

Zwężka jako niezbrojony element studzienek kanalizacyjnych

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

Od momentu wprowadzenia przez Polski Komitet Normalizacyjny zharmonizowanych norm europejskich podstawowym dokumentem odniesienia, wykorzystywanym do deklarowania odpowiedniej jakości studni kanalizacyjnych, jest norma PN-EN 1917:2004 *Studzienki włazowe i niewłazowe z betonu niezbrojonego, betonu zbrojonego włóknem stalowym i żelbetowe* [1].

Zapisano w niej, iż bez względu na rozwiązania konstrukcyjne stosowanych prefabrykatów (betonowe, żelbetowe lub zbrojone włóknem rozproszonym) po wbudowaniu w miejsca o tych samych warunkach eksploatacji (wielkościach obciążeń komunikacyjnych) obowiązują te same wymagania techniczno-użytkowe. W zakresie obciążeń prefabrykaty przenoszące pionowe obciążenia komunikacyjne należy badać zgodnie z załącznikiem B do normy [1], natomiast elementy obciążane poziomym parciem gruntu zgodnie z załącznikiem A [1] oraz [3]. Beton we wszystkich elementach podlega badaniu wytrzymałości na ściskanie, wykonanemu na odwiertach rdzeniowych, zgodnie z procedurą normatywu PN-EN 13791 *Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych elementach betonowych* [2] oraz [1].

Porównując więc zakres produkcji elementów zbrojonych, jak i niezbrojonych należy stwierdzić, iż możliwe jest zaprojektowanie i późniejsze wykonanie kompletnych niezbrojonych studni kanalizacyjnych.

Beton zbrojony

Zgodnie z normą PN-B-03264:2002 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie* [4], prefabrykatami żelbetowymi nazywamy „konstrukcje z betonu, zbrojone wiotkimi prętami stalowymi w taki sposób, że sztywność i nośność konstrukcji uwarunkowana jest współpracą betonu i stali”, a stopień ich zbrojenia jest większy od minimalnego, zależnego od klasy betonu i stali. Zastosowanie zbrojenia przenoszącego w obciążanych przekrojach naprężenia rozciągające pozwoliło na zmniejszenie grubości ścianek, a tym samym ciężarów prefabrykatów od 30% do 50% w porównaniu do elementów niezbrojonych. W przypadku projektowania elementów zbrojonych dodatkowo należy sprawdzać szerokości rozwarcia rys pojawiających się pod obciążeniem w momencie przekroczenia przez beton wytrzymałości na rozciąganie. Rysy ułatwiają penetrację szkodliwych dla betonu czynników w głąb konstrukcji, co przyspiesza jej degradację i tym samym znacząco skraca trwałość.

Trwałość konstrukcji zbrojonej uzależniona jest od trwałości otuliny chroniącej zbrojenie przed korozją. Młody beton posiada odczyn pH na poziomie ok. 13. W trakcie naturalnej eksploatacji konstrukcji żelbetowych CO₂ z powietrza powoduje powolne zmniejszanie pH betonu. Od wartości pH ok. 9,5 ochrona stali, zapewniona przez alkaliczność cementu, całkowicie zanika, a proces korozji stali zaczyna postępować lawinowo [6]. Przekroje zaprojektowane jako żelbetowe nie są w stanie przeniesić zewnętrznych obciążeń przez przekrój betonu, co w rezultacie doprowadza do awarii konstrukcji. W związku z powyższym w aspekcie trwałości żelbetowych prefabrykatów należy stwierdzić, że wiek działa na ich niekorzyść.

Beton niezbrojony

Wychodząc naprzeciw powyższym problemom, na przestrzeni ostatnich lat w systemach sieci kanalizacyjnych powrócono do stosowania prefabrykatów betonowych. Brak stali konstrukcyjnej w betonowym przekroju wymusił na projektantach zwiększenie grubości ścianek, co wpłynęło na większy ciężar elementów. Należy jednakże w tym miejscu zauważyć, iż z uwagi na znaczne ciężary prefabrykatów żelbetowych, do robót sieciowych z ich zastosowaniem i tak wykorzystywany jest ciężki sprzęt. Dodatkowo, zgodnie z prawem Archimidesa, masa montowanych elementów poprawia nośność studni względem wyporu wody. Drugim i zarazem podstawowym, pozytywnym aspektem stosowania konstrukcji bez prętów zbrojeniowych jest ich trwałość. Konstrukcje betonowe, jak i żelbetowe, wbudowane w podobnych warunkach klimatycznych, podlegają temu samemu procesowi karbonatyzacji. W przypadku konstrukcji bez zbrojenia neutralizacja betonu postępująca w czasie, w kierunku od powierzchni, nie wpływa znacząco na parametry wytrzymałościowe konstrukcji. Można więc stwierdzić w aspekcie trwałości, iż wiek dla betonowych prefabrykatów jest czynnikiem pozytywnym.

