

Domieszkowe rozwiązania w produkcji niskoemisyjnych elementów prefabrykowanych

Konrad Grzesiak

MC-Bauchemie Polska Sp.z o.o.



Agenda

- Wstęp
- Nowe perspektywy technologiczne rozwoju rynku prefabrykacji w Polsce i w Europie
- Obniżony ślad węglowy jako determinant sukcesu w prefabrykacji
- Procesy hydratacji a domieszki chemiczne
- Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska
- Weryfikacja rozwiązań w warunkach produkcyjnych
- Wnioski
- Co dalej – perspektywy, wyzwania ???

Wstęp



- „Panta rhei” (wszystko płynie) – Grecki filozof Heraklit mówił już o tym ok. 2 500 lat temu – a odnosi się to również do betonu.
- Obecnie to głównie domieszki chemiczne do betonu określają jak daleko, jak długo, jak szybko czy jak łatwo mieszanka betonowa będzie płynąć.



Nowe perspektywy technologiczne rozwoju rynku prefabrykacji w Polsce i w Europie

Budownictwo europejskie staje w obliczu nowych regulacji i wymagań środowiskowych.

Powszechna świadomość oraz wspólna potrzeba dbania o środowisko wprowadziła szereg regulacji zmierzających do obniżenia emisji CO₂.

Polska, będąc Stroną Protokołu z Kioto oraz państwem członkowskim Unii Europejskiej, włączyła się do wysiłków społeczeństwa międzynarodowego na rzecz ochrony klimatu.

<https://www.gov.pl/web/klimat/zarzadzanie-emisjami-gazow-cieplarnianych>



Ślad węglowy cementu to tylko jeden z czynników wpływających na środowisko. Beton w 100% podlega recyklingowi stanowiąc ważny element zrównoważonego budownictwa.

<https://www.polskicement.pl/aktualnosci/co2-zmienia-oblicze-przemyslu-cementowego>



Obniżony ślad węglowy jako determinant sukcesu w prefabrykacji

Nasz partner dołączył do inicjatywy Science Based Targets (SBTi) i podtrzymuje wezwanie globalnej koalicji agencji ONZ „Business Ambition for 1.5°C”. Zobowiązanie to jest jednym z najambitniejszych celów Porozumienia Paryskiego, a zarazem ważnym celem klimatycznym, ponieważ dąży do ograniczenia globalnego ocieplenia do 1,5°C.

<https://www.holcim.pl/zrownowazony-rozwoj>

We wrześniu 2023 nasz partner biznesowy producent prefabrykatów betonowych zaprosił nas do wspólnego poszukiwania nowych rozwiązań umożliwiających wprowadzenie nowego typu cementu do produkcji. Głównym założeniem optymalizacji receptur była analiza używanych receptur betonu pod kątem optymalizacji kosztowej i obniżenia śladu węglowego przy maksymalnym wprowadzeniu nowych cementów o obniżonym śladzie węglowym.



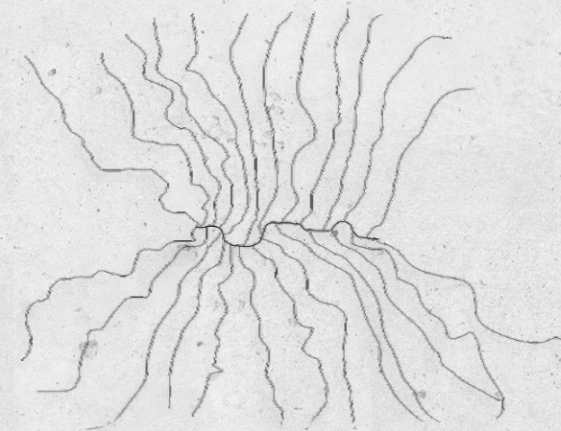
Procesy hydratacji a domieszki chemiczne

- **Superplastyfikatory nowej generacji – „PCE”**
 - PCE – związki z grupy polikarboksylianów
 - Mechanizm steryczny - mechanizm steryczny występuje w przypadku domieszek chemicznych polimerowych nowej generacji. Jest dominującym efektem w przypadku polimerów o tzw. budowie grzebieniowej, które osadzają się na ziarnach cementu uniemożliwiając utworzenie się aglomeratów. Mechanizm ten powoduje najefektywniejsze upłynnienie mieszanki betonowej.



