

Ekonomiczne, ekologiczne i technologiczne aspekty stosowania domieszek do betonu



prof. dr hab. inż. Jacek Gołaszewski



Politechnika Śląska
Wydział Budownictwa
Katedra Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych



Definicja domieszek do betonu

Domieszki → substancje chemiczne dodawane podczas wykonywania mieszanki betonowej w ilości nie większej niż 5% masy cementu w betonie, w celu zmodyfikowania właściwości mieszanki betonowej i/lub stwardniałego betonu.

***Domieszki redukujące ilość wody -
plastyfikatory, superplastyfikatory***

Domieszki napowietrzające

***Domieszki przyspieszające wiązanie i
twardnienie***

Domieszki opóźniające wiązanie

Domieszki zwiększające lepkość

Domieszki zwiększające więźliwość wody

Domieszki zwiększające wodoszczelność

Domieszki kompleksowe - wielofunkcyjne

PN-EN 934-2+A1:2012

***Inne domieszki
np. inhibitory korozji,
redukujące skurcz,
barwniki***

Wprowadzenie

Domieszka

Korzyści ze stosowania

Domieszki umożliwiają korzystne modyfikowanie właściwości mieszanki betonowej i/lub stwardniałego betonu.

- ***uzyskanie konstrukcji o wysokiej wytrzymałości, odporności na działanie środowiska i walorach architektonicznych,***
- ***wykonanie konstrukcji w przypadku skomplikowanych wymagań i/lub trudnych warunków technicznych.***

Efekty działania domieszek należy rozpatrywać w aspektach:

- ***technicznym,***
- ***ekonomicznym,***
- ***technologicznym,***
- ***ekologicznym,***

w odniesieniu do cyklu życia konstrukcji betonowej.



Projektowanie → wykonanie → użytkowanie → rozbiórka

Domieszki a projektowanie konstrukcji z betonu

Projektowanie zaawansowanych konstrukcji z betonu, o dużej ilości zbrojenia i skomplikowanych kształtach, doskonale wykończonej powierzchni (beton architektoniczny).

Projektowanie smuklejszych i lżejszych konstrukcji o znacząco mniejszej ilości betonu i stali zbrojeniowej w konstrukcji.

Zmniejszenie fundamentów i innych elementów konstrukcji



Domieszki a projektowanie konstrukcji z betonu

Zwiększenie wytrzymałości betonu z 35 MPa do 60 MPa:

- zmniejszenie objętości betonu w płycie mostu od 10 do 30%,***
- zmniejszenie ilości stali zbrojeniowej do 10%.***

