

Fot. 1. Gotowe widownie stadionu zabezpieczone powłokami żywicznymi Sikafloor



fot. Archiwum

System prefabrykacji stadionu piłkarskiego w Poznaniu

1. Wstęp

Organizacja Mistrzostw Europy w piłce nożnej EURO 2012 wymogła na nas wybudowanie nowych stadionów piłkarskich. Stadiony te muszą być nowoczesnymi obiektami sportowymi, zgodnymi z wymaganiami UEFA. Takich dotychczas w Polsce nie posiadaliśmy. Jako pierwszy zaczął być budowany stadion piłkarski „Lech Poznań” w Poznaniu, jeszcze przed ogłoszeniem zwycięstwa w ubieganiu się o organizację mistrzostw. Podobnie jak Stadion Narodowy czy stadion Wisły Kraków, poznański stadion stawiany jest w miejscu stadionu istniejącego. Pozostałe stadiony (w Gdańsku i we Wrocławiu) budowane są od podstaw w nowych lokalizacjach. Przyjęta dla wszystkich obiektów piłkarskich EURO 2012 konstrukcja to żelbetowa, prefabrykowana konstrukcja trybun oraz stalowa konstrukcja dachu. Zakłady prefabrykacji elementów żelbetowych, chcąc sprostać wymogom projektowym, technologicznym, a także ekonomicznym, zmuszone zostały do wprowadzenia nowych technologii betonowych oraz uruchomienia produkcji elementów dotychczas w Polsce nieprodukowanych.

Inwestorzy i projektanci wymagają od producenta wyrobu o wysokich parametrach trwałości, wysokiej estetyce aż do betonów architektonicznych, w jednostkowej produkcji, skomplikowanym kształcie, dużych gabarytach, na dodatek dostarczanych szybko na plac budowy. Oczekiwana jest ponadto możliwość takiego systemu montażu tych elementów, który pozwoli na łatwy demontaż elementu w przypadku rozbudowy czy rozbiórki obiektu. Wszystkie te uwarunkowania powodują, że konieczne jest stosowanie betonów coraz to wyższych klas oraz projektowanie betonów o bardzo niskich wskaźnikach w/c. Beton o takich parametrach produkowany w tradycyjnych technologiach jest niezmiernie trudny do ułożenia w prefabrykacji, a co za tym idzie do uzyskania oczekiwanych wyżej opisanych efektów.

Pojawienie się nowych technologii betonu, takich

jak technologia betonów samozagęszczalnych oraz betonów prawie samozagęszczalnych, oraz nowej generacji superplastyfikatorów znakomicie ułatwiło technologię produkcji prefabrykatów w jakości gwarantującej dotrzymanie wymaganych parametrów technicznych. Przykłady wykorzystania tych technologii do produkcji elementów prefabrykowanych, a także wnioski z procesu produkcji, jakie wynikają z doświadczeń producenta elementów prefabrykowanych poznańskiego stadionu są tematem niniejszego opracowania.

2. Koncepcja budowy stadionu Lech Poznań w Poznaniu

Poznański Stadion Lecha powstaje w miejscu dotychczasowego obiektu, którego widownia została umieszczona na wale ziemnym w planie litery „U”. Jako pierwsza powstała tzw. trybuna IV – zamknięcie litery „U”. Już po jej wybudowaniu i zadaszeniu okazało się, że staliśmy się organizatorami EURO 2012. Wywołało to konieczność przeprojektowania stadionu do wymogów mistrzostw.

Przyjęta koncepcja budowy to wylewana na mokro część fundamentowa poszczególnych trybun i część obsługowa stadionu oraz prefabrykowana, betonowa konstrukcja widowni. Konstrukcja dachu została utrzymana jako konstrukcja stalowa pokryta membraną dachową.

