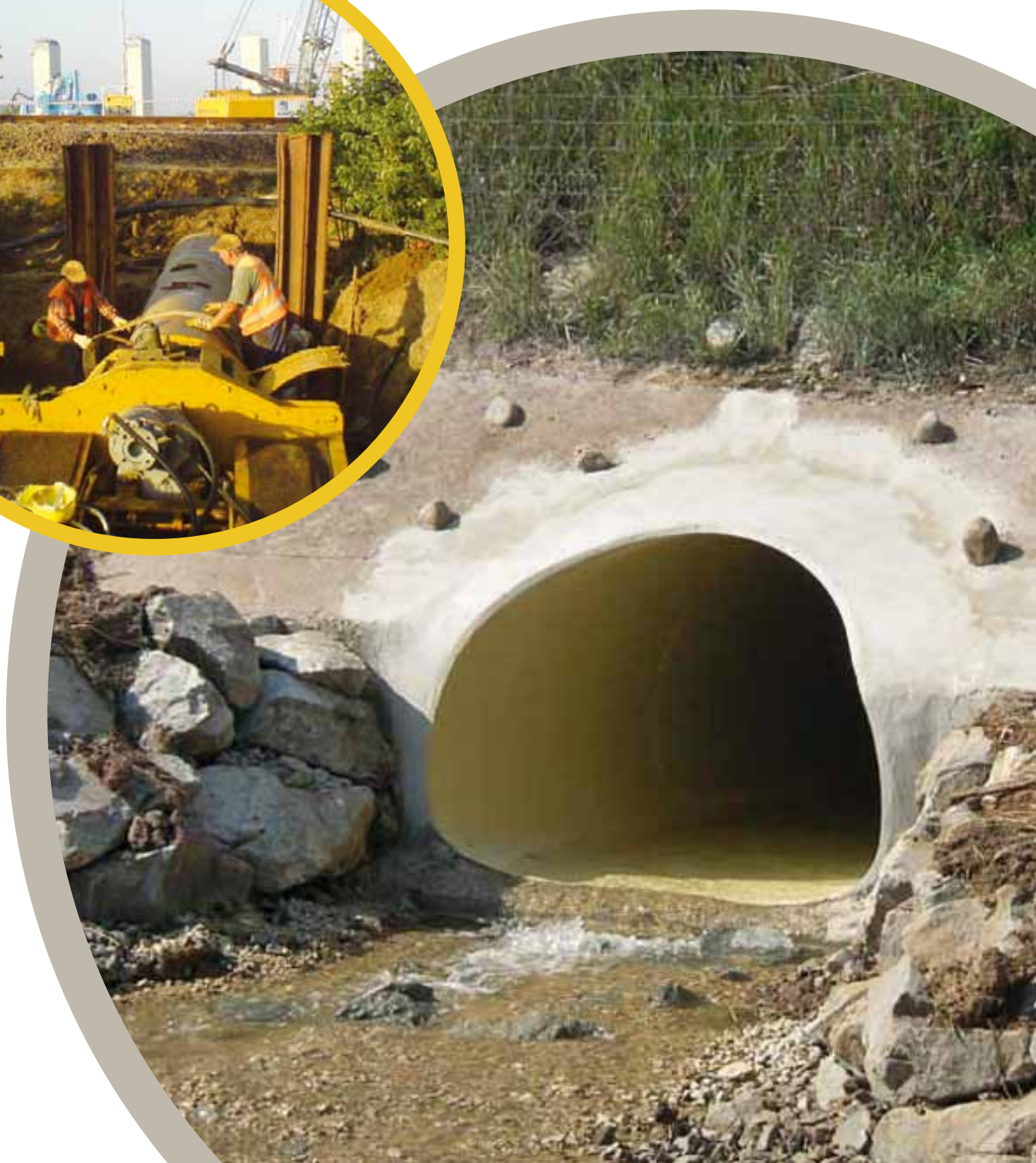




Razem spełniamy oczekiwania. HOBAS®

HOBAS®

Przepusty i przejścia dla zwierząt PPZ





HOBAS System Polska Sp. z o.o.

ul. Koksownicza 11
PL 41-300 Dąbrowa Górnicza
www.hobas.com.pl
office@hobas.com.pl

Sekretariat
tel.: +48.32. 639 04 50
fax: +48.32. 639 04 51

Dział Obsługi Klienta
tel.:+48.32. 639 04 54 - 61
fax: +48.32. 639 04 53

Dział Techniczny
tel.: +48.32. 639 04 75 (62, 70, 78)
fax: +48.32. 639 04 53

© HOBAS System Polska Sp. z o.o.

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Żadna część niniejszej publikacji nie może być bez uprzedniej pisemnej zgody HOBAS System Polska Sp. z o.o. reprodukowana, przerabiana w systemach elektronicznych, powielana lub rozpowszechniana. Z treści nie wynikają żadne gwarancje. Jakakolwiek odpowiedzialność firmy HOBAS System Polska Sp. z o.o. w związku z niniejszą publikacją jest wyłączona.

Druk: kwiecień 2011



PODSTAWOWE ZALETY SYSTEMU **HOBAS PPZ**

- HOBAS zapewnia 3 metody budowy przepustów: wykop otwarty; relining; przewierty (mikrotunel), dzięki czemu w sposób kompleksowy obsługujemy wszystkie rodzaje szlaków komunikacyjnych, zarówno nowo budowanych jak i istniejących.
- Dostarczane przepusty i przejścia są gotowe do natychmiastowego montażu i nie wymagają dodatkowych zabiegów konserwacyjnych, co chroni środowisko i skraca czas montażu.
- Użycie do produkcji nowoczesnych komponentów, a szczególnie żywicy poliestrowej gwarantuje brak korozji nawet w najbardziej agresywnym środowisku i w obecności prądów błędzących, a to zapewnia kilkadziesiąt lat eksploatacji bez przeglądów i konserwacji.
- Trwale zamocowanie półek dla zwierząt wewnątrz przejścia dla zwierząt skutkuje obniżeniem kosztów i skróceniem czasu montażu.
- W wyniku procesu odlewania odśrodkowego uzyskujemy gładkie ścianki rur, co z jednej strony zapewnia znakomite parametry hydrauliczne przepływu cieczy, a z drugiej chroni przechodzące zwierzęta przed okaleczeniem.
- Jasny beżowy kolor żywicy wewnątrz sprawia, że nawet niewielka ilość światła rozświetla wnętrze przejścia dla zwierząt, czyniąc je bezpieczniejszym.
- Jednorodny materiał z jakiego są wykonane rura i półki chroni przejścia przed wytwarzaniem dźwięków i wpadaniem w wibracje, co gwarantuje korzystanie z nich przez zwierzęta.
- Przepusty są odporne na wysoką różnicę temperatur pracy zarówno w sklepieniu, jak i niwelecie, nadając się dzięki temu do montażu przy małym przykryciu.
- Przepusty HOBAS, są elementami podatnymi i współpracują z otaczającym je gruntem.

Uzyskane aprobaty i certyfikaty

Produkcja rur i kształtek HOBAS® zgodna jest z aprobatami technicznymi IBDiM oraz CORBTI INSTAL obowiązującymi w Polsce oraz normą PN-EN 14364:2009. Proces produkcyjny rur odbywa się pod ciągłym nadzorem zgodnie z systemem kontroli jakości ISO9001. Potwierdzają to certyfikaty:

1. Certyfikat TÜV CERT – System zarządzania jakością ISO 9001:2008,
2. Certyfikaty na WYROBY:
 - TÜV Oktagon (niemiecki)
 - CSTBat (francuski)
 - SPSC (Statybos Produkcijos Sertifikavimo Centras – litewski)
 - Техническое свидетельство (białoruski)

Wstęp

Przepusty stanowią istotny element infrastruktury komunikacyjnej. Są one szeroko stosowane zarówno w drogach, liniach kolejowych i lotniskach.

Mają one bardzo różne przeznaczenie i mogą służyć do przeprowadzenia cieków wodnych, jako przejścia dla pieszych, przejścia gospodarcze, przepusty techniczne, a ostatnio coraz częściej mają zastosowanie ekologiczne jako przejścia dla zwierząt.

Liczebność przepustów pod drogami kołowymi i liniami kolejowymi ocenia się w dziesiątkach tysięcy sztuk. Obecnie z uwagi na rozwój infrastruktury i względy ekologiczne buduje się coraz więcej ekologicznych przejść dla zwierząt pod ciągami komunikacyjnymi.

Osobnym, niemniej ważnym zagadnieniem, jest stan techniczny tych konstrukcji. W czasie wdrażania Systemu Gospodarki Mostowej, inspektorzy pracujący w terenie w ramach Grupy Wdrożeniowej, stwierdzili bardzo zły stan przepustów, oraz że ich stan jest znacznie gorszy niż konstrukcji mostowych.

Z powyższego wynika duża potrzeba renowacji bądź przebudowy istniejących konstrukcji przepustów, a plany inwestycyjne rozwoju infrastruktury komunikacyjnej potwierdzają konieczność wybudowania ogromnej liczby nowych obiektów inżynierskich (w tym dużej liczby przepustów).

Przepusty były budowane od samego początku, kiedy powstawały pierwsze drogi kołowe i linie kolejowe. Dlatego też, w chwili obecnej mamy do czynienia z przepustami zarówno tradycyjnymi, jak i z powstającymi w Polsce od niedawna, przepustami nowoczesnymi.

Nowoczesne przepusty mają wiele zalet do których należy głównie zaliczyć ich lekką konstrukcję. Wynika ona ze współpracy konstrukcji osłonowej z gruntem.

HOBAS® od kilku lat stosuje te rozwiązania do budowy przedmiotowych konstrukcji również w Polsce. W chwili obecnej wprowadzane są rozwiązania HOBAS® również do budowy

dolnych przejść dla zwierząt. Na te ekologiczne konstrukcje zwraca się coraz większą uwagę ze względu na tzw. „efekt barierowy” jaki towarzyszy rozwojowi infrastruktury transportowej.

Wszystkim tym nowoczesnym rozwiązaniom HOBAS® wychodzi naprzeciw, a wykorzystywanie jego produktów zgodnie z niniejszym katalogiem pozwoli na zastosowanie ich w jak największym stopniu w sposób funkcjonalny i ekonomiczny.



Definicja przepustu komunikacyjnego

Z uwagi na różnorodność zastosowań przepustów, a także ich konstrukcję, trudno jest podać jego jednoznaczną definicję. Np. inna definicja obowiązuje dla przepustów kolejowych, a inna dla drogowych [2]. W książce *Mosty z Betonu Zbrojonego i Sprężonego*, autorstwa J. Szczygła [14], znajduje się rozdział poświęcony przepustom. Możemy w nim przeczytać m.in.: Przepustami nazywamy najmniejsze obiekty mostowe typu tunelowego, tj. wpuszczone w nasyp drogi. Buduje się je najczęściej w celu przeprowadzenia małych cieków wodnych, rzadziej dróg polnych, rurociągów lub kabli.

Zależnie od materiału z jakiego są wykonane, dzieli się przepusty, podobnie jak mosty, na kamienne, ceglane, betonowe (z betonu niezbrojonego lub zbrojonego albo też sprężonego), stalowe oraz drewniane. Różni się dalej, zależnie od sposobu ukształtowania i wykonania, przepusty płytowe, ramowe, sklepione i rurowe, wykonywane na miejscu przeznaczenia („na mokro”) lub zestawiane z prefabrykatów. Aktualnie co raz częściej mają zastosowanie przepusty z tworzyw sztucznych.

Według „Instrukcji Opisu Przepustów” wydanej w ramach Biblioteki Systemu Gospodarki Mostowej [15], która była podstawą do zewidencjonowania ponad 30 tys. przepustów w ciągu dróg krajowych: Przepust jest to obiekt stanowiący element korpusu drogowego o zamkniętym kształcie przekroju poprzecznego konstrukcji, o następujących wymiarach minimalnych:

- średnicy wewnętrznej nie mniejszej niż 0,6 m dla przepustów rurowych,
- światła (poziomym lub pionowym) nie mniejszym niż 0,6 m dla przepustów płytowych, ramowych lub sklepionych, lub obiektów o rozpiętości w świetle nie większej niż 3,00 m.

UWAGI:

- 1.** Przez obiekt o rozpiętości w świetle nie większej niż 3,00 m należy rozumieć most przekwalifikowany na przepust zgodnie z definicją zatwierdzoną w dniu 17.09.1993r przez Zastępcę Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych d/s Organizacyjnych.
- 2.** W przypadku przepustów rurowych, wielootworowych przynajmniej jedna ze średnic wewnętrznych powinna być nie mniejsza niż 0,6 m. Jeśli wszystkie średnice wewnętrzne są mniejsze od 0,6 m, to obiekt taki nie jest przepustem w myśl powyższej definicji.

3. Dla pozostałych typów przepustów (płytowych, ramowych lub sklepionych) jedno ze światła (pionowe lub poziome) powinno być nie mniejsze niż 0,6 m. Jeżeli oba światła są mniejsze od 0,6 m, to obiekt taki nie jest przepustem w myśl powyższej definicji. Np. obiekt ramowy o świetle pionowym 0,8 m i poziomym 0,4 m jest przepustem, natomiast jeśli oba światła (pionowe i poziome) wynoszą np.: 0,5 m, to nie jest to przepust w myśl obowiązującej definicji. To samo dotyczy przepustów wielokomorowych, gdzie warunek jw. musi spełniać chociaż jedna z komór.

W myśl obowiązującej definicji obiekt o zamkniętym kształcie przekroju poprzecznego i będący równocześnie elementem korpusu drogi (z nasypką nad nim) oraz światle (pionowym lub poziomym) większym od 3,00 m pozostaje przepustem.

Należy pamiętać, że podstawową funkcją przepustu jest przeprowadzenie pod nasypem cieku wodnego, ścieżki ekologicznej (wędrówka zwierząt) lub innych urządzeń. Jeśli jednak obiekt tego typu (o świetle większym od 3,00 m) służy do przeprowadzenia pod nasypem ciągu komunikacyjnego (samochodowego, kolejowego lub pieszego), to jest on tunelem.

