

Dr inż. Beata Łaźniewska-Piekarczyk

Katedra Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych

Wydział Budownictwa

Politechnika Śląska

AUTOREFERAT

Opis dorobku i osiągnięć naukowych

1. Informacje ogólne

Jestem absolwentką Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej. Studia ukończyłam w 2002 roku, uzyskując tytuł magistra inżyniera budownictwa lądowego, specjalność: technologia i zarządzanie w budownictwie. Za pracę magisterską otrzymałam wyróżnienie w konkursie im. prof. Stanisława Brzozowskiego. Wyniki pracy były publikowane i prezentowane podczas konferencji międzynarodowej i krajowej [50, 51, 63].

Od 2002 do 2006 roku uczęszczałam na studia doktoranckie na Wydziale Budownictwa w Politechnice Śląskiej. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo uzyskałam w Politechnice Śląskiej w 2006 roku za pracę pt. „*Modelowanie mrozoodporności betonów samozagęszczalnych*”. Wyniki pracy były publikowane i prezentowane m.in. podczas konferencji międzynarodowej oraz krajowej [49, 64].

Od 2006 roku pracuję w Politechnice Śląskiej. W latach 2006-2008 pracowałam na stanowisku asystenta a od 2008 roku na stanowisku adiunkta w Katedrze Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych.

2. Działalność naukowo-badawcza

Domieszki do betonu można zaliczyć do największych osiągnięć innowacyjnych w budownictwie XX wieku. Specyfikacja domieszek, które są przedmiotem normy EN 934:2002, obejmuje wiele rodzajów substancji, kontrolujących w sposób selektywny, bądź kompleksowy właściwości mieszanki betonowej i/lub stwardniałego betonu. Dynamiczny rozwój technologii betonu nastąpił między innymi dzięki rozwojowi domieszek chemicznych. Nowoczesne betony obejmują dzisiaj szeroką grupę kompozytów, z których część to materiały o istotnie różnych właściwościach w stosunku do betonów zwykłych, inne natomiast są konsekwencją rozwoju betonów tradycyjnych. Z roku na rok pojawiają się doskonalsze rozwiązania materiałowe łączące najnowsze osiągnięcia dziedzinie chemii i inżynierii materiałowej oraz coraz liczniejsze konstrukcje realizowane z zastosowaniem tych innowacji materiałowych. Po betonach wysokiej wytrzymałości pojawiła się nowa generacja betonów samozagęszczalnych. Moje zainteresowania badawcze dotyczące technologii betonu samozagęszczalnego (z ang. *Self-Compacting Concrete; SCC*) kształtowały się w tym kierunku już od samego początku mojej drogi naukowej. W pracy doktorskiej przeprowadziłam badania statystycznej istotności wpływu czynników materiałowych, takich

jak: rodzaj cementu, stosunek wodno-spoiwowy, stopień przepelnienia betonu zaczynem cementowym oraz stopień napowietrzenia na mrozoodporność SCC. Wyniki moich badań po obronie pracy doktorskiej były publikowane i prezentowane na konferencjach krajowych [19, 20, 64, 65, 66, 67, 68, 69] oraz na kilku konferencjach międzynarodowych [49, 52, 53, 54, 55, 56] a także, jako rozdział w monografii [22].

Istota samozagęszczalności mieszanki betonowej polega na samoczynnym wyprowadzeniu pęcherzyków powietrza, schwytyanych podczas procesu mieszania. Wielkość i struktura porów w betonie zależy m.in. od stosunku w/s i zawartości zaczynu w mieszance oraz od rodzaju i ilości domieszek a także temperatury mieszanki. Jak wskazują przeprowadzone przeze mnie badania [20, 52, 53, 55, 57, 58, 59, 71, 73,74,75], mogą one się zmieniać w zakresie istotnie wpływającym na wielkość i strukturę porowatości betonu samozagęszczalnego, w szczególności celowo napowietrzonego. W wyniku samozagęszczenia się mieszanki, charakterystyka porowatości ulega zasadniczej zmianie, zależnej od właściwości reologicznych mieszanki (głównie lepkości) oraz siły wyporu hydrostatycznego, proporcjonalnej do wielkości porów (pęcherzyków) powietrznych w mieszance.