3. Beton prawie samozagęszczalny ASCC zastosowany do produkcji prefabrykatów

Beton prawie samozagęszczalny powinien posiadać bardzo wysoką ciekłość (fot. 2), ale do odpowietrzenia i zagęszczenia wymaga wzbudzenia i wibracji tradycyjnymi technikami (wibrator wgłębny, przyczepny czy wibracja całym stołem formierskim). Okres wibracji jest zdecydowanie krótszy niż w betonach tradycyjnych, często na poziomie 5-7 sekund.

Ze względu na mniej skomplikowany proces projektowania oraz łatwiejszą produkcję i wbudowanie



fot. Archiwum

Fot. 2. Pomiar rozplywu na stoliku wstrząsowym



fot. Archiwum

Fot. 3. Prefabrykat bezpośrednio po rozformowaniu

betonu, technologia ASCC jest zalecana do wdrożenia w zakładach prefabrykacji, które dotychczas produkowały betony tradycyjne.

Nieodłącznym składnikiem tej technologii są domieszki nowej generacji, w tym wypadku upłynniacze oparte na bazie polimerowej.

Mieszanka betonowa, którą możemy zakwalifikować jako prawie samozagęszczalną, musi posiadać konsystencję ciekłą (rozpływ ok. 56 cm) bez skłonności do segregacji czy też wydzielania wody.

Konsystencja ta winna utrzymywać się wystarczająco długo, aby umożliwić właściwe wypełnienie formy betonem z przeznaczeniem na prefabrykaty i uzyskanie wymaganych parametrów wytrzymałościowych, szczególnie w zakresie wytrzymałości wczesnych określanych w okresach kilkugodzinnych, maksymalnie do 16 godzin, a także wytrzymałości 28-dniowych. Ponadto beton musi uzyskać wszystkie inne parametry, jakie przed nim stawia projektant (trwałość, wodoszczelność, mrozoodporność, nasiąkliwość, odporność na działanie czynników agresywnych itp.).

Mając za zadanie wyprodukowanie skomplikowanych konstrukcyjnie cienkościennych elementów elewacyjnych z „surowego” betonu, użyto mieszanki betonowej zaprojektowanej w sposób uwzględniający powyższe właściwości. Założeniem było uzyskanie jednorodnej mieszanki betonowej o ciekłej konsystencji, niewykazującej tendencji do segregacji, podatnej na odpowietrzanie się pod własnym ciężarem, czyli betonu w technologii ASCC. Aby tego dokonać, konieczne było zastosowanie upłynniacza na bazie polimerów serii Sika ViscoCrete, dzięki któremu możliwe było uzyskanie wysokiej wczesnej wytrzymałości oraz doskonałej urabialności przy znacznej redukcji ilości wody zarobowej.

Proces projektowania betonu przebiega tak jak dla betonów tradycyjnych, zarówno co do metod projektowych jak i do doboru składników betonu, z wyjątkiem konieczności umiejętnego dobrania upłynniacza nowej generacji.

Uzyskanie dobrego wyniku produkcyjnego, czyli betonu posiadającego wymagane cechy w stanie świeżym i stwardniałym, wymaga w procesie produkcji zachowania wielu dodatkowych wymagań. Niektóre z nich to:

- bardzo dokładne dozowanie składników betonu
- szczególna kontrola ilości wprowadzanej wody do betonu (dozowana bezpośrednio, woda z domieszki, woda zawarta w kruszywach)
- czystość i jednorodność dostarczanych partii kruszyw, szczególnie piasku
- odpowiednio długi czas mieszania w mieszalniku betoniarki konieczny do pełnej aktywizacji domieszki upłynniającej
- doboru właściwych parametrów pomp dozujących upłynniacz z uwagi na jego lepkość
- zakazu rozcieńczania upłynniaczy nowych generacji z uwagi na utratę stabilizacji ich składu
- ciągłej kontroli dostarczanych dodatków mineralnych
- ciągłego dozoru laboratoryjnego
- przeszkolonego zespołu produkującego i układającego beton.

W efekcie zapewnienia powyższych wymagań otrzymujemy bardzo dobrej jakości beton, o ciekłej



fot. Archiwum

konsystencji, wymagający bardzo ograniczonego zagęszczenia, z szybkim przyrostem wytrzymałości wczesnej, a po rozformowaniu dobrej jakości powierzchni zewnętrznej betonu.