Obowiązujące obecnie Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie [23], rozszerzyło definicję w zakresie minimalnej szerokości przepustu w świetle w sposób następujący:

- 1)** dla dróg klas A i S - nie mniejszą niż 1 m,
- 2)** dla dróg klas GP, G i Z - nie mniejszą niż 0,8 m,
- 3)** dla pozostałych dróg, gdy długość przewodu przepustu:
 - a)** jest nie większa niż 10 m - nie mniejszą niż 0,6 m,
 - b)** jest równa lub większa niż 10 m - nie mniejszą niż 0,8 m.

W przypadku przepustów kolejowych Instrukcja Ewidencjonowania Obiektów Kolejowych „SMOK” [1], a także Warunki Techniczne dla Kolejowych Obiektów Inżynierskich Id-2 (D2) [16] jako definicje przepustu podają:

„SMOK”

Przepust – obiekt inżynierski o szerokości w świetle pojedynczego otworu mniejszej lub równej 3,0 m umożliwiający przeprowadzenie linii kolejowej nad przeszkodami. Jeżeli przepust składa się z dwóch lub więcej oddzielnych konstrukcji – zdylatowanych w kierunku równoległym do ich osi – to każdą z nich należy ewidencjonować jako oddzielny obiekt.

Części składowe przepustu – jednorodne pod względem konstrukcyjnym części przepustu rozróżniane do celów ewidencyjnych. Podział na części może dotyczyć zarówno podziału na długości przepustu jak i na szerokości przepustu.

„Id-2 (D2)”

Przepust - obiekt inżynierski umożliwiający przeprowadzenie linii kolejowej nad przeszkodami o szerokości w świetle pojedynczego otworu mniejszej lub równej 3,00 m.

W przepustach, do celów ewidencyjnych, należy rozróżniać części składowe przepustu, jednorodne pod względem konstrukcyjnym i eksploatacyjnym.

Podział na części może dotyczyć podziału na długości przepustu jak i na szerokości przepustu. Jeżeli przepust składa się z dwóch lub więcej oddzielnych konstrukcji – zdylatowanych w kierunku równoległym do ich osi – to każdą z nich należy ewidencjonować jako oddzielny obiekt.

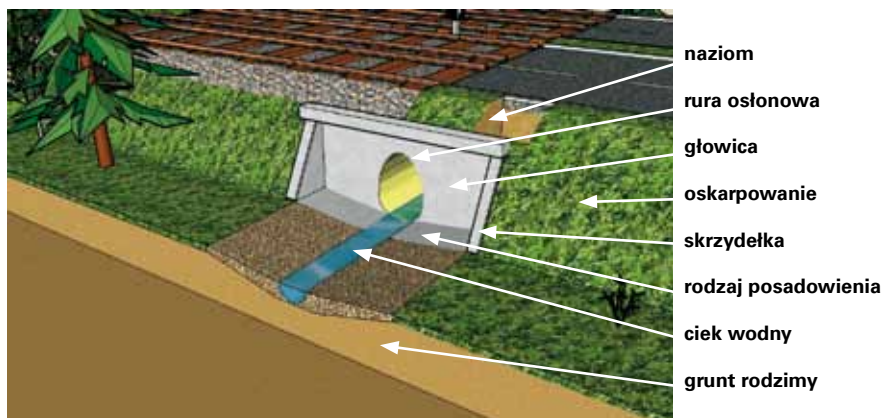
Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi poszczególne części składowe przepustu są:

- długość przepustu

- długość eksploatacyjna przepustu
- szerokość w świetle przepustu
- wysokość w świetle przepustu
- wysokość naziomu przepustu
- pole powierzchni przepustu w planie
- pole powierzchni przekroju poprzecznego części przepustu
- długość obiektu
- itp.



Rys. 1 Elementy składowe podatnych przepustów komunikacyjnych



Elementy składowe podatnych przepustów komunikacyjnych

Na konstrukcję przepustu i jego wyposażenia składa się wiele elementów. Elementy te wyszczególniono na **Rys. 1**.

Naziom, zasyпка gruntowa

Zasyпка gruntowa

Według obowiązujących zaleceń zasyпка gruntowa powinna wykraczać poza obrys rury na minimalną szerokość równą połowie jej średnicy w każdą ze stron, nie mniej jednak niż 0,5 m. Szczegółowe wymagania dotyczące zasyпки gruntowej zawierają Specyfikacje Techniczne. Nie dotyczy przepustów wykonywanych metodą przewiertową

Materiał na zasypkę

Według zaleceń na zasypkę należy stosować kruszywa spełniające wymagania normy PN-S-02205:1998 [26] i PN-B-112: 1996 [27]. Uziarnienie kruszywa zależy od średnicy konstrukcji.

Kategoria	Ciężar objętościowy γ_B [kN/m ³]	Kąt tarcia wewnętrzznego ϕ' [°]
G1	20	35
G 2	20	30
G 3	20	25
G 4	20	20

Tab. 1 Podstawowe parametry gruntów

Wewnętrzna średnica rury [mm]	Maksymalna wielkość ziarna [mm]
≤ 450	13
500 do 600	19
700 do 900	25
1000 do 1200	32
1300 i powyżej	40

Tab. 2 Maksymalna wielkość ziarna w strefie rury (do 300 mm powyżej rury)

Na zasypkę zaleca się stosowanie gruntów grup G1 wg ATV A127P [28]. Wymagają one najmniejszego wysiłku do uzyskania danego poziomu zagęszczenia względnego.

Według wytycznych ATV A-127 P rozróżniania się cztery kategorie gruntu:

- G1** - grunty niespoiste (piasek, żwir, pospółka),
- G2** - grunty słabo spoiste (np. piasek pylasty, żwir pylasty),
- G3** - grunty spoiste mieszane (np. piasek gliniasty, żwir gliniasty),
- G4** - grunty spoiste (np. gliny, ility, glina pylasta).

Jako zasypkę stosuje się niewysadzinowy piasek gruboziarnisty lub mieszanki żwirowo-piaskowe o frakcji 0 – 40 mm, wskaźniku różnoziarnistości $C_u > 5$, wskaźniku krzywizny $1 < C_c < 3$, wodoprzepuszczalności $k > 8$ m/dobę. Moduł enometryczny gruntu powinien wynosić min. 20 MPa.

Przykrycie konstrukcji powyżej strefy rury może być wykonane z materiału użytego do budowy nasypu drogowego.

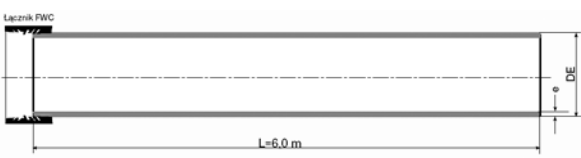
Naziom

Według zaleceń [18] jeżeli zasyпка konstrukcji rury osłonowej została wykonana zgodnie z wymaganiami opisanymi w punkcie powyżej, to wysokość naziomu uzależniona jest od średnicy rury. Dla rur o średnicy od 600 do 1000 mm powinna wynosić nie mniej niż 0,50 m. Dla rur o średnicy > 1000 mm wysokość naziomu powinna wynosić nie mniej niż 0,5 średnicy rury. Dla pozostałych średnic rur minimalna wysokość naziomu powinna wynieść 0,30 m. Na zjazdach do posesji dopuszcza się 0,20 m. W przypadku, gdy warstwy konstrukcyjne nawierzchni są grubsze niż zalecana minimalna wysokość naziomu, dopuszcza się zmniejszenie grubości nadsypki nad rurą do 0,1 m (powinno być to oparte na odpowiednich obliczeniach statycznych).

Dla wszystkich typów rur podatnych istnieje możliwość zmniejszenia wysokości naziomu przy jednoczesnym zastosowaniu żelbetowej płyty odciążającej lub wzmocnienia nadsypki geosiatką o sztywnych węzłach (minimalna wytrzymałość w obu kierunkach 20 kN/m). Redukcję sił wewnętrznych należy określić indywidualnie dla każdego przypadku [3], [11]. Szczegółowe wymagania dotyczące naziomu zawierają Specyfikacje Techniczne.

Konstrukcyjna rura osłonowa

Rura osłonowa stanowi jeden z najistotniejszych elementów konstrukcji przepustu. Średnica wewnętrzna rury osłonowej powinna być dobrana we-



Rury bezciśnieniowe (PN1)																	
DN	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2160	2200	2555	2740*	3000
DA [mm]	616	718	820	924	1026	1099	1229	1434	1499	1638	1842	2047	2160	2250	2555	2740	3000

Rury do przeciskania i mikrotunelowania																					
DN	600	650	700	750	800	850	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1900	2000	2300	2400	2600*	2800
DA [mm]	718	752	820	860	924	960	1026	1099	1229	1348	1434	1499	1638	1720	1842	2047	2160	2400	2555	2740	3000

* średnice dostępne na specjalne zamówienie

Tab. 3 Rury osłonowe HOBAS do budowy przepustów i przejść dla zwierząt o przekroju kołowym

dług obliczeń hydraulicznych („Światła mostów i przepustów” [17]) lub też, w zależności od wymagań dla konstrukcji przejść dla zwierząt [19].

Wykaz rur osłonowych stosowanych do budowy przepustów i przejść dla zwierząt z asortymentu produkcyjnego HOBAS® o różnych grubościach ścianek i różnych kształtach zestawiono w Tab. 3. i 4.

Główce przepustów

W zależności od geometrii zakończenia rury osłonowej stosowane są różne typy głowic przepustów [15]. W przypadku gdy rura osłonowa jest ścięta pod kątem prostym stosuje się głowice czołowe i głowice ze skrzydełkami, natomiast w przypadku gdy rura osłonowa jest ścięta zgodnie z pochyleniem skarpy stosuje się głowice kołnierzowe. Obecnie głowice najczęściej wykonywane są z betonu zbrojonego lub z gabionów. W przypadku budowy głowic przepustów jako imitacji „zabytkowych” stosuje się kamień lub cegłę. Szczegółowe wymagania dotyczące głowic przepustów zawierają Specyfikacje Techniczne.

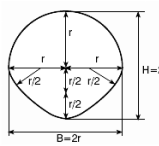
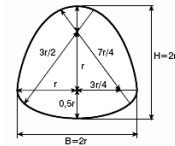
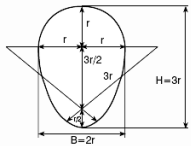
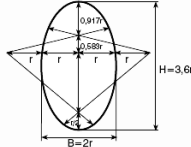
Oskarpowanie i sposób jego wykonania

W celu odpowiedniego zabezpieczenia konstrukcji nasypów w obrębie przepustu stosuje się wiele skutecznych metod jak np. darniowanie, hydroobsiew, geosiatki, geowłókniny, gabiony, galanteria betonowa taka jak np. płyty ażurowe, kostka brukowa. Szczegółowe wymagania dotyczące metod wzmacniania skarp zawierają Specyfikacje Techniczne.

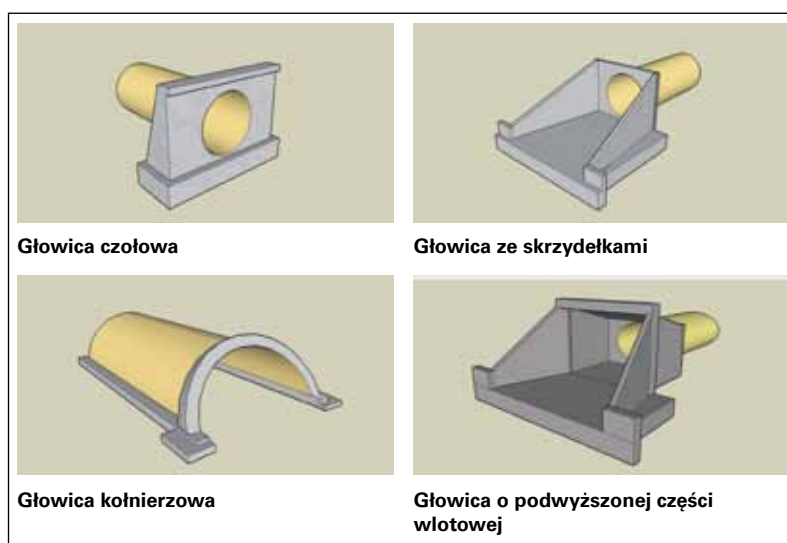
Geosyntetyki

Zastosowanie geosyntetyków jest jednym z najbardziej efektywnych sposobów zwiększenia nośności, zwłaszcza tam, gdzie właściwości mechaniczne miejscowego gruntu nie mogą zapewnić wymaganej wartości nośności i stabilności.

Rury NC-Line

	DN 1600 1800		DN 1360/1570 2680/2590
	DN 600/900 680/1050 900/1350 800/1200 1200/1800 1000/1500 1406/1907		DN 750/1500 1100/1400 1600/1800 1080/1650

Tab. 4 Rury osłonowe HOBAS do budowy przepustów i przejść dla zwierząt o przekroju niekołowym



Rys. 2 Stosowane typy głowic przepustów

Dla dobrego działania zbrojenia konieczne jest jego małe rozciągnięcie przy obciążeniu oraz dobry projekt ze względu na rodzaj zbrojonego gruntu. Dla materiałów ziarnistych niespoistych (piaski i żwiry) bardziej odpowiednie są geosiatki, dla spoistych drobnoziarnistych gruntów (gliny, iły, lessy) zaś geotkaniny tkane lub geokompozyt zbrojący.

Darniowanie

Umocnienie przez darniowanie jest jednym z najprostszych sposobów zapewnienia odpowiedniej stateczności i zabezpieczenia przed obsunięciem się skarpy.

Metoda ta polega na odpowiednim obsianiu powierzchni skarp metodami ręcznymi, lub zastosowaniu gotowych mat z trawy po wstępnej wegetacji (darniowanie w kratkę). Metoda ta nie zapewnia jednak odpowiedniej stateczności skarp o dużym nachyleniu.