Analiza wyników publikowanych w światowej literaturze oraz kolejnych przeprowadzonych przeze mnie badań [14, 21, 29, 30, 37, 38, 60, 61, 72] wykazała, że proces samozagęszczenia się mieszanki betonowej nie jest procesem dobrze poznanym i szczególnie zależy od właściwości reologicznych mieszanki betonowej. Ponadto, o efekcie samozagęszczenia, czy też możliwości zachowania stabilności napowietrzenia mieszanki betonowej decydują jej właściwości reologiczne. Właściwości te w głównej mierze kształtowane są w technologii betonu samozagęszczalnego przez superplastyfikatory. Jednak, jak wykazały to wyniki moich badań, niektóre rodzaje superplastyfikatorów nie sprzyjają efektywnemu samozagęszczeniu się mieszanki betonowej, powodując nadmierną zawartość powietrza w mieszance, i co ważniejsze, w stwardniałym betonie. Na podstawie rezultatów szeregu badań, dotyczących samozagęszczalnych mieszanek betonowych, stwierdziłam zbyt dużą zawartość powietrza w ich objętości, które było wynikiem ubocznego działania superplastyfikatora, pomimo tego, iż spełniły one kryteria samozagęszczalności (tj. samoodpowietrzania). Ponadto, cząsteczki superplastyfikatora powinny tak modyfikować powierzchnię cząstek stałych, aby zachować jej hydrofilowy charakter, ponieważ pęcherzyki powietrza mogą przyłączać się tylko do powierzchni hydrofobowych. Nadmierna zawartość w SCC występowała, mimo tego, że mieszanka samozagęszczalna spełniła kryteria ujęte w europejskich wytycznych oraz w normach jej dotyczących, m.in. w PN-EN 12350-8:2012P i PN-EN 12350-10:2012P. Zagadnienie to było przeze mnie analizowane m.in. w pracach ujętych w bazie Web of Science [1, 2, 3, 4, 7, 18] oraz w pracach [21, 27, 28, 34, 35, 39, 41, 42, 45, 57, 58, 61, 73, 74, 75, 79]. Niecelowe „napowietrzenie” stwardniałego betonu, w pewnych przypadkach wynoszące aż 8%, jak powszechnie wiadomo, negatywnie wpływa na parametry mechaniczne. Problem zbyt dużej zawartości powietrza staje się tym istotniejszy, im projektowana klasa betonu jest wyższa. W efekcie, mechaniczne parametry betonu ulegają znacznemu pogorszeniu. Natomiast wpływ „napowietrzenia” na mrozoodporność SCC jest zmienny, ponieważ zależy od rodzaju zastosowanego superplastyfikatora i wynikowej charakterystyki porowatości [24, 36]. Zgodnie z definicją zawartą w PN-EN 480-11 por powietrzny to „przestrzeń otoczona zaczynem cementowym, wypełniona powietrzem lub innym gazem wprowadzonym przed związaniem zaczynu”. Definicja ta nie odnosi się jednak do porów o wymiarach submikroskopowych zwanych porami żelowymi. Norma ASTM C 457 zawiera podobną definicję, stwierdzając, iż pory

powietrzne charakteryzują się średnicą większą niż 2 μm . Definicje te dotyczą zarówno porów utworzonych przypadkowo w betonie (*ang. entrapped air voids*), jak i porów pochodzących od napowietrzenia (*ang. entrained air voids*). Norma ASTM C 125 rozróżnia te pory i precyzuje, że pory powietrzne schwyte przypadkowo w betonie mają średnicę powyżej 1 mm oraz nieregularny kształt, natomiast typowa średnica porów pochodzących od napowietrzenia mieści się w przedziale 10÷1000 μm , a kształt tych porów zbliżony jest do sferycznego. Analiza rezultatów badań prowadzonych przez mnie dowodzi, że wielkość jak i rozmieszczenie porów w betonie samozagęszczalnym istotnie zależą od rodzaju superplastyfikatora. W przypadku niektórych superplastyfikatorów struktura porowatości SCC bardzo przypomina charakterystykę porowatości będącą efektem działania domieszki napowietrzającej. Jednak pory pochodzące od działania superplastyfikatora charakteryzują się znacznie większymi średnicami niż pory powstałe w wyniku oddziaływania domieszki napowietrzającej. Co więcej, rodzaj superplastyfikatora istotnie wpływa na efektywność działania domieszki napowietrzającej. Wyniki tych badań analizowałam m.in. w publikacjach [41, 57, 61, 68, 73, 74, 75, 76, 79, 80]. Dokonane obserwacje skłoniły mnie do pogłębienia wskazanych problemów badawczych i ukierunkowały dalszą drogę mojej pracy naukowo-badawczej.