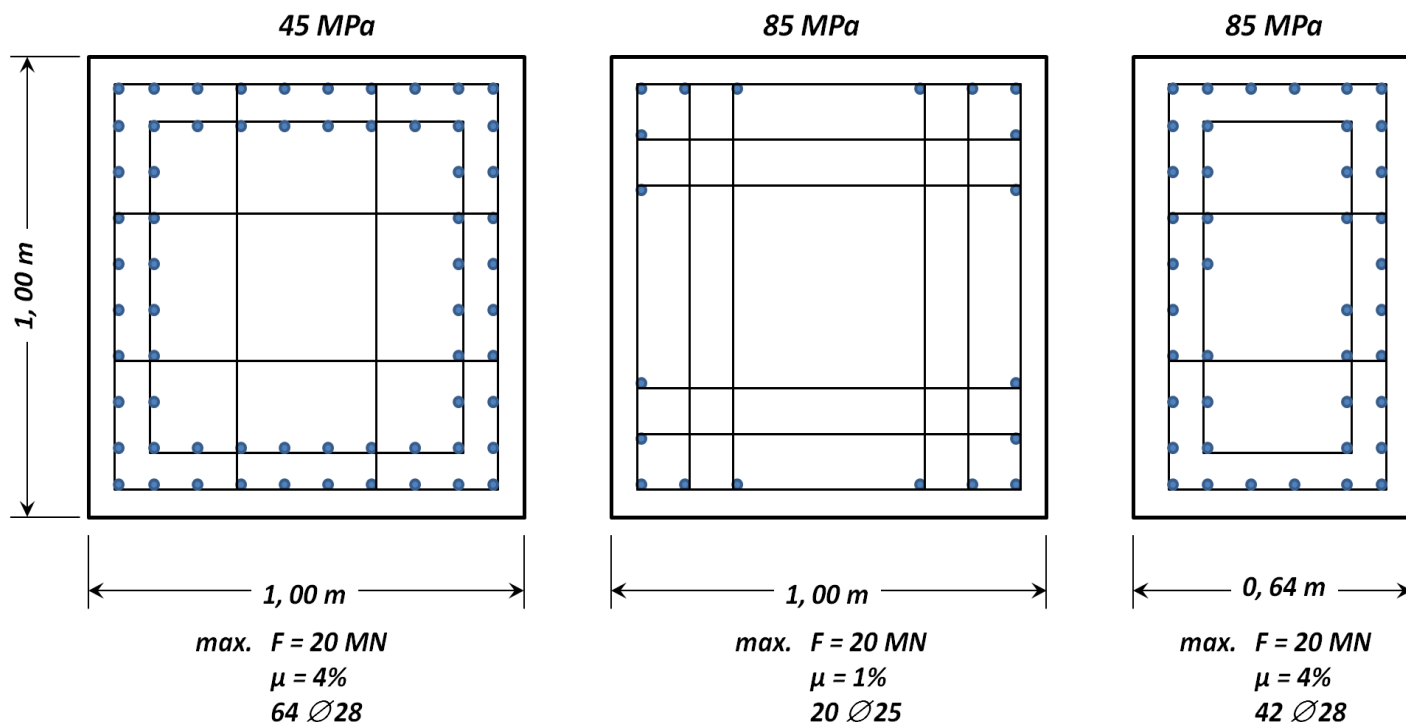
Mniejszy o ok. 10% koszt wykonania konstrukcji pomimo większego o 60% kosztu betonu o większej wytrzymałości.

Aitcin P.-C.: High Performance Concrete. EF&N SPON 1998



Domieszki a projektowanie konstrukcji z betonu

Wytrzymałość na ściskanie betonu

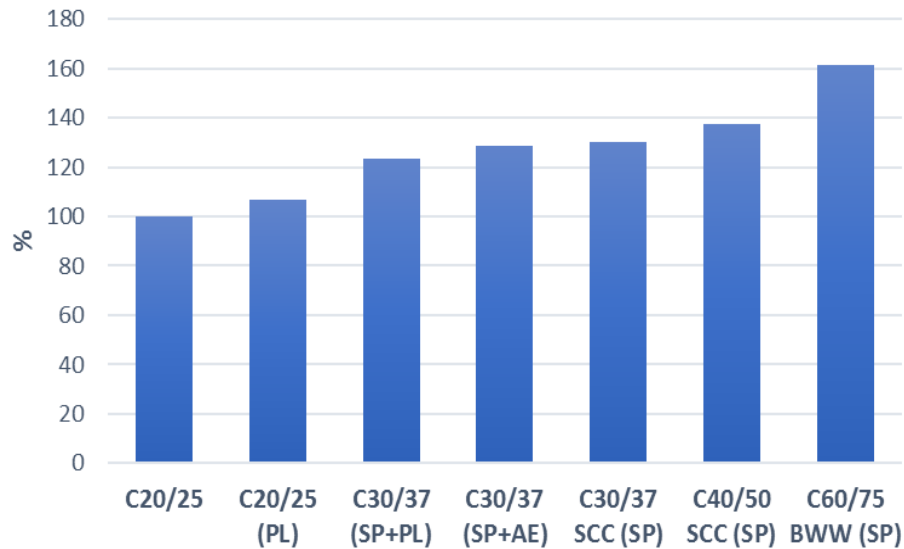


Przy zachowaniu tej samej wielkości przekroju zmniejszenie ilości zbrojenia o ponad 50%. Koszt wykonania konstrukcji mniejszy o ok. 15%.

