

W Y S O K A
ODPORNOSC
NA ŚCIEKI !!!



TRWAŁE

BETON C40/50 W KINECIE
CEMENT SIARCZANOODPORNY
HSR

PRODUKT
ZGODNY Z
PN-EN 1917



MONOLITYCZNE

BETON JEDNORODNY
W CAŁYM ELEMENCIE



STUDNIE SZCZELNE

ZPB Kaczmarek Zakład Prusice
Wszemirów 100, 55-110 Prusice

tel.: sprzedaż (0-71) 720 12 55, sekretariat (0-71) 720 11 40
fax: (0-71) 720 12 12, e-mail: prusice@zpbkaczmarek.pl

ZPB Kaczmarek[®]
www.zpbkaczmarek.pl



PERFECT

www.perfectsystem.eu

dr inż. Grzegorz Śmiałka

Dyrektor ds. produkcji ZPB Kaczmarek sp. z o. o.

INNOWACYJNOŚĆ PRODUKCJI W ZPB KACZMAREK

Dennice PERFECT w technologii betonu samozagęszczalnego na bazie cementu hutniczego

W lipcu 2004 r. Polski Komitet Normalizacyjny wprowadził w naszym kraju zharmonizowaną normę europejską PN-EN 1917: 2004 „Studzienki wstawowe i niewstawowe z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego włóknomi stalowymi i żelbetowe”, będącą tłumaczeniem odpowiednika normy angielskiej EN 1917: 2002. Dokument ten powstał w oparciu o wieloletnie doświadczenia osób i instytucji zajmujących się tematyką szeroko pojętej trwałości betonu w systemach kanalizacji deszczowo-sanitarnej. W kolejnych latach powstały 3 poprawki usuwające oczywiste błędy normy (najczęściej redakcyjne).

Nagminnie stawianą kwestią w trakcie sporów pomiędzy zwolennikami i przeciwnikami celowości zaostrzania przez specyfikujących wymogów normowych (szczególnie nasiąkliwości i mrozoodporności) betonowych elementów galanterii drogowej są duże różnice klimatyczne pomiędzy krajami członkowskimi EU, a tym samym inne obciążenia środowiskowe wbudowywanych tam materiałów budowlanych.

Kraje położone w północnej części Europy, takie jak: Finlandia i Norwegia, znajdują się w oddziaływaniu zupełnie innych temperatur minimalnych i maksymalnych w porównaniu z krajami południa starego kontynentu, takimi jak Grecja i Włochy. Z drugiej strony, dla osób zajmujących się szeroko pojętą technologią betonu, oczywistym jest fakt, iż najbardziej destrukcyjnym dla sztucznego zlepieńca, jak inaczej nazywany jest ten kompozyt, są tzw. przejścia przez temperaturę 0°C, z którymi najczęściej mamy do czynienia w krajach Europy Środkowej.

W przypadku systemów kanalizacji deszczowo-sanitarnej problem zaczyna zanikać. Z punktu widzenia charakteru pracy, czynniki atmosferyczne w minimalnym stopniu oddziałują destrukcyjnie na konstrukcje studni. Parcia gruntu

wyliczane w różnych krajach wspólnoty na podstawie podobnych zależności, nie odbiegają znacząco od siebie. Analogicznie sytuacja wygląda w przypadku obciążeń komunikacyjnych, ujednoliconych, co do wielkości dopuszczalnych nacisków od kół na drogach EU.

Wobec powyższego należy stwierdzić, iż nie ma merytorycznych podstaw do zaostrzania parametrów nasiąkliwości i wytrzymałości betonu, stosowanego do produkcji prefabrykowanych elementów studni betonowych, pod warunkiem spełnienia przez nie wszystkich wymogów zawartych w normatywie [1].

Wymogi normy PN-EN 1917

Norma [1] definiuje podstawowe wymagania dla betonu studni kanalizacyjnych w następujący sposób:

- materiał w każdym elemencie powinien być zwarty i jednorodny;
- wytrzymałość obliczeniowa, deklarowana przez producenta nie powinna być mniejsza niż 40 MPa;
- wskaźnik w/s nie większy niż 0,45;
- nasiąkliwość nie większa niż 6 %;
- maksymalna zawartość chlorków w betonie nie więcej niż 1,0%.

