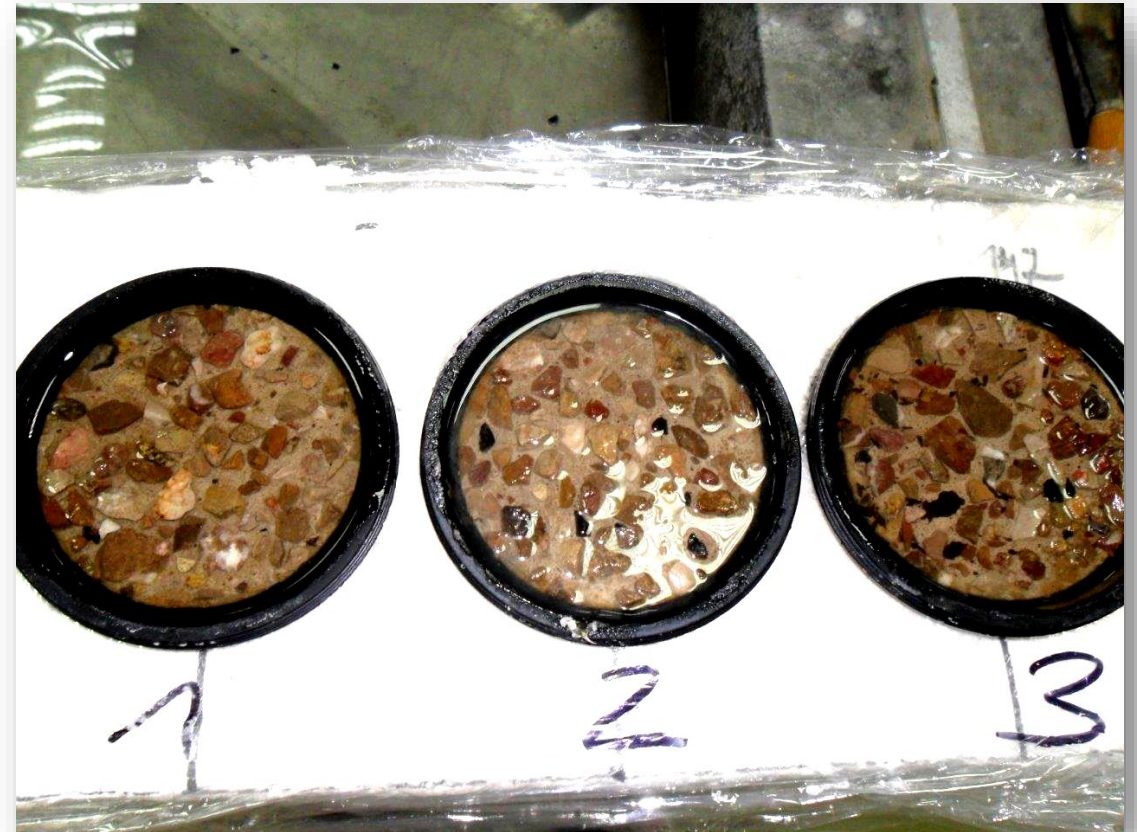
- *Internal structural damage*



Źródło: archiwum IBDiM, dzięki uprzejmości P. Kamińskiego

- **Mrozoodporność powierzchniowa**

- *Scaling*



Źródło: archiwum IBDiM, dzięki uprzejmości P. Kamińskiego

Napowietrzenie mieszanki betonowej / betonu stwardniałego

- wymagania WWiORB D-05.03.04 v02

Powietrze wprowadzone przy napowietrzeniu (*entrained air*) – mikroskopijne pęcherzyki powietrza, zwykle o średnicy od 10 μm do 300 μm oraz kształcie sferycznym lub zbliżonym do sferycznego, **celowo wprowadzone** do betonu podczas mieszania, z reguły przez zastosowanie **środka powierzchniowo czynnego**

Powietrze uwięzione (*entrapped air*) – pustki powietrzne w betonie, które **nie powstały w wyniku celowego ich wprowadzenia**

