

Rurowe elementy betonowe jako przejścia dla zwierząt

Zastosowanie w infrastrukturze komunikacyjnej

Na temat przejść dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym mówi się i pisze coraz więcej, co niewątpliwie świadczy o ważności tego tematu. Również w Polsce w ostatnim okresie odbyło się kilka konferencji poświęconych wyłącznie tej tematyce [19], [20]. Ukazało się też wiele publikacji omawiających te zagadnienia m.in.: [6], [7], [8], [9], [14], [15], [16]. Część z wymienionych prac wykonana została przy udziale autorów niniejszego artykułu. W pracach tych autorzy wielokrotnie poruszali konieczność opracowania ujednoczonych zaleceń projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt, które w sposób jednoznaczny uporządkowałyby wątpliwe kwestie związane z tymi obiektami. W ramach zaleceń proponuje się omówienie następujących zagadnień:

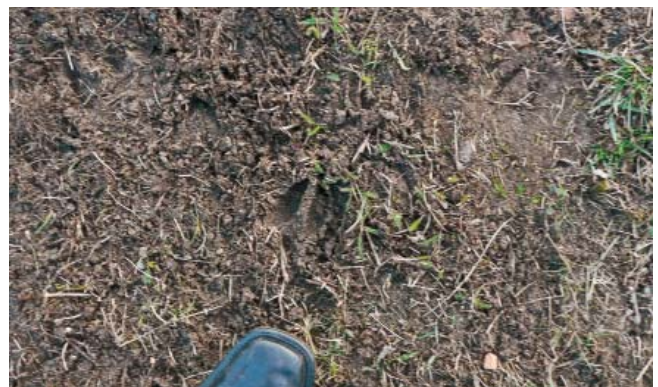
- ogólna charakterystyka problemu;
- klasyfikacja przejść dla zwierząt;
- podstawy prawne ochrony zwierząt w zasięgu oddziaływania szlaku komunikacyjnego;
- wybór rodzaju przejścia i zasady lokalizowania przejść;
- dokumentacja projektowa;
- wymiarowanie, konstrukcje przejść i materiały do budowy;
- ukształtowanie i warunki funkcjonowania przejść;
- eksploatacja i utrzymanie obiektów;
- podstawowe błędy w projektowaniu;
- aspekty ekonomiczne budowy przejść dla zwierząt.

Zalecenia takie opracowane przez interdyscyplinarną grupę specjalistów: konstruktorów, biologów, specjalistów z zakresu ochrony środowiska jak i inwestorów, mogłyby przyczynić się do minimalizacji problemu wypadkowości na szlakach komunikacyjnych. Ponadto już w fazie wstępnej przystępowania do projektu reguły podane w zaleceniach mogłyby eliminować wszystkie te rozwiązania, które nie są właściwe. Z punktu widzenia aspektu ekonomicznego realizacji przedsięwzięć komunikacyjnych, szczególnie biorąc pod uwagę ich planowaną liczbę, jest to zagadnienie bardzo istotne i zdaniem autorów wymaga pilnego rozwiązania. Jeden z wielu przykładów właściwie skonstruowanego przejścia dla zwierząt ilustruje fot. 1.

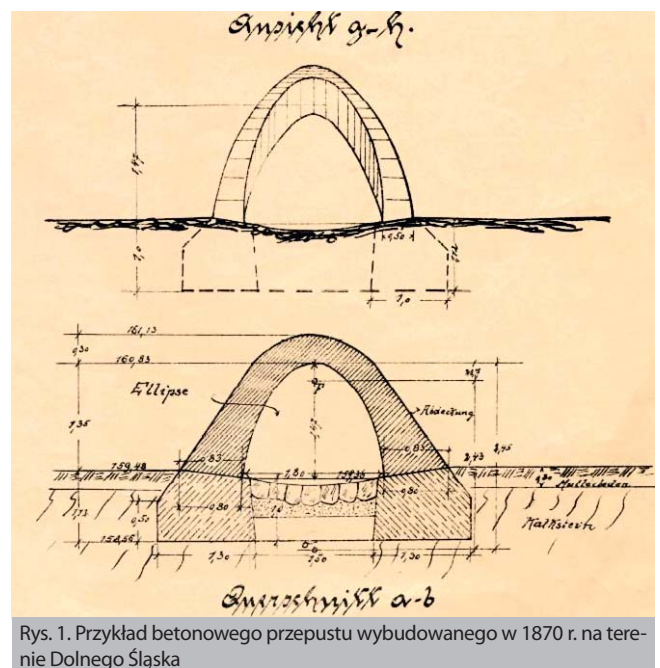
Innym tematem jest korzystanie przez zwierzęta z wybudowanych już przejść nad i pod szlakami komunikacyjnymi. Autorzy niniejszego artykułu przez kilka lat mieli okazję przyjrzeć się również temu zagadnieniu. Ich zdaniem przejścia takie, w przypadku stosowania siatek naprowadzających, są wykorzystywane w wielu przypadkach nawet bardzo intensywnie; dotyczy to szczególnie przejść wybudowanych przed wieloma laty, co zdaniem autorów wiąże się z przyzwyczajeniami zwierząt. Jednakże w tym przypadku konieczny jest monitoring według ściśle ustalonych programów. Przykład śladów zwierząt na przejściu nad autostradą A4 pokazano na fot. 2.