Studnie kanalizacyjne

W normie [1] przedstawiono możliwe rozwiązania konstrukcyjne studni kanalizacyjnych. Wszystkie elementy składowe można wykonać alternatywnie, jako żelbetowe. Z uwagi na poziome fragmenty konstrukcji obciążone dużymi siłami skupionymi prefabrykaty, takie jak płyta pokrywowa, płyta redukująca, element przykrywający, obligatoryjnie muszą być zbrojone z uwagi na duże naprężenia rozciągające. Istnieje jednak możliwość wykonania w pełni betonowych studni składających się z podstaw, kręgów oraz zwęzek, całkowicie odpornych na negatywny proces karbonatyzacji betonu. Charakter pracy kręgów polegający na osiowym przeniesieniu podłużnych sił ściskających oraz obwodowych obciążeń normalnych generujących w konstrukcji trzonu stan quasi-błonowy powoduje, że bardzo dobrze radzą sobie one w przenoszeniu normowych, obciążeń. Podobnie dennice, dzięki odpowiedniej sztywności dna z łatwością przenoszą obciążenia na podłoże gruntowe. Największe problemy do niedawna sprawiały betonowe elementy zamykające konstrukcję studni od góry lub służące do zmiany średnicy studni na jej wysokości, tzw. zwężki.

Zwężki

Jeszcze kilka lat temu poziom techniczny maszyn wibropraszających uniemożliwiał mechaniczne wykonanie zwęzek, których beton, jak i one same, spełniałyby wymagania norm [1, 5]. Spowodowane było to problematycznym zasypem, a następnie trudnościami z właściwym zawibrowaniem betonu na pochyłej

WYSOKA
ODPORNOŚĆ
NA ŚCIEKI !!!



TRWAŁE

BETON C40/50 W KINECIE
CEMENT SIARCZANOODPORNY
HSR



PRODUKT
ZGODNY Z
PN-EN 1917



MONOLITYCZNE

BETON JEDNORODNY
W CAŁYM ELEMENTE

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

ścianie prefabrykatów. Próby ręcznego zasypu i następnie ubijania wilgotnej mieszanki w formie nie dawały rezultatu, gdyż wyprodukowane zwężki nadal nie spełniały wymagań normowych. Wszystkie te problemy wpłynęły na niechlubną opinię zwęzek jako elementów nadających się jedynie do wbudowania w terenach zielonych o niewielkim obciążeniu komunikacyjnym. Wyprodukowanie odpowiednich maszyn wibroprasujących oraz udoskonalenie procesu technologicznego umożliwiło wyprodukowanie zwęzek spełniających wymogi normy [1] przede wszystkim w zakresie wytrzymałości betonu na ściskanie, jak i nośności elementu przy pionowym obciążeniu.

Badania laboratoryjne

Chcąc sprostać narastającym wymagom rynku krajowego w zakresie studni sieci kanalizacyjnych, firma ZPB KaczmareK, wprowadziła do produkcji betonowe zwężki DN 1000 oraz DN 1200 [7], dla których zaprojektowano mieszankę o konsystencji wilgotnej i recepturze zgodnie z tablicą 1.

Tab. 1. Receptura mieszanki betonowej do produkcji zwęzek w systemie EXACT

Surowiec	Zawartość na 1 m ³
Piasek 0-2	1200 kg
Żwir 2-11	720 kg
Cement hutniczy CEM III/A 42,5N-HSR/NA wraz z domieszką	450 kg
Plastyfikator	2,0 kg
Woda	115 kg

Do badań laboratoryjnych wybrano losowo z produkcji sześć zwęzek DN 1000/600, z kolejnych partii produkcyjnych zwęzek. Elementy pobierano średnio co dwa tygodnie po jednej sztuce w okresie od maja do sierpnia 2010 r. Badania prowadzono przez sześć dni, badając po 28 dniach dojrzewania w warunkach laboratoryjnych od daty produkcji po jednym elemencie. Stanowisko badawcze zmontowano ze zwęzek oraz dennicy przeznaczonych do badań laboratoryjnych (specjalnie dozbudowanej), zapewniającej właściwe podparcie prefabrykatów. Od góry zwężki zwińczone, zgodnie z [1], okrągłą blachą o grubości 30 mm (1) z dodatkową blachą o wymiarach 300 mm × 300 mm × 30 mm (3). Obciążenie z prasy przekazywano poprzez przekładkę z elastomeru grubości 20 mm i twardości 65° Shore'a (4), według załączonej ryciny 1a.