Fot. 4. Gotowe płyty audytorijne

4. Produkcja prefabrykowanych płyt audytorijnych z zastosowaniem technologii betonu ASCC

Jeden z największych w kraju producentów prefabrykowanych elementów żelbetonowych, firma PE-KABEX BET w Poznaniu, otrzymała zamówienie na wykonanie serii betonowych prefabrykatów dla Stadionu Lech Poznań z betonu klasy C 50/60. Stosowana technologia umożliwia rozformowywanie elementów po 12 godzinach od zabetonowania.

Technologiczne wyposażenie zakładu produkcyjnego jest bardzo nowoczesne, zakład posiada własne laboratorium budowlane i dobrze wyszkoloną załogę. Umożliwiło to podjęcie decyzji o wykonaniu tych elementów w technologii ASCC. Dodatkowym wymogiem było niepodniesienie kosztu produkcji betonu.

4.1. Wymagane parametry mieszanki betonowej

Dwa parametry betonu, a zatem klasa betonu C 50/60 oraz poziom wytrzymałości wczesnej po 16 godzinach, zostały określone jako warunki niezbędne i konieczne. Jako warunki dodatkowe określono:

- uzyskanie bardzo wysokiej płynności betonu, określonej opadem stożka na poziomie ok. 22 cm z uwagi na duże zagęszczenie prętów zbrojeniowych oraz strun sprężających
- beton winien prawie „samoczynnie” wypełnić formę
- czas przerabialności mieszanki betonowej bez utraty konsystencji musiał wynosić min. 60 minut
- beton winien łatwo poddać się zagęszczeniu przy użyciu wyłącznie wibratorów wgłębnych
- powierzchnia betonu po rozformowaniu winna być betonem architektonicznym. Stosowanie jakichkolwiek szpachli czy wyprawek było całkowicie zakazane przez zamawiającego.

Z powyższych względów zakład prefabrykacji zdecydował się na zastosowanie technologii ASCC we współpracy z producentem domieszek chemicznych do betonu, firmą Sika Poland.

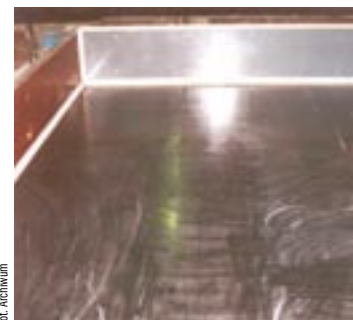
Składniki mieszanki betonowej

Ze względu na to, że receptura betonu stanowi chronioną technologię producenta, nie może zostać tutaj przedstawiona. Do wykonania mieszanki



fot. Archiwum

Fot. 5. Wylewanie mieszanki betonowej



fot. Archiwum

Fot. 6. Gotowa forma po naniesieniu środka antyadhezyjnego



fot. Archiwum

Fot. 7. Gotowe elementy stadionowe

betonowej w wyniku przeprowadzonych prób i badań wybrano następujące materiały:

- kruszywa – przyjęto dostępne kruszywa stosowane w dotychczasowej produkcji
 - piasek 0-2 mm, przebadany w całej partii potrzebnej do produkcji
 - frakcjonowane grysy granitowe 2-8 i 8-16 mm oraz żwiry frakcjonowane 2-8 i 8-16mm
- cement portlandzki CEM I 52,5 R
- woda wodociągowa, przy czym wskaźnik w/c przyjęto na poziomie 0,37
- superplastyfikator serii Sika ViscoCrete

4.2. Technologia produkcji masy betonowej oraz kontrola procesu produkcji

Zaprojektowana mieszanka betonowa może spełniać wszystkie wymagane parametry tylko w przypadku bardzo dokładnego dozowania każdego składnika. Szczególnie ważna jest kontrola ilości wprowadzanej do mieszanki wody poprzez bieżącą kontrolę wilgotności kruszyw. Zakłócenia w dozowaniu prawidłowej, zgodnej z recepturą ilości wody mogą zmienić wielkość wskaźnika w/c, a co zatem idzie wpłynąć negatywnie na narastanie wczesniej wytrzymałości betonu i zakłócić cały cykl produkcyjny prefabrykatów.