Dopuszczono w niej wykonanie podstaw studni, tzw. dennic na dwa sposoby (ryc. 1), jednakże pod warunkiem spełnienia przez prefabrykaty powyższych wymogów.

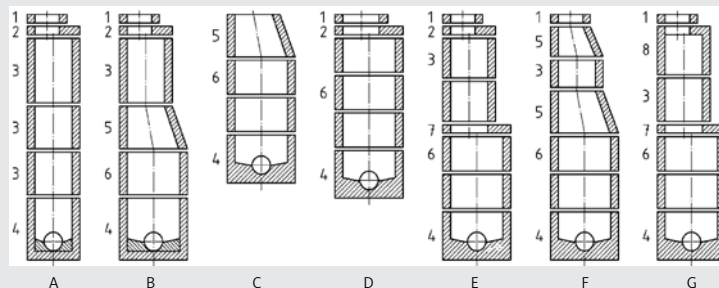
W schematach C – G normatyw [1] wymusza wykonanie monolitycznej podstawy poprzez uformowanie dna wraz z kinetą z betonu o wytrzymałości f_{ck} co najmniej 40 MPa. W schematach A – B autorzy normy dopuścili wykonanie dennicy dwuetapowo. W tym przypadku w pierwszej kolejności kształtowana jest na maszynie wibroprasującej tzw. „szklanka”, której beton ma szansę spełniać wszystkie wymogi [1]. W następnej kolejności formowana jest kineta. Proces ten, z powodu niemalże nieskończonej ilości kombinacji

przytączy, odbywa się ręcznie (ryc. 2). Mieszanka betonowa przygotowana w ten sposób przy współczynniku w/s <0,45, nie może być skutecznie uformowana i, co najważniejsze, odpowiednio zawiązowana. Przy współczynniku w/s >0,45 nie jest możliwe osiągnięcie wymaganej klasy wytrzymałości, a co z tego wynika odpowiedniej nasiąkliwości betonu. Oznacza to, iż maksymalna klasa betonu, jaka może zostać osiągnięta (na podstawie własnych badań), oscyluje w granicach C16/20 a nasiąkliwość sięga 10%.

Wymogi normy PN-EN 206-1

Spełnienie wymogów normowych jest bardzo ważne w aspekcie trwałości prefabrykatów betonowych. Jak wcześniej wspomniano, betonowe studnie kanalizacji deszczowej i sanitarnej w minimalnym stopniu narażone są na destrukcyjne oddziaływanie czynników atmosferycznych (płyty pokrywowe, pierścienie wyrównujące oraz zwężki). Jednakże na studnie negatywnie może oddziaływać od zewnątrz woda gruntowa oraz od wewnątrz – transportowane media. Wprowadzona w czerwcu 2003 roku norma PN-EN 206-1:2002 „Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” diametralnie zmieniła, w porównaniu ze swoją poprzedniczką, PN-B-06250 „Beton zwykły”, podejście do materiału, jakim jest beton. W nieaktualnej już normie beton charakteryzowała przede wszystkim jego klasa, definiująca wytrzymałość na ściskanie jako podstawowy parametr oceniający jakość materiału. Zdecydowanie mniejszy nacisk kładziono na szeroko pojętą odporność, na działanie różnego rodzaju korozji betonu. U podstaw tworzenia normy [2] leży, na bazie zdobytych doświadczeń, walory użytkowe zdefiniowane w punkcie 5.3.2 mówiące, iż beton należy projektować „na czas użytkowania wynoszący co najmniej 50 lat

Ryc. 1
Schemat konstrukcji studni kanalizacyjnych
Legenda:
1 – pierścień wyrównujący,
2 – płyta pokrywowa,
3 – element trzonu studzienki (krąg),
4 – podstawa (dennica),
5 – zwężka,
6 – element trzonu studzienki (krąg),
7 – płyta redukująca,
8 – element przykrywający.



w warunkach przewidywanej eksploatacji”. W celu rozpoznania możliwych zagrożeń, w tabelach 1 i 2 tegoż normatywu zdefiniowano tzw. klasy ekspozycji, opisujące korozje spowodowane: XC – karbonatyzacją, XD – chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej, XS – chlorkami z wody morskiej, XF – zamrażaniem i rozmrażaniem, XA – agresją chemiczną.