Procesy hydratacji a domieszki chemiczne

- **Superplastyfikatory nowej generacji – „PCE”**
 - PCE – związki z grupy polikarboksylianów
- Budowa struktury grzebieniowej:
 - łańcuch główny – którego funkcją jest adsorpcja na ziarnie cementu
 - łańcuchy boczne – których zadaniem jest steryczne przeciwdziałanie aglomeracji ziaren cementu i w efekcie upłynnienie mieszanki betonowej



Sprawą kluczową z punktu widzenia działania domieszki jest właściwy dobór trzech podstawowych parametrów strukturalnych polimeru:

- długości łańcucha głównego
- długości łańcuchów bocznych
- częstości występowania łańcuchów bocznych



Procesy hydratacji a domieszki chemiczne

- Według profesora Pawła Łukowskiego

„Stopniową utratę zdolności do upłynniania przez domieszki polimerowe można przypisać trzem możliwym mechanizmom”

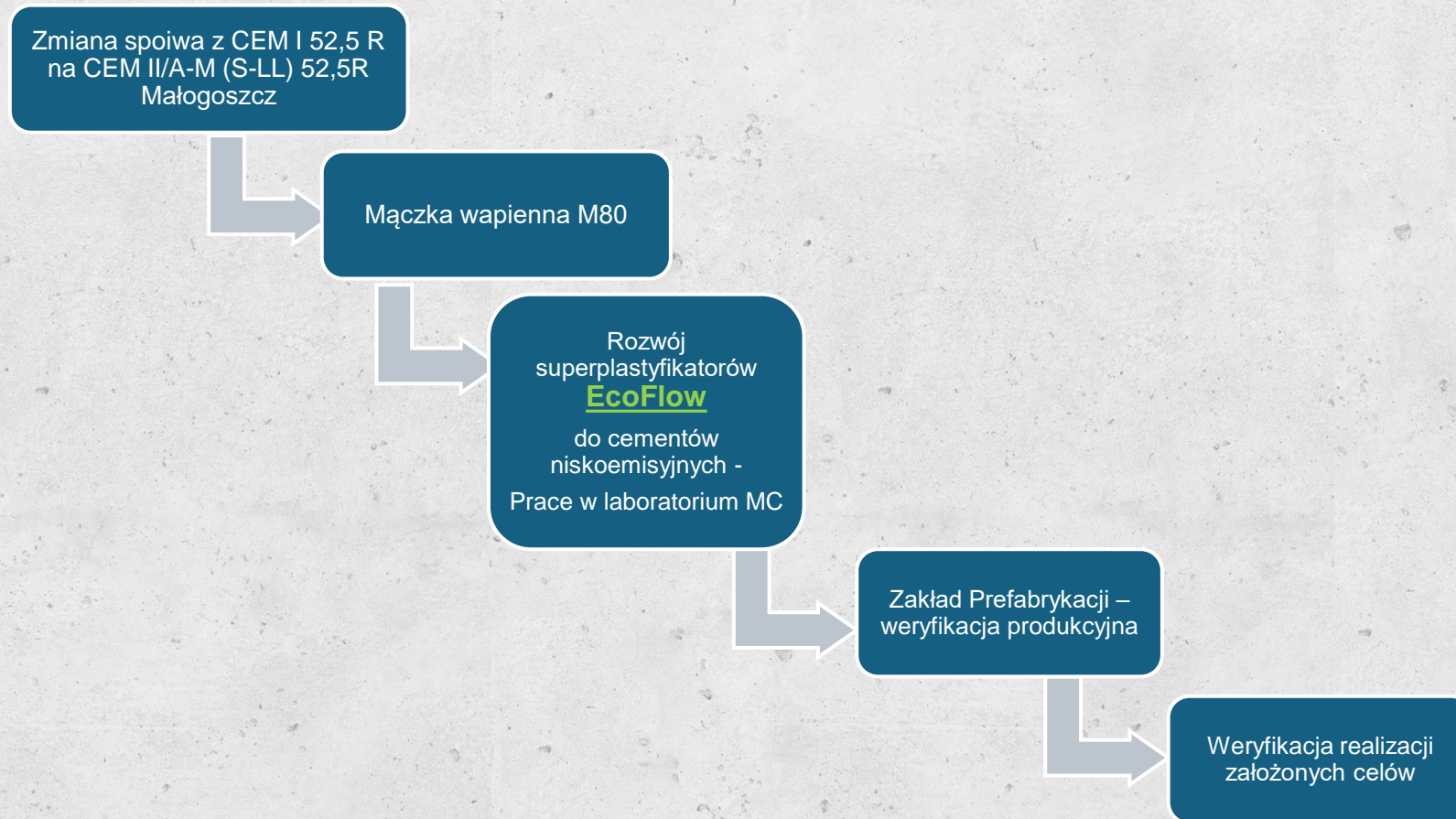
- chemicznej degradacji polimeru w zasadowym środowisku zaczynu cementowego
- otaczaniu polimeru, zaadsorbowanego na powierzchni ziarna cementowego, przez produkty hydratacji
- zmianom kształtu łańcucha polimeru, który adsorbując się na ziarnie cementu, dopasowuje się do położenia centrów aktywnych na powierzchni ziarna, w ten sposób tracąc częściowo lub całkowicie możliwość oddziaływania upłynniającego