Podobnie dozowanie domieszki upłynniającej także musi przebiegać pod ścisłą kontrolą, gdyż przedozowanie może spowodować zmianę planowanej konsystencji, w następstwie segregację składników i wydzielenie wody z mieszanki betonowej. Ponadto urządzenia dozujące muszą posiadać odpowiednie pompy, które są w stanie w sposób kontrolowany podawać superplastyfikator o dużej lepkości, jakimi są nowej generacji upłynniacze. Niedozwolone jest rozcieńczanie domieszki wodą (w celu zmniejszenia jej lepkości), gdyż spowodujemy zakłócenie stabilizacji mieszaniny i silne zakłócenie jej działania.

W przypadku braku ścisłej kontroli konsystencji mieszanki betonowej efekt jest zauważalny na powierzchni rozformowanego elementu w postaci zacieków, smug, kawern i problemów z uzyskaniem wymaganej wytrzymałości na rozformowanie w czasie wymaganym technologią produkcji – co 24 godziny nowy element.

Czas mieszania betonu w mieszalniku został wydłużony do 4 minut, po to aby w pełni uaktywnić superplastyfikator i zagwarantować stałość konsystencji poszczególnych szarzy produkcyjnych betonu.

Podczas wdrażania nowej technologii, kontrolę konsystencji betonu prowadzono dla każdego zarobu z mieszalnika na betonowni oraz wyrwykowo przed wbudowaniem mieszanki betonowej. Cały proces produkcyjny jest w pełni zautomatyzowany, a nowoczesne oprogramowanie wraz z nowymi mieszarkami znacznie usprawniło produkcję i pozwoliło zachować stałe parametry mieszanki. Bardzo ważne jest odpowiednie przygotowanie formy, tzn.:

- musi być sztywna oraz zachować wymiary podczas układania i wibrowania mieszanki
- szczelna – uszczelnionej sylikonem lub uszczelnkami – brak wycieków mleczka
- czysta, tzn. pozbawiona rdzawych plam, tłustych osadów
- właściwie naniesiony środek antyadhezyjny.

Spełnienie tych warunków pozwoliło uzyskać wysoką jakość produkowanych elementów.

Produkcja betonu oraz jego wbudowywanie odbywało się początkowo pod ścisłym nadzorem autorów technologii. Po opanowaniu produkcji kontrola ścisła dotyczyła produkcji mieszanki betonowej oraz parametrów wytrzymałościowych betonu dla momentu odcięcia strun i rozformowania. Kontrolowany był także proces pielęgnacji betonu w gotowym wyrobie.

4.3. Uzyskane wyniki

- jako najważniejszy wynik uważane jest terminowe wykonanie zamówienia niemożliwe do wykonania wg technologii opartych na superplastyfikatorach melaminowo-naftalenowych
- uzyskano bardziej niż zadowalające efekty estetyczne betonu poprzez uzyskanie powierzchni elementów prefabrykowanych odpowiadające betonowi architektonicznemu
- koszty produkcji betonu ASCC nie okazały się wyższe niż betonu tradycyjnego
- podniesiono kwalifikacje załogi oraz nadzoru technicznego poprzez stosowne szkolenia teoretyczne i próby w skali półtechnicznej
- uzyskano wymagane parametry wytrzymałości betonu na ściskanie, które przedstawia tabela 1.