Tablica 5.1-1 fib Model Code 2010 podaje gęstość betonu przy założonej zawartości powietrza 2 Vol.-%



Tabela 18. Wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa	Etap wykonywania badań	
	Projektowanie składu mieszanki betonowej	Zatwierdzanie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót
1	2	3
mm	% objętości	% objętości
8,0	5,0 ÷ 6,5	Wartości z projektowania składu mieszanki (kol. 2) z uwzględnieniem tolerancji pomiarowej: -0,5; +1,0
16,0; 22,4	4,5 ÷ 6,0	
31,5	4,0 ÷ 5,5	

- Zawartość powietrza w mieszance betonowej należy oznaczać zgodnie z PN-EN 12350-7:
- Zawartość powietrza badana na etapach:
 - projektowania składu mieszanki betonowej,
 - zatwierdzenia recepty,
 - próby technologicznej,
 - kontroli podczas realizacji robót,powinna spełniać wymagania podane w Tabeli 18.

Wybrana metoda badania w nowych OST: PN-EN 480-11



POLSKA NORMA

ICS 91.100.30

PN-EN 480-11

sierpień 2008

Wprowadza
EN 480-11:2006, IDT

Zastępuje
PN-EN 480-11:2006

Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu
Metody badań
Część 11: Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie

Norma Europejska EN 480-11:2005 ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2008

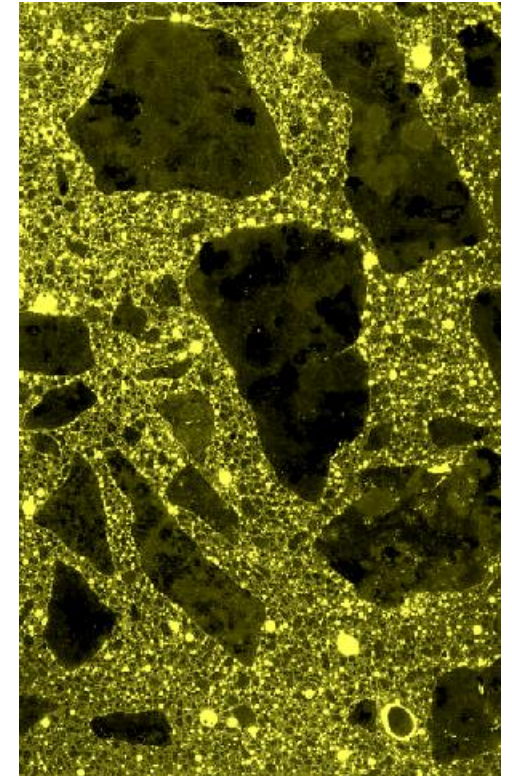
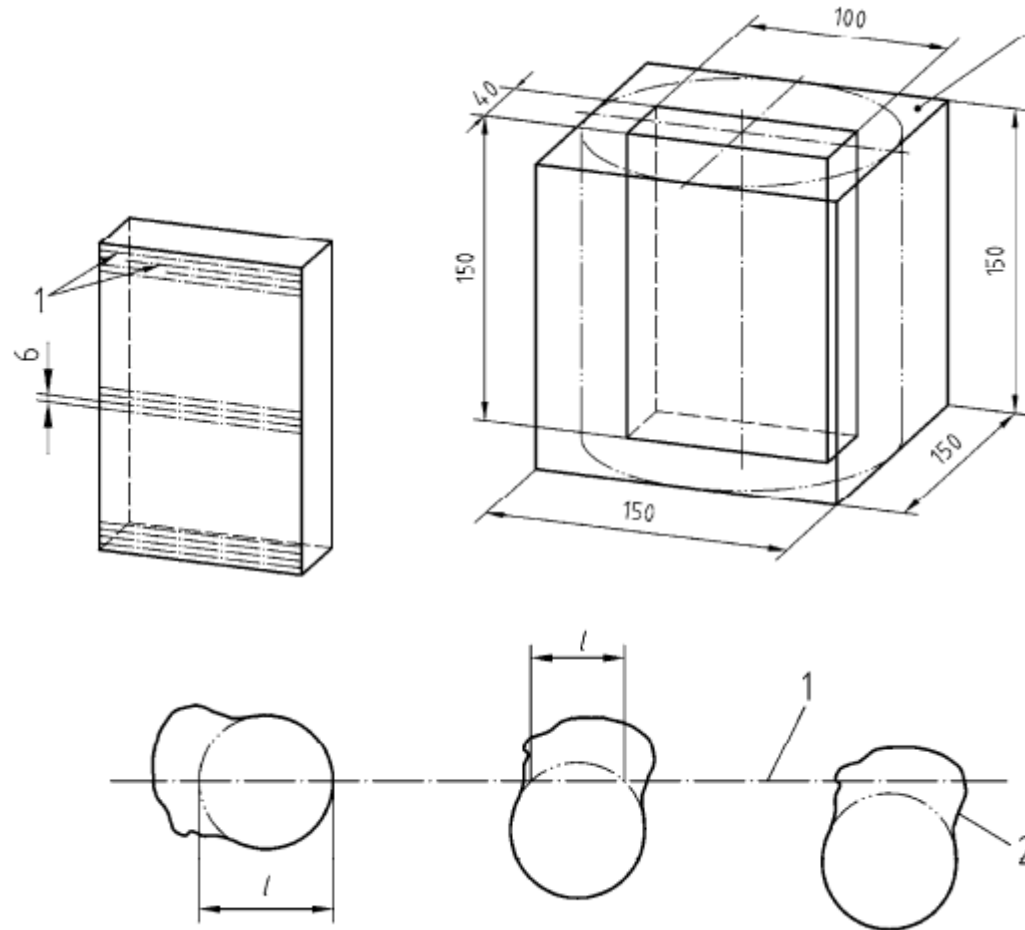
nr ref. PN-EN 480-11:2008

