

Pierścienie „odciążające” – mity i rzeczywistość

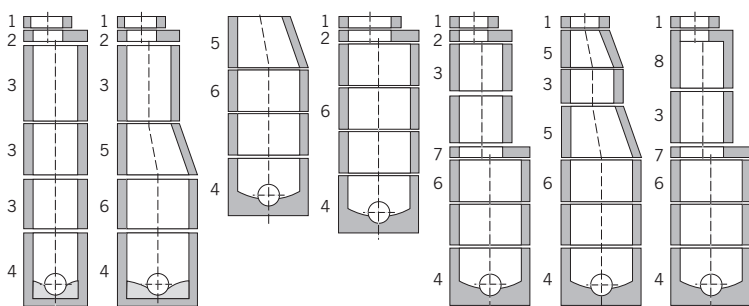
W ostatnich latach na rynku studni kanalizacyjnych w Polsce pojawiły się tzw. pierścienie odciążające. W środowisku projektantów, wykonawców i pracowników nadzoru można usłyszeć tyle samo głosów za, jak i przeciw stosowaniu tych elementów. Idea ich pracy zakłada całkowite odciążenie konstrukcji studni od pionowego obciążenia komunikacyjnego na rzecz dociężenia nim gruntu bezpośrednio wzdłuż zewnętrznego obwodu studni.

Podstawowe wymogi dotyczące studni betonowych zawiera [1]. Wśród ich elementów składowych znalazły się: 1. pierścień wyrównujący, 2. płyta pokrywowa, 3. i 6. kreg, 4. podstawa (dennica), 5. zwężka, 7. płyta redukcyjna, 8. element przykrywający (rys. 1). Autorzy angielskiej wersji oryginału nie przewidzieli konstrukcji pierścienia „odciążającego”, gdyż jego stosowanie jest sprzeczne z racjonalnym kształtowaniem kierunku obciążenia na studnie betonowe. Wielkości obciążeń niszczących, pod kątem których należy badać elementy składowe studni, poza [1] można znaleźć w [2]. Zapisano tam, że elementy sztywne o przekroju kołowym powinny mieć wytrzymałość na zgniatanie co najmniej 25 kN/m. W obu normach zwężki, płyty pokrywowe i redukujące, przeznaczone do stosowania pod jezdniami dostępnymi dla wszystkich rodzajów pojazdów drogowych, poboczami utwardzonymi i w obrębie terenów parkingowych, powinny wytrzymywać obciążenie niszczące o wartości co najmniej 300 kN. Można więc stwierdzić, iż normowe wymagania nośności „studni” na siłę pionową są ponad 10 razy większe od wymogu nośności na siłę zgniatającą.

Obciążenia

W celu porównania zalet i wad studni normowych oraz z pierścieniami odciążającymi przeanalizowano wpływ obciążenia komunikacyjnego na oba rozwiązania konstrukcyjne. Wśród norm obciążeniowych największe naciski od kół pojazdów definiuje [3]. Charakterystyczne obciążenie komunikacyjne w klasie A wywołuje pojazd K o masie 800 kN. Obciążenie to rozkłada się na osiem kół po 100 kN. Mnożąc jednostkowy nacisk przez współczynnik obciążenia równy 1,5 i współczynnik dynamiczny o wartości 1,325, otrzymujemy maksymalny obliczeniowy nacisk jednego koła pojazdu K o wartości: $100 \text{ kN} \times 1,5 \times 1,325 = 200 \text{ kN}$.

Rys. 1



Możliwe zagrożenia studni normowych

Wśród potencjalnych zagrożeń dla studni betonowych wymienia się niebezpieczeństwo zniszczenia ich konstrukcji obciążeniem pionowym. Zgodnie z wymogami [1], do produkcji prefabrykatów należy stosować beton o deklarowanej przez producenta wytrzymałości na ściskanie 40 MPa. Po przeliczeniu ściskanej powierzchni betonu w studniach można stwierdzić, iż wpusty uliczne charakteryzują się co najmniej 10-krotnym zapasem nośności, a studnie wjazdowe średnio 65-krotnym. W przypadku zwężenia studni zwężkami zapas jest 35-krotny. Drugim, często stawianym argumentem „za” jest niewystarczająca nośność podłoża gruntowego QfNB pod podstawami studni. W oparciu o [4] wyliczono dla posadowienia w nawodnionym, średnio zagęszczonym gruncie sytkim uśrednione nośności podłoża gruntowego pod studniami wjazdowymi.