Fot. 1. Przykład przejścia dla małych zwierząt pod autostradą z zastosowaniem osłonowych rur betonowych (autostrada A2, fot. A. Wysokowski)



Fot. 2. Przykład śladów zwierząt na przejściu nad autostradą A4 (fot. A. Wysokowski)



Rys. 1. Przykład betonowego przepustu wybudowanego w 1870 r. na terenie Dolnego Śląska

Zastosowanie konstrukcji z rur betonowych do budowy dolnych przejść dla zwierząt

Jednym z omawianych rozwiązań konstrukcyjnych, wspomnianych zaleceń projektowania budowy i utrzymania przejść dla zwierząt, powinny być obiekty z rur. W artykule autorzy podjęli próbę przybliżenia tego tematu dla rur betonowych.

Przepusty w konstrukcji betonowej wykonywane były praktycznie od początku upowszechnienia stosowania betonu w drogownictwie i kolejnictwie. Przykład takiego przepustu wybudowanego w 1870 r. pokazano na rys. 1.

Idea konstrukcji z rur betonowych jako przejść dla zwierząt ma swoje źródło w tradycyjnym już stosowaniu tych konstrukcji jako przepustów i małych obiektów mostowych w budownictwie komunikacyjnym. Sposób ich adaptacji w celu wykorzystania do budowy przejść dla zwierząt pokazano na rys. 2.

Jak wynika z rysunku, niezbędne jest tu wykonanie wewnątrz betonowego przepustu odpowiednich półek, które mogą być wykonane z różnych materiałów: betonu, kształtowników stalowych bądź kruszywa o dużej frakcji tak, aby zwierzęta mogły bezpiecznie korzystać z przejścia.

W dwóch ostatnich przypadkach wskazane jest stosowanie geowłóknin i warstwy piasku, aby warunki przejścia były maksymalnie zbliżone do warunków naturalnych.

Na rys. 3. pokazano podział przejść dla zwierząt opracowany przez A. Wysokowskiego z wykorzystaniem prac prof. Jędrzejewskiego [5], z uwzględnieniem ich specyfiki konstrukcyjnej [15]. Na przedstawionym schemacie grubymi ramkami autorzy oznaczyli rodzaje przejść dla zwierząt wykonywane z rur betonowych.

Przejścia dla zwierząt powinny posiadać odpowiednie wymiary, dostosowane do gatunku zwierząt, dla których są przeznaczone. Informacje dotyczące geometrii przejść, choć niejednoznaczne, można znaleźć w coraz szerszej literaturze przedmiotu [5], [11], [12], [13], [18].

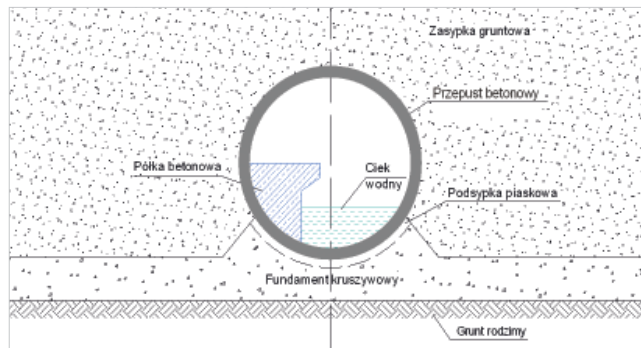
Zauważa się, że w ostatnim okresie w obszarze zainteresowań znalazły się również niekołowe kształty przekrojów konstrukcji betonowych (jak przy budowie kolektorów kanalizacyjnych i przepustów). Zdaniem autorów zostaną one najprawdopodobniej wprowadzone niebawem również do budowy przejść dla zwierząt, w tym przejść zespolonych. Przykład nowoczesnej konstrukcji o profilu gardzielowym, która może być z powodzeniem wykorzystywana do budowy przejść dla zwierząt pokazano na rys. 4.

Przepusty można wykonywać metodą wykopu otwartego, jak również metodą przeciskową pod czynnymi liniami komunikacyjnymi. Szczególnie chętnie stosuje się je w przypadku eksploatowanych linii kolejowych. Przykład rur betonowych do wykonywania przepustów metodą przecisku pokazano na rysunku 7.