Wychodząc naprzeciw projektantom, w przedmiotowej normie zamieszczono również tabelę F1, w której określono dla przyjętych klas ekspozycji wartości: maksymalnego w/s, minimalnej klasy wytrzymałości, minimalnej zawartości cementu, minimalnej zawartości powietrza oraz innych wymagań.

Rodzaje korozji betonu

Beton w studzienkach kanalizacyjnych narażony jest na liczne destrukcyjne czynniki, do których można zaliczyć: oddziaływanie biologiczne, szkodliwe sole zawarte w ściekach (siarczanów, chlorków, azotanów i amonu), agresywne wody gruntowe, dwutlenek węgla z powietrza oraz oddziaływania mechaniczne, takie jak ścieranie, kawitacja.

Ścieki w systemach kanalizacji sanitarnej zawierają znaczące ilości substancji organicznych. W przewodach ułożonych z niewystarczającym spadkiem i bez poprzecznych przyłączy, zapewniających systematyczne przewietrzanie sieci, w wyniku rozkładu substancji białkowych, powstaje siarkowodor. Napowierzchni betonu ponad poziomem ścieków utlenia się on do siarki. Bakterie z rodzaju *Thiobacillus* utleniają w dalszej kolejności siarkę do kwasu siarkowego. Badania mikrobiologiczne opracowane przez pracowników Zakładu Inżynierii Miejskiej Politechniki Wrocławskiej [6] wykazały, iż w niesprzyjających sytuacjach wskaźnik pH skroplin i prefermentowa-

nych osadów może osiągać wartość 4,0 i mniej. Bez względu na sytuację takich należy elementy kanalizacji projektować na klasę ekspozycji XA3, czyli na środowisko silnie agresywne biologicznie w stosunku do betonu. Sytuację taką opisuje w tabeli F1 normy [2] wymóg stosowania cementów siarczanoodpornych HSR. W przypadku właściwego przewietrzania systemu kanalizacji studniami, wewnętrzne środowisko należy zakwalifikować jako słabo agresywne XA1 w stosunku do betonu.

Wody gruntowe mogą powodować korozję ługującą i chemiczną. Prędkość degradacji ługującej uzależniona jest od wielu czynników, takich jak jakość betonu, czystość wody oraz wielkość ciśnienia wywieranego przez nią na powierzchnię betonu. Ogólnie można stwierdzić, iż wody gruntowe wykazują słabą agresywność w stosunku do betonu, najczęściej węglanową, którą zgodnie z normą [2] można zakwalifikować jako XA1.

Środowisko w studniach kanalizacyjnych jest z reguły silnie zawilgocone a nawet mokre, wobec czego karbonatyzacja w takim betonie przebiega bardzo wolno. Od wewnątrz studni, beton narażony jest na działanie ścieków bytowo-gospodarczych, które pomimo silnego zanieczyszczenia są mediami o niewielkiej agresywności w stosunku do betonu. Ich wskaźnik pH oscyluje w granicach od 6,5 do 7,5, natomiast zawartość szkodliwych soli (siarczanów, chlorków i azotanów) nie przekracza zwykle 0,05 %. Stężenia takie z reguły nie przekraczają wartości granicznych, przyjętych dla klasy ekspozycji XA1.

Dla przedstawionych zagrożeń korozyjnych, z wyłączeniem przypadku fermentacji substancji organicznych, wg normy [2], dla zapewnienia wymaganej trwałości betonu, wystarczy jego ochrona materiałowo-strukturalna, bez jakichkolwiek izolacji powierzchniowych.

Cement hutniczy

W firmie ZPB Kaczmarek produkcja wszystkich prefabrykatów betonowych bazuje na siarczanoodpornych cementach hutniczych HSR.