Czy dzięki domieszkom chemicznym możliwe jest wydłużenie czasu urabialności z zachowaniem szybkiego rozwoju wytrzymałości wczesnych???



Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska



Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska

Zmiana układu spoiwowego:

CEM I 52,5R Małogoszcz

CEM II/A-M (S-LL) 52,5R Małogoszcz + mączka wapienna

Początek prac nad nowym dedykowanym rozwiązaniem domieszkowym:

CEL:

- utrzymanie właściwości reologicznych mieszanek przez 30min w technologii SCC oraz w konsystencji S4/S5
- utrzymanie / poprawa wczesnych wyników wytrzymałościowych
 - optymalizacja kosztów recepturowych



Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska

I etap prac laboratoryjnych:

- Testy na zaprawach surowców PCE pod kątem redukcji wody i utrzymania właściwości reologicznych
- Wybór najlepszych surowców kompatybilnych z cementem CEM II/A-M (S-LL) 52,5R Małogoszcz

II etap prac laboratoryjnych:

- Powstaje 8 domieszek prototypowych z wybranymi surowcami w różnych układach recepturowych
- Testy na najbardziej popularnej recepturze produkcyjnej C30/37 SF2 oraz S4/S5
- Wytypowanie jednej domieszki spełniającej określone wcześniej wymagania



Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska

- Wytypowanie jednej domieszki spełniającej wymagania:

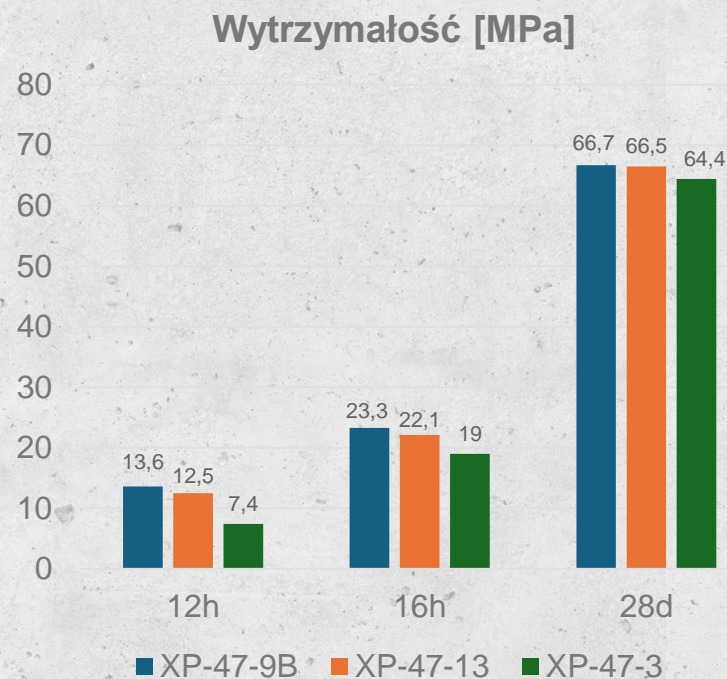
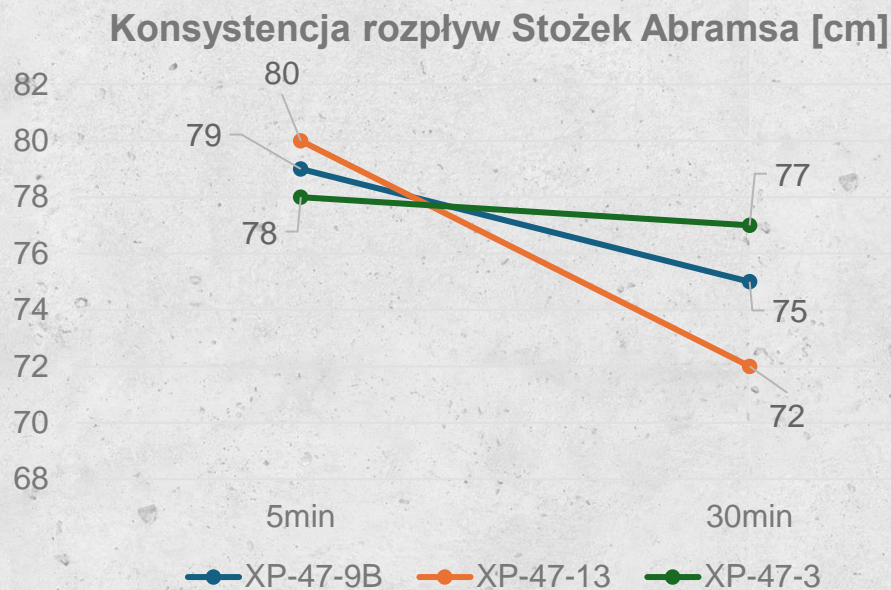
- Receptura C30/37 SCC SF2/SF3:

- | | |
|--|---------|
| • CEM II/A-M (S-LL) 52,5R Małgoszcz | 360 kg |
| • Mączka wapienna M80 | 80 kg |
| • Woda całkowita | 185 l |
| • 0/2 mm piasek | 720 kg |
| • 2/8 mm grys dolomitowy | 630 kg |
| • 8/16 mm grys dolomitowy | 440 kg |
| • Domieszki XP-47-9B , XP-47-13, XP-47-3 0,85% m.c. | 3,06 kg |



Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska

- Wytypowanie jednej domieszki spełniającej wymagania – wyniki C30/37 SCC SF2/SF3:



Prace badawcze i rozwojowe w Laboratorium MC-Bauchemie Polska

Koniec prac laboratoryjnych:

- Finalny wybór domieszki XP-47-9B – **MC EcoFlow 7049**
- Zaprojektowanie i przeprowadzenie badań na 18 recepturach – 9 receptur w wersji „letniej” + 9 receptur w wersji „zimowej”
 - Redukcja dozowań w wersji „zimowej” w stosunku do „letniej”:
woda o 10l/m³ oraz 0,1% PCE