Hydroobsiew

Metoda ta polega na nanoszeniu w sposób hydrodynamiczny (wodny) na powierzchnie skarp mulczu wraz z mieszanką odpowiednich traw. Sposób ten wstępnie zabezpiecza pochylenia przed erozją wodną, wietrzną oraz osuwaniem się. Warstwa mulczu tworzy bowiem organiczną, przestrzenną geosiatkę pokrywającą nawet bardzo strome nachylenia terenu. Mulcz celulozowy rozkładany na powierzchni ziemi, służy bowiem jako dodatkowa ochrona i warstwa odżywcza dla wysiewanych metodą hydroobsiewu nasion roślin. Produkt z czasem ulega biodegradacji tworząc naturalny humus, dzięki czemu możemy uniknąć często dość kosztownego nawożenia gruntu żyznego.

Galanteria betonowa

Jest to jedna z najpopularniejszych metod wzmocnienia skarp. Polega ona na odpowiednim ułożeniu betonowych elementów małogabarytowych (płyty ażurowe, kostka brukowa itp.)

na powierzchni skarp. Ściśle przylegające elementy tworzą „jednolitą” strukturę, a ich ciężar dodatkowo zapewnia stateczność tak wykonanej konstrukcji.

Gabiony

Gabiony skonstruowane są z punktowo spajanych krat. Znane są także pod innymi nazwami, jak np. bloki druciane lub kosze kamienne. W zależności od zastosowania kraty zbudowane są z ocynkowanych drutów stalowych, aluminiowo cynkowanych drutów stalowych lub ze stali szlachetnej. Możliwe jest także zastosowanie warstwy z tworzywa sztucznego. Gabiony są składane na miejscu budowy i wypełniane wiatro oraz mrozoodpornym materiałem. W zależności od żądania lub konieczności powinien zostać przygotowany pod nie uprzednio grunt. Najczęściej spotykana ziarnistość wypełnienia leży w granicach 100 - 250 mm. Przy tej wielkości materiału kamiennego wierzchnia warstwa koszy zostaje jednak wypełniana ręcznie.

Siatki stalowe

Jest to jedno z najnowszych rozwiązań w dziedzinie wzmocnienia konstrukcji nasypów i skarp. Polega na pokryciu powierzchni skarpy siatką stalową o bardzo dużej wytrzymałości. Siatka ta jest odpowiednio punktowo zakotwiona w gruncie przy pomocy gwoździ stalowych o odpowiedniej wymaganej długości. Metoda ta zapewnia odpowiednią stateczność skarpy i dodatkowo nie hamuje wegetacji roślinności na powierzchni skarpy.

Skrzydółka przepustów

W przypadku występowania dużego nachylenia skarpy konieczne jest wyposażenie zakończenia przepustu w skrzydełko. Element ten ma na celu zabezpieczenie skarp w obrębie wlotu lub wylotu przepustu przed ich niekontrolowaną deformacją lub obsunięciem. Do budowy skrzydełek najczęściej wykorzystuje się beton zbrojony, a w ostatnim czasie również gabiony, a także przy małych nachyleniach - grunt zbrojony geotekstylami pokryty darnią (jest to rozwiązanie popularne w przypadku obiektów ekologicznych). Szczegółowe wymagania dotyczące skrzydełek przepustów zawierają Specyfikacje Techniczne.

Posadowienie przepustów

Wymagana nośność podłoża gruntowego musi zagwarantować nośność i stateczność wykonanej na nim konstrukcji inżynierskiej. Do najczęściej wykorzystywanych materiałów w posadowieniu przepustów należą m.in. odpowiednio stabilizowane kruszywo, pospółka, kliniec, chudy beton, keramzyt lub grunt rodzimy. Minimalna nośność podłoża, na którym ma zostać posadowiona rura, jest określona w normie [26]. Jeżeli grunt rodzimy spełnia wymagania kategorii nośności G1 wg [28] to może być traktowany

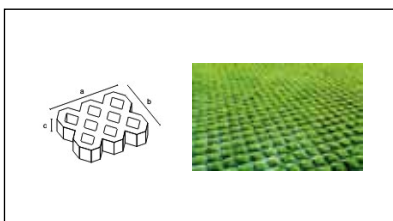
jako podłoże do bezpośredniego posadowienia rury. Dla pozostałych kategorii nośności gruntu wymagane jest wykonanie tzw. fundamentu kruszywowego (ławy fundamentowej z kruszywa). Do budowy ławy fundamentowej z kruszywa należy używać gruntów dobrze uziarnionych, zagęszczalnych, wodoprzepuszczalnych, niespoistych i mrozoodpornych, które spełniają wymagania nośności. Wielkość frakcji kruszywa powinna się mieścić w przedziale 0–32 mm. Nie jest korzystne posadowienie rur z tworzyw sztucznych bezpośrednio na wszelkiego rodzaju fundamentach sztywnych. W takim przypadku należy wykonać poduszkę z gruntu zagęszczalnego (piaski, żwiry, itp.) o grubości min. 20 cm. Szczegółowe wymagania dotyczące sposobu posadowienia przepustów zawierają Specyfikacje Techniczne.

Rodzaj przeszkody

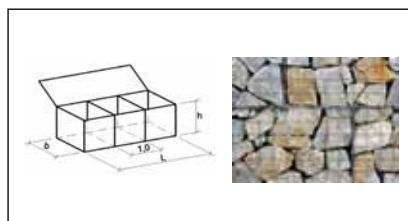
Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej mogą posiadać różne przeznaczenie:

Ciek wodny

Wymiarowanie konstrukcji przepustów przeprowadzającego ciek wodne musi wynikać z obliczeń hydraulicznych. Światło projektowanego przepustu zależy od objętości przepływającej wody. Objętość przepływającej wody określa się na podstawie zlewni lub pomiaru przepływu wody. Przepusty powinny być stosowane na ciekach wodnych o spadkach mniejszych niż 2%. Na ciekach o większych spadkach (potoki górskie) można wykonywać przepusty jedynie pod drogami klasy L i D. Należy unikać budowy przepustów, których wloty mogą ulec zatkanie przez elementy niesione przez ciek wodny (pnie, gałęzie, itp.). Jeżeli warunków tych nie sposób uniknąć należy zastosować przepust o niezatopionym wlocie [23].



Galanteria betonowa



Gabiony



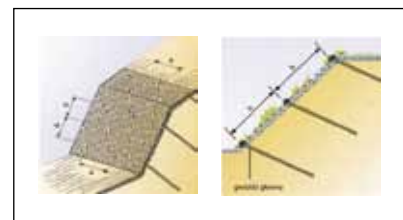
Geosiatki i geowłókniny



Hydroobsiew



Damiowanie



Siatki stalowe

Rys. 3 Metody wzmocnienia skarp przepustów komunikacyjnych

Ciąg ekologiczny – przejście dla zwierząt

Konstrukcje przejść dla zwierząt zostały szczegółowo opisane w punkcie 6 niniejszego katalogu.

Ciąg pieszy

Przeput przeznaczony jako przejście dla pieszych musi posiadać odpowiednie wymiary geometryczne zgodne ze skrajnią podaną w Rozporządzeniu [23]. Skrajnia ta powinna być nie mniejsza niż 2,5 m. W przypadku, gdy dopuszczony jest ruch rowerzystów skrajnia ta powinna wynosić 3,0 m.

Ciąg gospodarczy

Ciąg gospodarczy zapewnia bezkolizyjny przejazd wszelkich pojazdów rolniczych i maszyn pod korpusem drogowym lub linią kolejową. Wymiary geometryczne przepustów służących jako przejazdy gospodarcze określone powinny być w zależności od potrzeb lokalnych inwestora.

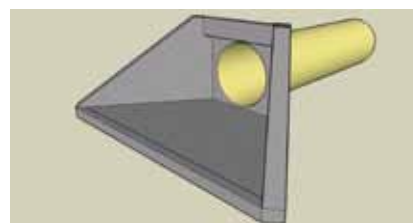
Ciąg urządzeń technicznych: kanały ciepłownicze, kanały energetyczne, kanały teletechniczne

Sposób wykonania tego typu przepustów dostosowany powinien być do wymagań inwestorów.

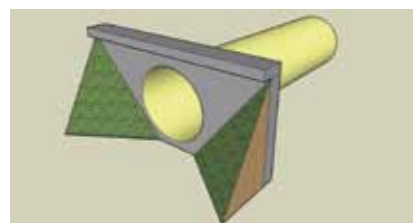
Średnice przepustów stanowiących osłony urządzeń technicznych powinny być tak dobrane, aby możliwa była ich rewizja i ewentualna naprawa.

Istotnym zagadnieniem jest sprawa prawidłowego obliczania konstrukcji przepustów podatnych. Szczególnie dotyczy to przepustów nowoczesnych, w których występuje współpraca rur osłonowych z gruntem. Na przestrzeni ostatnich lat opracowano wiele metod wymiarowania przedmiotowych konstrukcji. Dodatkowo dobór rury osłonowej zależy od rodzaju i klasy obciążeń eksploatacyjnych działających na całą konstrukcję przepustu.

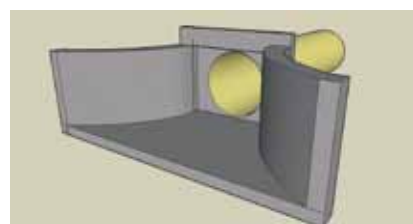
Ponadto w obliczeniach należy uwzględnić ewentualne zbrojenie gruntu (geosiatki i geowłókniny).



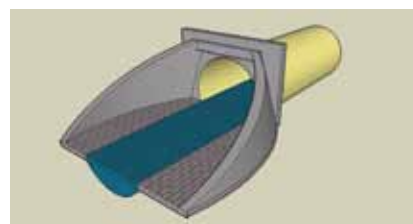
Skrzydółka ukośne



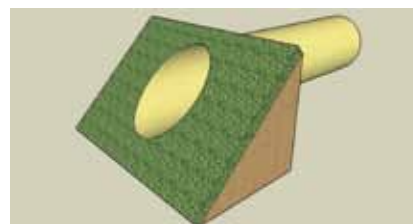
Skrzydółka równoległe



Skrzydółka owalne-wypukłe



Skrzydółka owalne-wklęsłe



Przeput bez skrzydełek - ścięty zgodnie z nachyleniem skarpy

Rys. 4 Stosowane typy skrzydełek w przepustach

Rys. 5 Przykładowe realizacje przepustów z wykorzystaniem rur osłonowych HOBAS CC-GRP



Obliczanie przepustów z rur podatnych HOBAS®

Wiadomości wstępne

Zasadniczą kwestią w projektowaniu tych konstrukcji, a przede wszystkim w wyznaczaniu sił wewnętrznych, jakie te układy generują pod zadaniem obciążeniem, jest specyficzny rozkład intensywności parcia ośrodka gruntowego. Odpowiedzialne za to zjawisko przesklepienia gruntu, prowadzi do znacznego obniżenia poziomu obciążeń przekazywanych na samą konstrukcję, jak również do redukcji nacisku na górną jej powierzchnię, w granicznych wielkościach dochodząca nawet do 70% wartości obciążenia. Powstały w ten sposób zwarty układ, ściśle współpracujący z zasypką gruntową, jest zdolny do przenoszenia bardzo dużych obciążeń. [13], [9], [6].

Dane wejściowe do projektowania

Parametry geometryczne i wytrzymałościowe rur osłonowych stosowanych do budowy przepustów i przejść dla zwierząt z asortymentu produkcyjnego firmy HOBAS® o różnych grubościach ścianek i różnych kształtach zestawiono w Tab 5.

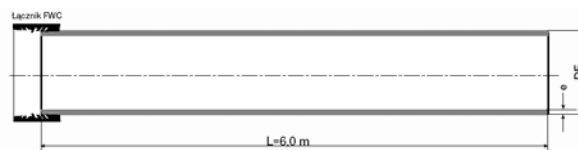
Parametry ośrodka gruntowego

Ośrodek gruntowy stanowi jeden z najistotniejszych elementów składowych konstrukcji przepustów gruntowo-powłokowych. Dlatego też do jego wykonania wymagany jest odpowiednio wysoki reżim technologiczny. Zagęszczenie gruntu powinno być wykonywane warstwami o grubości 0,15 m do 0,30 m celem uzyskania właściwego stopnia zagęszczenia. Stopień zagęszczenia powinien być badany w trakcie wykonywania przepustu.

Do parametrów ośrodka gruntowego mających wpływ na pracę przepustu jako konstrukcji gruntowo-powłokowej można zaliczyć wskaźnik zagęszczenia I_g , stopień zagęszczenia I_d , wskaźnik uziarnienia gruntu, stopień plastyczności, kąt tarcia wewnętrznego, gęstość właściwą, gęstość objętościową, porowatość, ściśliwość, zagęszczalność, i wytrzymałość gruntu na ścinanie.

Przy wymiarowaniu przepustów o konstrukcjach gruntowo-powłokowych korzysta się z następujących niżej wymienionych parametrów.

Rury bezcisnieniowe (PN1)



DN	DA [mm]	Seria	SN 2500		SN 5000		SN 10000	
			masa kg/m	e_{des} mm	masa kg/m	e_{des} mm	masa kg/m	e_{des} mm
600	616	1	35,9	9,7	44,7	11,8	55,7	14,4
700	718	1	48,5	11,0	60,5	13,5	75,5	16,6
800	820	1	62,7	12,3	78,4	15,2	97,6	18,7
900	924	1	79,4	13,7	99,4	16,9	124,0	21,0
1000	1026	1	97,8	15,1	122,2	18,6	151,2	22,9
1100	1099	-	112,4	16,2	140,5	20,0	175,1	24,8
1200	1229	1	140,1	17,9	174,4	22,1	216,0	27,2
1280	1280	-	152,0	18,6	188,8	22,9	235,6	28,5
1350	1350	-	169,0	19,5	209,6	24,1	261,6	29,9
1400	1434	1	190,2	20,6	237,5	25,6	294,5	31,7
1500	1499	-	207,7	21,5	257,6	26,5	321,9	33,1
1600	1638	1	249,3	23,5	312,0	29,2	386,7	36,1
1720	1720	-	274,4	24,5	343,3	30,5	425,3	37,8
1800	1842	1	313,7	26,1	393,4	32,6	487,1	40,3
2000	2047	1	385,7	28,8	484,4	36,0	599,9	44,6
2160	2160	-	432,3	30,5	538,7	37,9	667,2	47,0
2200	2250	1	464,7	31,5	584,2	39,4	723,2	48,8
2400	2400	-	533,1	33,9	665,0	42,1	823,2	52,1
2555	2555	-	604,0	36,0	752,3	44,7	932,1	55,4
3000	3000	-	829,3	41,9	1033,0	52,1	1281,2	64,7

e_{des} - grubość ścianki rury
masa - masa jednostkowa

Możliwe jest dostarczenie rur o innych średnicach nominalnych (np. DN 1300, 1350, 1700, 1900, 2100, 2300) i jak również rur o klasach sztywności SN wyższych niż wymienione w tabeli.