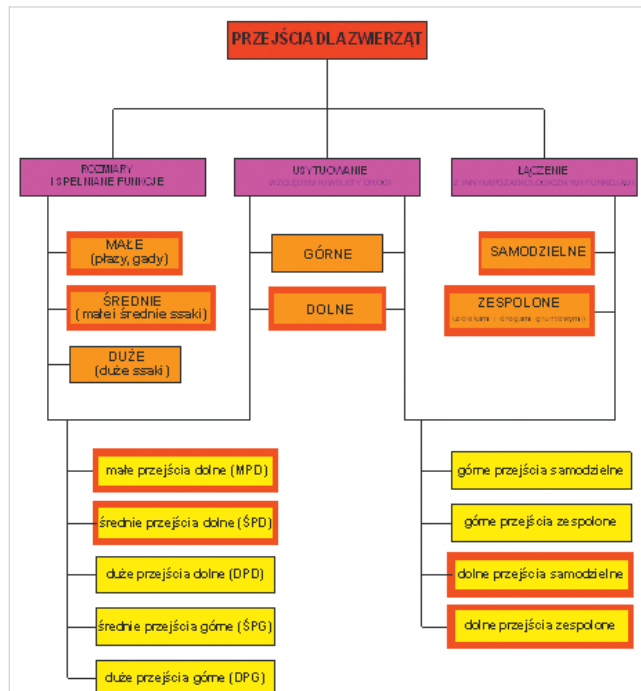
Z uwagi na specyfikę przejść dla zwierząt obiekty takie wymagają zastosowania elementów wyposażenia, których celem jest umożliwienie w miarę swobodnej, bezstresowej migracji zwierząt. Ważniejsze elementy wyposażenia konstrukcji przejść dla zwierząt to:

- wloty i wyloty,
- skrzydelka naprowadzające,
- utwardzenia dna,
- półki dla zwierząt,
- oskarpowania,
- siatki naprowadzające.

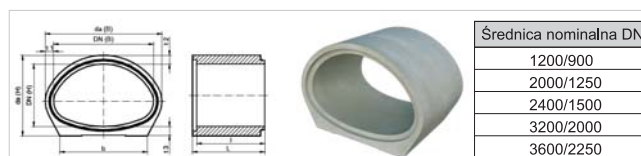
Dla podniesienia nośności konstrukcji przejść dla zwierząt z wykorzystaniem rur betonowych coraz częściej wykorzystuje się zbrojenie gruntu. W tym celu stosuje się dostępne szeroko



Rys. 2. Idea wykorzystania konstrukcji betonowych jako przejść dla zwierząt



Rys. 3. Podział przejść dla zwierząt (grubymi ramkami oznaczono typy przejść dla zwierząt budowane w infrastrukturze komunikacyjnej z rur betonowych).



Rys. 4. Osłonowe rury betonowe o profilu gardzielowym możliwe do wykorzystania do budowy przejść dla zwierząt (katalog produktów firmy Haba – Beton 2008 [22]).

na rynku różnego typu geotekstyli (układane w jednej lub kilku warstwach). Z uwagi na ograniczone ramy artykułu temat ten nie został w nim dalej rozwinięty.

Badania i obliczanie konstrukcji z betonowych rur osłonowych

Zagadnienia badań i obliczeń konstrukcji przejść dla zwierząt są równie ważne, jak zaprojektowanie ich geometrii, lokalizacji i wyposażenia. Z uwagi na bezpieczeństwo ruchu, jak i zwierząt, konieczna jest szczegółowa analiza rzeczywistej pracy tych konstrukcji w zależności od ich kształtu, rozwiązań materiałowych (tu betonu), lokalizacji i wynikających stąd obciążeń. Analizy te mogą dotyczyć:

- badań laboratoryjnych – najczęściej konstrukcji samych rur (prefabrykatów);

– badań laboratoryjnych kompletnych konstrukcji przepustów (po ich montażu).

Wymienione badania mogą być prowadzone pod obciążeniami zarówno statycznymi, dynamicznymi, jak i zmęczeniowymi i dotyczyć nowo wybudowanych bądź też rekonstruowanych obiektów (zarówno w ciągu dróg jak linii kolejowych). W przypadku przepustów badania najczęściej wykonuje się jako próbne obciążenia przed oddaniem ich do użytkowania. I tak też powinno się postępować w przypadku przejść dla zwierząt.

Badania elementów prefabrykowanych są najczęściej prowadzone w różnych laboratoriach i ośrodkach badawczych. Przez wiele lat zagadnieniami tymi zajmowano się w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów w Żmigrodzie we współpracy z Zakładem Inżynierii Miejskiej Politechniki Wrocławskiej. Prowadzone były tam badania betonowych rur kanalizacyjnych, w tym rur betonowych do budowy przepustów [3], [4], [17]. Wyniki tych badań posłużyły m.in. do wydania wielu aprobat technicznych dla przedmiotowych wyrobów.