Odporność betonów wysokowartościowych (z *ang. High-Performance concrete, HPC*), w tym samozagęszczalnych, na działanie mrozu jest wciąż zagadnieniem nierozstrzygniętym. Są autorzy, którzy uważają, że HPC o wytrzymałości 80 MPa są odporne na działanie mrozu i środków odładzających bez stosowania domieszek napowietrzających, głównie ze względu na mały stosunek $w/c = 0,25-0,30$. Z drugiej strony ci sami autorzy sugerują używanie domieszek napowietrzających „na wszelki wypadek”. W przypadku betonów narażonych na cykliczne zamrażanie i rozmrażanie wymagania odnośnie parametrów porów powietrznych w klasie XF1–XF4 są wyszczególnione w normach: europejskiej EN 206-1, (z 2003 roku), austriackiej ÖNORM B 4710-1 (z 2002 roku), duńskiej DSTR. 2426 (z 2004 roku), niemieckiej DIN 1045-2 (wydanej w 2001 roku), polskiej PN-B-06265 „Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” (uchwalonej w 2004 roku). Według polskiej normy PN-B-06265 wyniki pomiarów zawartości powietrza w napowietrzanej mieszance betonowej powinny się mieścić w granicach od 3,5% do 9%. W normie duńskiej i austriackiej wprowadzono szczegółowe wymagania dotyczące mikrostruktury porów powietrznych w betonie, określane przy użyciu metody badań według PN-EN 480-11. Szczegółowe wymagania dotyczą maksymalnego wskaźnika rozmieszczenia porów \bar{L} i minimalnej zawartości powietrza w stwardniałym betonie lub minimalnej zawartości mikroporów A_{300} i maksymalnego wskaźnika rozmieszczenia porów \bar{L} . W normie duńskiej występuje alternatywne wymaganie z uwagi na „dobrą” odporność betonu na złuszczenia powierzchniowe, badaną, uznawaną za najlepszą, metodą Boraas (na której bazuje też prEN 12390-9:2002). Wymagania właściwej struktury napowietrzenia i wymaganie dobrej odporności na złuszczenia powierzchniowe są tu traktowane zamiennie. Niemiecka norma DIN 1045-2 nie zawiera szczegółowych wymagań odnośnie struktury porów w betonie napowietrzonym, ale wymagana zawartość powietrza w mieszance betonowej zmienia się od 3,5% do 5,5% w zależności od uziarnienia kruszywa. Do tej pory, obowiązywały wytyczne Niemieckiego Federalnego Ministerstwa Komunikacji dotyczące nawierzchni dróg (ZTV Beton-StB 01). Zarówno w wersji wytycznych z 2001 roku, jak też w wersji poprzedniej z roku 1993, wymagania dotyczące betonu nawierzchniowego napowietrzonego przy równoczesnym stosowaniu domieszki napowietrzającej i uplastyczniającej, czy też upłynniającej, dotyczą wskaźnika rozstawu porów $\bar{L} \leq 0,20$ mm oraz zawartości mikroporów

$A_{300} \geq 1,5\%$. W przypadku, gdy zawartość mikroporów $A_{300} \geq 1,8\%$ dopuszcza się obniżenie wymaganej zawartości powietrza w mieszance betonowej z 5,0% do 4,0%. Uprzednio wymienione wymagania normowe, nie ujmują wytycznych wobec powierzchni właściwej porów, a przecież to także ważny parametr charakterystyki napowietrzenia, kształtujący mrozoodporność betonu. Według monografii *A.M. Neville'a* powierzchnia właściwa porów powinna kształtować się na poziomie $16-24 \text{ mm}^{-1}$. Normowe wymagania określonego rozkładu porów powietrznych w stwardniałym betonie stosowane są także w niektórych stanach USA i w Kanadzie. Wskazania ACI ograniczają wartość wskaźnika rozstawu porów do wartości 0,20 mm. Natomiast norma kanadyjska A23.1 CSA wymaga, aby dla betonów zwykłych średnia wartość wskaźnika rozstawu porów nie przekraczała 230 μm . Obecnie przesunięto ta wartość do 260 μm .