Tab. 5 Parametry rur osłonowych HOBAS do budowy przepustów i przejść dla zwierząt

Średnica nominalna DN [mm]	Średnica zewnętrzna DA [mm]	Typ łącznika	SN 32000 [N/m ²]		SN 40000 [N/m ²]		SN 50000 [N/m ²]		SN 64000 [N/m ²]		SN 80000 [N/m ²]		SN 100000 [N/m ²]		SN 128000 [N/m ²]		SN 160000 [N/m ²]		SN 200000 [N/m ²]		SN 320000 [N/m ²]		SN 640000 [N/m ²]		SN 1000000 [N/m ²]		
			S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]	F _{max} [kN]	S [mm]
600	718	M												32	1.121	35	1.278	40	1.538	43	1.691	48	1.944	59	2.486	68	2.915
	718	FS	23	733	25	842	27	949	28	1.003	30	1.109	32	1.215	35	1.373	40	1.633	43	1.787	48	2.040	59	2.583	68	3.012	
650	752	M																									
	752	FS	24	800	26	913	28	1.026	30	1.138	33	1.305	36	1.470	39	1.634	42	1.797	45	1.958	51	2.276	62	2.843	72	3.342	
700	820	L																									
	820	FS	25	964	27	1.088	29	1.211	33	1.456	35	1.578	38	1.758	42	1.998	45	2.175	49	2.410	54	2.699	67	3.433	78	4.033	
800	924	L																									
	924	FS	29	1.302	32	1.511	34	1.649	37	1.856	40	2.061	42	2.197	46	2.466	50	2.734	54	2.998	62	3.520	77	4.470			
850	960	L																									
	960	FS	31	1.497	34	1.714	36	1.857	39	2.072	42	2.284	44	2.425	48	2.706	52	2.983	56	3.258	64	3.801	80	4.854			
900	1026	L																									
	1026	FS	34	1.830	36	1.984	38	2.138	41	2.367	44	2.595	48	2.897	52	3.196	56	3.492	61	3.859	68	4.366					
1000	1099	L																									
	1099	FS	35	1.717	38	1.965	41	2.212	44	2.457	48	2.781	51	3.023	56	3.423	59	3.661	64	4.054	73	4.752					
1100	1229	L																									
	1229	FS	40	2.040	43	2.288	46	2.535	49	2.781	53	3.116	56	3.479	61	3.987	64	4.380	73	5.079							
1200	1280	L																									
	1280	FS	41	2.434	45	2.819	47	3.011	52	3.487	55	3.770	59	4.146	64	4.612	68	4.983									
1300	1434	L																									
	1434	FS	46	3.890	49	4.215	52	4.537	57	5.072	61	5.497	65	5.919	71	6.548	76	7.067									
1400	1499	L																									
	1499	FS	48	4.236	52	4.688	56	5.137	60	5.583	64	6.027	68	6.469	74	7.126	79	7.669									
1500	1638	L																									
1600	1720	XL																									
1700	1842	XL																									
1900	2047	XL																									
2000	2160	XL																									
2300	2400	XL																									
2400	2555	XL																									
2600	2740	XL																									
2800	3000	XXL																									

Wartość dopuszczalnej siły przenikania F_{dop} [kN] uwzględnia wskaźnik bezpieczeństwa 3,5 wobec obliczonego obciążenia niszczącego. Informacje i zalecenia odpowiadają naszemu stanowi wiedzy w czasie publikacji niniejszego broszury. Nie można stąd wyciągać wyraźnej gwarancji. Dane należy sprawdzić, i jeśli to będzie konieczne, uwzględnić w odniesieniu do danego obiektu. Należy wykluczyć odpowiedzialność cywilną firmy HOBAS. Dotyczy to także błędów w druku lub pisowni, jak również późniejszych zmian danych technicznych

Tab. 6 Rury do przeciskania i mikrotunelowania.

Stopień zagęszczenia

Stopień zagęszczenia I_d jest to stosunek zagęszczenia gruntu w stanie naturalnym do największego możliwego zagęszczenia danego gruntu i wyraża się wzorem:

$$I_d = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} = \frac{\rho_{max} (\rho_d - \rho_{d min})}{\rho_d (\rho_{d max} - \rho_{d min})}$$

gdzie:

e_{max} - wskaźnik porowatości maksymalnej przy najluźniejszym ułożeniu ziaren gruntu suchego, czemu odpowiada $\rho_{d min}$

e_{min} - wskaźnik porowatości minimalnej przy najluźniejszym ułożeniu ziaren gruntu suchego, czemu odpowiada $\rho_{d max}$

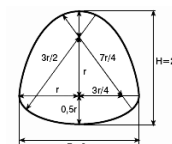
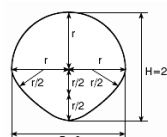
e - porowatość naturalna, czemu odpowiada ρ_d

Zgodnie z zaleceniami [18] zasyпка powinna być wykonywana warstwami o grubości maksymalnie do 30 cm, zagęszczonymi do wskaźnika zagęszczenia $I_D \geq 0,95$ (w strefie bezpośrednio przy rurze) oraz $I_D \geq 0,98$ w pozostałej strefie.

Kąt tarcia wewnętrzno

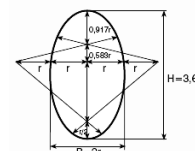
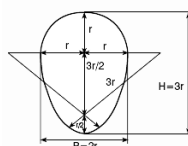
Wartość kąta tarcia wewnętrzno zależy głównie od wymiaru ziaren i cząstek, a także ich kształtu, składu mineralnego oraz stopnia zagęszczenia. Parametr ten wyznacza się laboratoryjnie przy pomocy aparatu bezpośredniego ścinania lub w aparacie trójosiowego ścinania.

Panele NC-Line



DN	teoret. Ø mm	A m ²	BL m
1600	1543	1,869	3,00
1800	1736	2,366	3,00

DN	teoret. Ø mm	A m ²	BL m
1360/1570	1469	1,596	2,00
2680/2590	2618	5,170	2,30



DN	teoret. Ø mm	A m ²	BL m
600/900	758	0,414	2,50
680/1050	875	0,561	3,00
800/1200	1011	0,735	2,50
900/1350	1136	0,930	2,50
1000/1500	1262	1,148	2,50
1200/1800	1515	1,654	3,0
1406/1907	1666	2,178	3,0

DN	teoret. Ø mm	A m ²	BL m
750/1500	1182	1,08	2,50
1100/1400	1271	1,24	2,50
1080/1650	1376	1,42	2,50
1600/1800	1724	2,31	2,50

Tab. 7 Rury osłonowe HOBAS do budowy przepustów i przejść dla zwierząt o przekroju niekołowym

Moduł sieczny gruntu

Moduł sieczny gruntu jest definiowany jako tangens nachylenia prostej łączącej na krzywej σ – ε gruntu punkt o współrzędnych 0,0 z punktem na krzywej odpowiadający danej wielkości odkształcenia (naprężenia). Wielkość ta jest znana również pod nazwą *moduł podatności gruntu* i zależy od modułu Younga oraz współczynnika Poissona. Moduł sieczny gruntu wyraża się wzorem:

$$E_s = \frac{E}{(1-\nu^2)}$$

Obciążenia

Obciążenia stałe

Obciążenia pochodzą od gruntu otaczającego konstrukcję rury osłonowej, a przede wszystkim od parcia naziomu na klucz przepustu. Niejednorodność gruntu ujednoczona jest w obliczeniach przez przyjęcie odpowiednich normowych wartości opisujących cechy fizyczne oraz współczynników bezpieczeństwa.

Ciężar gruntu tworzącego naziom należy obliczać ze wzoru:

$$G = \sum \gamma_i h_i$$

gdzie:

- G - Ciężar gruntu [kN]
- γ_i - ciężar objętościowy i-tej warstwy gruntu [kN/m³]
- h_i - miąższość i-tej warstwy gruntu [m]

Charakterystyczne wartości gęstości właściwej, wilgotności naturalnej oraz gęstości objętościowej dla gruntów niespoistych należy przyjmować z normy [29].

Obciążenia użytkowe

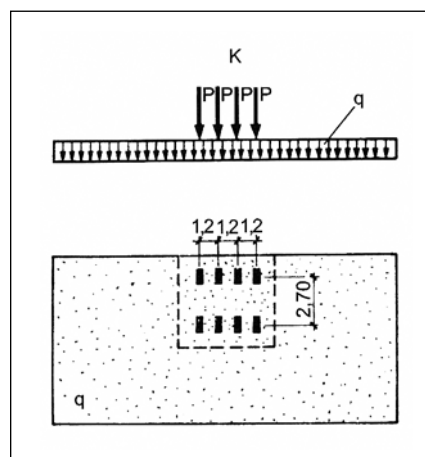
Obciążenia użytkowe konstrukcji przepustów dzielą się na trzy podstawowe kategorie w zależności od rodzaju infrastruktury:

- drogowe obciążenie użytkowe,
- kolejowe obciążenie użytkowe,
- obciążenie użytkowe ruchem lotniczym.

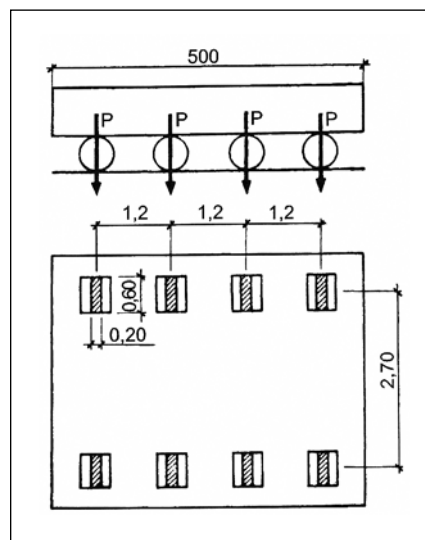
Obciążenia drogowe

Podstawowym dokumentem prawnym dotyczącym określania wielkości obciążeń drogowych jest norma PN-85/S-10030 [31].

W normie tej zostało wprowadzonych pięć klas obciążenia oznaczonych



Rys. 6 Schemat obciążenia mostów drogowych



Rys. 7 Schemat pojazdu K

dużymi literami alfabetu: A, B, C, D i E. Każdej klasie obciążenia został przyporządkowany pojazd o maksymalnym ciężarze, który może poruszać się po obiekcie bez ograniczeń [4]. Odpowiednie ciężary pojazdów zestawiono w tabeli poniżej.

Klasę obciążenia, na którą należy projektować obiekty określa administrator obiektu. Jako zasadę przyjęto, że nowe obiekty projektuje się na klasy A do C, natomiast klasy obciążenia D i E służą jedynie do ustalenia nośności istniejących obiektów, projektowanych wg innych norm obciążenia. [4]. Klasy obciążeń taborem samocho-

klasa	A	B	C	D	E
ciężar [kN]	500	400	300	200	150

Tab. 8 Ciężary pojazdów dopuszczalnych do eksploatacji po obiektach

dowym obiektów inżynierskich zależnie od klasy drogi podano w Tab. 9.

Schemat obciążenia dla wszystkich klas przyjęto taki sam. W poszczególnych klasach zróżnicowane zostały natomiast wartości obciążenia q i K. Schemat obciążenia mostów drogowych składa się z obciążenia powierzchniowego

równomiernie rozłożonego q oraz układu ośmiu sił skupionych, nazwanych w normie obciążeniem K, nałożonego na obciążenie q w miejscu najniekorzystniejszym dla obliczanej wielkości. Obciążenie K może składać się z dowolnie wybranych sił skupionych, jeżeli jest niekorzystne dla obliczanej wielkości. Przy obliczaniu elementów o długości $L > 4,80$ m obciążenie K może być zastąpione obciążeniem równomiernie rozłożonym na długości 4,80 m. Elementy główne mniejszych długości należy sprawdzić na obciążenie samochodami S. Schemat obciążenia samochodami S pokazano poniżej wraz z wartościami obciążenia. W przypadku, gdy siły wewnętrzne obliczone przy przyjęciu dwóch samochodów S są większe od liczonych przy zastosowaniu schematu K+q, za miarodajne do wymiarowania przyjmuje się obciążenie samochodami. [4].

Zasady ustawiania obciążenia taborem samochodowym

Obciążenie taborem samochodowym ustawia się wyłącznie na jezdni mostów drogowych. Wyjątek stanowią obiekty drogowo-tramwajowe, z wbudowanym torowiskiem.

W przypadku tych obiektów obciążenie taborem samochodowym ustawia się w określonych przypadkach również na torowisku tramwajowym.

Obciążenie q może być ustawione na całej szerokości jezdni — od krawężnika do krawężnika. Wyjątek stanowią mosty z barierami ochronnymi ustawionymi od krawężnika bliżej niż 50 cm. W takich przypadkach pozostawia się nieobciążony pas jezdni o takiej szerokości, by odległość obciążenia od krawężnika wynosiła najmniej 50 cm.

Obciążenie K może wystąpić tylko jeden raz na długości mostu (podobnie obciążenie samochodami S). Ustawia się je tak, by oś pojazdu była równoległa do osi mostu. W mostach z krawężnikami oś pojazdu nie może być bliżej jak 2,0 m od linii krawężnika (oś koła min. 0,65 m od krawężnika), a w mostach bezkrawężnikowych nie bliżej niż 2,5 m od linii poręczy lub bariery ochronnej.