Na stendzie badawczym w IBDiM Żmigrodzie prowadzone były również badania laboratoryjne kompletnych przepustów w skali naturalnej. Prowadzono także terenowe badania tych konstrukcji.

Obliczanie konstrukcji przepustów, a także ich obciążenia stanowią odrębne, szerokie zagadnienie. Obciążenia przepustów zależą przede wszystkim od rodzaju linii komunikacyjnej, pod którą znajduje się konstrukcja przepustu – w omawianym przypadku przejście dla zwierząt. Dla dróg kołowych będą to obciążenia zależne od klasy drogi, a dla linii kolejowych obciążenia przyporządkowane kategorią linii. Metody obliczania konstrukcji przepustów ulegają stałej ewolucji, a ponadto zależą od rodzaju konstrukcji przepustu. Inaczej prowadzona jest analiza w przypadku przepustów sztywnych, inaczej dla półsztywnych, a jeszcze inaczej dla przepustów wiotkich w pełni współpracujących z gruntem. Różnice występują także pomiędzy konstrukcjami układanymi w wykopach a konstrukcjami układanymi technologiami bezwykopowymi, np. z wykorzystaniem mikrotunelowania.

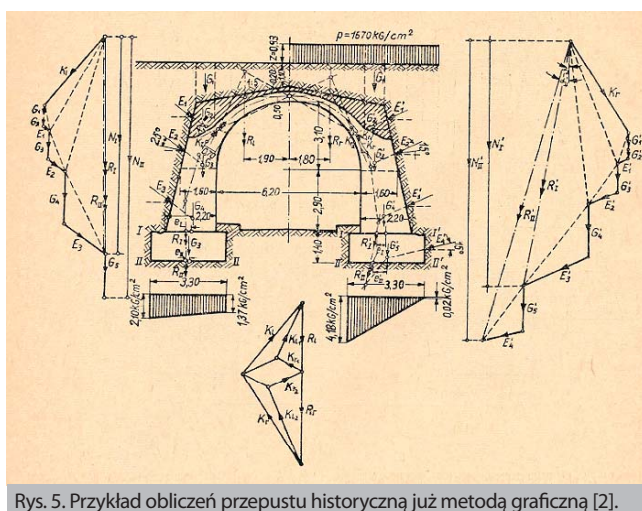
Przez dziesięciolecia procedury obliczeniowe ulegały ciągłym modyfikacjom. Przykład obliczeń przepustu historyczną już metodą graficzną pokazano na rys. 5. za [2].

Często producenci różnych materiałów (pochodzących z różnych krajów) zalecają do stosowania swoje własne procedury obliczeniowe. Są one załączane w postaci wytycznych do kart wyrobów. Na podstawie wieloletnich doświadczeń w tej dziedzinie można stwierdzić, że w efekcie stosowania różnych algorytmów obliczeniowych często powstają rozbieżne wyniki, a niejednokrotnie uzyskane rezultaty znacznie się różnią. Wynika to między innymi z odmiennych podejść do problemu współpracy ośrodka gruntowego z rurą, sposobu formowania zasyпки, przyjmowania długotrwałych parametrów materiałowych tworzywa konstrukcyjnego (problem ten dotyczy przede wszystkim rur podatnych z termoplastów i duroplastów), itp.

Rury sztywne (tu przepusty dla zwierząt), wykonane z betonu, po ich zagłębieniu w gruncie praktycznie nie odkształcają się pod wpływem działających na nie obciążeń. Brak deformacji przekroju sprawia, że rozkład obciążeń charakteryzuje się dużymi koncentracjami w górnej i dolnej strefie rury, szczególnie gdy grunt został słabo zagęszczony w strefach bocznych wykopu. Taki rozkład obciążeń jest bardzo niekorzystny, ponieważ momenty zginające w najbardziej wyężonych przekrojach przyjmują wtedy wartości ekstremalne. Przy czym stan maksymalnych koncentracji obciążeń występuje bezpośrednio po zasypaniu wykopu i usunięciu jego obudowy.



Fot. 3. Przykład rur betonowych do wykonywania przepustów metodą przecisku (fot. A. Wysokowski)



Rys. 5. Przykład obliczeń przepustu historyczną już metodą graficzną [2].