Analiza wyników badań prowadzonych przez mnie dowiodła, że beton samozagęszczalny jest mrozoodporny mimo tego, iż parametry porów powietrznych, szacowanych według PN-EN 480-11, są odmienne od zaleceń wymienionych uprzednio norm. Zdawałam sobie sprawę, że dokonane spostrzeżenie może być poniekąd kontrowersyjne. Nie zamierzałam podważać teorii „ciśnienia hydraulicznego” stworzonej przez *Powersa*, lecz zamierzałam określić praktyczne wartości parametrów porów powietrznych mrozoodpornego SCC w zależności od jego rodzaju. W tym celu podjęłam liczne badania, których rezultaty prezentuje m.in. w publikacjach ujętych w bazie Web of Science [23, 26, 17, 18] oraz w pozostałych publikacjach [31, 32, 39, 44, 53, 54, 55, 70, 77, 80]. Rezultaty tych badań wskazują, że beton samozagęszczalny, zarówno zwykły jak i wysokowartościowy, są mrozoodporne, mimo niespełnienia zaleceń normowych względem porów powietrznych.

Niecelowe „napowietrzenie” poza spodziewaną redukcją wytrzymałości SCC, powodowało także inne negatywne efekty, m.in. względem urabialności samozagęszczalnej mieszanki betonowej, co zostało przedstawione w pracach [30, 60, 66, 72].

Negatywne skutki w odniesieniu do wytrzymałości SCC, były porównywalne do tych, jakie powoduje domieszka napowietrzająca (z *ang.* *Air-Entraining Admixture, AEA*). W związku z tym podjęłam się wyjaśnić, co jest przyczyną ubocznego działania niektórych superplastyfikatorów nowej generacji. Wyniki badań, których rezultaty prezentuję w publikacjach [23, 38, 39, 57, 58, 59, 73], pokazały, że przyczyną ubocznego działania niektórych superplastyfikatorów jest m.in. ich wpływ na napięcie powierzchniowe fazy ciekłej zaczynu cementowego. Ponadto, efekt ten potęguje się wraz ze wzrostem temperatury mieszanki betonowej. W kolejnych etapach moich badań podjęłam się opracowania metody mającej na celu zminimalizować uboczny efekt działania superplastyfikatorów. W tym celu zastosowałam nowatorską metodę obniżenia nadmiernej zawartości powietrza, lub jej przeciwdziałania, przy wykorzystaniu domieszek przeciwpieniących, niestosowanych powszechnie w technologii betonu samozagęszczalnego. Analiza wyników przeprowadzonych badań dowiodła, że domieszki przeciwpieniące (z *ang.* *Anti-Foaming Admixture; AFA*) skutecznie redukują niecelową zawartość powietrza w SCC. Co więcej, nie powodują istotnego pogorszenia mrozoodporności i wytrzymałości SCC. Rezultaty badań były opublikowane w czasopismach i na konferencjach znajdujących się w bazie Web of Science [3, 29, 32, 33, 15, 16, 17, 18] oraz w innych międzynarodowych publikacjach [24, 25, 26, 62, 76, 78].

W wypadku SCC napowietrzanie mieszanki, i co za tym idzie, uzyskanie odpowiednich parametrów struktury porowatości, jest problematyczne z uwagi na proces samozagęszczania mieszanki. Ze względu na znaczną płynność takiej mieszanki znajdujące się w niej pęcherzyki powietrza mogą ulec destabilizacji. Destabilizacja może objawiać się