Przegub kulowy (2) był zamontowany w belce stalowej przekazującej obciążenie z prasy. Badanie wykonano na maszynie wytrzymałościowej PK-2 firmy Kurzętnik o maksymalnej sile nacisku 700 kN – wzorcowanie do 600 kN. Maszyna standardowo przystosowana jest do badań kręgów na zgniatanie i współpracuje z miernikiem cyfrowym CL 361 oraz czujnikiem ciśnienia CL1. Z powodu skośnego ukształtowania jej dolnej

części badanie wykonano na stalowym stołku podporowym, umożliwiającym przygotowanie równej, poziomej powierzchni. Następnie na konstrukcji stojaka ułożono trzy kształtowniki stalowe HEB 120 zapewniające równomierne podparcie blachy o grubości 30 mm, będącej podłożem betonowej dennicy (rycina 1b).

Na tak przygotowanym stanowisku rozpoczęto badania, ustawiając przyrost siły na 1 kN/s. Zwężki obciążano do zniszczenia elementów betonowych lub wystąpienia uszkodzeń uniemożliwiających ich prawidłową eksploatację. Otrzymane wyniki przedstawiono w tablicy 2 [8].

Tab. 2. Wyniki badań na obciążeniu siłą pionową betonowych zwęzek DN 1000/600

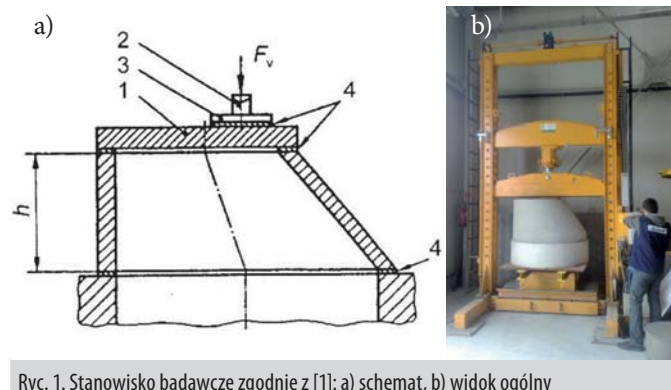
Lp.	Rodzaj badanego elementu	Nośność [kN]
1	Zwężka DN 1000/600	520
2	Zwężka DN 1000/600	608
3	Zwężka DN 1000/600	598
4	Zwężka DN 1000/600	579
5	Zwężka DN 1000/600	566
6	Zwężka DN 1000/600	691

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych, stwierdzono, iż zgodnie z [1] zwężki DN 1000/600 produkcji ZPB KaczmareK, przeznaczone do zainstalowania w obszarach dróg dla wszystkich rodzajów pojazdów kołowych, spełniają wymagania w zakresie minimalnego obciążenia pionowego. Średnia wartość siły niszczącej wyniosła 593,7 kN, natomiast wartość minimalna 520 kN. Oznacza to niemalże dwukrotny zapas nośności w stosunku do minimalnych wymagań normatywu [1] na poziomie 300 kN. Jako elementy betonowe są one odporne (w zakresie nośności) na proces karbonatyzacji, skracający trwałość m.in. prefabrykowanych żelbetowych płyt pokrywowych. Dodatkowo dzięki zastosowaniu hutniczego cementu siarczanoodpornego CEM III/A 42,5N-HSR/NA, zwężki charakteryzują się odpornością na środowisko silnie agresywne XA3 zgodnie z [5]. W aspekcie ekonomicznym należy dodać, iż są one zdecydowanie tańsze od swoich żelbetowych odpowiedników, gdyż nie zawierają kosztownego zbrojenia (koszty materiału i robocizny).

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 13791 *Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych.*
3. PN-EN 476: 2001 *Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej.*
4. PN-B-03264: 2002 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.*
5. PN-EN 206-1:2002/AC:2005 *Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.*
6. Madryas C., Kolonko A., Wysocki L.: *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2002.
7. Broszura reklamowa firmy ZPB KaczmareK Sp. z o.o.
8. Wyniki wewnętrznych badań ZKP opracowane przez Laboratorium ZPB KaczmareK.



Ryc. 1. Stanowisko badawcze zgodnie z [1]: a) schemat, b) widok ogólny