Badania dawno ułożonych w gruncie rurociągów sztywnych wykazały, że możliwe było zwiększanie obciążenia naziomu nad konstrukcją powyżej zakładanych pierwotnie wartości bez potrzeby jej wzmocnienia. Przyczyną takiego zjawiska jest poprawa rozkładu obciążeń działających na rurę wraz z upływem czasu, skutkującego zmniejszaniem ich koncentracji, co wpływa korzystnie na prace konstrukcji. Określenie rzeczywistych rezerw nośności rurociągów, które wynikają ze zmian parametrów gruntu w czasie, wymaga analizy procesów zachodzących w ośrodku gruntowym po zasypaniu konstrukcji i nie jest zagadnieniem dotychczas dokładnie rozwiązaniem.

Grunty zalecane do zasyпки wykopów, w których są ułożone rurociągi, to piaski grube i średnie. Charakteryzują się one znacznym tarcie wewnętrzne oraz brakiem spójności. Wraz z zagęszczaniem maleje ich zdolność do zmniejszania objętości pod wpływem obciążenia. Świeżo nasypywany do wykopu grunt mimo zagęszczania jest bardziej rozluźniony niż grunt rodzimy, ponadto porowatość zasyпки w odniesieniu do całej jej objętości jest niejednorodna. Pod wpływem działania drgań przy zmniejszonym tarcie wewnętrzne wskutek wzrostu objętości przebiega odtwarzanie się naturalnego środowiska gruntowego. W praktyce drgania powodowane są dynamiką obciążeń wywoływanych przez pojazdy i urządzenia mechaniczne. Zmiany wilgotności związane są z infiltrującymi do gruntu wodami



HABA-BETON

PROGRAM PRODUKCYJNY FIRMY HABA

rury żelbetowe

- ◆ rury okrągłe kielichowe ◆ rury okrągłe bezkielichowe
- ◆ rury kielichowe ze stopką ◆ rury bezkielichowe ze stopką
- ◆ rury do mikrotunelowania ◆ profile jajowe
- ◆ profile gardzielowe ◆ rury z kinetami

rury betonowe

- ◆ rury okrągłe kielichowe ◆ profile jajowe

systemy studni

- ◆ elementy denne studni PERFECT ◆ elementy denne studni
- ◆ kręgi ◆ zwężki ◆ pokrywy ◆ konstrukcje specjalne

przepompownie

studnie startowe i końcowe do mikrotunelowania

studnie do odwodnień składowisk śmieci

betonowe podstawy pod rurociąg

małe oczyszczalnie, zbiorniki wodne

HABA-BETON

Johann Bartlechner Sp. z o.o.
 Olszowa, ul. Niemiecka 1, PL 47-143 Ujazd
 tel. 48 (0) 77/ 405 69 00
 faks 48 (0) 77/ 405 69 50
 e-mail: ujazd@haba-beton.pl
www.haba-beton.pl



Instytut
 Badawczy
 Dróg
 i Mostów



z opadów atmosferycznych i parowaniem. Jak podaje [5] przy odpowiednio dużej wilgotności piasku i jednoczesnym występowaniu drgań ośrodka gruntowego może nastąpić całkowity zanik tarcia wewnętrznego i upodobnienie się gruntu do cieczy lepkiej. Grunty piaszczyste mają zazwyczaj niedużą wilgotność ze względu na znaczną przepiękliwość, a więc w praktyce obciążenie przejmują od razu ich szkielety gruntowe. Niemniej jednak występowanie zjawisk reologicznych zaobserwowano również w całkiem suchym piasku.

Analiza procesów prowadzących do korzystnych zmian rozkładów obciążeń działających na sztywną rurę zagłębioną w ośrodku gruntowym wraz z upływem czasu podjęta została przez Z. Budzianowskiego [1] już w latach 60. Praca rurociągu była tam rozpatrywana w dwóch fazach:

- faza I - bezpośrednio po zasypaniu rury w wykopie, gdy występują naprężenia styczne na skutek tarcia między gruntem zasypanki a ścianami wykopu oraz między zasypanką a powierzchnią zewnętrzną przewodu. W fazie tej stan obciążeń jest najbardziej niekorzystny dla pracy analizowanej konstrukcji;
- faza II – gdy znikają oba rodzaje naprężeń stycznych, a na rurę działają jedynie ciśnienia radialne.

W fazie II skutek odtwarzania się naturalnej struktury ośrodka gruntowego zasypanką i grunt rodzimy można traktować jako materiał jednorodny. W fazie tej wokół przewodu powstaje strefa, w której parcia gruntu zmieniają swój kierunek na radialny.

W przypadku rur instalowanych technologiami bezwykopowymi opisane powyżej problemy dotyczące zasypanki nie występują, a wprowadzanie do ośrodka gruntowego rury praktycznie nie powoduje naruszenia jego struktury. Mięszkość strefy gruntu naruszonego w wyniku pracy urządzenia drążącego oraz tarcia na styku rury i ośrodka gruntowego jest zazwyczaj na tyle mała, że implikowane tym osiadania bywają pomijane. Zachowanie zaś przez ośrodek gruntowy stanu pierwotnego powoduje, że obciążenia rury (tu przepustu) od początku eksploatacji są takie jak w stanie, do którego dąży w czasie zasypanki w przypadku rur układanych w wykopach. Stąd też należy wskazać na celowość stosowania technologii bezwykopowych do budowy przejść podziemnych dla zwierząt, szczególnie w przypadku modernizacji istniejących linii komunikacyjnych.