Betony na cementach CEM III są materiałami wysoce proekologicznymi, a więc przyjaznymi człowiekowi i środowisku naturalnemu. Ponad 50-procentowa zawartość w ich składzie mielonego żużla wielkopiecowego sprawia, iż w naszej gałęzi gospodarki zagospodarowywane są znaczne ilości „kosztownych” odpadów przemysto-

wych. Jeśli chodzi o korzyści techniczno-ekonomiczne, należy zaznaczyć, że cementy z dodatkami są tańsze w porównaniu z cementami „czystymi” oraz charakteryzują się znacznie lepszymi parametrami technicznymi, tj.:

- większą lub pełną odpornością na siarczan, spowodowaną mniejszą zawartością glinianu trójwapniowego C_3A (około 3%) oraz węglanu wapnia $CaCO_3$ na rzecz dodatku mineralnego. Porównywalne wytrzymałościowo cementy portlandzkie zawierają w swoim składzie około 13% odpowiadającego za szybki przyrost wytrzymałości C_3A (ryc. 3);
- szczelniejszą mikrostrukturę matrycy, spowodowaną zhydratyzowanymi (pucolany) oraz wolnymi cząstkami żużla wielkopiecowego o granulacji drobniejszej od ziaren cementu;
- wolniejszym (ponadnormatywnym) przyrostem wytrzymałości, trwającym nawet do 90 dnia, generującym mniejsze ilości wydzielanego ciepła hydratacji, a tym samym mniejsze naprężenia skurczowe;
- wyższymi (w porównaniu z cementami portlandzkimi) końcowymi wytrzymałościami, uzyskanymi po 90 dniach i później;
- jaśniejszą barwą, umożliwiającą uzyskanie na barwionych elementach betonowych jaśniejszych i żywszych barw.

Jedyną i zarazem wielce dyskusyjną wadą stosowania tego surowca jest konieczność zainwestowania przez producenta w zaawansowane technologicznie linie produkcyjne, umożliwiające zwiększenie początkowych wytrzymałości betonu (przyspieszenie ich przyrostu) w prefabrykowanych elementach betonowych, poprzez tak zwane „naparzenie betonu”. Technologia ta jest znana i stosowana w produkcji betonu od wielu lat. W firmie ZPB Kaczmarek, zamknięty obieg linii produkcyjnych trwa 24 godziny. Po zakończeniu procesu formowania elementy transportowane są do komór VAPOR, w których dojrzewają w atmosferze o dużej wilgotności i zawartości dwutlenku węgla oraz temperaturze około 45°C. Proces ten gwarantuje uzyskanie po 24 godzinach przez beton co najmniej 70% wytrzymałości projektowanej, co umożliwia transport prefabrykatów na miejsce docelowego składowania na placu. Dodatkowo technologia ta, poprzez przyspieszenie procesu przejścia wodorotlenku wapnia $Ca(OH)_2$ w węglan wapnia $CaCO_3$ (przy udziale dwutlenku węgla CO_2), powoduje:



Ryc. 2
Tradycyjna metoda produkcji dennic betonowych

- zmniejszenie wymiaru przypowierzchniowych kapilar, zwiększając tym samym szczelność zewnętrznej warstwy betonu;
- przypowierzchniowe zwiększenie wytrzymałości betonu;
- znaczne ograniczenie na powierzchni elementów „tzw. wykwitów węglanowych”.

Beton samozagęszczalny

Pierwsze mieszanki SCC powstały w Japonii, niespełna 20 lat temu [7]. Przyczynkiem ich upowszechnienia była „chęć wyeliminowania czynnika ludzkiego z procesu zagęszczania mieszanki betonowej”. Założono, iż prawidłowo zaprojektowana powinna charakteryzować się: odpowiednią płynnością, stabilnością oraz zdolnością do samoodpowietrzenia, aby spełnić wymagania w postaci:

- szczelnego wypełnienia form i wolnych przestrzeni pomiędzy prętami zbrojeniowymi w konstrukcjach żelbetowych;
- samozagęszczania pod wpływem ciężaru własnego.