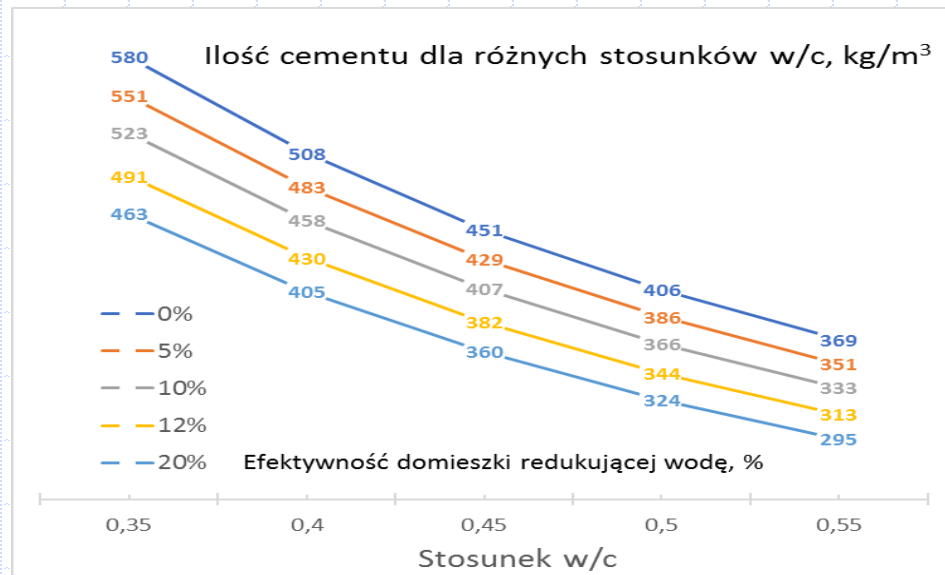
Zmniejszenie przekroju elementu o 36% i ilości zbrojenia o 34%. Mniejszy koszt wykonania konstrukcji i zwiększona powierzchnia użytkowa we wznoszonym obiekcie.

Domieszki a produkcja betonu

Na koszt betonu składają koszty materiałów oraz koszty związane z jego projektowaniem, produkcją i kontrolą jakości.



Jeśli modyfikacji właściwości mieszanki betonowej i betonu domieszką nie towarzyszy korekta ilości jego składników koszt materiałów będzie większy



Stosowanie domieszki umożliwia lub wymusza istotną modyfikację składu mieszanki, zwłaszcza w aspekcie zmniejszenia ilości cementu.

Domieszki a produkcja betonu

Większy koszt projektowania –

***Większy koszt produkcji –
zaawansowane techniczne
wytwórnice, większa
intensywność i dłuższy czas
Koszty jednorazowe o małym
wpływie na koszt betonu.
składników lub warunków
betonowania, wzmożona
kontrola właściwości
materiałów, procesów
produkcyjnych i urządzeń,
szkolenia dla personelu.***