Elementem nowym, niezmiernie ważnym a mało rozpoznawczym, są zagadnienia związane z budową szybkich linii kolejowych, gdzie sprawy dynamiki i ugięć konstrukcji są rygorystycznie przestrzegane (patrz Eurokody).

Szczególnie istotna jest tu potrzeba intensyfikacji badań obciążeń dynamicznych, jakie pojawiają się w związku z pociągami poruszającymi się z dużymi prędkościami. Należy bowiem zauważyć, że problem obciążeń dynamicznych w standardowo stosowanych algorytmach obliczeniowych jest traktowany marginalnie wobec faktu, że obciążenia te zdecydowanie zanikają wraz z zagłębieniem rur. Uznaje się zazwyczaj, że przy zagłębieniu powyżej metra pod powierzchnią terenu, wartość dynamicznego współczynnika wzrostu obciążeń można przyjmować równą jedności. Bez wątpienia pogląd ten musi zostać zweryfikowany dla szybkich linii kolejowych.

Zagadnieniem bardziej rozpoznawczym, lecz również niezmiernie ważnym jest zagadnienie wyrównania osiadań strefy nad rurą (przepustem dla zwierząt) z osiadaniami stref do niej przylegającymi. Wyróżnia się tu trzy przypadki:

- ułożenie rury w nasypie;
- ułożenie rury w wykopie;

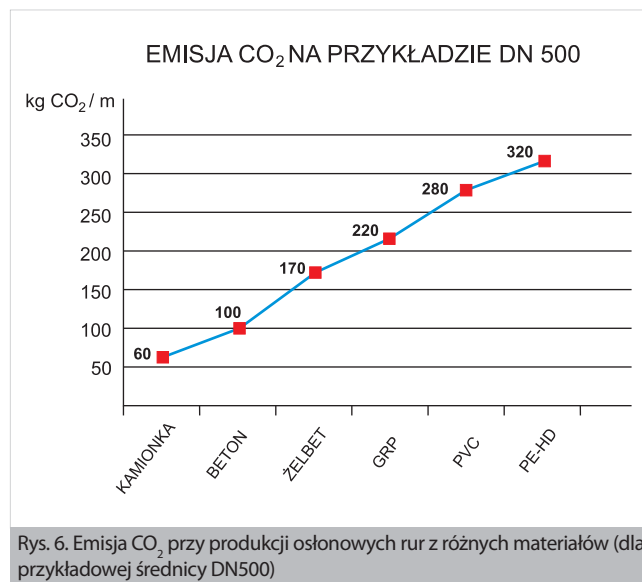
– ułożenie rury specjalne (technologiami bezwykopowymi, naruszającymi w minimalnym stopniu ośrodek gruntowy wokół rury).

W pierwszym przypadku, z uwagi na zdecydowanie większą sztywność rury betonowej od otaczającego ją ośrodka (szczególnie wysokiego, nowo formowanego nasypu), zawsze występuje niebezpieczeństwo stworzenia poprzecznego w stosunku do osi linii kolejowej garbu.

W drugim przypadku występuje niebezpieczeństwo stworzenia niecki o szerokości wykopu z wyniesieniem w osi sztywnej rury. Wynika to z różnic osiadania zasypanki wykopu w stosunku do osiadania (praktycznie zerowego) nienaruszonego gruntu po obu jego stronach. Wspomniane wyniesienie w osi wykopu jest tu konsekwencją sztywności umieszczonej w gruncie rury.

Jak podawał H. Stamatello [10], eliminacja opisanych zagrożeń dla obu w wymienionych przypadkach ułożenia rury polega na takim zagęszczeniu gruntu, z którego formowany jest nasyp lub zasypanki wykopu, aby odkształcenia pionowe walca wykonanego z tych gruntów, o średnicy identycznej jak rura były takie same jak rury, pod wpływem identycznych obciążeń. Jest oczywiste, że w przypadku rur sztywnych spełnienie tego warunku jest bardzo trudne a nieraz niemożliwe, czego efektem są liczne garby lub niecki na liniach komunikacyjnych.