Klasa drogi	Klasa obciążenia taborem samochodowym wg PN-85/S-10030
A (autostrady), S (ekspresowe), GP (główne ruchu przyspieszonego), G (główne)	A
Z (zbiorcze), L (lokalne)	co najmniej B
D (dojazdowe)	co najmniej C

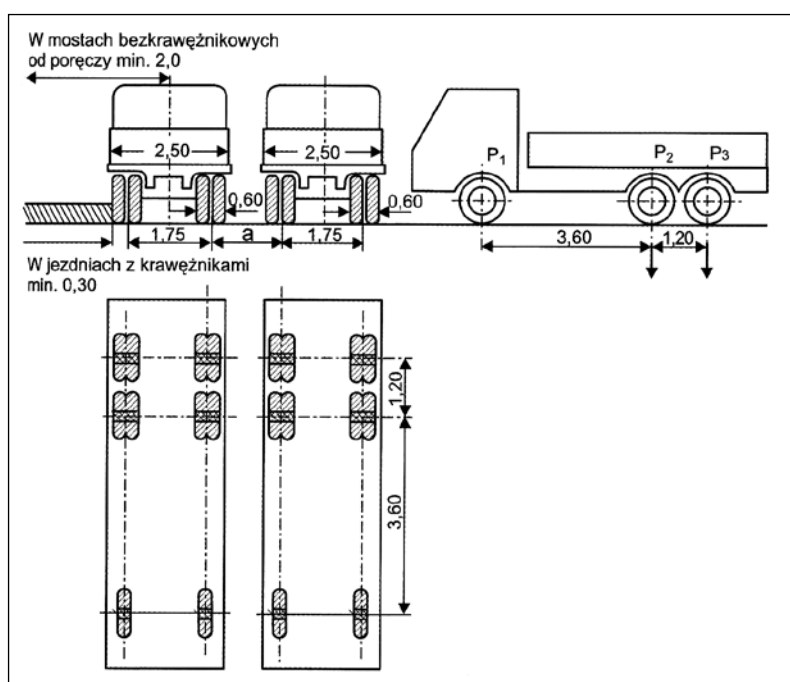
Tab. 9 Klasy obciążenia obiektów inżynierskich w zależności od klasy drogi

Klasa obciążeń	Mnożnik klasy A	Obciążenie Q [kN/M ²]	Obciążenie K [kN]	Nacisk na oś [kN]
A	1,0	4,00	800	200
B	0,75	3,00	600	150
C	0,50	2,00	400	100
D	0,40	1,60	320	80
E	0,3	1,20	240	60

Tab. 10 Obciążenia taborem samochodowym K i Q dla elementów głównych i pomostu

Klasa obciążenia	Ciężar łączny [kN]	Nacisk na oś			a [m]
		P ₁	P ₂	P ₃	
A	300	60	120	120	1,00
B	300	60	120	120	1,25
C	300	60	120	120	1,50
D	200	80	120	—	1,50
E	150	50	100	—	1,50

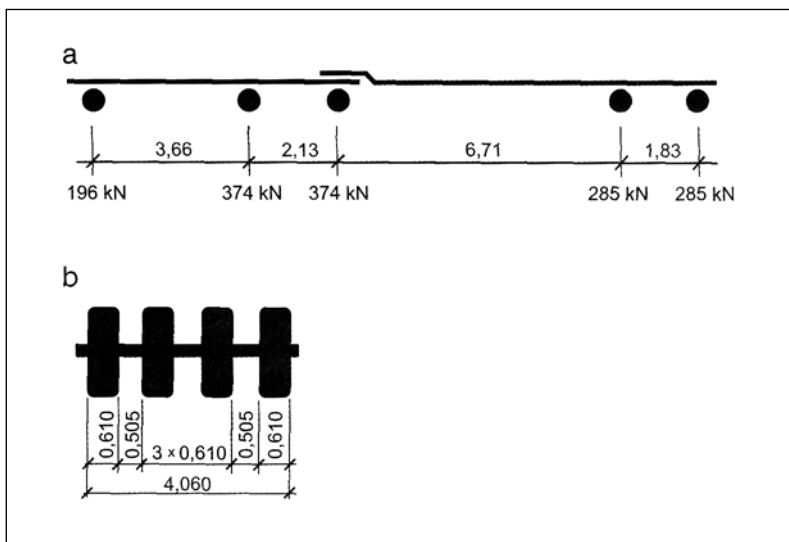
Tab. 11 Obciążenia pojazdami samochodowymi s elementów pomostu



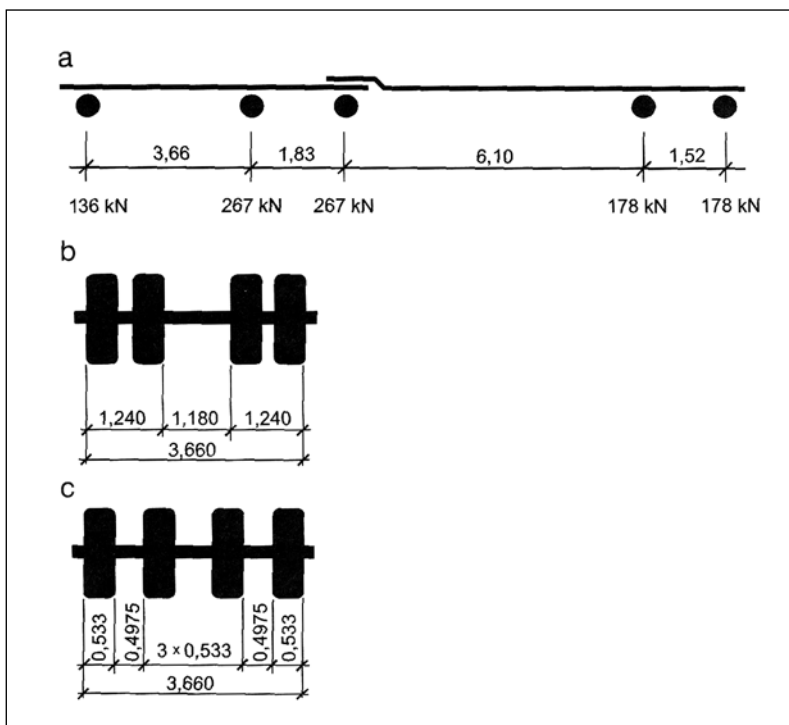
Rys. 8 Schemat obciążenia samochodami 2S

Obciążenie obiektów pojazdami ciężkimi

Rozporządzenie, dotyczące wymagań stawianych obiektom mostowym przy sprawdzaniu niektórego typu obiektów, wprowadziło jako obowiązkowe ciężkie pojazdy, zgodnie ze standardem NATO (Stanag 2021), klasy 150 i klasy 100. Schematy tych pojazdów przedstawiono na rysunkach poniżej [12].



Rys. 9 Schemat pojazdu klasy 150 wg standardu Stanag 2021



Rys. 10 Schemat pojazdu klasy 100 wg standardu Stanag 2021

Obciążenia kolejowe

Podstawowym dokumentem prawnym, podobnie jak w przypadku obciążeń drogowych, dotyczącym określania wielkości obciążeń kolejowych jest norma PN-85/S-10030 [31]

Norma ta podaje schemat obciążenia jedynie obiektów inżynierskich na liniach normalnotorowych. Obciążenia mostów na liniach wąskotorowych podaje Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe [24]. Schemat obciążenia jest zgodny ze standardem UIC71. Podane schematy i zasady obciążenia odnoszą się do obiektów zlokalizowanych na liniach kolejowych, na których planowana prędkość nie przekracza 160 km/h. Na liniach kolejowych, na których planowane są przejazdy z większymi prędkościami przyjmuje się obciążenia wg innych zasad, określonych w odrębnych przepisach (standardach określonych przez PKP) [4].

Klasy obciążeń

Schemat obciążenia dla wszystkich klas jest identyczny. Klasy obciążeń określone są natomiast przez współczynniki, będące mnożnikami, przez które mnoży się wartość obciążenia schematu podstawowego, oznaczonego jako klasa „0”. Klasa obciążenia oznaczona jest literą k , natomiast mnożnik obciążenia literą α_k . Wartość mnożnika α_k jest wynikiem podniesienia do potęgi k liczby 1,1 lub 0,9. Podstawę potęgi 1,1 stosuje się w przypadku tzw. klas dodatnich (+ k), natomiast podstawę 0,9 – w przypadku tzw. klas ujemnych (- k). Mnożniki obciążeń klas wyższych od klasy 0 oznaczono symbolem α_k , zaś niższych α_{-k} . Wprowadzono siedem klas obciążenia: trzy klasy ujemne, trzy klasy dodatnie i klasa zerowa, która wyznacza nam podstawowe wartości obciążenia taborem [4]. Stosowane klasy obciążenia i odpowiadające im mnożniki α_k zestawiono w tabeli poniżej.

+ k	+ $k = l'lk$	k	$\alpha_k = J, \alpha_k$
0	1,00	0	1,00
+1	1,10	1	0,90
+2	1,21	-2	0,81
+3	1,33	-3	0,73

Tab. 8 Wartości współczynników α_{+k} i α_{-k}

O klasie obciążenia w ciągu danej linii decyduje administracja kolejowa. Norma stanowi ponadto, że jeżeli administracja kolejowa nie postanowi inaczej, to należy stosować:

- dla mostów na liniach magistralnych i pierwszorzędnym oraz wszystkich, zelektryfikowanych $k = +2$, czyli $a = 2$,
czyli $a = 1,21$,
- dla mostów na liniach drugorzędnych $k = +1$,
czyli $a = 1,10$,
- dla mostów na liniach znaczenia miejscowego $k = 0$, czyli $\alpha_k = 1,00$,
- dla mostów prowizorycznych i tymczasowych $k = 0$, czyli $\alpha_k = 1,00$,
- dla bocznic $k = -1$, czyli $\alpha_k = 0,90$.

Ponadto, dla mostów drogowo-kolejowych o przynajmniej dwóch torach, kolejowych i dwóch pasach ruchu drogowego należy zredukować wielkości obliczonych dla najniekorzystniejszych kombinacji obciążeń kolejowych i drogowych o 10%.

W przypadku istniejących obiektów miarą klasy obciążenia jest współczynnik α_k i odpowiadająca jej wartość k .

Schemat obciążenia taborem kolejowym

Schemat obciążenia taborem kolejowym (obciążenie „taborem kolejowym”) składa się z zastępczego obciążenia odwzorowującego umowną lokomotywę oraz wagony. W omawianym schemacie umowną lokomotywę odwzorowuje układ czterech sił skupionych $P = 250$

kN w rozstawie co 1,6 m. Obciążenie wagonami odwzorowuje obciążenie ciągłe o wartości $p = 80$ kN/m. Przy czym jest charakterystyczne, że obciążenie ciągłe może wystąpić zarówno przed jak i za umowną lokomotywą (układem sił skupionych). Schemat obciążenia dotyczy jednego toru, a wartości odpowiadają klasie obciążenia $k = 0$. W zależności od przyjętej klasy obciążenia należy je mnożyć przez stosowny współczynnik obciążeniowy α_k np. w przypadku klasy obciążenia $k = +2$, uzyska się odpowiednie wartości obciążenia:

$$P = 1,21 \cdot 250 = 302,5 \text{ kN}, \quad p = 1,21 \cdot 80 = 96,8 \text{ kN/m}.$$

Obciążenia lotnisk

Podstawowym dokumentem dotyczącym obciążeń lotniskowych jest norma PN-EN 13036-6:2008 [30] Rozporządzenia [25].

Ustalenie obciążenia przypadającego na koło samolotu zależy od rozkładu masy startowej samolotu oraz liczby kół w goleni. Liczba i układ kół w podwoziu samolotu zależy od jego typu.

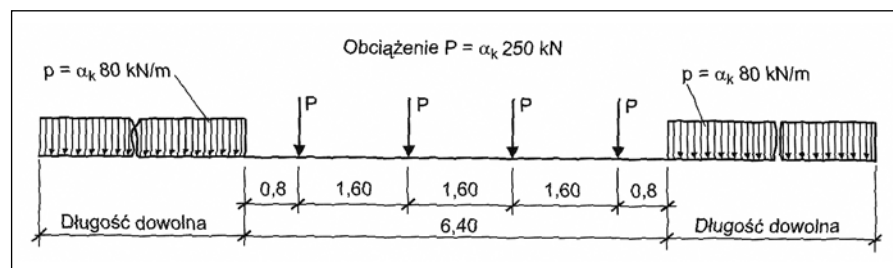
Obciążenia ruchem lotniczym zależą zatem głównie od przeznaczenia lotniska (rodzaju samolotów, które są obsługiwane przez pasy startowe i kołowania).

Nowoczesne metody obliczeń przepustów gruntowo-powłokowych

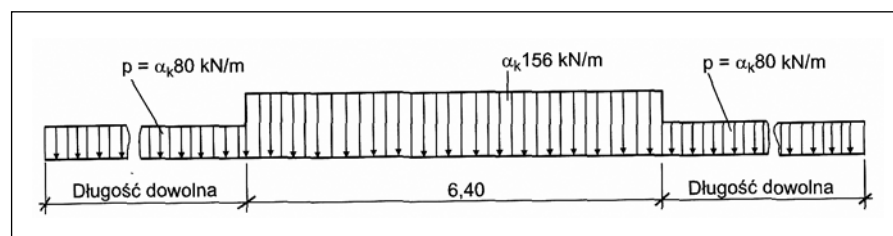
Analityczne metody wyznaczania sił wewnętrznych, powstałe w latach 1941-2002, różnią się między sobą zarówno podejściem do rozwiązania problemu parcia gruntu jak i do sposobu określenia dominujących sił w układzie z pominięciem tych o niewielkim wpływie [13].