Podstawowe różnice w technologii produkcji tradycyjnego betonu zwykłego oraz SCC to zawartość cząstek pylistych oraz stosowana chemia. Konieczność utrzymania odpowiedniej granicy płynięcia oraz lepkości plastycznej mieszanki betonowej SCC wymusza, aby dozowanie cementu wraz z dodatkami mieściła się w przedziale 500 – 600 kg na 1 m³. Dodatkowo, odpowiednie „upłynnienie” zaczynu możliwe jest jedynie po zastosowaniu superplastyfikatorów nowej generacji. Etery polikarboksylowe, redukujące ilość wody zarobowej nawet o 40%, poza zmniejszeniem napięcia powierzchniowego oraz efektem elektrostatycznym, działają sferycznie, poprzez tzw. łańcuchy boczne, uniemożliwiające zbliżanie się ziaren cementu do siebie, ułatwiając tym samym ich zwilżenie cząsteczkami wody.

W związku z powyższym graniczne wartości rozlewu mieszanek SCC z odwróconego stożka Abramsa, uzależnione od maksymalnej frakcji stosowanego kruszywa (ryc. 4), powinny wynosić odpowiednio dla średnicy do:

- 32 mm średnio 65 cm (55 cm - 75 cm),
- 16 mm średnio 70 cm (60 cm - 80 cm),
- 08 mm średnio 75 cm (65 cm - 85 cm).

Stosowanie mieszanek samozagęszczalnych niesie za sobą dwa dodatkowe, pozy-

Lp.	Nr próbki	Wytrzymałość po 7 dniach [MPa]	Nasiąkliwość po 7 dniach [%]	Wytrzymałość po 28 dniach [MPa]	Nasiąkliwość po 28 dniach [%]	Wytrzymałość po 90 dniach [MPa]	Nasiąkliwość po 90 dniach [%]
1	1/A	41,08					
2	1/B	42,68					
3	1/C	44,88					
4	2/A		5,25				
5	2/B		5,46				
6	2/C		5,41				
7	3/A			52,96			
8	3/B			49,85			
9	3/C			57,39			
10	4/A				4,75		
11	4/B				5,05		
12	4/C				4,85		
13	5/A					63,78	
14	5/B					57,99	
15	5/C					59,47	
16	6/A						4,24
17	6/B						4,43
18	6/C						4,51
Średnia aryt.		43,18		51,40		60,41	
PN-EN 13791		50,80	5,37	60,47	4,88	71,07	4,39

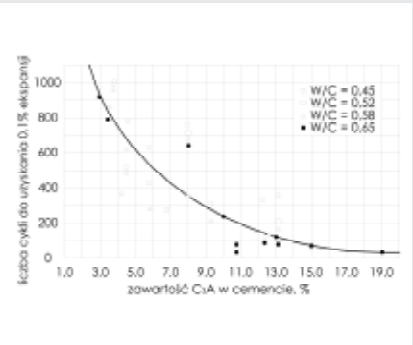
tywne aspekty: skrócenie czasu układania betonu oraz zredukowanie hałasu i drgań podczas prac betonarskich, a tym samym zmniejszenie uciążliwości dla otoczenia.

PERFECT – monolityczne dennice w technologii SCC

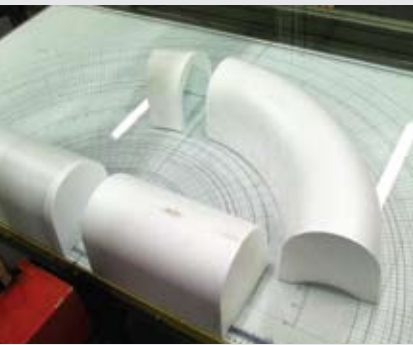
Mając za główny cel wyprodukowanie studni szczelnych w pełni zgodnych z normą [1], w roku 2006 została podjęta decyzja o zakupie patentu na produkcję monolitycznych dennic PERFECT w technologii betonu samozagęszczalnego SCC oraz kręgów z betonu wibroprasowanego w technologii EXACT [8]. Rok później w Prusicach, powstał najmłodszy oddział firmy ZPB Kaczmarek, z mocami przerobowymi 50 000 ton betonu rocznie. Jako pierwszy w Europie Środkowo-Wschodniej, a trzeci na świecie, oferuje on wyroby produkowane w oparciu o najnowocześniejszy na świecie system produkcji, opatentowany przez firmę Schlüsselbauer.