W zależności od głębokości ich posadowienia (D_{min}) wynoszą one dla: 1,0 m – 650 kN, 2,0 m – 1200 kN, 3,0 m – 1750 kN, 4,0 m – 2300 kN, 5,0 m – 2850 kN, 6,0 m – 3400 kN. W przypadku wpustów ulicznych DN500 uśrednione nośności podłoża gruntowego wynoszą: 1,0 m – 300 kN, 2,0 m – 550 kN, 3,0 m – 850 kN, 4,0 m – 1100 kN, 5,0 m – 1400 kN, 6,0 m – 1650 kN. Wyniki obliczeń potwierdzają spełnienie wymogów QfNB [4] dla każdej ze sprawdzanych studni. Trzecim argumentem zwolenników „odciążania” studni jest zmniejszenie ich potencjalnych osiadań. Zakładając maksymalny nacisk na podłoże gruntowe o wartości 300 kN (200 kN możliwego obciążenia komunikacyjnego oraz 100 kN ciężaru studni), odpór podłoża gruntowego pod studniami wjazdowymi wynosi ok. 2,0 kg/cm² (200 kPa), natomiast pod wpustami ulicznymi ok. 10 kg/cm². Należy w tym miejscu zauważyć, iż pole podstawy pierścienia odciążającego we wpustach ulicznych jest zbliżone do pola podstawy dennicy DN500, wobec czego średnie osiadanie w obu przypadkach będzie podobne. Nośność podłoża gruntowego o wielkości 2,0 kg/cm², bez nadmiernych osiadań, wykazuje większość gruntów nośnych bez jakichkolwiek dodatkowych zabiegów wzmacniających. W przypadku wpustów DN500 podstawowym warunkiem prawidłowej pracy zaprojektowanej i wykonanej konstrukcji jest właściwe przygotowanie podłoża gruntowego przez wykonanie pod dennicą podsypki z gruntu sytkiego o odpowiednim wskaźniku zagęszczenia IS. W przypadku pierścieni odciążających dokładnemu zagęszczeniu podlega zdecydowanie większa masa gruntu, wzdłuż całej poboczniczy studni, co stwarza zdecydowanie większe niebezpieczeństwo nadmiernych osiadań poprzez skumulowanie całości obciążeń na grunt zasypowy. Można więc jednoznacznie stwierdzić, iż potencjalne zagrożenie studni normowych ruchem kołowym to mit.

Przeciążenie studni z pierścieniami odciążającymi

Obciążenia komunikacyjne (gdyż te dominują w tego rodzaju konstrukcjach) rozkładane są na powierzchni jezdni poprzez ślad koła (w [3] wy-

nosi on 0,20 m x 0,60 m). Zakładając rozchodzenie się naprężeń przez warstwy konstrukcyjne jezdni na większą powierzchnię, otrzymujemy jednostkowo mniejszą wartość obciążenia przyłożonego na grunt podbudowy konstrukcji jezdni. W przypadku studni z pierścieniami odciążającymi obciążenie przekazuje się bezpośrednio z kraty żeliwnej przez płytę pokrywową i dalej pierścień „odciążający” na grunt podbudowy jezdni (rys. 2). Pole podstawy powierzchni takiego pierścienia wynosi zwykle dla wpustów ulicznych ok. 0,40 m². Oznacza to, iż przyłożona na środku powierzchni kraty żeliwnej siła może generować naprężenia o wartości co najmniej $200 \text{ kN}/0,40 \text{ m}^2 = 500 \text{ kPa}$. Przemieszczanie się koła po powierzchni kraty powoduje kumulację naprężeń pod jej obciążanym narożnikiem bądź krawędzią, co w konsekwencji prowadzi do wzrostu wielkości naprężeń w stosunku do wyliczonej wartości 500 kPa.

