

Trwałość prefabrykatów w gospodarce wodno-ściekowej

– betonowe studnie szczelne ZPB Kaczmarek

■ dr inż. Grzegorz Śmiertka, dyrektor ds. produkcji ZPB Kaczmarek Sp. z o.o. S.K.A.

Jednym z głównych elementów sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej są studnie. Aktualna norma PN-EN 1917: 2004/AC: 2009 *Studzienki włazowe i niewłazowe z betonu niezbrojonego, zbrojonego włóknom stalowym i żelbetowe* [1] zawiera szereg wymogów jakościowo-trwałościowych dotyczących gotowych wyrobów betonowych. Źródłem tych zapisów był opracowany od nowa, a następnie przyjęty przez Polski Komitet Normalizacyjny do stosowania na terenie kraju normatyw PN-EN 206-1: 2003/AC: 2006 *Beton. Cz. 1. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność* [2].

Zmiana filozofii w podejściu do projektowania konstrukcji betonowej w stosunku do poprzedniej normy była znacząca, gdyż dotychczasowe projektowanie wytrzymałościowe zastąpiono projektowaniem trwałościowym, przy którym klasę betonu uzyskuje się „przy okazji”. Brzemienne w skutkach są pierwsze kroki projektanta, który w celu otrzymania trwałego wyrobu końcowego zmuszony jest oszacować tzw. klasy ekspozycji, na jakie beton będzie narażony w całym okresie swojego użytkowania.

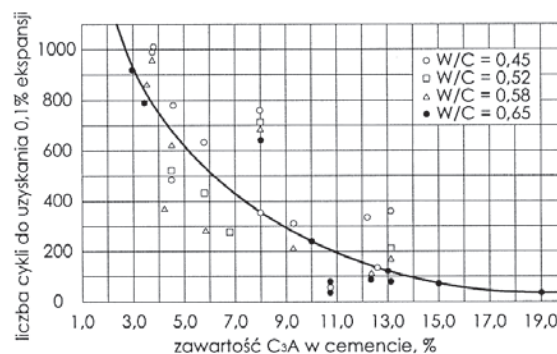
Punktem odniesienia dla projektantów konstrukcji betonowych jest zalecenie, aby przyjęte „wymagania uwzględniały czas użytkowania wynoszący co najmniej 50 lat w warunkach przewidywanej eksploatacji”. Wydaje się, że jest ono słuszne dla obiektów naziemnych, przy których prace konserwacyjne lub naprawcze, uwzględniane w rachunku ciągłym, nie podnoszą znacząco wartości całej inwestycji. W przypadku robót ziemnych, dla których nakłady na remonty przekraczają 50% wartości kosztorysowej robót (wartość robót ziemnych przy całości nakładów na prace instalacyjno-sieciowe), zasadne jest założenie długości technicznego życia obiektu na co najmniej 100 lat.

Wymogi normowe

Normy [1] oraz [2], poprzez wzajemne uzupełnianie się i zązębienie, podają wiele wymogów, których spełnienie gwarantuje osiągnięcie oczekiwanych parametrów trwałościowych.

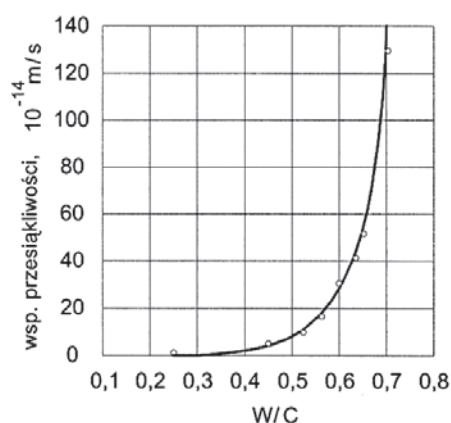
„Wytrzymałość obliczeniowa betonu na ściskanie, deklarowana przez producenta”, powinna wynosić co najmniej 40 MPa, co w świetle [2] oznacza klasę betonu C35/45, minimalną do stosowania w przypadku środowiska silnie chemicznie agresywnego XA3. Tak duże obciążenie korozyjne betonu (zakres pH od 4,0 do 4,5) może pojawić się w systemach grawitacyjnej kanalizacji sanitarnej, gdzie osady ścieków ulegają fermentacji, spowodowanej np. niedostateczną wentylacją sieci. W takich sytuacjach, zgodnie z tablicą F1 [2], obligatoryjne jest stosowanie cementów siarczanoodpornych, np. hutniczych o niskiej zawartości glinianu trójskwapniowego C_3A . Jest to na tyle ważne, iż porównywalne wytrzymałościowo cementy CEM I 42,5 R (o zawartości C_3A ok. 13%) oraz CEM III A 42,5 HSR N/A (o zawartości C_3A ok. 3%) pozwalają na wytworzenie prefabrykatów o trwałości (osiągnięcie 0,1% ekspansji) odpowiadającej odpowiednio 100 oraz 900 cyklów zamaczania próbek w roztworze Na_2SO_4 , naśladującym korozję siarczanową betonu. Traktując temat najogólniej, można stwierdzić, że dwie studzienki kanalizacyjne zabudowane na tym samym odcinku sieci kanalizacyjnej będą charakteryzować się „żywnością techniczną” odpowiednio 10 lat i 90 lat [3] (ryc. 1).