Hologram
PKN

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakiegokolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

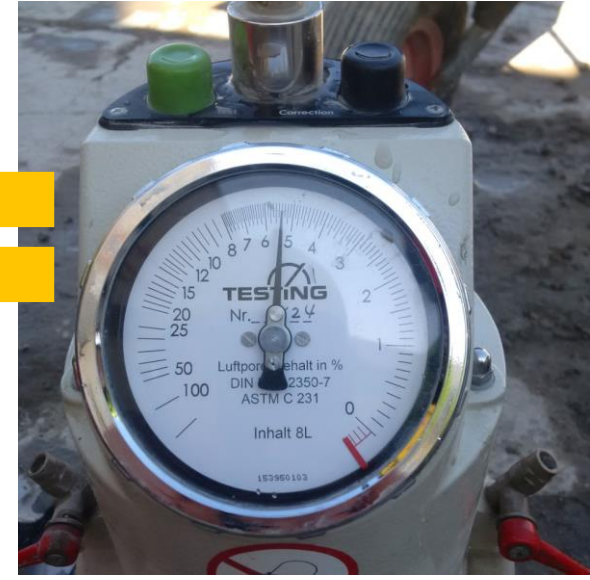
wytwórca: projektant: wykonawca:

opracowanie: data: miejsce:



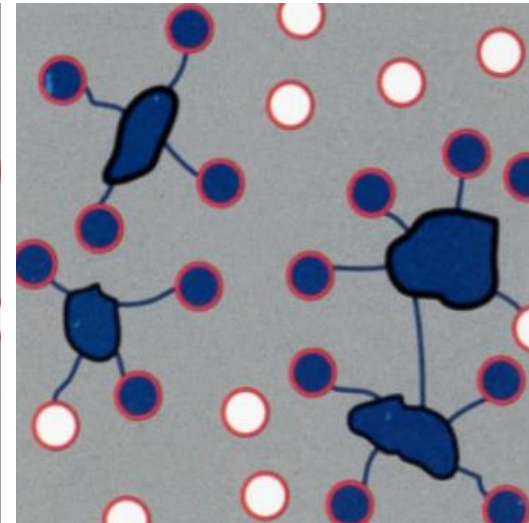
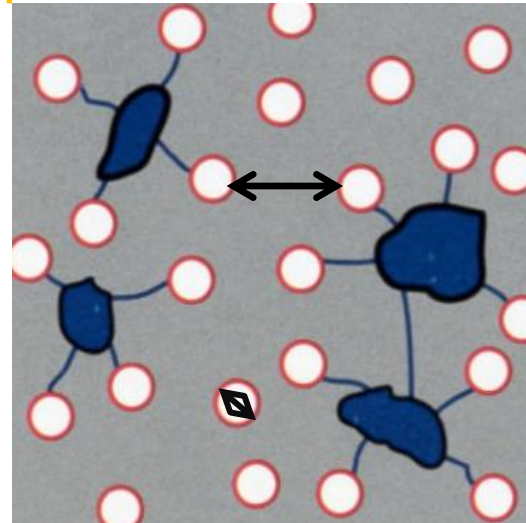
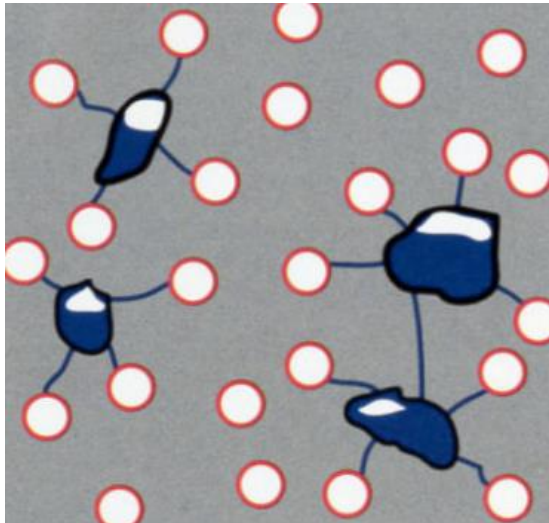
Napowietrzenie

- świadomość czy przypadek?



Mechanizm działania domieszki napowietrzającej
charakterystyka porów powietrznych w stwardniałym betonie

$\leq 0\text{ C}^\circ$



- ▶ $A_{300} \geq 1,5\%$
- ▶ $L \leq 0,2\text{ mm}$

Nawierzchnia z betonu

charakterystyka porów w betonie = cecha betonu nawierzchniowego

❑ W jakim przypadku?

- W każdym przypadku
(def. betonu nawierzchniowego)

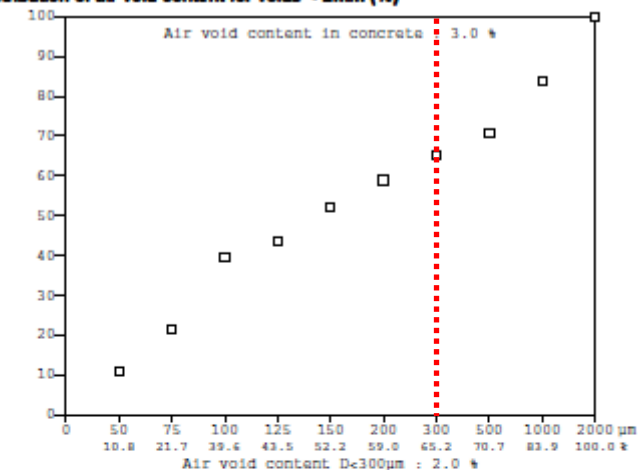
❑ Kiedy badamy?

- Etap projektowania składu m.b.
– z 3-miesięcznym wyprzedzeniem
- Etap Zatwierdzanie recepty
- Próba technologiczna
- Kontrola jakości robót

❑ Wymagania:

- Wskaźnik rozmieszczenia:
 - Dla XF3 $\leq 0,250$ mm
 - Dla XF4 $\leq 0,200$ mm
- Zawartość mikroporów: $A_{300} \geq 1,5$ %

Distribution of air void content for voids < 2mm (%)



Distribution of air void content in cement paste for voids < 2mm (%)