Produkcja podstaw bazuje na metalowych formach. Projektowane kształty oraz średnice kinet profilowane są za pomocą styropianowych kształtek (ryc. 5). Tworzą one negatyw gotowej kinety podstawy studni. Poszczególne elementy składowe docinane są w płaszczyźnie X – Z za pomocą piły 2D oraz w przestrzeni (przenikanie się kinet) na pile 3D. Następnie, przy pomocy programu komputerowego, docięte kształtki styropianowe kontroluje się w zakresie zgodności ich osi z osiami kinet dennicy (ryc. 6).

W dalszej kolejności profilowany jest spadek dna oraz wewnętrzna średnica studni. Do przygotowanych kształtek montowane są przejścia szczelne dopasowane



Ryc. 3
Wpływ zawartości C/A w cementie na „siarczanoodporność” betonów.



Ryc. 5
Styropianowe kształtki kinet dennic betonowych.



Ryc. 4
62 cm rozplaw mieszanki SCC z maksymalnym żarnem kruszywa do 16 mm.

do rodzaju i średnicy projektowanych rur przytępczeniowych (ryc. 7).

Całość umieszczana jest w metalowej formie, a następnie betonowana mieszaną samozagęszczalną do odpowiedniej rzędnej. Rozformowanie gotowego produktu sprowadza się do usunięcia styropianowych elementów i ręcznego przeszlifowania styków poszczególnych kształtek (ryc. 8).

Do produkcji wszystkich prefabrykatów betonowych studni szczelnych stosowany jest, zgodnie z PN-EN 197-1 „Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku”, siarczanoodporny cement hutniczy HSR. Fakt ten umożliwia, zgodnie z normą [2], stosowanie studni szczelnych ZPB Kaczmarek w gruntach o silniej agresji chemicznej (klasa ekspozycji XA3). Dzięki zastosowaniu superplastyfikatorów nowej generacji w produkcji betonu SCC osiągnięto współczynnik w/s poniżej 0,40.

Badania laboratoryjne betonu SCC

W firmie ZPB Kaczmarek, zgodnie z normą [1], wdrożona i prowadzona jest zakładowa kontrola produkcji. Podstawy studni bada się na zgodność z normą w zakresie wytrzymałości na ściskanie odwiertów rdzeniowych, ich nasiąkliwości, wodoszczelności, charakterystyk geometrycznych oraz wizualnego wykończenia.

Do badań kontrolnych z dennicy DN1500 o grubości ścianki 230 mm, pobrano 36 odwiertów o średnicy 100 mm, po sześć (od 1 do 6) z trzech lokalizacji na obwodzie (A, B, C) co 120°, oraz 1/3 wysokości ścian dennicy każdy. Próbkę betonu oznaczono

Tab. 1
Wyniki badań odwiertów rdzeniowych z betonu SCC.



Ryc. 6
Komputerowa kontrola dokładności wykonania negatywu kinety podstawy.



Ryc. 7
Przygotowana do betonowania forma z negatywem kinety dennicy.

Piśmiennictwo:

1. PN-EN 1917: 2004/AC: 2009 „Studzienki włazowe i niewłazowe z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego włóknem stalowym i żelbetowe”.
2. PN-EN 206-1:2002/AC:2005 „Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
3. PN-B-06250 „Beton zwykły”.
4. PN-EN 197-1 „Cement. Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku”.
5. PN-EN 13791 „Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych”.
6. Madryas C., Kolonko A., Wysocki L.: Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
7. Pogan K.: Samozagęszczający się beton – kolejny etap w rozwoju pięcioskładnikowego kompozytu, Przegląd Budowlany 1/2000.
8. Broszura reklamowa firmy ZPB Kaczmarek sp. z o. o.
9. Wyniki wewnętrznych badań ZKP opracowane przez Laboratorium ZPB Kaczmarek.

