

Cube System

Nowe rozwiązania do betonów niskoemisyjnych

dr inż. Michał Tałaj

MAPEI Polska Sp. z o.o.



Dlaczego beton niskoemisyjny?

- Beton – drugi najczęściej wykorzystywany przez ludzkość materiał (przy stale rosnącym popycie).
- Produkcja cementu odpowiada za około 5-7% światowej emisji CO₂.

Korzyści wynikające ze stosowania cementów i betonów niskoemisyjnych

Ekologiczne

Zmniejszenie emisji CO₂ i śladu węglowego

Zagospodarowanie przemysłowych produktów ubocznych

Ograniczenie zużycia paliw kopalnych

Ekonomiczne

Obniżenie jednostkowego kosztu cementu i betonu – uprawnienia EU ETS

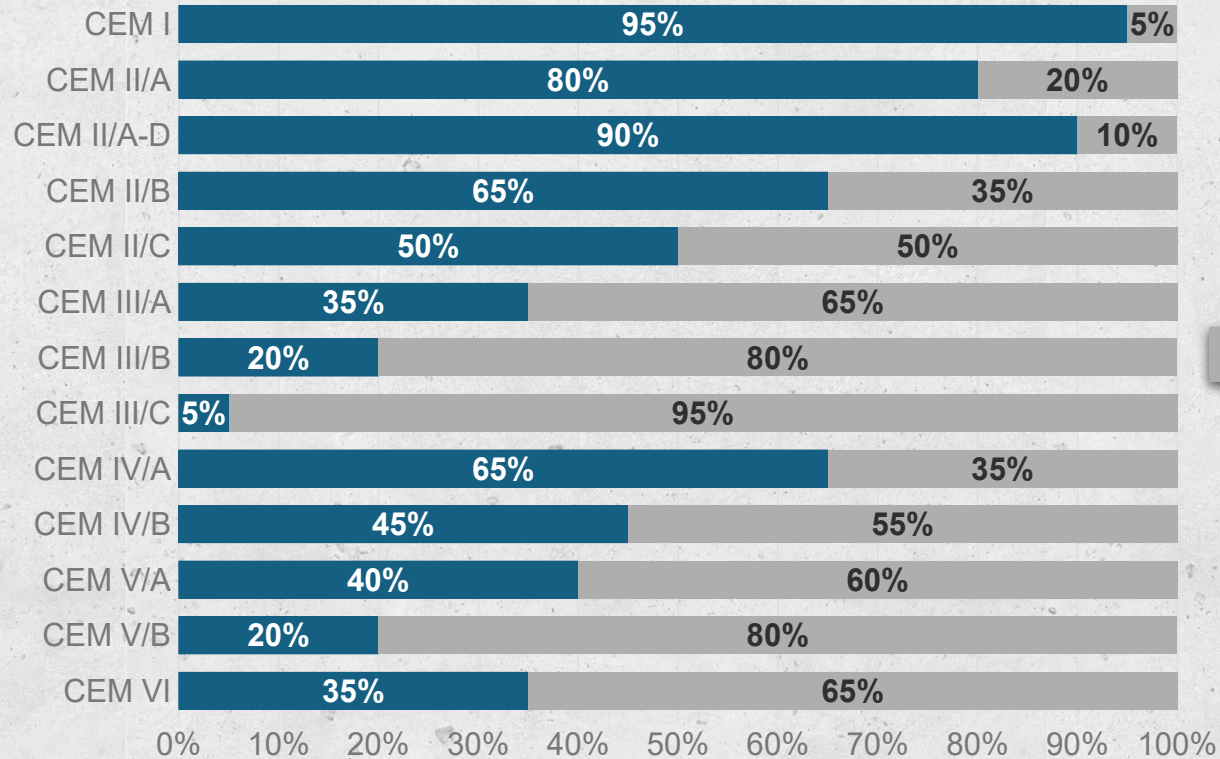
Ograniczenie jednostkowego kosztu cementu i betonu – stosowanie składników tańszych niż klinkier portlandzki

Ograniczenie energochłonnego wypału klinkieru portlandzkiego



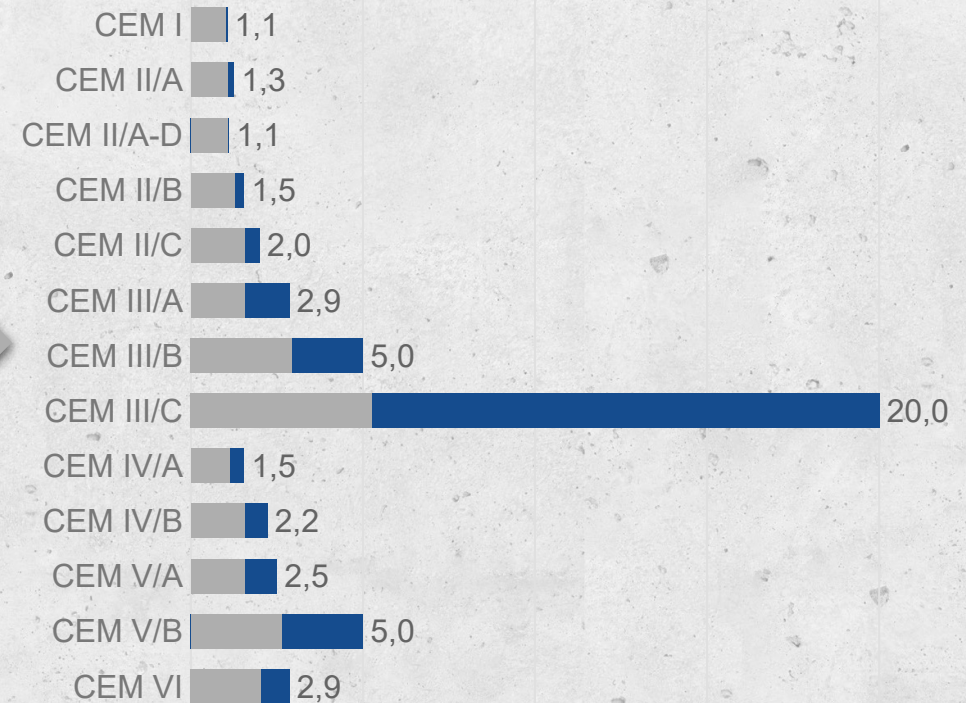
Możliwość redukcji emisji CO₂ przez przemysł cementowy

MINIMALNA ZAWARTOŚĆ KLINKIERU W CEMENCIE



■ Minimalna zawartość klinkieru
■ Składniki nieklinkierowe

PRODUKCJA CEMENTU Z 1 Mg KLINKIERU



■ Maksymalna produkcja cementu (Mg/Mg klinkieru)
■ Minimalna produkcja cementu (Mg/Mg klinkieru)