trzema zjawiskami, oddzielnie lub łącznie, to jest ucieczką części dużych pęcherzyków w trakcie transportu i układania mieszanki betonowej, znikaniem drobnych pęcherzyków, o wymiarach $< 10 \mu\text{m}$, w wyniku rozpuszczania się powietrza w wodzie oraz łączeniem się małych pęcherzyków w większe, co powoduje zwiększenie rozstawu porów. Z uwagi, że zarówno niepowierzona, jak i nienapowietrzona samozagęszczalna mieszanka betonowa charakteryzują się w pewnych przypadkach podatnością na segregację stosowane są domieszki stabilizujące lepkość (z ang. *Viscosity Modifying Admixture, VMA*). W związku z tym, w przypadku SCC nienapowietrzonego i celowo napowietrzonego mogą jednocześnie występować odpowiednio domieszki: SP, VMA, AFA jak i AEA. W przypadku napowietrzonego SCC stosowane są SP i AEA oraz w razie konieczności VMA. Natomiast w przypadku nienapowietrzonego SCC stosowane są przede wszystkim superplastyfikatory (SP) oraz, jeżeli występuje segregacja, domieszki stabilizujące lepkość (VMA). Celem przeciwdziałania nadmiernej zawartości powietrza w SCC można stosować domieszki przeciwpieniące (AFA). Nie zbadano dotychczas, czy efekty modyfikacji SCC, przy odpowiednio równoczesnym wykorzystaniu różnego rodzaju uprzednio wymienionych domieszek, nie są obojętne względem właściwości mechanicznych i trwałości betonu samozagęszczalnego zwykłego [23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 33, 36, 40] wysokowartościowego (HPSCC) [34, 35, 36] jak i bardzo wysoko wartościowego (VHPSCC) [81]. Prace badawcze w wymienionym zakresie nie były dotychczas prowadzone. Analiza wyników moich badań pozwoliła na oszacowanie praktycznej wartości wskaźnika rozstawu porów mrozoodpornego, modyfikowanego domieszkami SCC, HPSCC i VHPSCC. Dowiodłam, że w przypadkach modyfikacji SCC wartość wskaźnika rozstawu porów może wynosić znacznie więcej niż to dopuszczają europejskie i amerykańskie normy, co zapewnia mu odporność na 300 cykli zamrażania i odmrażania oraz niezmienną wartość współczynnika trwałości *DF (Durability Factor)*. Natomiast, zalecenia względem parametrów porów powietrznych według norm gwarantują odporność mrozową SCC w obecności soli odladzających. W przypadku HPSCC i VHPSCC, odpowiednio modyfikowanego domieszkami, znacznie większa od wartości normowych wartość wskaźnika rozstawu porów gwarantuje im odporność na cykliczne zamrażanie-odmrażanie bez i w obecności soli odladzających [83]. Należy jednak podkreślić, że uzyskane wyniki są słuszne tylko dla zastosowanych rodzajów domieszek i ich kombinacji. Analiza wyników moich badań dowiodła, że najważniejszym wpływem spośród analizowanych domieszek na mrozoodporność i wytrzymałość SCC, przy zachowaniu niezmienności rodzaju i proporcji głównych jego składników, charakteryzuje się rodzaj superplastyfikatora [7]. Nie bez znaczenia dla mrozoodporności SCC jest także rodzaj VMA i AFA. W zależności od rodzaju i kombinacji zastosowanych domieszek uzyskujemy beton samozagęszczalny mrozoodporny, lub też nie. Analiza wyników badań przeprowadzanych przeze mnie udowodniła, że rodzaj domieszek jest ważny także ze względu, na jakość mikrostruktury SCC [81]. Najważniejszym wpływem w tym zakresie charakteryzuje się ponownie superplastyfikator. Wybrane wyniki tych badań zawarłam w publikacjach [45, 81, 82, 83]. Ponadto, analizowane domieszki nie są bez znaczenia ze względu na ciepło hydratacji SCC, i co za tym idzie, mogą znacząco wpływać na cechy dojrzewającego betonu. Najważniejszym wpływem w tym zakresie charakteryzuje się rodzaj superplastyfikatora, następnie domieszka przeciwpieniąca.

Przeprowadzone przeze mnie badania dowiodły, że projektowanie mrozoodpornego betonu samozagęszczalnego powinno być poprzedzone rzetelnym badaniem kompatybilności domieszek, również ze względu na ich wpływ na zawartość powietrza. Należy pamiętać także, że efekty działania domieszek, lub ich układów, bardzo istotnie zależą

od temperatury mieszanki betonowej. Analiza moich badań wykazała między innymi, że wpływ superplastyfikatora na zawartość powietrza w samozagęszczalnej mieszance betonowej bardzo istotnie zależy od temperatury. Wraz ze wzrostem temperatury potęguje się uboczny efekt „napowietrzający” superplastyfikatora. Pozostałe efekty działania domieszek zostały opisane w publikacjach [43, 47].

Jednym z celów moich badań była także weryfikacja skuteczności szacowania charakterystyki porowatości betonu samozagęszczalnego modyfikowanego odpowiednio domieszkami AFA, VMA i AEA za pomocą urządzenia AVA (Air Void Analyser). Wyniki badań, publikowane w czasopiśmie [11] z listy Web of Science, dowiodły, że w przypadku zwykłej mieszanki samozagęszczalnej, z powodu znacznej płynności mieszanki i związanych z tym właściwości reologicznych, nie można w każdym przypadku zastosować tego urządzenia do prognozowania charakterystyki porowatości, tak jak to ma miejsce w przypadku mieszanki betonu zwykłego.