Weryfikacja rozwiązań w warunkach produkcyjnych:



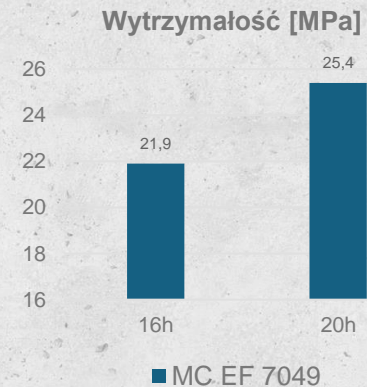
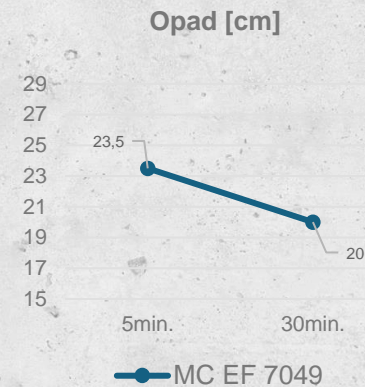
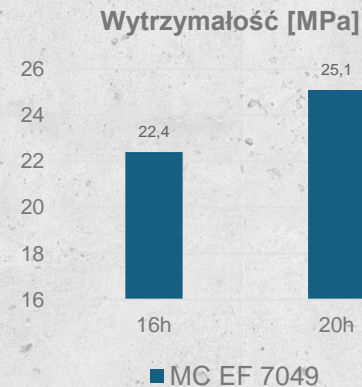
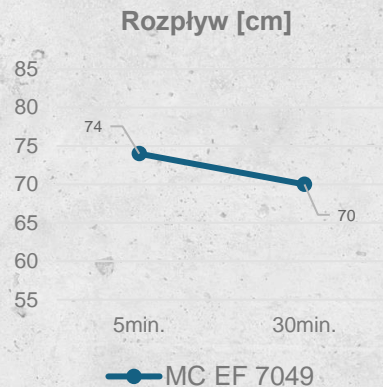
Weryfikacja rozwiązań w warunkach produkcyjnych

RECEPTURA C50/60 SCC SF2:

▶ CEM II/A-M (S-LL) 52,5R Małogoszcz	400kg
▶ Mączka wapienna M80	85kg
▶ Woda całkowita	185l
▶ 0/2mm	743kg
▶ 2/8mm grys dolomitowy	460kg
▶ 8/16mm grys dolomitowy	490kg
▶ MC EcoFlow 7049	0,90%mc 3,60kg

RECEPTURA C50/60 S4/S5:

▶ CEM II/A-M (S-LL) 52,5R Małogoszcz	360kg
▶ Mączka wapienna M80	30kg
▶ Woda całkowita	170l
▶ 0/2mm	755kg
▶ 2/8mm grys dolomitowy	530kg
▶ 8/16mm grys dolomitowy	560kg
▶ MC EcoFlow 7049	0,70%mc 2,52kg



Weryfikacja rozwiązań w warunkach produkcyjnych



Wnioski

Uzyskano obniżenie kosztów przy zastosowaniu receptury ECO plus z mączką wapienną o 18,5% przy jednoczesnym obniżeniu śladu węglowego o 40% od rozwiązania wyjściowego zachowując wskazane parametry reologiczne i wytrzymałościowe - dotyczy receptury wyjściowej.



Co dalej – perspektywy, wyzwania ???

Przed nami proces rozwoju możliwości zastosowania kruszyw alternatywnych, kruszyw recyklingowych oraz testy kruszyw lekkich, a także perspektywy wdrożenia cementów wieloskładnikowych o umiarkowanym lub wolnym przyroście wytrzymałości.



Dziękuję za uwagę

Konrad Grzesiak

konrad.grzesiak@mc-bauchemie.pl

+48 604 916 420