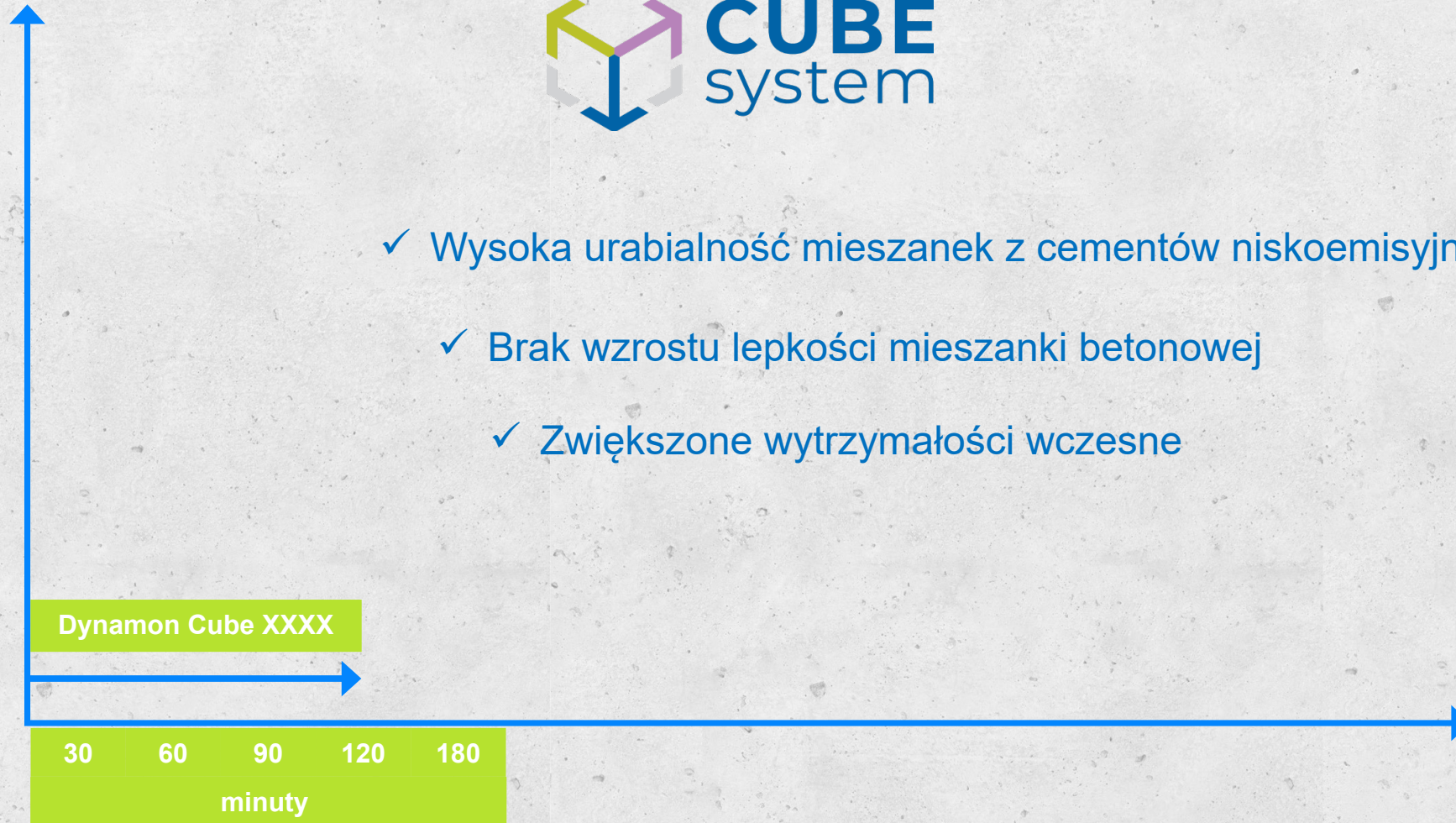
Wyzwania związane ze stosowaniem betonów niskoemisyjnych



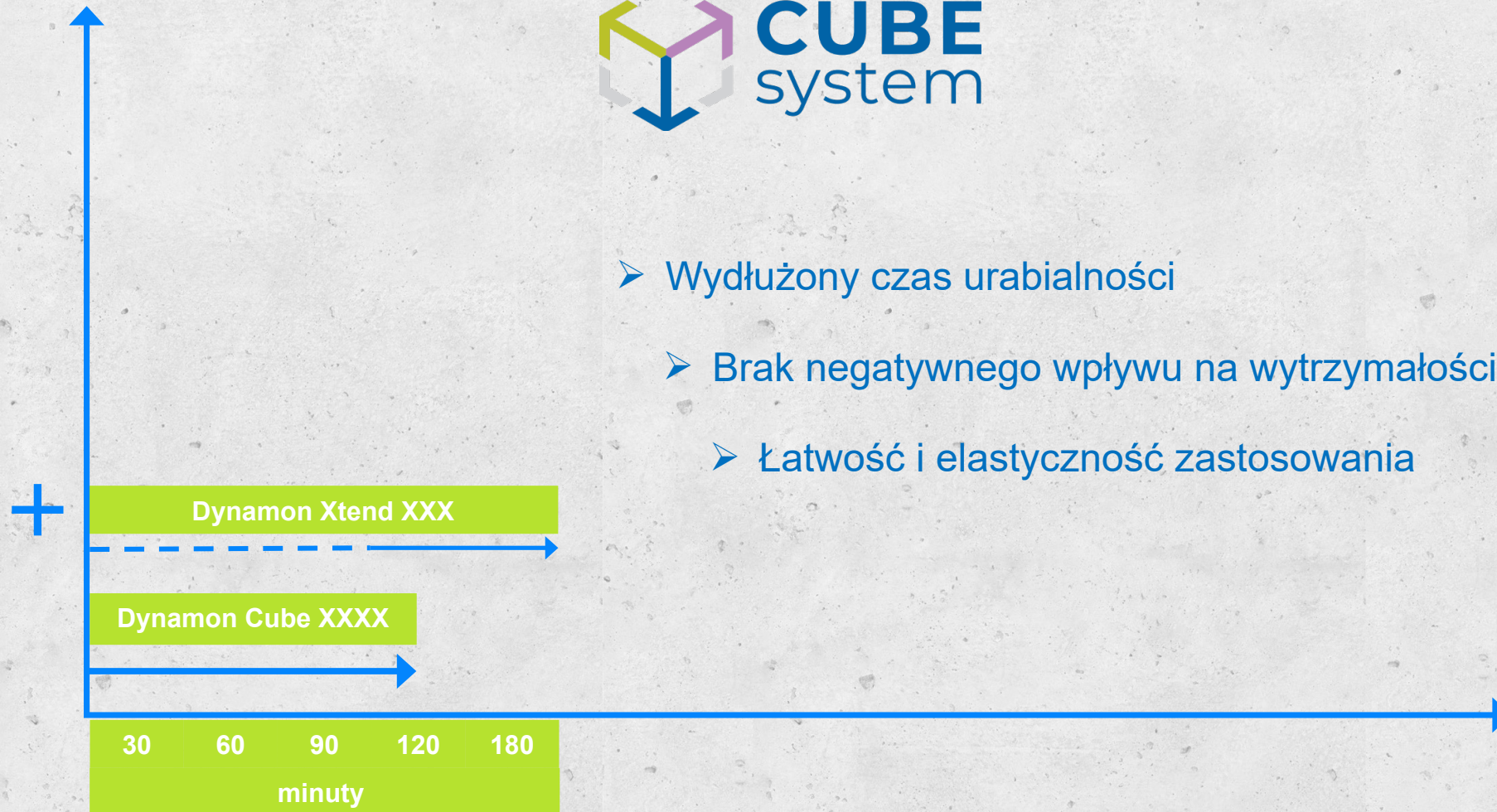
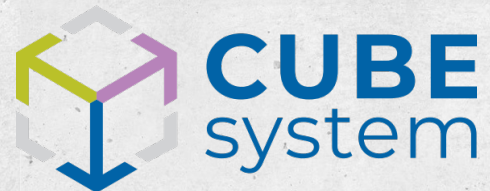
Cube system – rozwiązanie kompleksowe



- ✓ Wysoka urabialność mieszanek z cementów niskoemisyjnych
- ✓ Brak wzrostu lepkości mieszanki betonowej
- ✓ Zwiększone wytrzymałości wczesne