Metoda OHBDC

Metoda OHBDC należy do grupy metod analitycznych powstałych pod koniec lat 80. XX wieku w USA i Kanadzie jako normy, mające na celu



Rys. 11 Schemat obciążenia taborem kolejowym



Rys. 12 Schemat zastępczy obciążenia taborem kolejowym

ujednocenie sposobu wymiarowania konstrukcji podatnych [7], [8]. Metoda ta uwzględnia jedynie wpływ sił osiowych, pomijając momenty zginające występujące w konstrukcji.

Sprawdzenie konstrukcji samego przepustu odbywa się na dwóch poziomach, mianowicie [18]: na poziomie przekroju (wymiarowanie przekroju konstrukcji na siłę osiową) oraz na poziomie całej konstrukcji poprzez weryfikację wytrzymałości połączeń i jej przestrzennej sztywności montażowej. Metoda ta również nie wprowadza ograniczeń obliczeniowych ze względu na geometrię obiektu, jego wielkość oraz rodzaj materiału, z jakiego jest wykonany.

Metoda porusza podstawowe zjawisko występujące w zasypce konstrukcji gruntowo – powłokowych, a mianowicie przesklepienie gruntu.

W obliczeniach tych obiektów wykorzystuje się tzw. współczynniki przesklepienia odpowiedzialne za redukcję obciążeń zewnętrznych, które znacznie zmniejszają możliwość przewymiarowania konstrukcji.

Osiowa siła ściskająca powstająca w ścianie przepustu pod wpływem działających na nią obciążeń, wg metody OHBDC ma stałą wartość na obwodzie, zarówno w przypadku jej wymuszania przez obciążenia stałe jak i zmienne. Jej wartość wyraża się następującym wzorem.

$$T = \alpha_D \cdot T_D + \alpha_L \cdot T_L$$

gdzie:

- α_D - współczynnik obciążenia stałego,
- T_D - siła w ścianie konstrukcji od obciążenia stałego,
- α_L - współczynnik obciążenia zmiennego,
- T_L - siła w ścianie konstrukcji od obciążeń zmiennych,

Siła w ścianie konstrukcji powstająca w wyniku obciążenia konstrukcji obciążeniami o stałym charakterze działania wyraża się wzorem

$$T_D = 0.5 \cdot (1.0 - 0.1 \cdot C_s) \cdot A_f \cdot W$$

gdzie:

- A_f - współczynnik przesklepienia gruntu, przyjmowany zgodnie z monogramem poniżej,
- W - ciężar zasypki gruntu znajdującej się nad konstrukcją,
- C_s - współczynnik sztywności osiowej liczony wg wzoru:

$$C_s = \frac{E_s}{E} \cdot \frac{D_V}{A}$$

- E - moduł sprężystości materiału, z jakiego wykonana jest ścianka konstrukcji,
- A - pole przekroju poprzecznego obiektu liczone na jednostkę długości,
- E_s - efektywny, sieczny moduł zasypki gruntu, przyjmowany wg wzoru:

$$E_s = E_s / (1 - \nu^2)$$

dla:

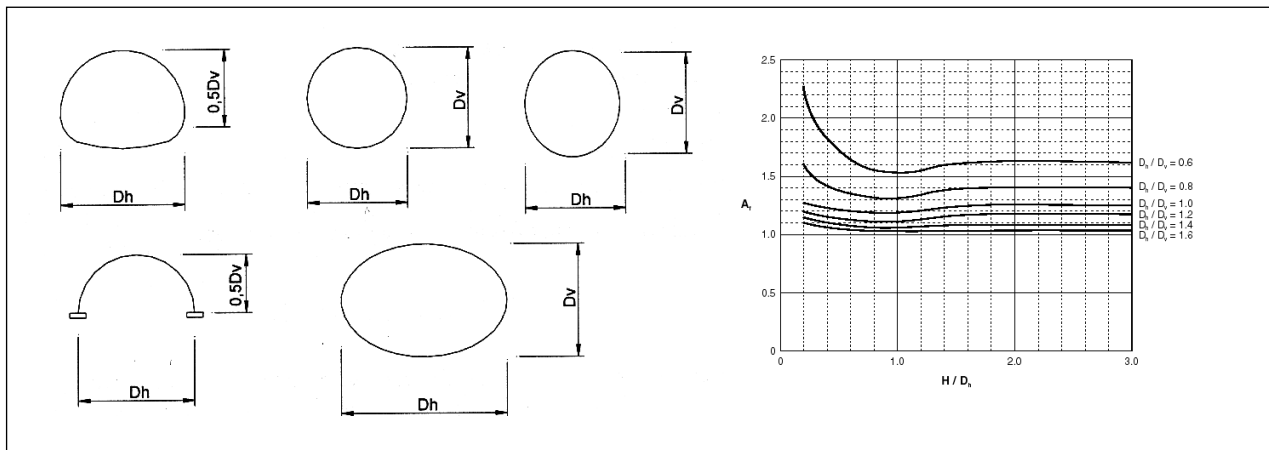
- E_s - przyjmowanego jako moduł Young'a dla zasypki gruntu,
- ν - przyjmowanego jako współczynnik Poisson'a dla zasypki gruntu,
- D_V - wymiar zależny od przekroju poprzecznego konstrukcji według schematów na **Rys. 13**.

Natomiast siła w ścianie konstrukcji powstająca w wyniku oddziaływań obciążenia zmiennego wyraża się poprzez poniższe wyrażenie.

$$T_L = 0.5 \cdot (\text{wart. min. } (D_h \cdot l_t)) \cdot \sigma_L \cdot m_f \cdot \varphi$$

gdzie:

- D_h - rozpiętość konstrukcji,
- σ_L - obciążenie równomiernie rozłożone na poziomie klucza konstrukcji,
- H - wysokość naziomu,
- l_t - szerokość rozkładu obciążenia zmiennego mierzona wzdłuż rozpiętości konstrukcji,
- φ - współczynnik dynamiczny,
- m_f - współczynnik korygujący równy 1.0, w przypadku jednego pojazdu i 0.9 dla dwóch pojazdów na obiekcie.



Rys. 13

Metoda VASLESTAD'A

Metoda Vaslestad'a dotyczy wymiarowania obiektów o zwiększonych rozpiętościach. Autor tej metody pominął przy obliczaniu sił wewnętrznych wpływ momentów zginających nadając dominującą rolę w przekroju siłom osiowym, których wyznaczanie wzbogacone jest o składową uwzględniającą wpływ tarcia zasyпки gruntowej o ścianki konstrukcji podatnej.

Zgodnie z założeniami tej metody przy obliczeniach można wyróżnić dwa etapy sprawdzające tzn.:

- wytrzymałościowe – tj. weryfikacja odporności ścianki konstrukcji na ściskanie pochodzące od parcia gruntowej zasyпки,
- wytrzymałościowo – użytkowe – tj. kontrola przemieszczeń klucza konstrukcji w czasie jej zasypywania (teoretycznie w skrajnych przypadkach wielkość deformacji może decydować o utracie stateczności i nośności konstrukcji).

W metodzie Vaslestad'a wartość siły osiowej w ściance konstrukcji opisuje się następującym wyrażeniem:

$$P = 0.5 \cdot W + T$$

gdzie:

W - ciężar zasyпки gruntowej znajdującej się nad konstrukcją, obliczany wg wzoru:

$$W = \gamma \cdot D \cdot (H + 0.2 \cdot R)$$

T - pionowa siła ścinająca obliczana wg wzoru:

$$T = 0.5 \cdot S_{VN} \cdot \gamma \cdot (H + R)^2$$

gdzie:

S_{VN} - współczynnik tarcia biernego,
 γ - ciężar objętościowy zasyпки gruntowej,
 D - rozpiętość konstrukcji,
 H - wysokość naziomu,
 R - promień górnych płaszczy konstrukcji stalowej.

Metoda AASHTO

Metoda AASHTO, powstała jako norma do projektowania konstrukcji podatnych. Jest ona pod względem określenia wytrzymałości i stateczności zbliżona do metody OHBDC. Założenie tej metody opiera się na pominięciu momentów zginających pojawiających się w ściance przepustu, uznając jednocześnie siły osiowe, ściskające jako dominujące w przekroju. Ponadto w zakresie nośności, stateczności i bezpieczeństwa pracy całego obiektu metoda AASHTO porusza następujące zagadnienia:

- uplastycznienie ścianki przekroju,
- wyboczenie ścianki przekroju,
- wytrzymałość szwów montażowych,
- sztywność montażową konstrukcji.

Powyższa metoda wymiarowania oparta jest na zastosowaniu częściowych współczynników bezpieczeństwa na poziomie obciążeń, uwzględnia również współczynnik dynamiczny dla obciążeń zmiennych zależnych od charakteru przeznaczenia obiektu. Obliczeniowa, maksymalna siła ściskająca w przekroju ma następującą postać:

$$T = 0.5 \cdot \{ \alpha_L \cdot \varphi \cdot P_L + \alpha_D \cdot P_D \} \cdot D_h$$

gdzie:

D_h - rozpiętość konstrukcji,

P_D - obciążenie charakterystyczne stałe w poziomie klucza konstrukcji,

P_L - równomiernie rozłożone obciążenie charakterystyczne zmienne w poziomie klucza konstrukcji,

φ - współczynnik dynamiczny,

α_L - współczynnik obciążenia zmiennego,

α_D - współczynnik obciążenia stałego.

Wartość obciążenia charakterystycznego, stałego w poziomie klucza konstrukcji należy obliczać wg poniższego wzoru, pamiętając o wliczeniu ciężaru nawierzchni przypadającego na jednostkę powierzchni, jeśli taka występuje na nasypie:

$$P_D = \gamma \cdot H$$

gdzie:

H - wysokość naziomu,

γ - ciężar zasyпки gruntowej.



Metoda CHBDC

Metoda CHBDC opiera się na kanadyjskiej normie branżowej zastępującej normę OHBDC. Podaje ona nie tylko metodę wymiarowania przepustów o przekroju zamkniętym, ale również podejmuje zagadnienie wymiarowania konstrukcji o przekroju ramownicowym. Przekroje zamknięte oblicza się w sposób analogiczny jak w przypadku metod OHBDC oraz AASHTO. Oznacza to, że wyznaczana obliczeniowo jest dominująca w przekroju siła ściskająca, która jest podstawą sprawdzenia nośności ścianki przepustu na ściskanie. Ponadto jak w przypadku dwóch wymienionych wyżej metod obligatoryjnie sprawdza się sztywność montażową całego obiektu.

Natomiast konstrukcje ramownicowe wg CHBDC są sprawdzane na możliwość uplastycznienia ścianki przekroju w wyniku zginania. Zatem dominującymi siłami w tego typu konstrukcjach są momenty zginające pojawiające się w ściance konstrukcji w wyniku działających na nią obciążeń. Kanadyjska norma określa współpracę gruntu i przepustu poprzez uwzględnienie względnej sztywności obiektu i otaczającego go gruntu zasypowego. Sama zasypka jest uwzględniona poprzez zastosowanie w obliczeniach współczynników przesklepienia.

Obliczanie ściskającej siły w ściance konstrukcji odbywa się za pomocą następującego wzoru:

$$T = \alpha_D \cdot T_D \cdot \alpha_L \cdot T_L \cdot \varphi$$

gdzie:

- α_D - współczynnik obciążenia stałego,
- T_D - siła w ściance konstrukcji od obciążenia stałego,
- α_L - współczynnik obciążenia zmiennego,
- T_L - siła w ściance konstrukcji od obciążeń zmiennych,
- φ - współczynnik dynamiczny.

Siła w ściance konstrukcji powstająca w wyniku obciążenia konstrukcji obciążeniami o stałym charakterze działania wyraża się wzorem:

$$T_D = 0.5 \cdot (1.0 - 0.1 \cdot C_s) \cdot A_f \cdot W$$

gdzie:

- A_f - współczynnik przesklepienia gruntu,
- W - ciężar zasypki gruntowej znajdującej się nad konstrukcją,
- C_s - współczynnik sztywności osiowej liczony wg wzoru:

$$C_s = 1000 \cdot \frac{E_s}{E} \cdot \frac{D_v}{A}$$

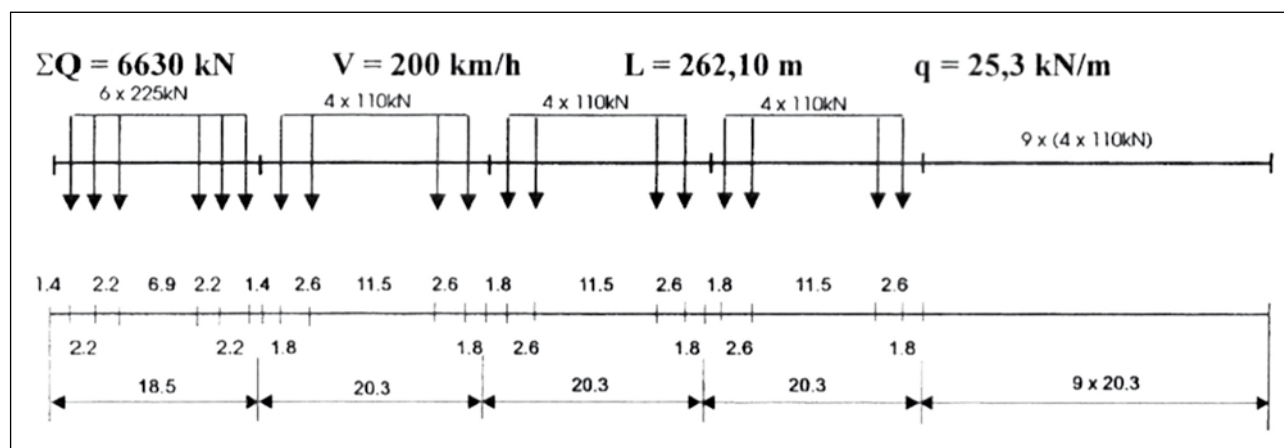
- E_s - sieczny moduł zasypki gruntowej,
- D_v - wymiar zależny od kształtu przekroju poprzecznego konstrukcji,
- E - moduł sprężystości materiału, z jakiego wykonana jest ścianka konstrukcji,
- A - pole przekroju poprzecznego obiektu liczone na jednostkę długości.