Efektom moich badań są m.in. 21 publikacji ujętych w bazie Web of Science [1-18; 81-83] oraz publikacje [21-45; 52-62; 70-83]. W wyniku przeprowadzonych badań określiłam podstawy do racjonalnego kształtowania struktury porowatości betonów samozagęszczalnych modyfikowanych domieszkami ze względu na wytrzymałość i mrozoodporność.

Wyniki moich dotychczas opublikowanych badań przedstawiłam w osiemdziesięciu publikacjach, których spis zawarłam w załączniku nr 3. Wśród zgłoszonych publikacji, 21 głównie indywidualne publikacje znajdują się w bazie Web of Science. Indeks Hirscha za 12 wpisanych już do bazy i cytowanych publikacji w bazie *Web of Science* (WoS) wynosi 3. Dziesięć publikacji, jak również brakujące cytowania publikacji znajdujących się już w bazie WoS, oczekują na wpis do tej bazy. Według bazy SCOPUS mój Indeks Hirscha za 16 wprowadzonych już do tejże bazy publikacji wynosi 4 (**h-index = 4**).

Do moich osiągnięć naukowych należą także liczne recenzje artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie *Web of Science*, na przykład *ACI Structural and Materials*, *Journal of Civil Engineering and Management*, *Construction & Building Materials*.

3. Podstawa wystąpienia z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

Jednotematyczny cykl publikacji, który uznałam za podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, pt.: **Pierwszorzędne i drugorzędne efekty modyfikacji betonu samozagęszczalnego za pomocą wybranych domieszek w aspekcie jego wytrzymałości i mrozoodporności**, zamieszczam poniżej. Wybór zawiera 18 opublikowanych publikacji stanowiących cykl monotematyczny, głównie indywidualnych, uporządkowanych w kolejności chronologicznej, z podaniem numeru pozycji w wykazie opublikowanych prac naukowych (zał. 3 do wniosku):

1. Szwabowski J., Łązniewska-Piekarczyk B.: **Znaczenie parametrów struktury porowatości samozagęszczalnego betonu odpornego na mróz**, *Cement Wapno Beton*, nr 3/2008, str. 155-165. Impact Factor: 0.183. Poz. 1.
2. Szwabowski J., Łązniewska-Piekarczyk B.: **Zwiększenie napowietrzenia mieszanki pod wpływem działania superplastyfikatorów karboksylowych**, *Cement Wapno Beton*, nr 4/2008, str. 205-215. Impact Factor: 0.183. Poz. 2.

3. **Łązniewska-Piekarczyk B.: Wpływ rodzaju superplastyfikatora i domieszek przeciwpieniących na napowietrzenie i właściwości samozagęszczalnej mieszanki betonowej**, Cement Wapno Beton 3/2009, str. 133-147. Impact Factor: 0.183. Poz. 3.
4. Szwabowski J., **Łązniewska-Piekarczyk B.: Air-entrainment problem in self-compacting concrete**, Journal of Civil Engineering and Management International Research and Achievements, Vilnius: Technika, Vol 15, No 2, June 2009, s. 137–147. Impact Factor: 2.171. Poz. 4.
5. **Łązniewska-Piekarczyk B., Influence of anti-foaming admixture on the properties and porosity characteristic of self-compacting concrete**, 6th International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete; 4th North American Conference on the Design and Use of SCC., , Vol. 2. Eds, K.H. Khayat, D. Feys, Montreal, Canada 26-29 September 2010, str. 309-318. Poz. 16.
6. **Łązniewska-Piekarczyk B., Influence of high range water reducer based on polycarboxylic ether and anti-foaming admixture on properties of self-compacting mortar**, 6th International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete; 4th North American Conference on the Design and Use of SCC., Eds, K.H. Khayat, D. Feys, 26-29 September 2010, Montreal, Canada, str. 355-363. Poz. 17.
7. **Łązniewska-Piekarczyk B.: Wpływ domieszki przeciwpieniącej na właściwości mieszanki betonowej oraz wytrzymałość i mrozoodporność SCC.** Cement Wapno Beton, nr 3/2010, str. 164-168. Impact Factor: 0.183 /Artykuł nagrodzony przez Fundację Cement Wapno Beton, jako najlepszy artykuł młodego autora w 2010 roku opublikowany w czasopiśmie Cement Wapno Beton/. Poz. 5.
8. **Łązniewska-Piekarczyk B.: Wpływ domieszek stabilizujących lepkość (DSL) na właściwości samozagęszczających się zapraw i betonów**, Cement Wapno Beton, nr 1/2011, str. 44-51. Impact Factor: 0.183. Poz. 6.
9. **Łązniewska-Piekarczyk B. The influence of selected new generation admixtures on the workability, air-voids parameters and frost-resistance of Self Compacting Concrete**, Construction and Building Materials 2012; vol. 31, str.: 310–319. Impact Factor: **2.293**. Poz. 7.
10. **Łązniewska-Piekarczyk B., Szwabowski J.: Anti-foaming admixture (AFA) and its influences on the properties of a fresh self-compacting concrete mix**, Journal of Civil Engineering and Management. 2012 Volume 18(2): 151–157. Impact Factor: 2.171. Poz. 8.
11. **Łązniewska-Piekarczyk B., Szwabowski J.: The Influence of the Type of Anti-Foaming Admixture and Superplasticizer on the Properties of Self-Compacting Mortar and Concrete**, Journal of Civil Engineering and Management, Volume 18, Issue 3, 2012, 408-415. Impact Factor: 2.171. Poz. 9.
12. **Łązniewska-Piekarczyk B., The type of air-entraining and viscosity modifying admixtures and porosity and frost durability of high performance self-compacting**