Kolejnym ważnym czynnikiem wpływającym na trwałość betonu jest współczynnik wodno-cementowy lub szczegółowej – wodno-spoiwowy, mający decydujący wpływ na takie parametry, jak szczelność – nasiąkliwość, odporność na ścieranie,



Ryc. 1. Wpływ C_3A na trwałość betonu

wytrzymałość mechaniczna oraz inne, mniej istotne w omawianym rodzaju konstrukcji inżynierskich, np. mrozoodporność. Określona w [1] jako maksymalna wartość $W/C = 0,45$ została powtórzona w [2], co potwierdza jej decydujący wpływ na końcową trwałość prefabrykatów betonowych. Spełnienie tego wymogu dla mieszanek betonowych, wszystkich elementów składowych betonowych studni, szczególnie dennicy z bliżej nieokreśloną liczbą możliwych kombinacji przyłączy i kinet, jest możliwe jedynie w technologii betonu samozagęszczalnego PERFECT, kiedy beton w konstrukcji ścian i dna ma dokładnie te same parametry, co w wyprofilowanej indywidualnie kiniecie. Oznacza to, iż zgodnie z [1] beton w całym elemencie dennicy



Ryc. 2. Nasiąkliwość betonu

jest „jednorodny i zwarty”, gwarantując tym samym spełnienie wszystkich wymogów normowych. Produkowane do dziś dna studni z ręcznie profilowanymi kinetami nie spełniają wymogu wytrzymałości (klasa C8/10), nasiąkliwości (ponad 10%) i ścieralności, a co z tego wynika – projektowanej trwałości.

Wartość maksymalnego parametru nasiąkliwości, zgodnie z [1], została określona na poziomie 6%. Ma ona pewien wpływ na trwałość studni, jednak nie jest on najważniejszy, gdyż temperatury ujemne w tego rodzaju podziemnych konstrukcjach inżynierskich pojawiają się niezwykle rzadko. Decydującą wielkością wpływającą na docelową opłacalność budowy i samej eksploatacji sieci jest szczelność wszystkich jej elementów składowych, bowiem ta odpowiada za transport mediów jedynie świadomie do niej wprowadzonych. Niskiej jakości materiały mogą doprowadzić do drenowania gruntu wokół przewodów i studni, co w konsekwencji prowadzi do obniżenia zwierciadła wody gruntowej oraz zwiększenia kosztów obsługi samej sieci. W przypadku słabej jakości technicznej sieci, przy niskim zwierciadle wody gruntowej, transportowane media będą i przedostawać się do gruntu, doprowadzając tym samym do zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Z łatwością można więc stwierdzić, że szczelność strukturalna materiału użytego do produkcji elementów składowych kanalizacji deszczowo-sanitarnej jest niezwykle ważna, o ile nie najważniejsza. Wyniki licznie przeprowadzonych badań laboratoryjnych potwierdzają wpływ zmiany współczynnika W/C na szczelność betonowych prefabrykatów. Zmiana W/C z wartości 0,4 na 0,5 powoduje ok. trzy-, czterokrotny wzrost współczynnika przesiąkliwości betonu, z wartości 0,4 do 0,6 ok. 15-krotny, natomiast z wartości 0,4 na 0,7 już ponad 50-krotny [3] (ryc. 2).

Wieloletnia eksploatacja konstrukcji żelbetowych prowadzi do naturalnego procesu karbonatacji betonu, czyli spadku jego wartości pH. Młody beton o wartości pH = 13,0 bardzo dobrze chroni wewnętrzne zbrojenie konstrukcyjne przed korozją. Poniżej wartości pH = 9,5 ochrona ta całkowicie zanika, co jest początkiem końca konstrukcji żelbetowej (postęp procesu zniszczenia jest zauważalny i liczony w dniach) [5]. Porównywalna konstrukcja zaprojektowana jako betonowa (zwykle o grubszej ścianie) wraz z upływem czasu nie zmniejsza swojej nośności, lecz wręcz przeciwnie. Wyniki licznych badań wytrzymałości betonu w czasie potwierdziły jego przyrost, w zależności od rodzaju cementu, nawet w okresie pięciu lat.