Natomiast siła w ściance konstrukcji powstająca w wyniku działań obciążenia zmiennego wyraża się poprzez poniższe wyrażenie:

$$\min \left\{ \begin{array}{l} T = 0.5 \cdot D_h \cdot \sigma_L \cdot m_f \\ T = 0.5 \cdot l_t \cdot \sigma_L \cdot m_f \end{array} \right\}$$

gdzie:

- D_h - rozpiętość konstrukcji,
- σ_L - obciążenie równomiernie rozłożone na poziomie klucza konstrukcji,
- H - wysokość naziomu,
- l_t - szerokość rozkładu obciążenia zmiennego,
- m_f - współczynnik korygujący.



Rys. 14 Schemat pociągu pasażerskiego z lokomotywą dla prędkości 200 km/h

Metoda elementów skończonych (MES)

Rozwój metod komputerowej analizy konstrukcji, opartej na metodzie elementów skończonych MES, umożliwił wdrażanie nowych metod wymiarowania podatnych obiektów inżynierskich. Zamodelowanie poprawnego modelu trójwymiarowego 3D jest zagadnieniem trudnym i pracochłonnym ze względu na złożoność zagadnienia. W efekcie większość obecnie znanych programów wykorzystywanych do analizy konstrukcji podatnych sprowadza problem do zagadnienia dwuwymiarowego 2D, opierając się na założeniach płaskiego stanu odkształcenia. Pierwszym, stworzonym przez Katonę i Smith'a w roku 1976, programem wykorzystywanym do przeprowadzania tego typu analiz było oprogramowanie CANDE (Culverts Analyses Dressing Program). Obecnie wykorzystywanymi programami do analizy konstrukcji podatnych, opartymi na MES, są między innymi: Candecad, COSMOS, ROBOT, SPIDA, NLSSIP, ABAQUS, PLAXIS, czy Z-SOIL.

MES, w przeciwieństwie do metod analitycznego wymiarowania konstrukcji podatnych, pozwala na zbudowanie bliższego rzeczywistości modelu obiektu. Ośrodek gruntowy można imitować uwzględniając jego odkształcenia trwale. Zastosowanie modelu sprężysto – plastycznego prowadzi do wierniejszego opisu zjawiska przesklepienia, a co za tym idzie poprawniejszego uchwycenia zasady

pracy konstrukcji podatnych. Zatem wyniki uzyskiwane podczas analizy są dokładniejsze i wierniej odzwierciedlają stan naprężeń panujących w rzeczywistej konstrukcji.

Najtrudniejszym zagadnieniem podczas analizy konstrukcji podatnych jest modelowanie strefy kontaktu pomiędzy korpusem rury a zasypką gruntową. W tym przypadku stosuje się elementy MES o złożonych parametrach fizycznych, pozwalających uwzględnić moduł ścinania i ściśliwości gruntu o nieliniowych charakterystykach obciążenie-przemieszczenie. Warstwy kontaktowe dwóch ośrodków, zw. „interface”, dostosowane są do odpowiedniej sytuacji, a więc do charakterystyk ośrodka gruntowego (wilgotności, kohezji), sztywności ścian budowli, stanu powierzchni styku (chropowatości), czy czasu trwania obciążenia zmiennego. Tak bogaty zestaw czynników i charakterystyk materiałowych wprowadzonych do programu pozwala uzyskać wyniki, których poprawność może równać się jedynie z wynikami uzyskanymi podczas badań przeprowadzonych na rzeczywistych obiektach lub ich modelach w skali naturalnej. Z oczywistej przyczyny (nakład finansowy na badania) analiza komputerowa jest obecnie częściej stosowana [8].

Sprawdzanie konstrukcji przepustów na liniach kolejowych dla dużych prędkości

Ze względu na intensywny rozwój budownictwa kolejowego w Europie niezbędne jest również dostosowanie polskich linii kolejowych do nowych standardów w tym głównie pod kątem dużych prędkości. Obecnie prowadzone są liczne prace w tym zakresie w pierwszej fazie dla prędkości 200 km/h, następnie 250 km/h i 300 km/h. Duże prędkości na liniach kolejowych mają też duży wpływ na sposób konstruowania przedmiotowych przepustów i przejść dla zwierząt o konstrukcji gruntowo-powłokowej.

Obciążenia statyczne

Przy sprawdzaniu odkształceń jednostkowych (naprężeń) i przemieszczeń konstrukcji inżynierskich na liniach kolejowych należy przyjmować siły pionowe od taboru, uderzenia boczne oraz oddziaływanie sił odśrodkowych zgodnie z [31].

W przypadku obliczeń zmęczeniowych obiektów inżynierskich, gdy nie jest jeszcze w pełni poznana charakterystyka taboru dla prędkości do 200 km/h obciążenia można przyjąć zgodnie ze schematem przedstawionym na Rys. 14.

Podane obciążenia należy stosować bez współczynników dynamicznych, mnożników klasy obciążeń oraz współczynników obciążeń;



Współczynnik dynamiczny (φ)

Nieodłącznym parametrem związanym z dużymi prędkościami taboru kolejowego jest jego dynamiczne oddziaływanie na konstrukcje inżynierskie. Dotyczy to również przedmiotowych przepustów gruntowo-powłokowych – choć siłą rzeczy oddziaływania te są znacznie mniejsze z uwagi na tłumienie występujące w gruncie tego typu konstrukcji.

Oddziaływania dynamiczne rzeczywistych pociągów uwzględnia się mnożąc siły i momenty wyznaczone dla obciążeń statycznych przez współczynnik $(1+\varphi)$ odpowiadający projektowanej prędkości pociągów:

- przy normalnym utrzymaniu toru

$$I+\varphi=I+\varphi'+\varphi''$$

- przy założeniu dobrego utrzymania toru

$$I+\varphi=I+\varphi'+0.5\varphi''$$

gdzie:

$$\varphi' = \frac{K}{1-K+K^4} \quad K = \frac{v}{2L_{\varphi} \cdot n_o}$$

$$\varphi'' = 0,01\{56 \cdot e^a + 50 \cdot [(0,0125 \cdot L_{\varphi} \cdot n_o) - 1] \cdot e^c\}$$

$$a = -(0,1 \cdot L_{\varphi})^2$$

$$c = -(0,05 \cdot L_{\varphi})^2$$

v – maksymalna prędkość pociągu [m/s]

n_o – częstotliwość drgań własnych mostu nieobciążonego [Hz]

L_{φ} – długość miarodajna przyjmowana do wyznaczania współczynnika dynamicznego [m]

Granica ważności φ' jest dolna granica częstotliwości drgań własnych (niska) oraz prędkość 200 km/h. W innym przypadku φ' należy wyznaczać z analizy dynamicznej.

Natomiast granicą ważności φ'' jest górna granica częstotliwości drgań własnych (wysoka) wg rys. 2. W innym przypadku φ'' należy wyznaczać z analizy dynamicznej, uwzględniającej oddziaływanie mas nieusprężynionych na konstrukcję przęsła.

Współczynnik dynamiczny określa się dla górnej nogi i dolnej nod granicy częstotliwości drgań własnych, chyba że analiza prowadzona jest dla obiektu o znanej częstotliwości drgań.

Dopuszczalne stany odkształceń przepustów

Dopuszczalne wartości takiego względnego pionowego ugięcia rury wg wytycznych ATV-DVWK – A127P i Metody Skandynawskiej przy obciążeniu długotrwałym wynoszą 6%, a w przypadku ugięć względnych krótkotrwałych wartość ta wynosi 3%. Projektant może przyjąć wartość mniejszą, jeżeli wymaga tego nawierzchnia drogowa [18].

W przypadku przepustów na liniach kolejowych graniczną wartością ugięcia przepustu jest 2%. Dopuszczalne ugięcie pionowe obiektów inżynierskich na liniach kolejowych w osi obciążonego toru dla prędkości do 200 km/h wynosi:

$$L/\delta - 750 \text{ dla } V \leq 200 \text{ km/h}$$

gdzie:

L – długość obiektu,

δ – ugięcie dopuszczalne.

Projekt aneksu do Eurokodu 1990 z 2005 r. zaostrza to kryterium:

$$L/\delta - 600 \text{ dla } V \leq 200 \text{ km/h}$$

Istnieje wiele metod wykonywania przepustów komunikacyjnych. Do najpopularniejszych i szeroko stosowanych można zaliczyć metodę układania rury osłonowej przepustu w wykopie otwartym i metodę bezwykopową tzw. mikro-tunneling.

Szczegółowe wymagania dotyczące metod wykonywania przepustów zawierają Specyfikacje Techniczne.

Metody wykonywania przepustów

Metoda wykopu otwartego

Sposób montażu konstrukcji podatnych z rur z tworzyw sztucznych jest uzależniony od szywności rury, głębokości posadowienia, szerokości wykopu, charakterystyki gruntu rodzimego, dodatkowych obciążeń i materiału zasyпки. Aby uzyskać właściwe podparcie konstrukcji podatnych z tworzyw sztucznych, zastosowany materiał zasypkowy musi odpowiednio wypełniać strefę zasyпки rury.

Fundament

W zależności od rozmiaru średnicy i kształtu przekroju poprzecznego rury, konstrukcja fundamentu powinna być wyprofilowana tak, aby jej kształt odpowiadał kształtowi rury.

Wyprofilowany fundament z kruszywa musi być dostatecznie szeroki, aby umożliwić odpowiednie zagęszczenie materiału zasyпки w strefie pachwiny rury.

Grubość fundamentu należy określić na podstawie analizy nośności podłoża. Powinna być ona nie mniejsza niż 30 cm. Fundament powinien być zagęszczony do wskaźnika zagęszczenia minimum 0,97 wg standardowej próby Proctora [18].

Zasyпка

Odpowiedni dobór, rozmieszczenie i zagęszczenie zasyпки w strefie rury jest ważne dla kontroli pionowego ugięcia i ma decydujące znaczenie dla eksploatacji rury. Należy zwrócić uwagę, aby zasyпка nie uległa zanieczyszczeniu gruzem lub innymi materiałami obcymi, mogącymi uszkodzić rurę lub spowodować utratę podparcia. Zasyпка w pachwinie, czyli w obszarze między podłożem a spodem rury, powinna być zagęszczona ubijakiem ręcznym przed umieszczeniem pozostałej zasyпки.

Zasyпkę należy wykonywać warstwami i zagęszczać. Warstwę zasyпки bezpośrednio przylegającą do rury należy zagęścić do $I_D = 0,95$ wg standardowej próby Proctora. Poza wymienioną przestrzeń przylegającą bezpośrednio do rury, zasyпkę zagęszczać do $I_D = 0,98$ wg standardowej próby Proctora.

Zasyпка nie powinna zawierać grud, zbryleń lub gruntu zmarzniętego. Założeń tych należy bezwzględnie przestrzegać na głębokości od niwelety nawierzchni do rzędnej dna wykopu. Szczegółowe wymagania dotyczące zasyпки gruntowej wokół konstrukcji rury osłonowej zawierają Szczegółowe Specyfikacje Techniczne.

Metody bezwykopowe

Mikrotunelowanie

Mikrotunelowanie wykorzystywane jest przede wszystkim do realizacji infrastruktury sieciowej jak przewody kanalizacyjne i wodociągowe, rurociągi przesyłowe, rur osłonowych dla urządzeń technicznych, tuneli wieloprzewodowych itp.

Maksymalne długości wykonywanych odcinków z jednej studni startowej, w zależności od warunków gruntowo-wodnych, średnicy i materiału rurociągu mogą dochodzić przy hydraulicznym transporcie urobku do 900 m. Średnice przewodów wykonywanych w technologii mikrotunelowania zawierają się w przedziale od 100 do ponad 4000 mm [10], przy czym górny przedział średnic ciągle się zwiększa. Dynamiczny rozwój mikrotunelowania wynika przede wszystkim z jego zalet, do których zalicza się przede wszystkim:

- minimalna deformacja powierzchni terenu i minimalne jego osiadanie,
- możliwość prowadzenia prac bez obniżania zwierciadła wody gruntowej wzdłuż trasy tunelu,
- możliwość zmechanizowania robót, eliminującego konieczność pracy ludzi na przodku,
- możliwość stosowania w dowolnych warunkach gruntowych, od gruntów luźnych do formacji skalnych.

Technologia mikrotunelowania polega na drążeniu poziomego (lub o wymaganym spadku) otworu-tunelu, pomiędzy dwoma uprzednio wykonanymi komorami (startową i końcową). Przekroje poprzeczne komór, nazywanych często szybami mogą mieć kształt prostokątny, okrągły lub owalny w zależności od sposobu zabezpieczenia ich ścian. Wymiary komór zależą od wymiarów urządzeń do mikrotunelowania i prefabrykatów stanowiących konstrukcję tunelu, a ich rozmieszczenie od przewidywanej długości drążonych tuneli oraz przebiegu trasy. W przypadku konieczności odwodnienia studni można pompować wodę z jej dna (w przypadku małych dopływów), zastosować system studni wierconych lub igłofiltrów (w przeciętnych warunkach gruntowo-wodnych) lub chemizację albo zamrażanie gruntu, czyli metody nie powodujące nawet lokalnych zmian zwierciadła wody gruntowej. Najczęściej stosowanymi sposobami zabezpieczania ścian wykopów są ścianki szczelne zabijane (w warunkach krajowych z gradzic G-62). W zwartej zabudowie, lub przy głębokich studniach obudowa wykopu może być zrealizowana jako studnia zapuszczana, studnia z tubingów lub blach fałdowych (w gruntach nienawodnionych) albo ścian szczelinowych, z pali wierconych lub wciskanych.



Zespół urządzeń do mikrotunelowania, bardziej zaawansowany technologicznie od urządzeń stosowanych w klasycznych przeciskach hydraulicznych, składa się z sześciu podstawowych elementów:

- głowicy wiertniczej,
- stacji siłowników z zespołem zasilającym,
- systemu smarowania,
- systemu usuwania urobku,
- systemu gospodarki płuczką,
- systemu sterującego.