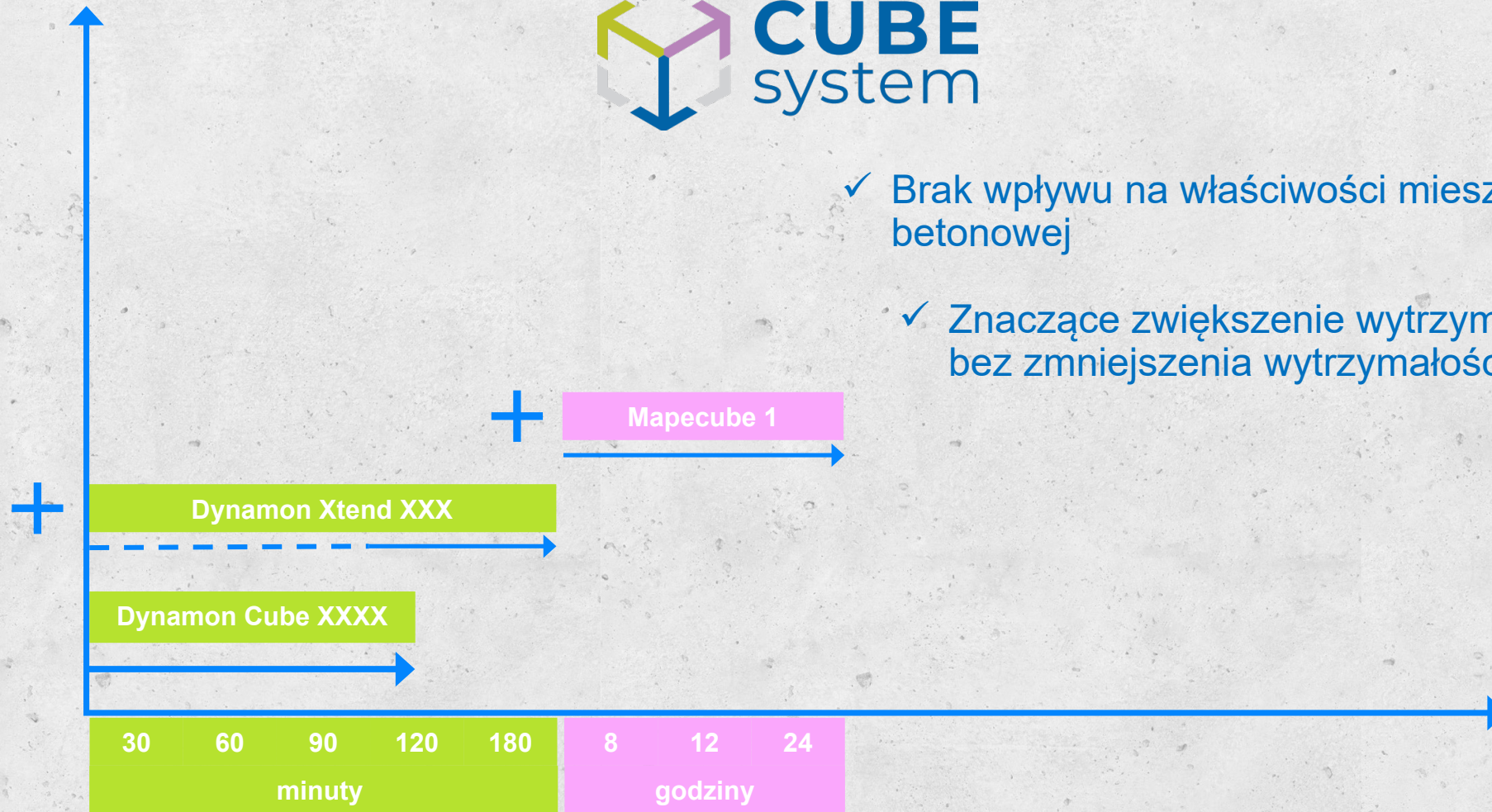
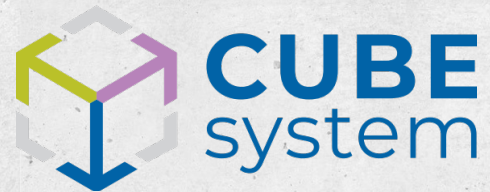


Cube system – rozwiązanie kompleksowe



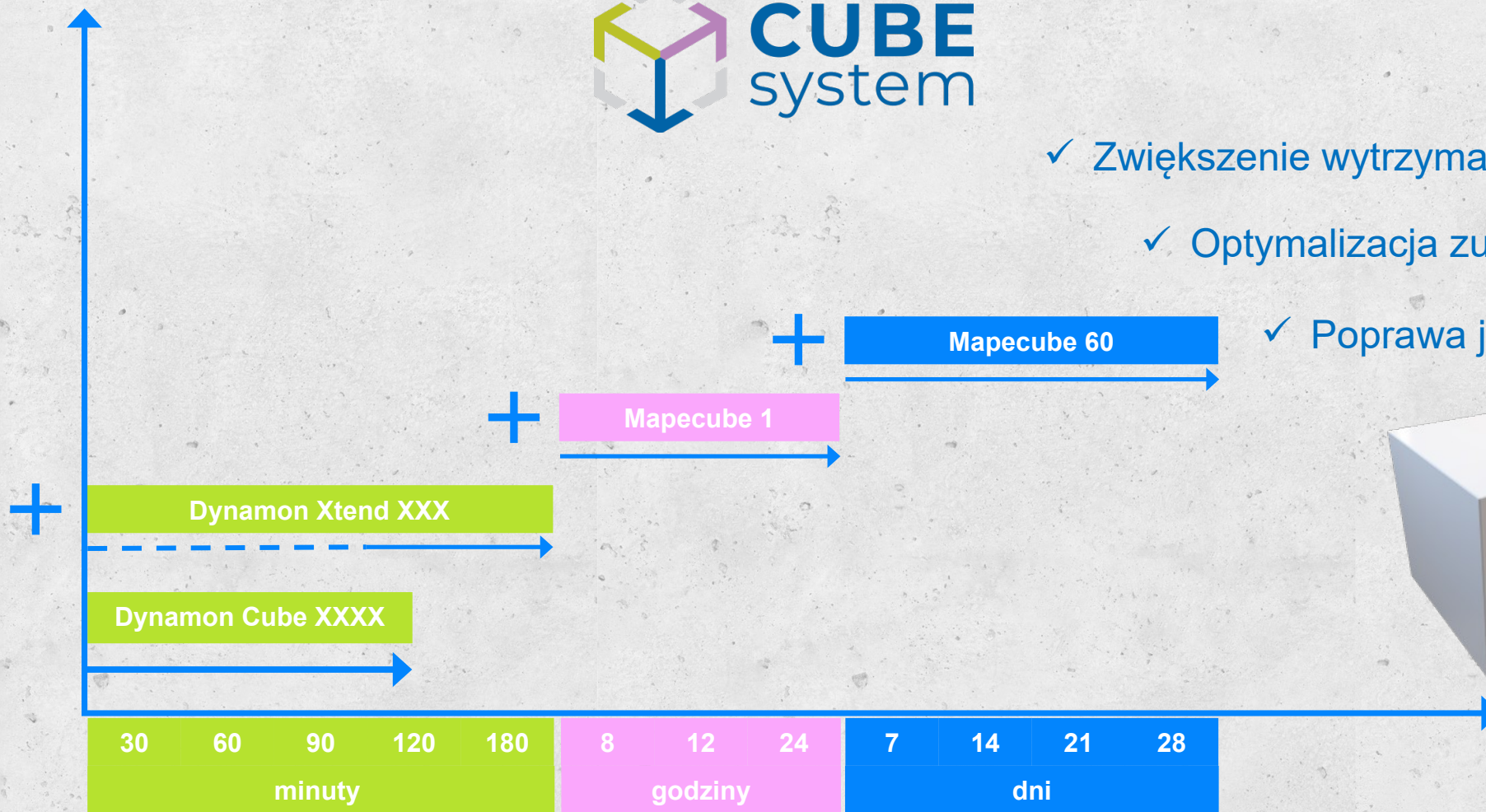
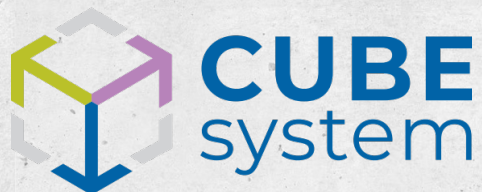
- Wydłużony czas urabialności
- Brak negatywnego wpływu na wytrzymałości wczesne
- Łatwość i elastyczność zastosowania

Cube system – rozwiązanie kompleksowe



- ✓ Brak wpływu na właściwości mieszanki betonowej
- ✓ Znaczące zwiększenie wytrzymałości wczesnych bez zmniejszenia wytrzymałości po 28 dniach