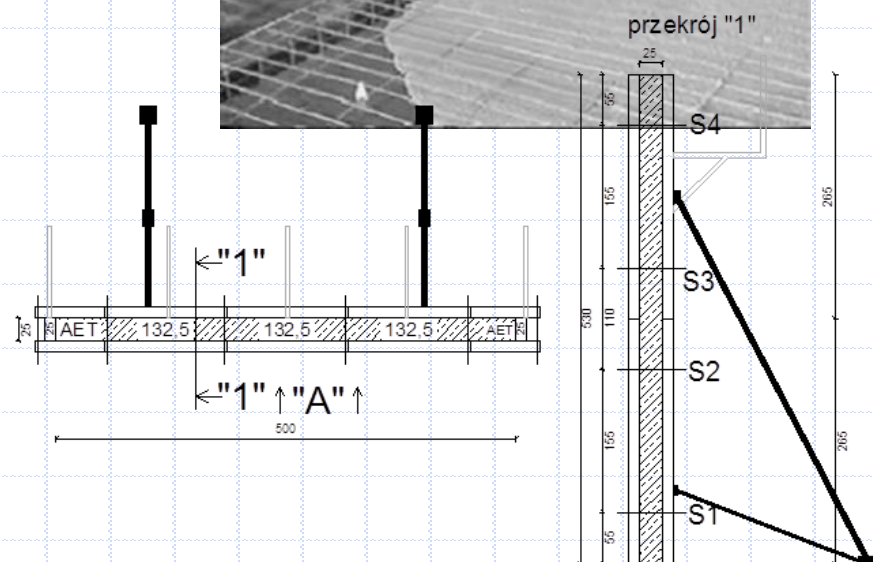


Domieszki a procesy wykonania betonu

**Produkcja mieszanek o wysokiej urabialności i samozagęszczalnych - łatwe układanie i zagęszczanie, brak wibracji →
plastyfikatory i superplastyfikatory
 ale
 możliwe większe parcie na deskowania i problemy przy pompowaniu SCC**

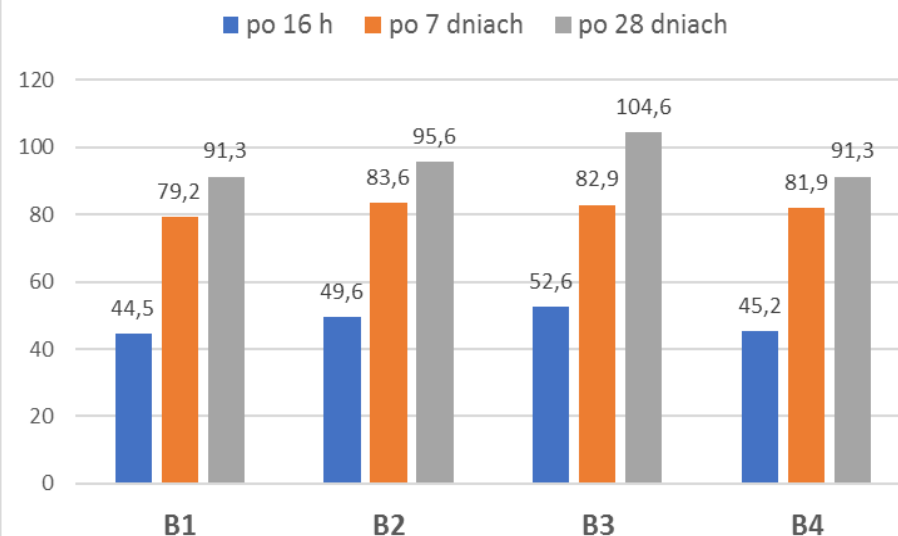


Ściąg	BZ	SCC	SCC	SCC
	tarcze 1,32 x 2,65 m		tarcze 0,75 x 2,65 m	
	prędkość betonowania v, m/h			
	1,5			2,2
	parcie na deskowanie, kN/m ² (max. 88 kN/m ²)			
	30	72	72	97
	siła w ściągach, kN (max. 160 kN)			
S1	87,78	231,74	131,18	174,90
S2	87,78	166,78	94,41	113,29
S3	87,78	119,38	67,58	73,54
S4	42,14	48,28	27,33	27,33



Domieszki a procesy wykonania betonu

**Większa wytrzymałość początkowa betonu –
rotacja form, rotacja deskowań,
szybsze wykonanie konstrukcji,
brak obróbki termicznej, szybsze
sprężanie, beton natryskowy... →
domieszki przyspieszające,
plastyfikatory i superplastyfikatory**



CEM I 52,5 R, kg/m ³	480	460	440	440
Stosunek w/c	0,37	0,35	0,33	0,37
SP, %C	1,2	1,4	1,6	1,5
Opad stożka, mm	180	175	180	150