3.4. Pielęgnacja elementów prefabrykowanych

W okresie produkcji półprzemysłowej na elementach zaczęły się pojawiać drobne, niewielkie ryski, które po dokładnych oględzinach zostały zakwalifikowane jako rysy skurczowe. Przyczyną ich powstania była z jednej strony duża ilość cementu CEM I 52,5 R, z uwagi na wysokie ciepło jego hydratacji, a z drugiej strony znaczne odparowanie wody z powierzchni elementu. Z problemem uporało się poprzez zapewnienie właściwej pielęgnacji. Cały element wraz z urządzeniem formującym został pokryty nawilżoną włókniną oraz owinięty folią. Zabieg okazał się wystarczający i rysy nie pojawiały się w całym cyklu produkcji przemysłowej. Po rozformowaniu elementów pielęgnacja prowadzona była nadal, aż do trzeciego dnia składowania elementów na placu składowym prefabrykatów.

5. Beton samozagęszczalny SCC

Beton samozagęszczalny SCC jest kolejnym krokiem do uzyskania mieszanki betonowej o parametrach w pełni niezależnych od jakości zagęszczania.

Tabela 1. Parametry wytrzymałości betonu na ściskanie

Klasa betonu C50/60	Data pobrania	Wynik po 24h [MPa]	Data badania po 28 dniach	Wynik [MPa]	Temp. bet. [°C]	Opad [cm]
Elementy: płyty audytorijne, dźwigary, belki	24.03.09	41,8	21.04.2009	69,8	16,7	20,5
		45,6		72,2		
				71,1		
	25.03.09	45,2	22.04.2009	65,6	17,6	19,7
		44,1		74,2		
				73,8		
	26.03.09	46,2	23.04.2009	72,6	18,1	20,8
		47,4		80,4		
				73,2		
	27.03.09	43,7	24.04.2009	74,1	16,9	20,5
		45,3		69,8		
				72,8		

Beton SCC charakteryzuje się nowymi, odmiennymi w stosunku do betonu tradycyjnego właściwościami w zakresie odpowietrzania i zagęszczania pod wpływem grawitacji, samorozlewności oraz długim okresem utrzymywania konsystencji.

Podstawą do skonstruowania takiej mieszanki jest odpowiednia duża zawartość bardzo drobnych cząstek i specjalnej domieszki chemicznej, a także posiadanie własnej technologii transportu i układania tego typu betonów.

Betony SCC konstruuje się na zwykłych cementach, przy czym ich zastosowanie jest szczególnie efektywne przy niskich wartościach wskaźnika w/c rzędu ok. 0,36. Umożliwia to wykonywanie betonów klasy B 50 i wyżej, których wczesna wytrzymałość szybko narasta. Betony te charakteryzują się bardzo dobrą urabialnością i znakomitą płynnością.

Betony SCC znajdują zastosowanie przede wszystkim tam, gdzie zagęszczenie tradycyjną metodą poprzez wibrowanie jest uciążliwe lub wręcz niemożliwe ze względu np. na dużą ilość gęsto ułożonego zbrojenia lub brak dostępu do elementu betonowanego.

Ze względu na znakomite zagęszczenie mieszanki betonowej betony SCC charakteryzują się gładką powierzchnią zewnętrzną z bardzo ograniczoną tendencją do występowania pęcherzy powietrza. Cecha ta nie zwalnia od stosowania właściwych środków antyadhezyjnych, przede wszystkim takich, które nie pozostają na powierzchni betonu ani nie zmieniają barwy betonu. Cecha ta wykorzystywana jest dla technologii betonów architektonicznych.

Podobnie jak w przypadku betonów w technologii ASCC tak i w technologii SCC wymagana jest bardzo duża dokładność w dozowaniu wszystkich składników mieszanki betonowej. Spełnienie wszystkich stawianych wymagań następuje bardzo wiele trudności i uzyskanie właściwej receptury betonu jest dopiero połową sukcesu. Trzeba tutaj raczej mówić o opanowaniu przez wykonawcę i producenta masy betonowej technologii betonu samozagęszczalnego, obejmującej całokształt działań, począwszy od produkcji mieszanki, poprzez transport na miejsce wbudowania, wbudowanie betonu oraz wykończenie jego powierzchni wraz z konieczną pielęgnacją.