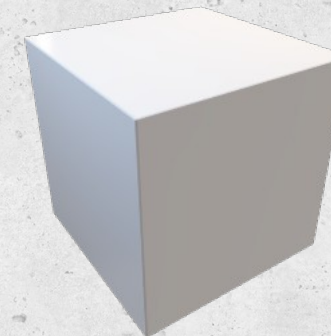
Cube system – rozwiązanie kompleksowe



✓ Zwiększenie wytrzymałości po 28 dniach

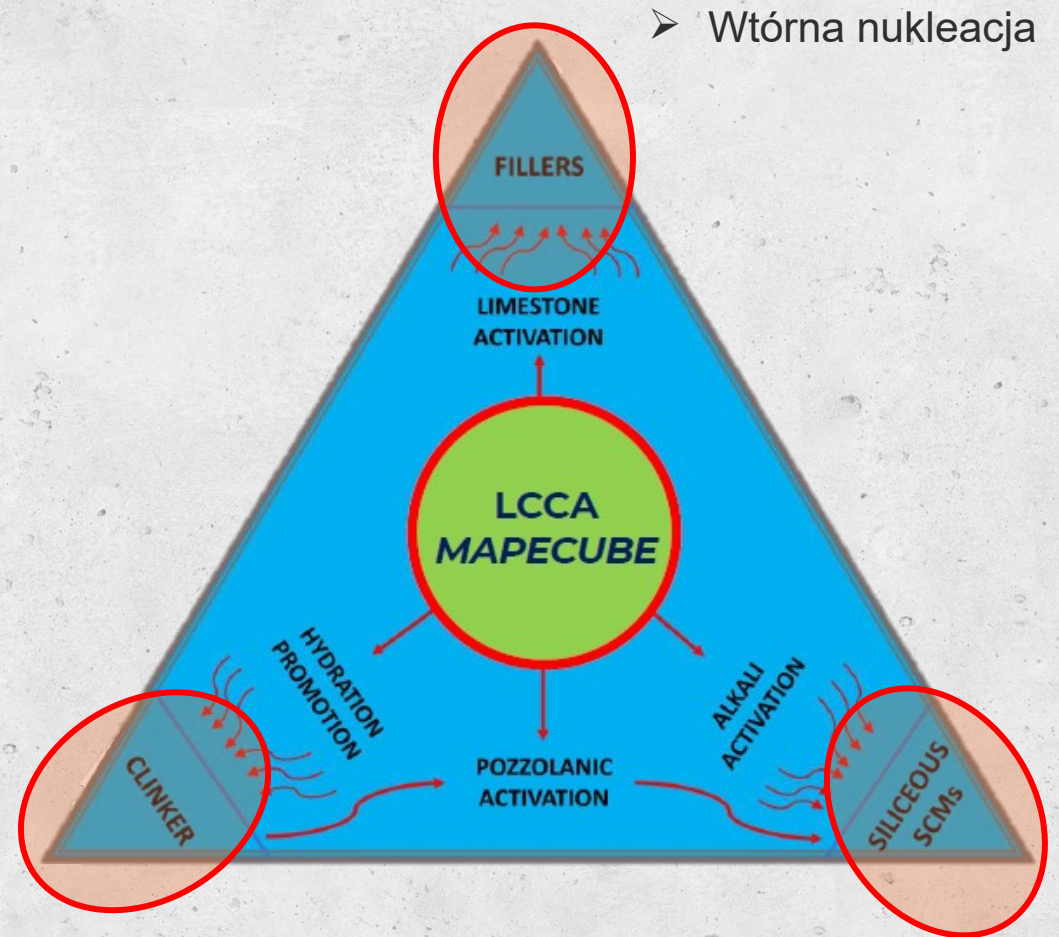
✓ Optymalizacja zużycia cementu

✓ Poprawa jakości betonu



Mapecube – teoria

- Maksymalizacja stopnia hydratacji w celu uzyskania możliwie najwyższych wytrzymałości na ściskanie.
- Maksymalizacja reaktywności dodatków (SCM) stosowanych w cementach oraz wypełniaczy w betonie.



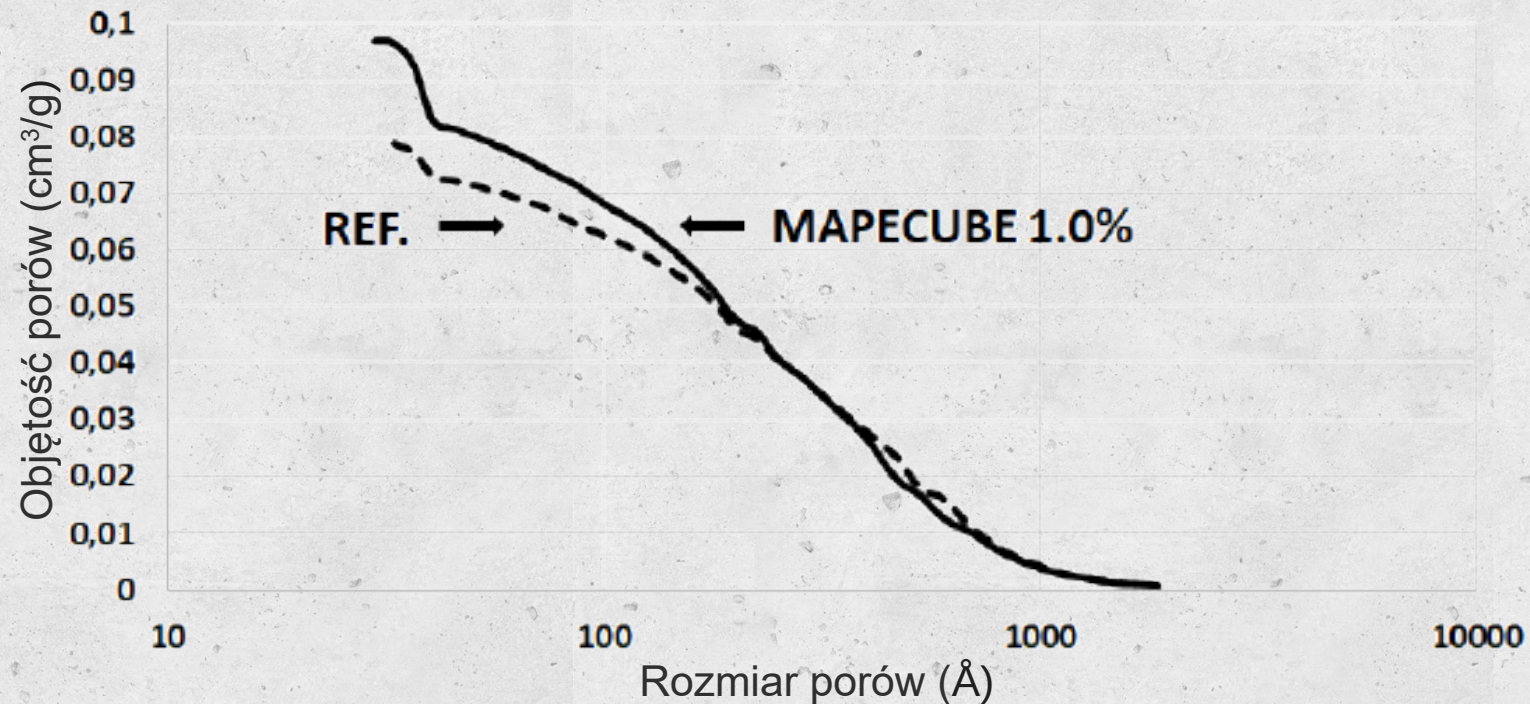
- Wtórna nukleacja
- Stopniowe przyspieszenie hydratacji
- Aktywacja pucolanowa

- Aktywacja alkaliczna
- Wtórna nukleacja



Mapecube – teoria

- Tradycyjne domieszki oddziałują na pierwsze etapy hydratacji, Mapecube (1 i 60) oddziałuje na cały okres hydratacji, od pierwszego kontaktu cementu z wodą i domieszką do kilku tygodni/miesięcy.
- Wyniki wskazują, że wyższa porowatość stwardniałych zapraw z Mapecube wynika z zawartości porów mniejszych niż 100 Å (10 nm), które są bezpośrednio związane z ilością fazy C-S-H.