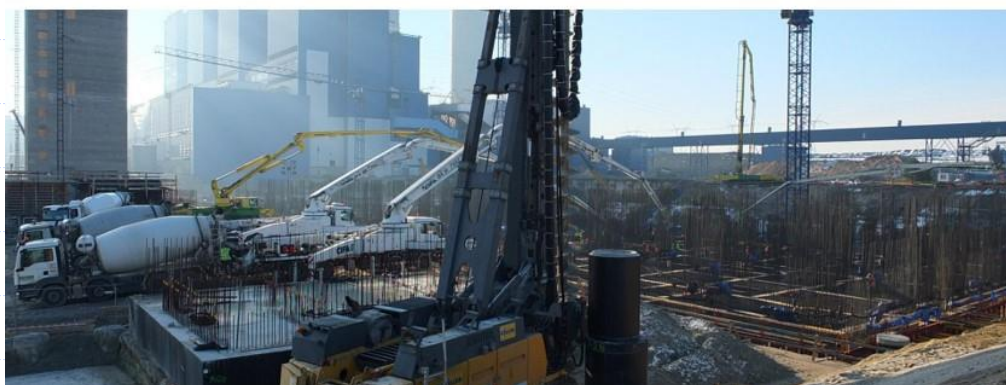
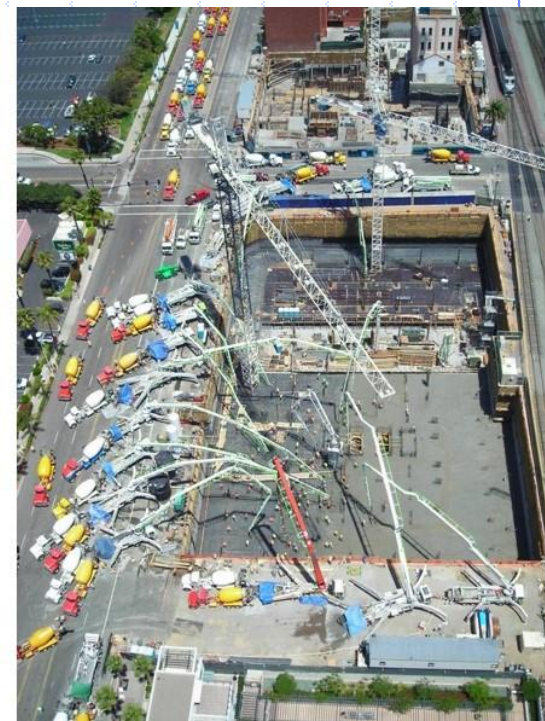
Domieszki a procesy wykonania betonu

***Możliwość wykonywania robót betonowych w obniżonej temperaturze →
domieszki przyspieszające, przeciwmrozowe oraz plastyfikatory i
superplastyfikatory***



Domieszki a procesy wykonania betonu

***Przedłużenia czasu betonowania,
wykonywanie robót betonowych w
podwyższonej temperaturze, betonowanie
ciągłe konstrukcji masywnych, beton
architektoniczny... →
domieszki opóźniające***



Domieszki a procesy wykonania betonu

Przy produkcji i wykonaniu niektórych betonów z domieszkami (np. napowietrzonych lub samozagęszczalnych) → wzmożona kontrola właściwości materiałów, procesów produkcyjnych i urządzeń w nich stosowanych oraz właściwości mieszanki betonowej i stwardniałego betonu. Szkolenia dla personelu.



Domieszki a koszt użytkowania konstrukcji

Efektom stosowania domieszek jest znacząca poprawa wytrzymałości i trwałości betonu – dłuższa eksploatacja obiektu bez konieczności kosztownych napraw.