Ryc. 8
Gotowa dennica PERFECT w technologii betonu SCC.

odpowiednio od 1/A do 6/C i przygotowano do badań:

- próbki nr 1/A, 1/B, 1/C – wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach,
- próbki nr 2/A, 2/B, 2/C – nasiąkliwości po 7 dniach,
- próbki nr 3/A, 3/B, 3/C – wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach,
- próbki nr 4/A, 4/B, 4/C – nasiąkliwości po 28 dniach,
- próbki nr 5/A, 5/B, 5/C – wytrzymałości na ściskanie po 90 dniach,
- próbki nr 6/A, 6/B, 6/C – nasiąkliwości po 90 dniach.

Próbki przewidziane do badania wytrzymałościowego docięto na pile do kształtu walcowego o stosunku wysokości do średnicy około 2. Próbki przewidziane do badania nasiąkliwości nie poddawano żadnej dodatkowej obróbce mechanicznej. Wyniki otrzymane w badaniach po odpowiednio 7, 28 oraz 90 dniach zestawiono w tabeli 1 [9].

Norma [1] wymaga, aby do produkcji elementów betonowych studni stosować beton klasy co najmniej C35/45 oraz o nasiąkliwości do 6%. Wyniki badań laboratoryjnych pozwoliły na wydanie deklaracji zgodności produktów z normą [1] w zakresie klasy betonu C40/50 (rzeczywista klasa C50/60) oraz nasiąkliwości betonu do 5,0% (po 28 dniach). Należy zauważyć, iż w przypadku badań betonów na bazie cementów hutniczych (warunki szczególne), zgodnie z punktem 5.5 normy [2], właściwsze jest badanie (deklarowanie) ich parametrów „w wieku późniejszym niż 28 dni”. W takim przypadku parametry betonu po 90 dniach dojrzewania odpowiadają klasie C60/75, oraz nasiąkliwości do 4,5%. W oparciu o załącznik A, normy PN-EN 13791 „Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych”, otrzymane w badaniach odwiertów wytrzymałości betonu na ściskanie, podzielono przez współczynnik 0,85, uwzględniający „uszkodzenie niedojrzałego lub naturalnie słabego betonu”

procesem wiercenia. Obrabiana mechanicznie powierzchnia zawiera drobinki pociętego kruszywa, które jedynie dzięki adhezji cementowej matrycy pozostają w strukturze przypowierzchniowej warstwy betonu. W takim przypadku klasę badanego betonu można oszacować na C70/85.

Wnioski

Na podstawie wyników badań oraz wymogów aktualnych normatywów można stwierdzić, iż:

- w produkcji przemysłowej możliwe jest wykonanie po 28 dniach twardnienia „uzasadnionych ekonomicznie” betonów samozagęszczalnych o nasiąkliwości do 5%. Niejednorodność surowców, tj. kruszywa, uniemożliwia, w przypadku betonów SCC, wydanie deklaracji zgodności na partię materiału z nasiąkliwością do 4%. W warunkach laboratoryjnych możliwe jest wykonanie betonów SCC o nasiąkliwości do 4 %;
- wyniki badań laboratoryjnych potwierdzają tezę o zdecydowanie „dłuższym życiu betonów” wytworzonych na bazie cementów hutniczych – badania wykonane po 90 dniach potwierdzają „jednokrotny” przyrost klasy betonu w stosunku do wartości projektowanej oraz dalszy spadek nasiąkliwości o 0,5% w stosunku do wartości określonej po 28 dniach;
- betony wytworzone na bazie cementów hutniczych są około 10 razy odporniejsze na działanie siarczanów, w porównaniu z betonami wytworzonymi na bazie cementów portlandzkich – zakłada się, iż prefabrykaty spełniać będą swoje funkcje techniczno-użytkowe przez co najmniej 100 lat w środowisku agresywnym o klasie ekspozycji XA3;
- betony wytworzone na bazie cementów hutniczych charakteryzują się szczelniejszą mikrostrukturą (dodatek mineralny) w stosunku do betonów wytworzonych na bazie cementów portlandzkich, a tym samym niższą nasiąkliwością.