Wyniki badań

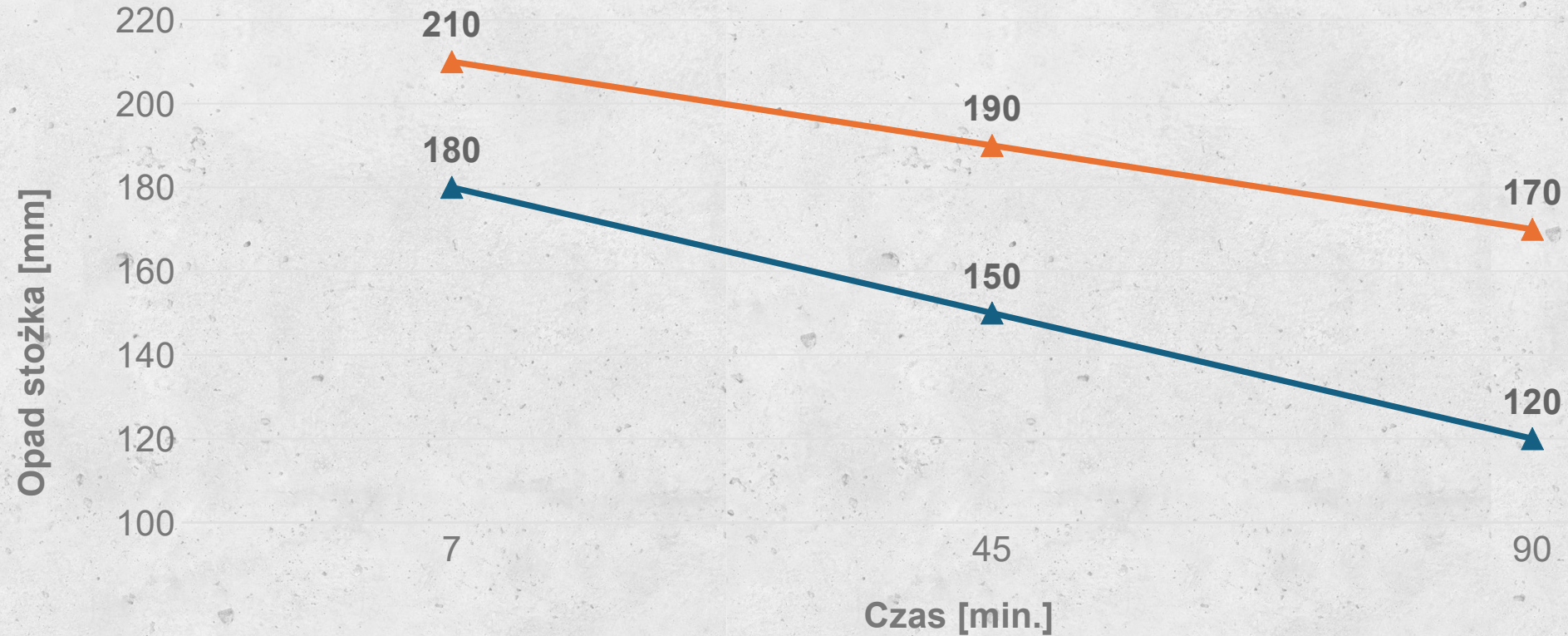


Skład badanych mieszanek – beton towarowy

| Składnik | Jednostka | Receptura 1 | Receptura 2 | Receptura 3 | Receptura 4 |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CEM III/A 42,5 N – LH/HSR/NA | [kg/m ³] | 285 | | 260 | |
| Popiół lotny krzemionkowy | [kg/m ³] | 70 | | | |
| Kruszywo (D _{max} 16 mm) | [kg/m ³] | 1768 | | 1824 | |
| Woda | [kg/m ³] | 170 | 168 | 157 | 155 |
| Stosunek wodno-cementowy (w/c) | - | 0,60 | | | |
| Projektowana zawartość powietrza | % [obj.] | 2,5 | | | |
| Dynamon Cube 7075 | % m.c. | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,50 |
| Mapecube 60 | % m.c. | - | 1,0 | | 1,0 |



Wpływ Mapecube 60 na właściwości mieszanki betonowej – beton towarowy

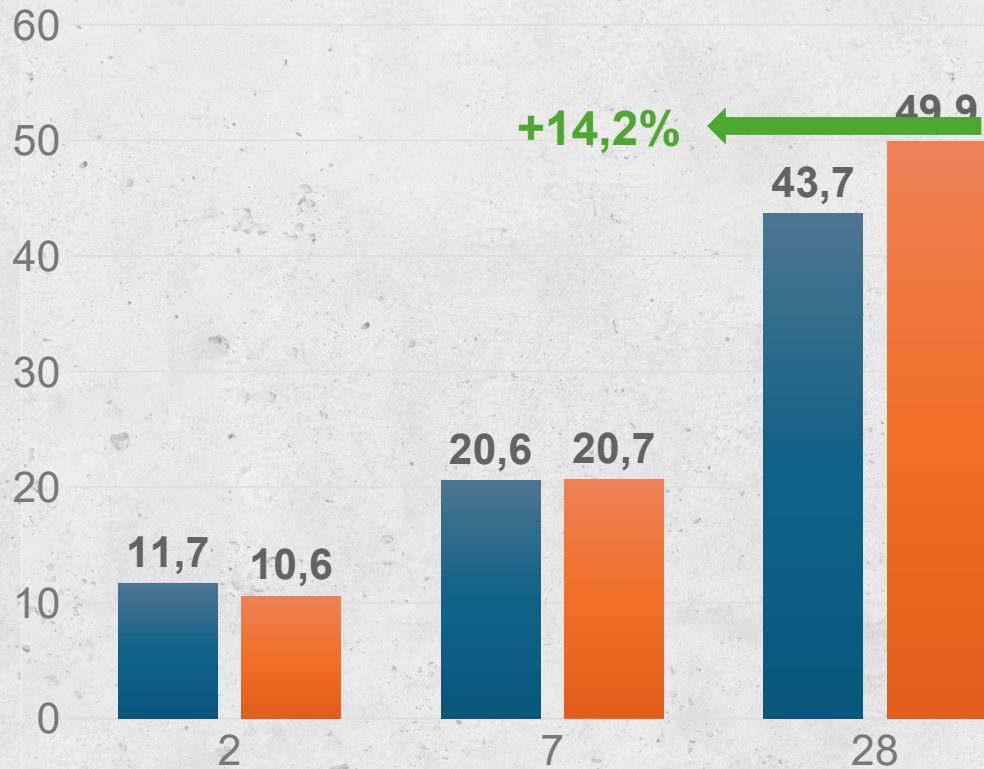


- ▲ Receptura 1 (285 kg cementu)
- ▲ Receptura 2 (285 kg cementu + 1% m.c. Mapecube 60)



Wpływ Mapecube 60 na właściwości betonu stwardniałego – beton towarowy

Wytrzymałość na ściskanie [MPa]

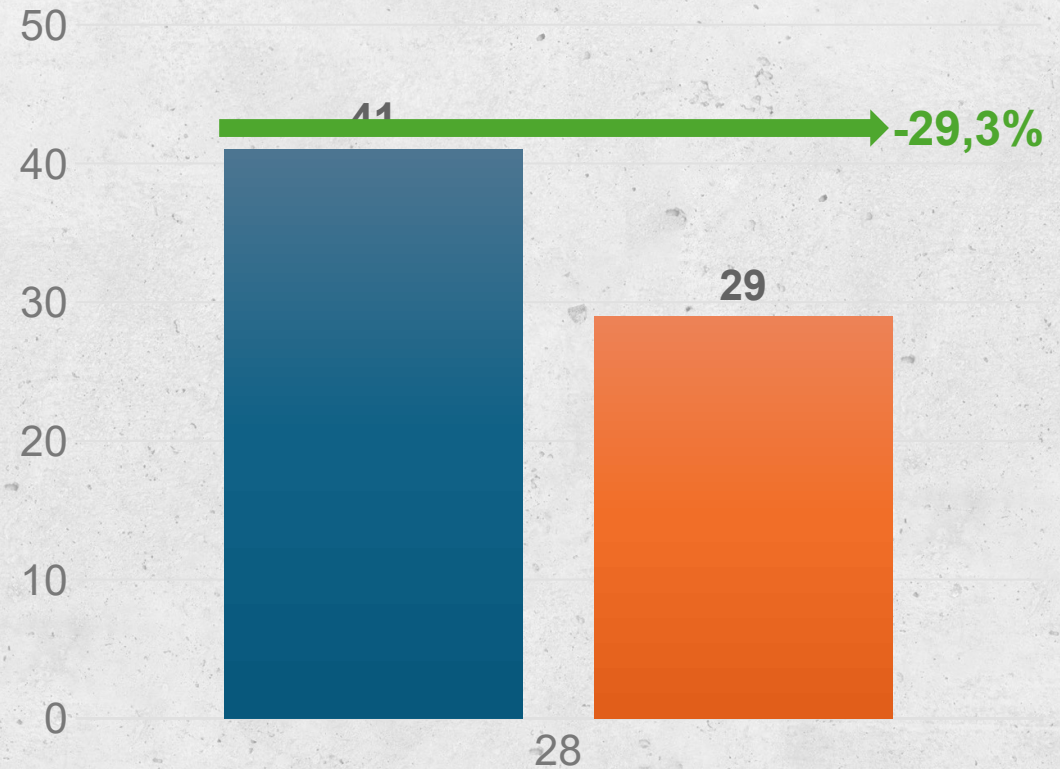


Czas dojrzewania [dni]