Problem w zdecydowanie mniejszym stopniu występuje w trzecim przypadku, gdy rury są instalowane metodami bezwykopowymi. Staje się on praktycznie pomijalny w przypadku aplikacji tych metod w gruntach nienaruszonych, co tu odpowiada ułożeniu rury w wykopie. W przypadku instalacji technologią bezwykopową (np. mikrotunelowanie) w korpusie nowo utworzonego nasypu skala problemu zależy od poziomu zagęszczenia gruntu w tej budowlu. W przypadku nasypów niewystarczająco zagęszczonych, osiadania mogą być podobne do opisanych poprzednio. W praktyce, jeżeli pozwala na to harmonogram budowy, najlepiej gdy rurociągi w nasypach – ze względu na ich osiadanie – są instalowane jak najpóźniej.



Aktualne prace dotyczące wykorzystania rur betonowych do obiektów w infrastrukturze komunikacyjnej

- Zalecenia dotyczące odwodnień obiektów inżynierskich
- Katalog dotyczący odwodnień obiektów inżynierskich
- Przepusty komunikacyjne
- Przejścia dla zwierząt pod liniami komunikacyjnymi (drogi kołowe i kolejowe)
- Edukacja studentów o specjalności drogowo-mostowej w zakresie odwodnień



GEOD

URZĄDZENIA NARZĘDZIA I OSPRZĘT WIERTNICZY

Nowoczesne

Łatwe w obsłudze

Trwałe i niezawodne

Urządzenia wiertnicze MDT



B
V
VEG
G i K

wielozadaniowe
do wierceń pionowych
do wierceń geotermalnych
do wierceń w tunelach

Urządzenia wiertnicze RIPAMONTI



Speedydrill
Birdie
Eagle
Ex 250

lekka wiertnica przenośna
lekka wiertnica gaśnicowa
mała wiertnica uniwersalna
do montażu na koparkę

Głowice i wiertarki



Głowice obrotowe
Wiertarki udarowo - obrotowe
Zestawy wierzące dwugłowicowe
Głowice do palownic

Osprzęt wiertniczy



Świdry: gryzowe, skrawające diamentowe
Rury płuczkowe / okładzinowe
Młotki dolne z osprzętem
Systemy wierceń z rurowaniem
Zestawy do wierceń rdzeniowych

Zestawy do Jetgroutingu



Pompy i mieszalniki do jetgroutingu
Osprzęt do jetgroutingu
Wypożyczalnia sprzętu

Pogodnych, ciepłych i rodzinnych Świąt Bożego Narodzenia oraz sukcesów w Nowym Roku życzy firma GEOD

Tendencje rozwojowe w zastosowaniu rur betonowych do budowy przejść dla zwierząt

Z uwagi na coraz większą dbałość o ochronę środowiska w infrastrukturze komunikacyjnej zaczyna się coraz szerzej stosować metody oceny związane z cyklem życia konstrukcji (LCA). Zostały one opracowane i wdrożone najpierw w Ameryce Północnej, a obecnie zaczynają być szeroko wykorzystywane w Europie i w naszym kraju. Biorą one pod uwagę m.in. emisję zanieczyszczeń. Z uwagi na stwierdzoną małą emisję gazów cieplarnianych przy produkcji rur betonowych ich zastosowanie będzie najprawdopodobniej rosło.

Prowadzone obecnie prace nad zagadnieniami wykorzystania betonowych rur w budownictwie komunikacyjnym w Polsce już się skupiają lub powinny się skupiać na kilku głównych zagadnieniach zestawionych przez autorów w tab. 1.

Wyniki prowadzonych obecnie prac zestawionych w tab. 1. pozwolą na optymalizację stosowanych w infrastrukturze komunikacyjnej obiektów inżynierskich m.in. w zakresie konstrukcji będących przedmiotem niniejszego referatu, czyli przepustów i dolnych przejść dla zwierząt.

Podsumowanie

Obecny rozwój infrastruktury transportowej bierze pod uwagę również potrzeby ekologiczne. Aby sprostać tym potrzebom konieczne jest zdecydowane zwiększenie liczby przejść dla zwierząt. Aby racjonalnie rozwiązać ten temat w skali kraju, niezbędna jest nie tylko wiedza o potrzebach, zwyczajach i migracji zwierząt, ale także, z uwagi na rozmiar zagadnienia, stosowanie najnowocześniejszych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych i materiałowych. Wydaje się, że do budowy takich obiektów w infrastrukturze komunikacyjnej doskonale nadają się konstrukcje betonowe, od lat w powodzeniem stosowane w systemach wodno-ściekowych i do realizacji tradycyjnych przepustów. Aby je prawidłowo projektować, wykonywać i utrzymywać powinny powstać, wspomniane na wstępie, dokumenty regulujące jednoznacznie związane z tym tematem zagadnienia.

Osobnym, nie poruszonym tu, problemem jest techniczna rehabilitacja istniejących przepustów w infrastrukturze komunikacyjnej, których stan jest w dużej mierze niezadowolający.