concrete, Construction and Building Materials Volume 40, March 2013, Pages 659–671. Impact Factor: 2.293. Poz. 10.

13. **Łaźniewska-Piekarczyk B., Examining the possibility to estimate the influence of admixtures on pore structure of self-compacting concrete using the Air Void Analyser**, Construction and Building Materials Volume 41, April 2013, Pages 374–387. Impact Factor: 2.293. Poz. 11.
14. **Łaźniewska-Piekarczyk B., The influence of admixtures type on the air-voids parameters of non-air-entrained and air-entrained high performance SCC**, Construction and Building Materials, Volume 41, April 2013, Pages 109–124. Impact Factor: 2.293. Poz. 12.
15. **Łaźniewska-Piekarczyk B., Znaczenie parametrów porów powietrznych w przypadku betonu eksploatowanego w warunkach XF**, Cement Wapno Beton, nr 3/2013, str. 160-168. Impact Factor: 0.183. Poz. 13.
16. **Łaźniewska-Piekarczyk B., The influence of chemical admixtures on cement hydration and mixture properties of very high performance self-compacting concrete**, Construction and Building Materials. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.07.072. Impact Factor: 2.293. Poz. 81.
17. **Łaźniewska-Piekarczyk B., Effect of viscosity type modifying admixture on porosity, compressive strength and water penetration of High Performance Self-compacting Concrete**, Construction and Building Materials. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.07.076. Impact Factor: 2.293. Poz. 82.
18. **Łaźniewska-Piekarczyk B., The frost resistance versus air voids parameters of High Performance Self-Compacting Concrete modified by non-air-entrained admixtures**, Construction and Building Materials. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2013.07.080. Impact Factor: 2.293. Poz. 83.

Wszystkie zestawione wyżej publikacje znajdują się w bazie **Wos of Science** a czasopisma należą do części A wykazu czasopism naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor (IF) - czasopisma znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR) wg załącznika do komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 grudnia 2012 r.

4. Główny cel badań naukowych i najważniejsze osiągnięcia

Głównym celem moich analiz naukowych była ocena wpływu rodzaju domieszek i ich układów występowania na właściwości betonów samozagęszczalnych. Badania dotyczyły trzech typów betonów samozagęszczalnych: zwykłych, wysokowartościowych i bardzo wysokowartościowych, które jeszcze nie są na większą skalę stosowane na świecie z uwagi na istotne problemy z ich wytwarzaniem. Problemy te są spowodowane m.in. zmiennym wpływem domieszek, w zależności od ich rodzaju, na właściwości mieszanki betonowej,