■ Receptura 1 (285 kg cementu)

■ Receptura 2 (285 kg cementu +1% m.c. Mapecube 60)

Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem [mm]

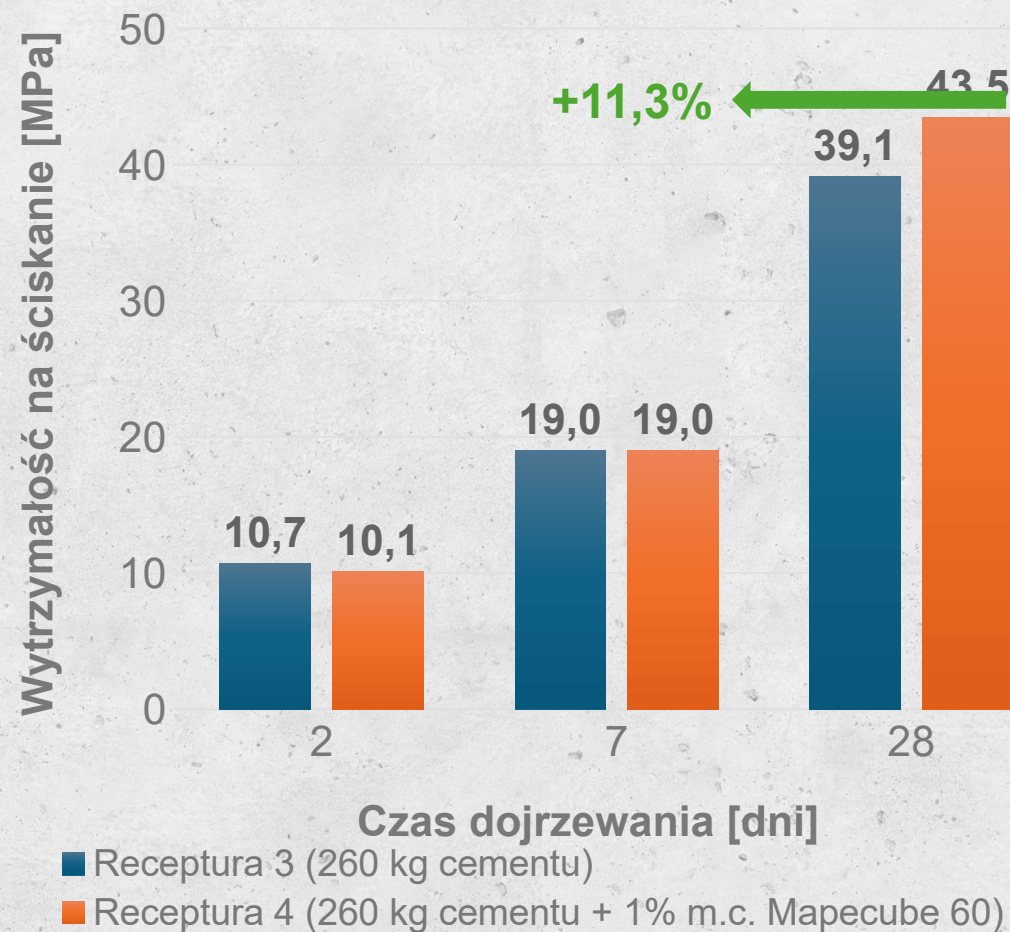
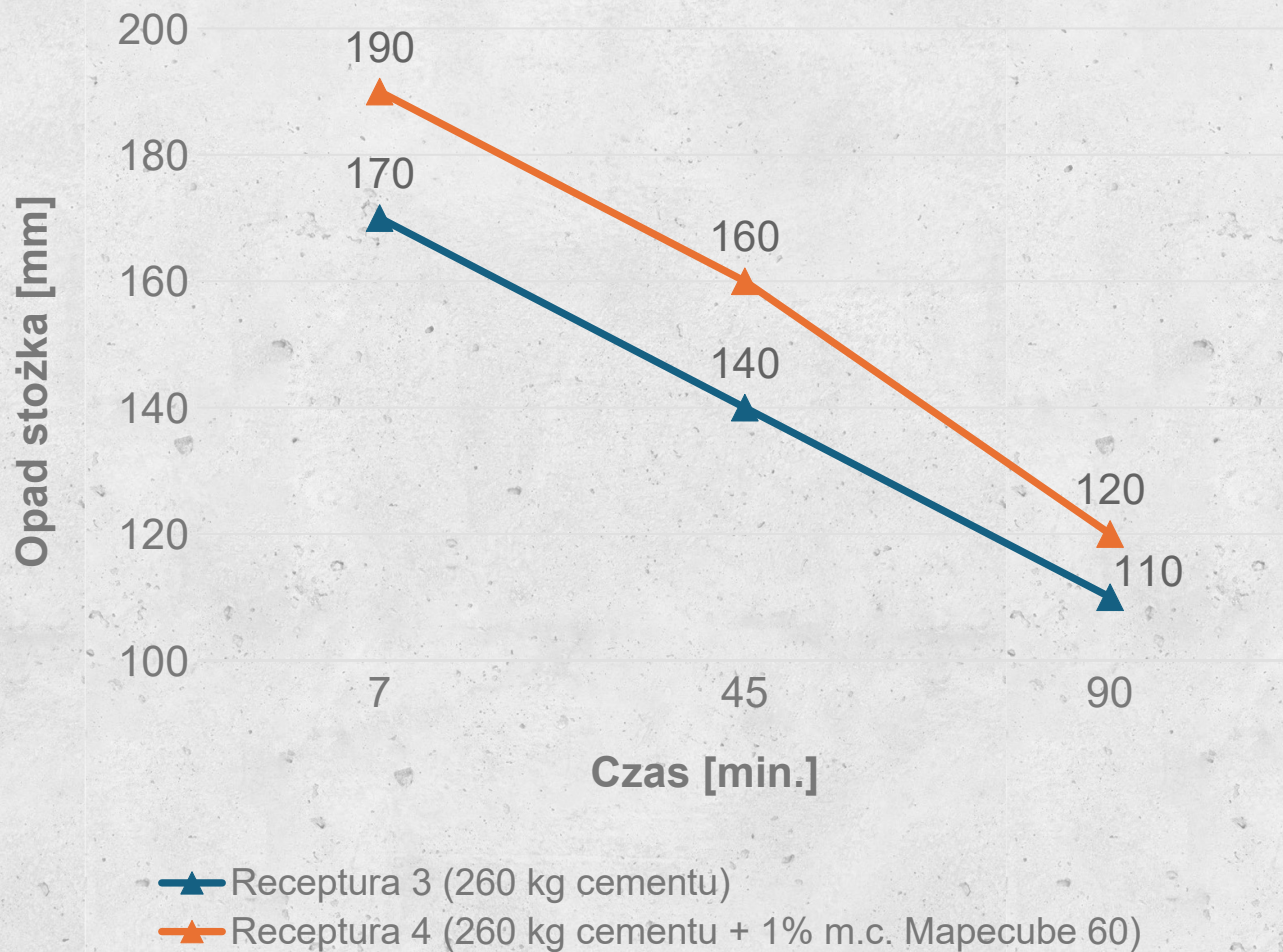


Czas dojrzewania [dni]