W celu przeliczenia wielkości przyłożonych obciążeń pionowych na towarzyszące im siły zgniatające elementy komory roboczej studni, w oparciu o [5] wyliczono dla gruntów sypkich średnio zagęszczonych współczynnik parć spoczynkowych $K_0 = 0,40$, a następnie parcia boczne bezpośrednio pod pierścieniem „odciążającym” o wartości 200 kPa. Dodatkowo, z powodu możliwego nachylenia kierunku parć, zgodnie z [5] wyliczoną wartość zredukowano o dalsze 10%. Otrzymano miejscowe parcie zgniatające rzędu 180 kPa. Oczywiście, wartość ta wraz z głębokością zanika, więc ze względu na kształt wykresu parcia [3,5] najbardziej narażone na uszkodzenia są górne kręgi do rzędnej ok. -2,00 m. Można więc bez nadużyć stwierdzić, iż przeciążanie konstrukcji studni pierścieniami „odciążającymi” to rzeczywistość.

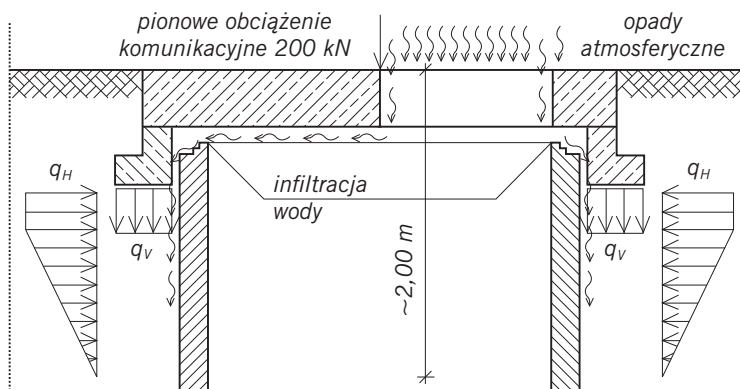
Badania laboratoryjne

W celu porównania powyższych rozważań z rzeczywistością nośnością elementów studni betonowych w Laboratorium Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej wykonano badanie na siłę pionową betonowej zwężki DN1200 na prasie o maksymalnym nacisku 500 kN [6]. Dodatkowo w Laboratorium ZPB Kaczmarek na prasie Kurzętnik o maksymalnym nacisku 600 kN przeprowadzono badania na siłę pionową betonowej zwężki DN1000 [7] oraz zmontowanego wpustu ulicznego DN500 o wysokości 2,00 m (fot. 1) [8]. We wszystkich badaniach obciążanie przerywano po osiągnięciu przez prasy ich maksymalnych nacisków. W trakcie badań nie stwierdzono jakichkolwiek uszkodzeń badanych elementów betonowych, co potwierdza co najmniej dwukrotny zapas ich nośności.

Wnioski

Na podstawie przedstawionych rozważań można stwierdzić, że:

- nośność na siłę zgniatającą zmontowanych studni bądź też ich elementów może być pięciokrotnie niższa od „możliwego chwilowego” przeciążenia konstrukcji ich trzonów punktowym parciem 180 kPa, do rzędnej ok. -2,0 m poniżej powierzchni jezdni
- wprowadzenie szczeliny pomiędzy płytą pokrywową i trzon studni powoduje zaciekanie opadów atmosferycznych po wewnętrznej powierzchni studni pod pierścień odciążający. Prowadzi to do rozluźnienia pod nimi materiału



Rys. 2

obsypki studni, co w konsekwencji generuje dodatkowe osiadania w rejonie studni

- stosowanie pierścieni „odciążających” skutkuje zmniejszeniem na studnię obciążenia siłą pionową, powodując tym samym wzrost poziomego obciążenia zgniatającego, co stoi w całkowitej sprzeczności z racjonalnym kształtowaniem kierunku obciążenia na studnię.

dr inż. Grzegorz Śmierka

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

Literatura

- 1 PN-EN 1917:2004/AC:2009 Studzienki włazowe i niewłazowe z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego włóknom stalowym i żelbetowe
- 2 PN-EN 476: 2001 Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej
- 3 PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia
- 4 PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- 5 PN-83/B-03010 Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i wymiarowanie
- 6 Sprawozdanie z badań nr 018/2007/PKB, październik 2007 r.
- 7 Wyniki badań wewnętrznych zwęzek na siłę pionową, marzec 2010 r.
- 8 Wyniki badań wewnętrznych wpustów ulicznych na siłę pionową, luty 2010 r.



Fot. 1

fol. ZPB Kaczmarek sp. z o.o.