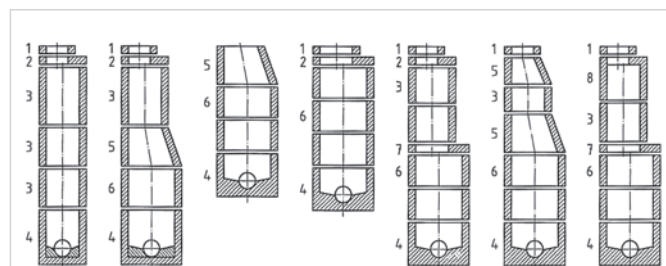
Betonowe studnie szczelne ZPB Kaczmarek

Firma ZPB Kaczmarek w zakładzie produkcyjnym w Prusicach wytwarza asortyment betonowych studni szczelnych w zakresie średnic DN 500, DN 1000, DN 1200 oraz DN 1500 [4]. Jako spoiwo stosowany jest siarczanoodporny cement CEM III A 42,5 HSR N/A, gwarantujący w połączeniu z technologią VAPOR (komory przyspieszające proces dojrzewania betonu) [6, 7] wysoką klasę betonu C40/50 (możliwość wykonania C55/65), nasiąkliwość betonu do 4%, wodoszczelność studni ponad 5 m słupa H₂O (do 10 m), wysoką siarczanoodporność prefabrykatów na oddziaływanie środowiska XA3, nośność studni (betonowych elementów przykrywających zwężek) na siłę pionową 600 kN – wymóg normowy 300 kN, nośność trzonów studni (betonowych kręgów) na siłę zginającą 60 kN/m – wymóg normowy 25 kN/m.

Technologie produkcji prefabrykatów z betonu wibroprasowanego (maszyna EXACT z pierścieniami dolnymi i górnymi) oraz samozagęszczalnego (PERFECT) umożliwiają utrzymanie rygoru produkcyjnego, gwarantującego stałą, bieżącą kontrolę współczynnika W/C o wartości 0,42. Dodatkowo, dzięki niemal idealnie gładkiej powierzchni kielichów i bosych końców prefabrykatów oraz systemowi uszczelnień klinowych i samoślizgowych, betonowe studnie ZPB Kaczmarek gwarantują spełnienie wszystkich wymogów normowych, w szczególności bardzo ważnej w gospodarce wodno-ściekowej wodoszczelności.

Pierścienie odciążające

Jako jedna z niewielu firm ZPB Kaczmarek podważa zasadność stosowania pierścieni odciążających, spotykanych jedynie w Polsce na budowach sieci z betonowymi studniami. Norma [1] jako dopuszczalne do stosowania podaje konstrukcje zgodnie z ryciną 3.



Ryc. 3. Rodzaje konstrukcji studni

Wśród wymienionych: 1. pierścień wyrównujący, 2. płyta pokrywowa, 3. krąg, 4. podstawa (dennica), 5. zwężka, 6. krąg, 7. płyta redukcyjna, 8. element przykrywający, normatyw [1] nie przewiduje stosowania konstrukcji pierścienia odciążającego [9]. Elementy te zaczerpnięto z konstrukcji studzienek tworzywowych (rur karbowanych), które dzięki specjalnie uformowanym ściankom dobrze przenoszą parcie gruntu – obciążenie zgniatające, natomiast w kierunku pionowym ich nośność jest pomijalna (obliczeniowo równa zero). Brak elementarnej wiedzy projektantów sanitarnych z dziedziny projektowania konstrukcji budowlanych [8], wymagających porównania schematu pracy studzienek betonowych i tworzywowych, doprowadza do sytuacji, kiedy pionowe, normowe obciążenie komunikacyjne jest „zdejmowane” ze studni (beton de facto najlepiej przenosi naprężenia ściskające) i przerzucane przez pierścień odciążający i jego podsypkę na kręgi, poprzez parcie gruntu zasyпки. Obciążenia to wywołuje w przekroju ścianki naprężenia rozciągające od zginania (z którym beton nie radzi sobie najlepiej). Podsumowując, należy stwierdzić, iż część projektantów, nieświadomie zaniża nośność projektowanych studni betonowych, starając się poprawić zapisy normy [1].

Literatura

- [1] PN-EN 1917: 2004/AC: 2009 *Studzienki włączowe i niewłączowe z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego włóknom stalowym i żelbetowe.*
- [2] PN-EN 206-1:2002/AC:2005 *Beton. Cz. 1. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.*
- [3] Madryas C., Kolonko A., Wysocki L.: *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2002.
- [4] Broszura reklamowa firmy ZPB Kaczmarek Sp. z o.o. S.K.A.
- [5] Śmiałka G.: *Zwężka, jako niezbrojony element studzienek kanalizacyjnych.* „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2010, nr 5 (32) (wrzesień – październik), s. 56–58.
- [6] Wyniki wewnętrznych badań ZKP opracowane przez Laboratorium ZPB Kaczmarek.
- [7] PN-EN 476: 2001 *Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej.*
- [8] PN-B-03264: 2002 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.*
- [9] Śmiałka G.: *Pierścienie „odciążające” – mity i rzeczywistość.* „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2010, nr 3 (30) (maj – czerwiec), s. 74–75.