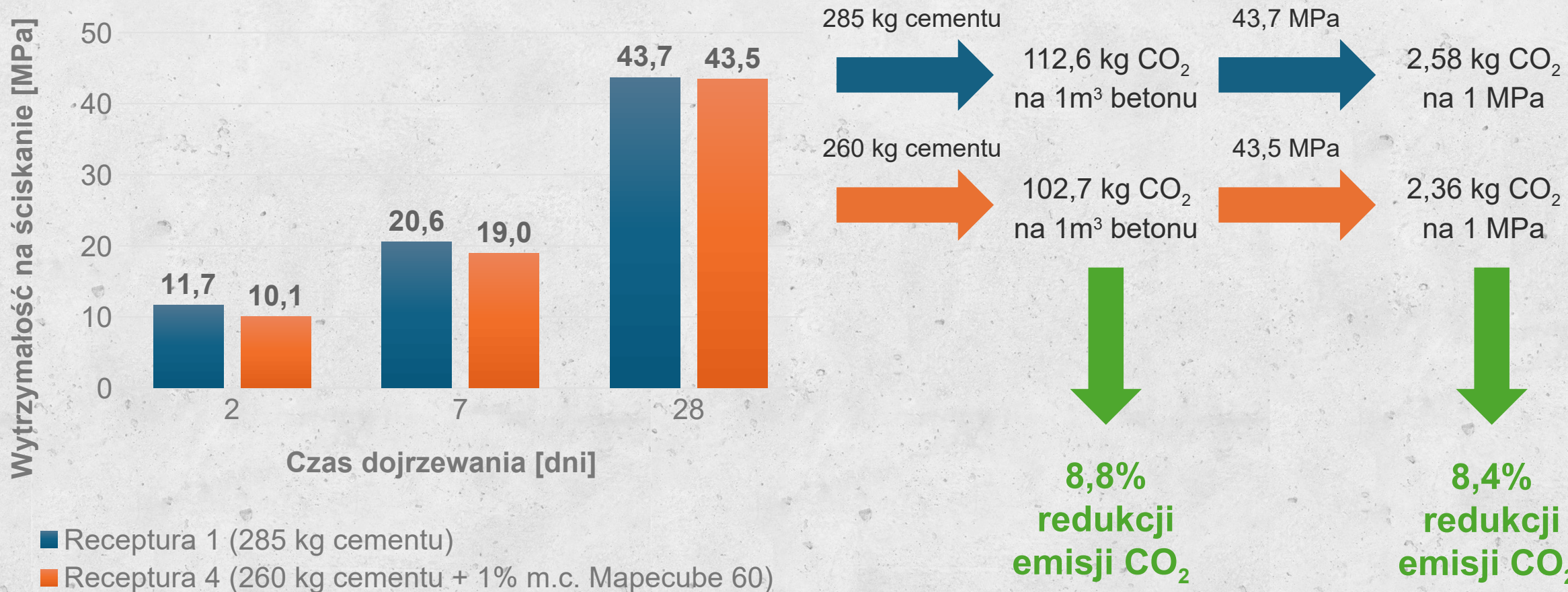
■ Receptura 1 (285 kg cementu)

■ Receptura 2 (285 kg cementu +1% m.c. Mapecube 60)

Wpływ Mapecube 60 na właściwości mieszanki betonowej i betonu stwardniałego – beton towarowy