Technologie te są najczęściej pilnie strzeżoną tajemnicą firm produkujących beton lub firm wykonawczych.

6. Zastosowanie technologii SCC do produkcji prefabrykatów

Technologia betonu SCC znalazła w naszej praktyce, a pewnie także w Polsce po raz pierwszy zastosowanie w produkcji elementów prefabrykowanych przez firmę PEKABEX BET. Firma w roku 1999 podjęła się wykonania prefabrykowanej elewacji budynku Roma Center w Warszawie jako barwnych, betonowych elementów zawieszanej elewacji.

Uzyskanie tak dobrych wyników **10 lat temu** świadczy o wysokim poziomie technicznym firmy Pekabex BET. Próby uzyskania kolorów zgodne z oczekiwaniem architektów oraz jednorodności barwy wyprodukowanych elementów trwały kilka tygodni. Czas ten był potrzebny na sprowadzenie



Fot. 8. Kontrola rozplywu betonu

składników, wykonanie licznych prób w laboratorium, przygotowanie stanowiska produkcji mieszanki betonowej, stanowiska formowania oraz samych form. Formy były stalowo-poliwęglanowe, natomiast jako środek antyadhezyjny zastosowano materiał woskowy firmy Sika.

Pomimo niewielkiej grubości elementów, ok. 7 cm, panele ściennie były wykonywane jako elementy dwuwarstwowe. Pierwsza warstwa to beton barwiony w masie ułożony w formie w technologii SCC ok. 30 mm, natomiast resztę uzupełniono betonem wykonanym na bazie cementu portlandzkiego z kruszywem o frakcji do 8 mm, również w technologii SCC. W celu uzyskania stałej barwy dla wszystkich paneli w danym kolorze (wykonano elementy w trzech kolorach) zastosowano suszone piaski kwarcowe w celu zachowania stałej ilości wody w betonie oraz jednakowej konsystencji.

Wylimowanie wibrowania elementów zapewniło jednolitą barwę elementów bez „cieni” siatki zbrojeniowej na powierzchni fakturowanej.

Beton uzyskał następujące parametry wytrzymałości na ściskanie:

- wytrzymałość po 24 godzinach – 20-27 MPa (w zależności od w/c) w temperaturze 20°C
- wytrzymałości po 28 dniach – 61-65 MPa

6.1. Skład mieszanki betonowej

Do wykonania mieszanki betonowej użyto następujących składników:

- kruszywa
 - piasek 0-2 mm, dostępny, używany przez producenta prefabrykatów w normalnej produkcji
 - piaski kwarcowe suszone, frakcjonowane o uziarnieniu 0,1-1,6 mm

Fot. 9. Elewacja budynków Roma Center w Warszawie



Tabela 1. Parametry wytrzymałości betonu na ściskanie

Beton SCC	Data pobrania	Wynik R_{24h} [MPa]	Wynik R_{28} [MPa]	Temperatura betonu [°C]	Rozptyw [cm]
Próby laboratoryjne	11.03.2009	35,6	73,2	17,5	70/73 $T_{50} - 4s$
		38,8	74,8		
		39,2	75,6		
	24.03.2009	37,4	76,1	18,1	72/75 $T_{50} - 4s$
		39,2	72,6		
		38,4	78,4		

- suszone żwirki filtracyjne o uziarnieniu 3,0 – 5,0 mm
- mączka kwarcowa
- cement CEM I 52,5 R
- dodatki – mikrokrzemionka firmy Sika
- woda wodociągowa
- domieszki do betonu – superplastyfikator serii Sika ViscoCrete
- wskaźnik w/c w przedziale 0,38 – 0,43.