Ważne jest również dostosowanie eksploatowanych obiektów do wykorzystania ich jako dolne przejścia dla zwierząt.

Wszystkie te zagadnienia, o czym wspomniano już na początku, powinny być ujęte w odpowiednich zaleceniach, których konieczność opracowania nie budzi wątpliwości. ■

LITERATURA

- [1] Budzianowski Z., Lessaer S., O możliwości obciążenia terenu nad dawnym ułożonym rurociągiem podziemnym. Inżynieria i Budownictwo, 4/1970.
- [2] Czupek H., Radomski W., Podstawy mostownictwa. PWN, Warszawa 1981.
- [3] Jasiński W., Madryas C., Rowińska W., Wysokowski A., Metodyka badań przewodów kanalizacyjnych w świetle obowiązującej legislacji. XLVI Konferencja naukowa komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB. Tom 4: Infrastruktura inżynierska miast. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław – Krynica 2000.
- [4] Jasiński W., Madryas C., Rowińska W., Wysokowski A., Metodyka badań betonowych żelbetonowych rur kanalizacyjnych oraz elementów prefabrykowanych studni kanalizacyjnych. Materiały z Konferencji Dni Betonu Tradycja i Nowoczesność 2004. Wydawca Polski cement sp. z o.o. Kraków 2004.
- [5] Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R.W., Stachura K., Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt. Wydanie II. Zkład Badania Ssaków PAN Białowieża 2006.
- [6] Kisiel J., Lysik B., Zarys reologii gruntów. Działanie obciążeń statycznych na grunt. Arkady, Warszawa 1969.
- [7] Kolonko A., Madryas C., Wysocki L. Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych. Wrocław, Politechnika Wroclawska, 2002.
- [8] Konopka J., Szyller A., Zwierzęta na drogach. Magazyn Autostrady 7/2007.
- [9] Pierużek-Nowak S., Mysłajek R. W., Jędrzejewski W., Kurek R., Briggs L., Analiza możliwości wdrożenia systemu monitoringu przejść dla zwierząt w Polsce. Stowarzyszenie dla Natury „Wilk”. Twardorzeczka 2007 (Praca wykonana na zlecenie Ministerstwa Transportu)
- [10] Stamatello H., Tunele i miejskie budowle podziemne, Waszawa 1970.
- [11] Wysokowski A., Howis J., Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej - cz.1. Artykuł wprowadzający. Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie 03/04 2008.
- [12] Wysokowski A., Howis J., Stosowanie konstrukcji gruntowo-powłokowych jako przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej. Materiały Budowlane 04/2008.
- [13] Wysokowski A., Howis J., Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej - cz.2. Aspekty prawne projektowania, budowy i utrzymania przepustów. Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie 05/06 2008.
- [14] Wysokowski A., Staszczuk A., Bednarek B. Decrease of negative impact of transport infrastructure investments on natural migration of the wild animals. I Europejska Konferencja: Konstrukcje podatne z blach falistych. Rydzyna 2007.
- [15] Wysokowski A., Staszczuk A., Bosak W. Przejścia dla zwierząt w budownictwie komunikacyjnym. Inżynier Budownictwa 12/2007, s. 72-75
- [16] Wysokowski A., Staszczuk A., Janusz L., Bednarek B., Przejścia dla zwierząt – w zgodzie z naturą. Geoinżynieria. Drogi, mosty, tunele. Nr 02/2007(13), str. 40-42.
- [17] Badania materiałów budowlanych i konstrukcji inżynierskich. Praca zbiorowa. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2004.
- [18] Katalog Drogowych Urzędzeń Ochrony Środowiska. Praca zbiorowa. GDDKiA. Opr. IBDiM, Warszawa 2002.
- [19] Materiały Konferencyjne Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej: Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą. Poznań wrzesień 2006.
- [20] Materiały Konferencyjne Konferencji: Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach liniowych (drogi i linie kolejowe) w Polsce. Łągow, wrzesień 2007.
- [21] Materiały Konferencyjne Konferencji: Inwestycje na obszarach chronionych. Ślubice-Garbicz, listopad 2007.
- [22] Materiały informacyjne firmy Haba – Beton z siedzibą w Ujeździe.
- [23] Materiały informacyjne firmy BS z siedzibą w Starogardzie Szczecińskim.
- [24] Materiały informacyjne firmy Kaprin z siedzibą w Krakowie.
- [25] Materiały informacyjne firmy Matbet z siedzibą w Przeźmierowie k. Poznania.

dr hab. inż. Adam Wysokowski, prof. UZ
Zakład Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski
prof. dr hab. inż. Cezary Madryas
Politechnika Wroclawska
mgr inż. Jerzy Howis
Infrastruktura Komunikacyjna sp. z o.o., Zmigród