a także dojrzałego betonu. Niewłaściwie dobrane domieszki, m.in. wskutek braku sprawdzenia ich kompatybilności, powodują niekorzystne i trudne do przewidzenia efekty z punktu widzenia cech mechanicznych i trwałości betonu, w tym samozagęszczalnego. Wychodząc naprzeciw występującym problemom, w uzyskaniu nienapowietrzonego i napowietrzonego betonu samozagęszczalnego o odpowiednich parametrach mechanicznych i trwałości, podjęłam odpowiednie badania. W badaniach analizowałam wpływ różnych rodzaju domieszek upłynniających, stabilizujących lepkość, przeciwpieniących oraz napowietrzających na właściwości wytrzymałościowe, mrozoodporność betonu i właściwości mieszanki betonowej. Analizowałam także wpływ wymienionych domieszek i różnych ich układów na kinetykę ciepła hydratacji zaczynu oraz jakość mikrostruktury. Ocena wpływu rodzaju domieszek na właściwości mieszanki betonowej przeprowadzona została także w układzie zmiennych temperatur. Analiza wyników badań wykazała, że modyfikacja SCC, HPSCC i VHPSCC za pomocą domieszek istotnie wpływa na właściwości mieszanki betonowej jak i stwardniałego betonu, ale nie w każdym przypadku w sposób zamierzony i korzystny. Zarówno rodzaj SP, jak i rodzaj VMA, AFA i AEA oraz kombinacja ich występowania, istotnie wpływają na urabialność, zmianę urabialności w czasie SCC jak i na charakterystykę pęcherzyków powietrza. W przypadku niektórych rodzajów SP następuje znaczne zwiększenie zawartości powietrza w mieszance betonowej. Wobec tego zasadne jest uzupełnienie testu kompatybilności SP z cementem o badania jego wpływu na zawartość powietrza. Konieczność przeprowadzenia rozszerzonego testu kompatybilności dotyczy także AEA, VMA oraz AFA z uwagi na to, że niektóre rodzaje domieszek, lub dane kombinacje występowania, mogą powodować nieoczekiwane zmiany właściwości mieszanki i stwardniałego SCC. Ponadto, konieczne jest sprawdzenie ich wzajemnej kompatybilności w danym betonie, co ważne, w przewidywanych warunkach jego wykonania.

Analiza uzyskanych wyników badań wskazuje, że beton samozagęszczalny jest mrozoodporny mimo tego, iż parametry struktury porowatości są odmienne od zaleceń normowych względem nich proponowanych. Nie stwierdzono też zadowalającej korelacji między wynikami oznaczenia parametrów porów powietrznych a wynikami badania mrozoodporności SCC i HPSCC. Dopuszczalne wartości parametrów struktury porowatości zależą głównie od rodzaju betonu samozagęszczalnego, ale także od rodzaju zastosowanych domieszek.

Kolejnym z celów badań była weryfikacja możliwości prognozowania charakterystyki napowietrzenia dojrzałego betonu samozagęszczalnego na podstawie badania charakterystyki napowietrzenia mieszanki betonowej, co pozwoliłoby na uniknięcie nieprzewidywanych wpływów domieszek m.in. na mrozoodporność SCC. Wyniki prowadzonych badań dowiodły, że rodzaj betonu samozagęszczalnego (zwykły, wysokowartościowy, bardzo wysokowartościowy), właściwości reologiczne mieszanki, czy też rodzaj zastosowanych domieszek decydują o wiarygodności oznaczenia parametrów porów powietrznych przy pomocy urządzenia Air Void Analyser (AVA).

Najważniejsze moje osiągnięcia badawcze to:

- weryfikacja wytycznych normowych odnośnie samozagęszczalności mieszanki betonowej,
- ustalenie wpływu rodzaju domieszek i ich kombinacji na właściwości reologiczne samozagęszczalnej mieszanki betonowej oraz zmienność w czasie tych właściwości,
- ocena wpływu domieszek na stabilność napowietrzenia samozagęszczalnej różnego rodzaju mieszanki betonowej,

- oznaczenie wpływu temperatury na efekty pierwszorzędne i drugorzędne działania domieszek w przypadku samozagęszczalnej mieszanki betonowej,
- sprawdzenie możliwości prognozowania wpływu domieszek na charakterystykę porowatości różnego rodzaju stwardniałego betonu samozagęszczalnego na podstawie badania parametrów napowietrzenia przy wykorzystaniu urządzenia Air Void Analyser,
- ustalenie wpływu rodzaju domieszek na parametry porów powietrznych różnego rodzaju betonu samozagęszczalnego,
- sprawdzenie zależności między mrozoodpornością różnych betonów samozagęszczalnych a parametrami porów powietrznych,
- weryfikacja wytycznych normowych względem wartości parametrów struktury porowatości mrozoodpornego betonu samozagęszczalnego,
- określenie wpływu domieszek na wytrzymałość, ciepło hydratacji i mikrostrukturę różnego rodzaju betonu samozagęszczalnego.

Beata Łażnanka-Pickanzyk