Bezpośrednio

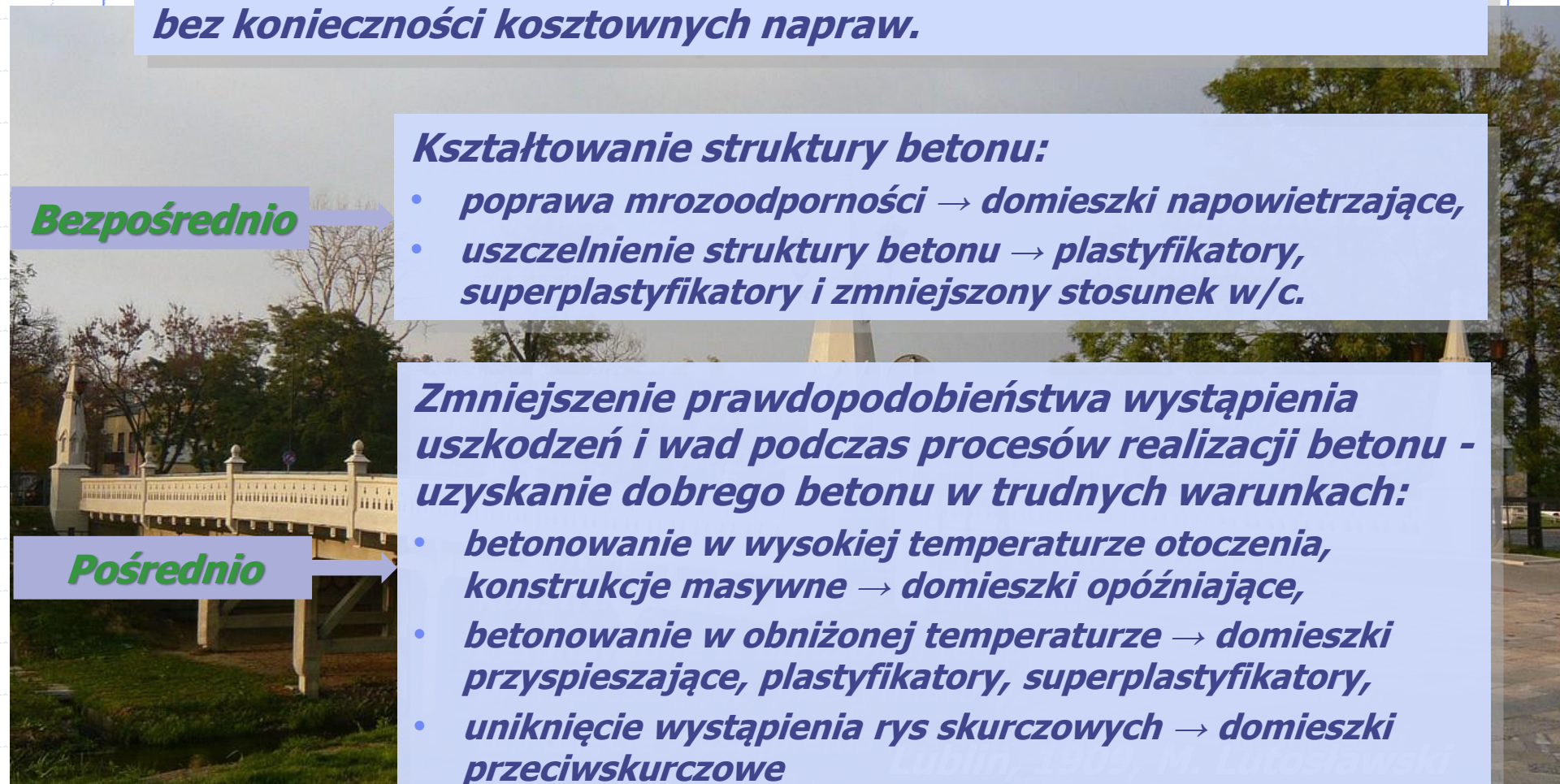
Kształtowanie struktury betonu:

- ***poprawa mrozoodporności → domieszki napowietrzające,***
- ***uszczelnienie struktury betonu → plastyfikatory, superplastyfikatory i zmniejszony stosunek w/c.***

Pośrednio

Zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzeń i wad podczas procesów realizacji betonu - uzyskanie dobrego betonu w trudnych warunkach:

- ***betonowanie w wysokiej temperaturze otoczenia, konstrukcje masywne → domieszki opóźniające,***
- ***betonowanie w obniżonej temperaturze → domieszki przyspieszające, plastyfikatory, superplastyfikatory,***
- ***uniknięcie wystąpienia rys skurczowych → domieszki przeciwskurczowe***



Stosowanie domieszek a środowisko

Mniej pracochłonne i energochłonne produkcja i wykonanie betonu → mniejszy wpływ na środowisko, poprawa warunków bhp.

Produkcja betonu o dużej wytrzymałości i trwałości → dłuższy okres eksploatacji konstrukcji.

Większe walory użytkowe i architektoniczne betonu.