6.2. Technologia produkcji

Przy realizacji elementów dla budowy stadionu również posilkowano się technologią SCC. Niektóre elementy zabetonowano w celu skrócenia procesu produkcyjnego oraz zmniejszenia nakładów robocizny oraz uzyskania wysokich walorów estetycznych. Mieszanka betonowa po wyprodukowaniu w węźle betoniar skim i dostarczeniu na miejsce w budowania bez oznak segregacji była układana w formie warstwami, tak aby był czas na jej odpowietrzenie. Przy produkcji mieszanki betonowej w technologii SCC bardzo ważne jest dopasowanie domieszki ze stosowanym przez producenta cementem. Odpowiedni układ domieszki – cement powoduje, że czas przerobu, stabilność mieszanki, wczesne przyrosty wytrzymałości są w dużej mierze uzależnione od dobrego skomponowania ww. składników. Oczywiście jakość kruszyw oraz rodzaj wypełniacza są równie ważne, jeżeli chcemy osiągnąć produkt o wysokich parametrach technicznych i wizualnych.

6.3. Uzyskane wyniki

Konsystencja po 20 min od wyprodukowania wynosiła ok. 70 cm, natomiast wytrzymałości kształtowały się na poziomie powyżej 35 MPa po 24 h



Fot. 10. Belka zębata wykonana w technologii SCC

Fot. 12. Płaszczyzny komunikacyjne stadionu zabezpieczone powłokami żywicznymi Sikafloor



oraz powyżej 70 MPa po 28 dniach.

Uzyskano elementy o wysokich walorach estetycznych, których powierzchnia jest gładka bez kawern, przebarwień, spełniając tym samym wymagania architekta.

6.4. Pielęgnacja elementów

Pielęgnację elementów prowadzono przy użyciu mokrej włókniny nakładanej na beton, w sposób całkowicie obejmujący element.

7. Wnioski

Zastosowanie technologii ASCC i SCC w opisanych przykładach produkcji elementów prefabrykowanych pozwoliło rozwiązać skomplikowane problemy technologiczne, organizacyjne i produkcyjne z dobrym rezultatem. Uzyskane efekty wymagały od autorów receptur i technologów wiele pracy zarówno teoretycznej jak i wykonania wielu prób. W efekcie uzyskano jednak niewątpliwym sukces. Nadmienić należy, że technologie ASCC i SCC wymagają posiadania:

- nowoczesnych wytwórni betonu
- dobrze wyszkolonej obsługi betonowni
- wysokiej jakości stosowanych materiałów
- współpracy z dobrym laboratorium budowlanym
- technologii transportu, deskowań, układania, wykańczania powierzchni świeżego betonu oraz jego pielęgnacji przez firmę wykonawczą.

Pod względem ekonomicznym technologie ASCC okazują się konkurencyjne w stosunku do technik tradycyjnych przede wszystkim z powodu stosunkowo łatwego układania betonu o niskim wskaźniku w/c przy przewozie betonu nawet na większe odległości czy przy betonowaniu betonem o wyższej temperaturze w okresie letnim.

Technologie SCC są technologiami trudnymi, a przez to stosunkowo kosztownymi. W przyszłości dla ograniczenia hałasu mogą być wprowadzane do zakładów prefabrykacji. Efekty ekonomiczne polegające na oszczędności, eliminacja wibrowania (hałas, koszt wibratorów) oraz bardzo wysoka jakość zewnętrznych powierzchni betonu przekonują coraz bardziej do stosowania tej technologii.

8. Technologie uzupełniające prefabrykację obiektu

Dodatkowo firma Sika Poland jest dostawcą technologii:

- System hydrofobizacji betonu – system **Sikagard**
- Uszczelnienia połączeń prefabrykatów – system **Sikaflex**
- Klejenia prefabrykatów – system **Sikadur**
- Wypełnienia połączeń betonem bezskurczowym – system **SikaGrout**
- Zabezpieczenie antykorozyjne stali dla konstrukcji dachu
- Zabezpieczenie płyt audytoryjnych powłoką żywiczną w celu zwiększenia trwałości oraz nadania odpowiedniej chropowatości podłoża (antypoślizgowości) – system **Sikafloor**

Wojciech Świerczyński
Przemysław Grabarczyk
Sika Poland Sp. z o.o.
Łukasz Marcinkowski
Grzegorz Dużyński
Pekabex Bet Sp. z o.o.