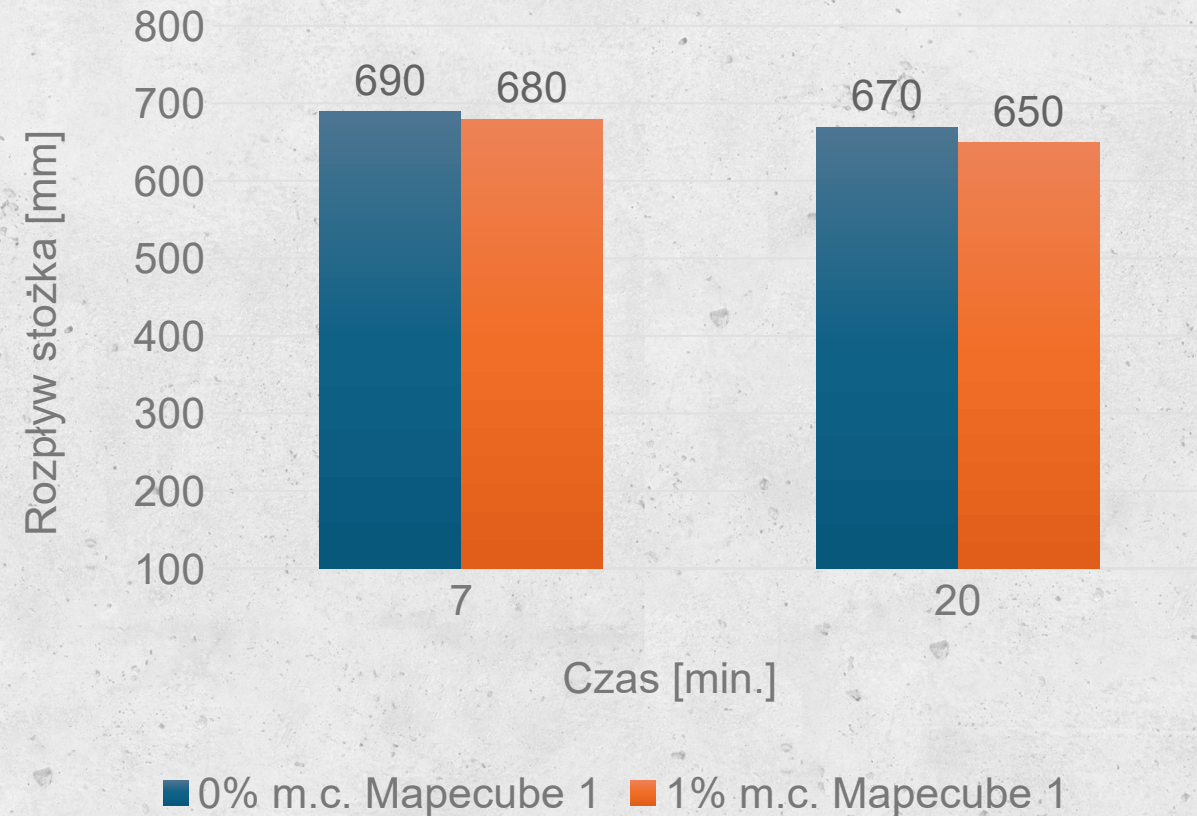


Redukcja emisji CO₂ przy zastosowaniu Mapecube 60

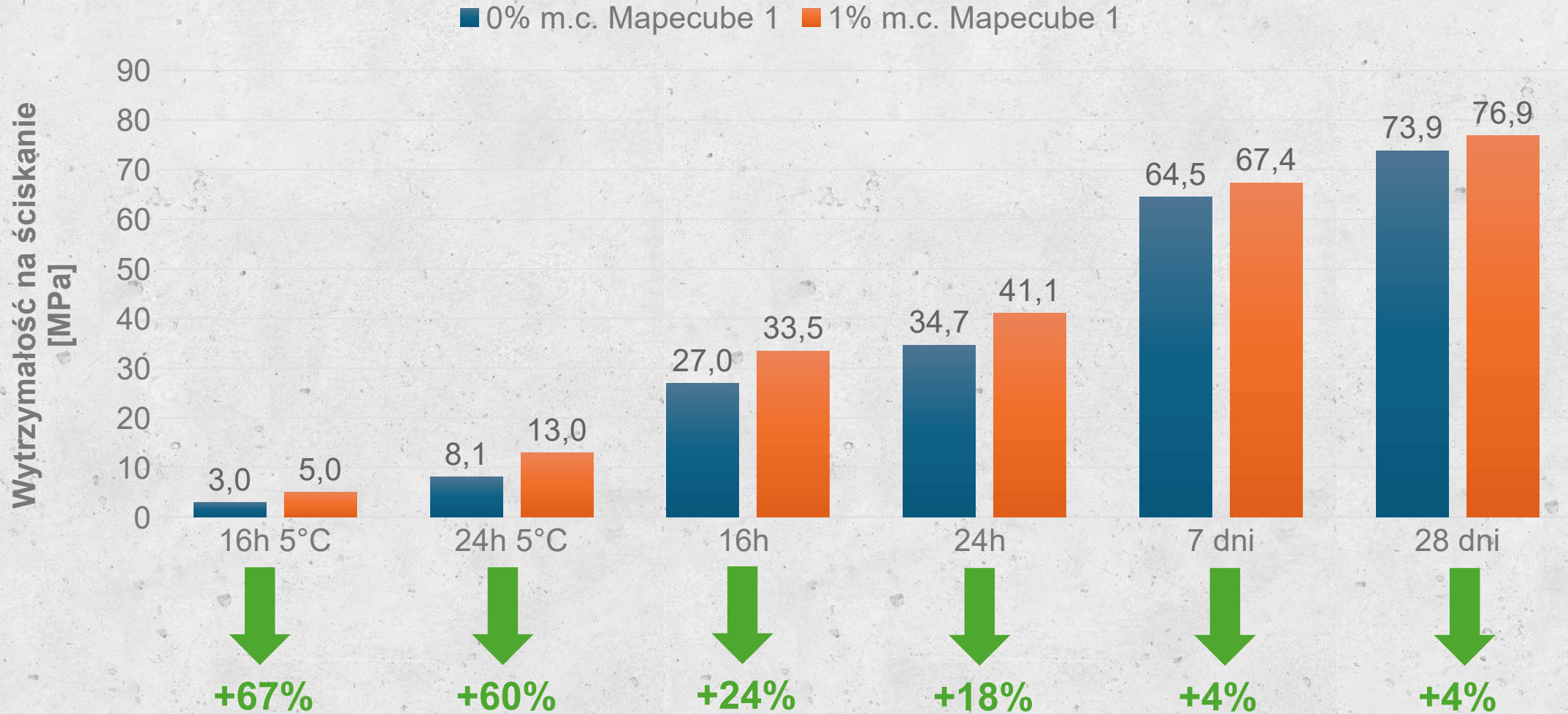


Betony o obniżonym śladzie węglowym w prefabrykacji

| Składnik | Jednostka | Rec. 1 | Rec. 2 |
|-----------------------------------|----------------------|--------|--------|
| CEM II/A-S 52,5 R | [kg/m ³] | 370 | |
| Mączka wapienna | [kg/m ³] | 130 | |
| Kruszywo (D _{max} 16 mm) | [kg/m ³] | 1717 | |
| Woda | [kg/m ³] | 175 | |
| Stosunek wodno-cementowy (w/c) | - | 0,48 | |
| Projektowana zawartość powietrza | % [obj.] | 2,0 | |
| Dynamon NRG 1037 | % m.c. | 1,05 | |
| Mapecube 1 | % m.c. | - | 1,0 |

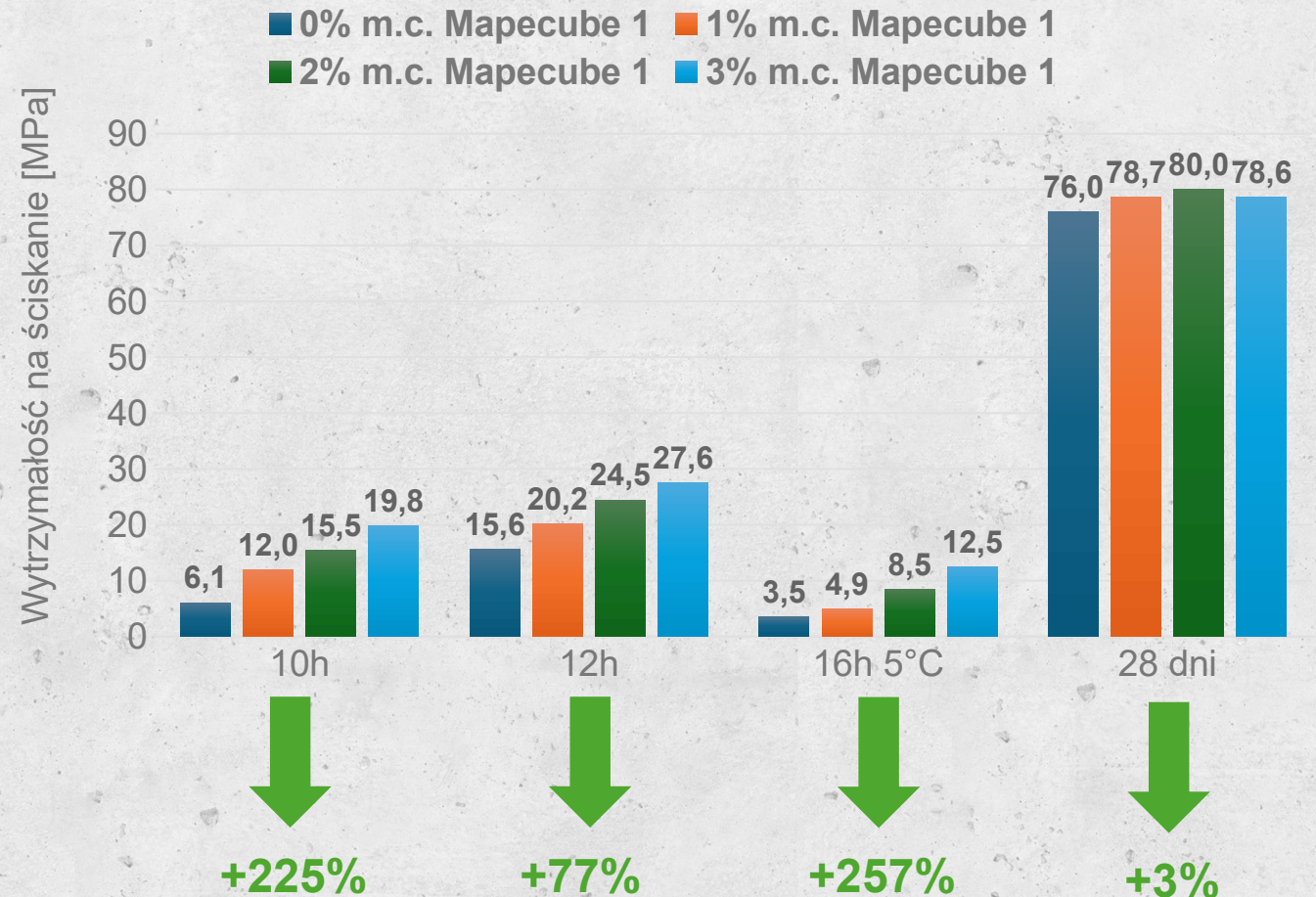


Betony o obniżonym śladzie węglowym w prefabrykacji



Kształtowanie wytrzymałości wczesnych przy zastosowaniu Mapecube 1

| Składnik | Jednostka | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------------|----------------------|---|------|-----|-----|
| CEM II/A-M (S-LL) 52,5 R | [kg/m ³] | | 400 | | |
| Mączka wapienna | [kg/m ³] | | 80 | | |
| Kruszywo (D _{max} 16 mm) | [kg/m ³] | | 1688 | | |
| Woda | [kg/m ³] | | 164 | | |
| Stosunek wodno-cementowy (w/c) | - | | 0,41 | | |
| Projektowana zawartość powietrza | % [obj.] | | 2,0 | | |
| Dynamon NRG 1010 | % m.c. | | 0,87 | | |
| Mapecube 1 | % m.c. | - | 1,0 | 2,0 | 3,0 |



Wnioski

- Domieszki chemiczne odgrywają jedną z kluczowych ról w dekarbonizacji produkcji betonu towarowego, **maksymalizując potencjał cementów niskoemisyjnych**. Dzięki innowacyjnym domieszkom można efektywnie wykorzystać cementy o wysokiej zawartości składników nieklinkierowych.
- Stosowanie wydajnych superplastyfikatorów, przyspieszaczy twardnienia oraz domieszek zwiększających efektywność hydratacji cementu pozwala na optymalizację składów mieszanek betonowych w zależności od ich przeznaczenia, co **umożliwia redukcję śladu węglowego betonu**.
- Optymalizacja procesu hydratacji cementu wpływa **nie tylko na poprawę wytrzymałości na ściskanie, ale również szczelności betonu**, co sugeruje potencjalne korzyści dla jego trwałości. Wyniki badań pokazują mniejszą penetrację wody pod ciśnieniem w badanych betonach z zastosowaniem Mapecube 60, co może pozytywnie wpłynąć na długoterminową odporność konstrukcji. Konieczne są jednak dalsze badania, aby w pełni potwierdzić wpływ na poszczególne cechy trwałościowe.
- Wdrożenie **kompleksowych rozwiązań domieszkowych** oraz współpraca z producentami cementów niskoemisyjnych stanowi kluczowy krok w kierunku zrównoważonego budownictwa, spełniającego wymogi ekologiczne i ekonomiczne w przyszłości.



Dziękuję za uwagę

dr inż. Michał Tałaj

Adres e-mail: m.talaj@mapei.pl

Numer telefonu: 664 470 289