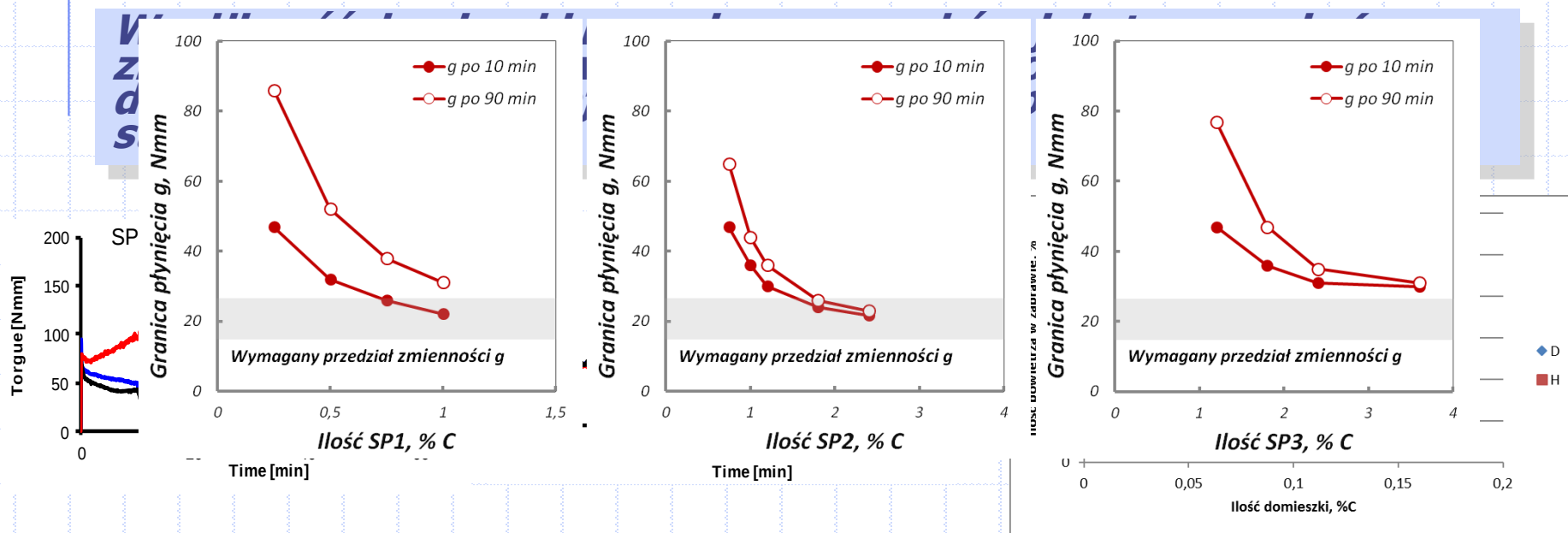
Mniejsze zużycie cementu, możliwość wykorzystania surowców odpadowych i materiałów z recyklingu → zmniejszone zużycie klinkieru i surowców naturalnych do betonu.



Technologiczne aspekty stosowania domieszek

PN-EN 206, PN-EN 934, karty techniczne ...

Za kompatybilną z cementem uznaje się taką domieszkę, której stosowanie z tym cementem umożliwi uzyskanie wymaganych właściwości mieszanki i/lub betonu, (z najmniejszym jej dodatkiem) przy minimalnych efektach ubocznych.



Podsumowanie

Możliwość wytwarzania betonów o wysokiej wytrzymałości i trwałości, wysokich cechach użytkowych, korzyści ekonomiczne i ekologiczne wynikające ze stosowania takich betonów sprawia że współcześnie nie wykonuje się już nowoczesnych konstrukcji betonowych bez udziału domieszek

Pełne wykorzystanie możliwości wynikających ze stosowania domieszek wymaga uwzględnienia ich obecności już w trakcie pierwszych etapów projektowania i optymalnego ich doboru pod względem jakościowym i ilościowym, w odniesieniu do określonych warunków technologicznych wykonania betonu.

Domieszka nie spełni dobrze swojego zadania, jeśli jest stosowana do betonu źle zaprojektowanego lub gdy beton jest wykonywany w warunkach innych niż te, do których został zaprojektowany