Po wybudowaniu komór i zainstalowaniu urządzeń rozpoczyna się proces polegający na wierceniu tunelu i instalacji obudowy tunelu, nazywanej także rurą technologiczną lub produktową. Tarcza głowicy wierzącej, napędzana silnikiem hydraulicznym poprzez przekładnię planetarną, obraca się i powoduje wstępne rozdrobnienie gruntu. Za tarczą znajduje się komora w kształcie ściętego stożka, w której urobiony grunt podlega rozdrobnieniu na cząstki, jakie zdolny jest przetransportować system płuczkowy. Następnie, przez pierścieniową szczelinę, rozdrobniony grunt przedostaje się do komory płuczkowej, gdzie miesza się z płuczką i jest tłoczony przez system instalacji rurowych do umieszczonego na zewnątrz zbiornika płuczkowego. Rozpoczynając od szybu startowego głowica wierząca przemieszcza się dzięki naporowi zespołu siłowników umieszczonego w tym szybie, najpierw za pośrednictwem pierścienia dociskowego o dużej sztywności, a następnie za pośrednictwem rur produktowych (stanowiących finalną obudowę tunelu). Wszystkie przewody zasilające układ płuczkowy, napędu i kontroli umieszczone są wewnątrz tunelu i muszą być sukcesywnie przedłużane w miarę zwiększania się jego długości. W celu obniżenia tarcia pomiędzy zewnętrzną powierzchnią przesuwanych rur, a ośrodkiem gruntowym stosuje się układ smarowania wykorzystujący z reguły roztwór bentonitowy z polimerami smarnymi. Dysze do iniekcji smaru rozmieszcza się na odwodzie rur co 90°. Poza redukcją sił tarcia, bentonit stabilizuje ścianki wyrobiska nie dopuszczając do ich zapadania. W przypadku występowania dużych sił tarcia, pomimo zastosowania warstwy smarnej można

zastosować pośrednie stacje siłowników. Wprowadzenie takich stacji dzieli tunel na sekcje powodując zmniejszenie tarcia do sił występujących w poszczególnych sekcjach, a nie na całej jego długości. W technologii mikrotunelowania stosowane są dwa systemy transportu urobku:

- system hydrauliczny,
- system mechaniczny.

Proces robót wiertniczych jest zdalnie sterowany i kontrolowany ze stanowiska operatora. Za pomocą siłowników lub głowicy urabiającej o specjalnej konstrukcji operator ma możliwość, w ograniczonym zakresie, korygowania trasy mikrotunelu lub wykonywania instalacji o krzywoliniowych trasach i niweletach. Kontrola pracy wszystkich urządzeń odbywa się w pomieszczeniu operatora zlokalizowanym na powierzchni terenu obok komory startowej, za wyjątkiem maszyn drążących z operatorem pracującym wewnątrz tarczy. Do kontroli geometrii osi mikrotunelu stosowane są zazwyczaj systemy laserowe, a w przypadku przycisków hydraulicznych z wierceniem pilotowym – teleoptyczne.

W przypadku wykonywania mikrotunelu o nieprostoliniowej osi stacja teodolitu laserowego przemieszczana jest wzdłuż punktów odniesienia, zlokalizowanych wewnątrz już wykonanego przewodu.

Proces tunelowania jest zakończony w momencie wyjścia głowicy w studni końcowej, która jest tam wepchnięta przez pierwszą z włożonych do studni startowej rur produktowych. Po zakończeniu prac wiertniczych i demontażu głowicy należy odłączyć wszystkie instalacje i urządzenia. Po przeniesieniu głowicy do następnej studni startowej można rozpocząć wykonywanie kolejnego odcinka instalacji.

Bardzo dużym postępem w mikrotunelowaniu jest możliwość wykonywania w tej technologii budowli o nie prostoliniowych trasach. Zmiany kierunku mikrotunelowania po łukach o dużych promieniach (kilkuset metrowych) są możliwe przy użyciu tradycyjnych głowic ze sterowanym hydraulicznie urządzeniem drążącym oraz za pomocą tarcz przegubowych [10].

Metody wzmacniania istniejących przepustów (relining)

Wymiana rurociągu jest zazwyczaj bardzo kosztowna i utrudnia ruch w obszarach miejskich, gdzie zlokalizowana jest większość takich instalacji. Często lepszym rozwiązaniem jest renowacja instalacji poprzez relining.

Jest to nowoczesna technologia wzmacniania istniejących obiektów polegająca na wprowadzeniu do wnętrza istniejącego przepustu rury np. z CC-GRP, a następnie wypełnienie przestrzeni pomiędzy wzmacnianym obiektem, a ścianką konstrukcji rury osłonowej materiałem, który pozwoli na całkowite i skuteczne wypełnienie tej przestrzeni. Metoda ta pozwala na wzmocnienie istniejącego obiektu bez konieczności zatrzymania ruchu i eliminuje konieczność rozebrania starego obiektu. W wyniku wzmocnienia przepustu tą metodą powstaje „quasi” zespolona konstrukcja składająca się ze wzmacnianego obiektu, materiału wypełnienia oraz rury osłonowej CC-GRP.

Przejścia dla zwierząt

Pomimo, że do dnia dzisiejszego w Polsce nie wprowadzono ujednoczonych zaleceń projektowania, budowy i utrzymania przejść dla zwierząt, HOBAS® wychodzi naprzeciw potrzebom budowy obiektów ekologicznych, w tym przypadku w zakresie materiałów do budowy przejść pod liniami komunikacyjnymi dla małych i średnich zwierząt.

Zakres stosowania rur osłonowych HOBAS® do różnych typów przejść dla zwierząt na tle całości zagadnienia pokazano na **rys. 15**. [5], [22].

Na **rys. 16** przedstawiono typowe dolne przejście dla zwierząt z wyszczególnieniem elementów konstrukcyjnych jak i elementów wyposażenia.

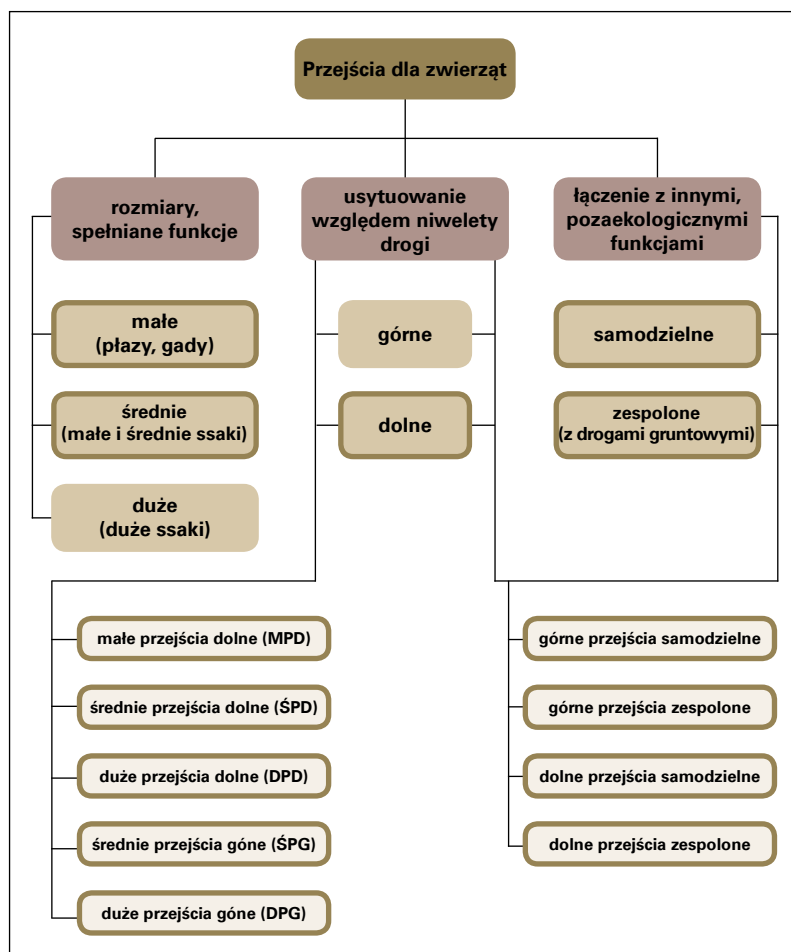
Siatki naprowadzające

Typowym elementem przejść dla zwierząt są siatki naprowadzające. Ogradzenia te, podobnie jak skrzydełka, naprowadzają zwierzęta na przejście oraz uniemożliwiają wtargnięcie bezpośrednio na przeszkodę. Ogradzenia te są wykonane na ogół w postaci siatek stalowych, lub stalowych powlekanych tworzywem sztucznym, których średnica oczek zwiększa się wraz z wysokością ogrodzenia (co uniemożliwia mniejszym zwierzętom jej przekroczenie).

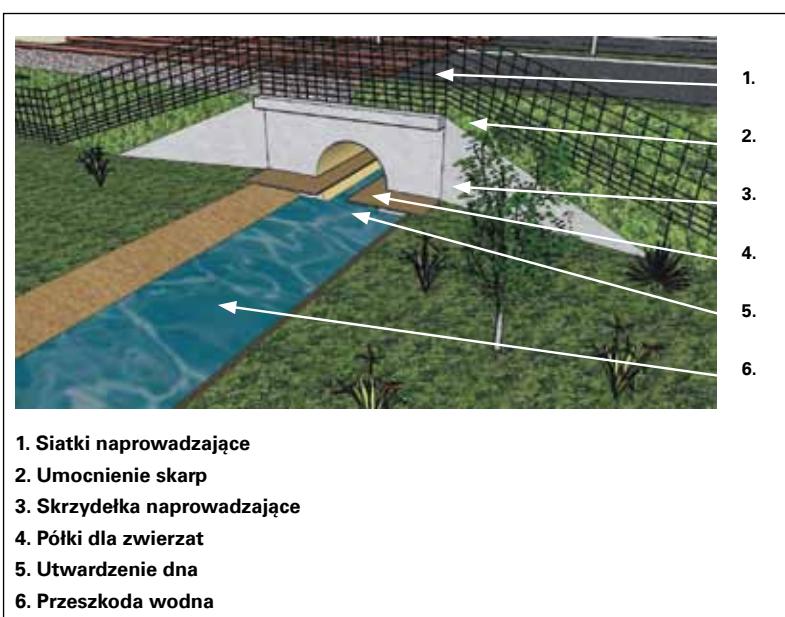
Szczegółowe wymagania dotyczące wyposażenia przejść dla zwierząt zawierają Specyfikacje Techniczne.

Umocnienie skarp

Umocnienie skarp w obrębie przejść dla zwierząt w odróżnieniu do przepustów musi spełniać wiele dodatkowych wymagań. Przede wszystkim musi zapewnić zwierzętom możliwość poruszania się po nim w sposób bezpieczny. Umocnienie skarp w obrębie przejścia powinno być odpowiednio wykończony, tak aby nie występowały ostre elementy umocnienia (np. gabiony).



Rys. 15 Zakres stosowania rur osłonowych firmy HOBAS do różnych typów przejść dla zwierząt



Rys. 16 Elementy składowe typowego dolnego przejścia dla zwierząt



Skrzydełka naprowadzające

W przejściach dla zwierząt istotną rolę odgrywają skrzydełka naprowadzające.

Mają one głównie za zadanie „nakierować” zwierzęta na przejście i powinny być połączone z ogrodzeniem, aby uzupełniać jego działanie. Skrzydełka można wykonywać np. z gabionów owiniętych geowłókniną i pokrytych naturalnym materiałem lub z betonu, osłonięte roślinnością występującą na danym terenie.

Półki dla zwierząt

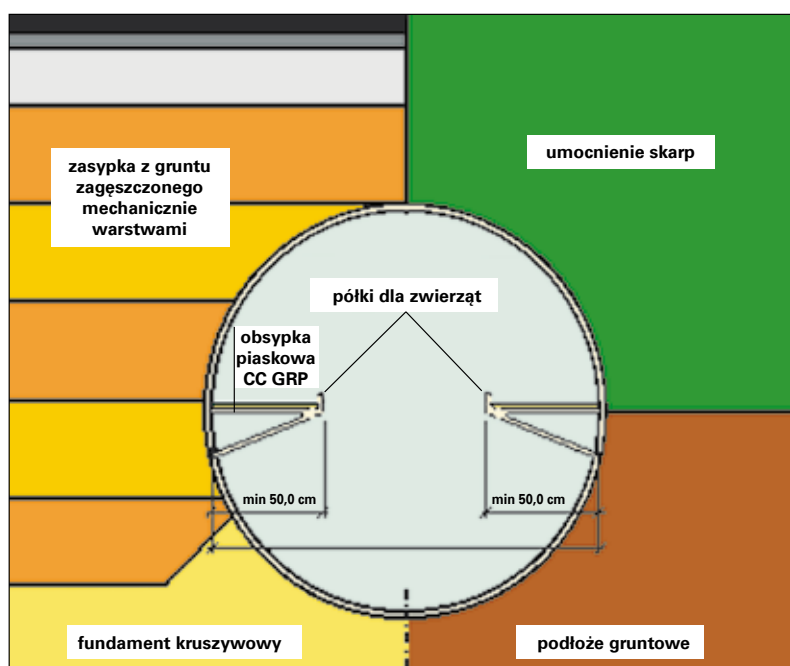
Półki dla zwierząt wykonywane są najczęściej w postaci odpowiednio ukształtowanych blach, żywicy poliestrowej wykonanej metodą laminowania, bądź też gabionów oraz kruszywa grubego. W tych dwóch ostatnich przypadkach powinny być one owinięte geowłókninami z powierzchnią zasypaną piaskiem.

Takie rozwiązania umożliwiają swobodne pokonywanie przejścia przez zwierzęta przy jednoczesnym przepływie cieku wodnego. Elementy te, powinny być tak skonstruowane, aby ich górny poziom znajdował się ponad lustrem najwyższej wody wyznaczonej z obliczeń hydraulicznych przepustu. Zgodnie z Rozporządzeniem [23] ścieżka dla zwierząt powinna mieć szerokość nie mniejszą niż 0,5 m, wzniesioną ponad zwierciadło średniej wody w przepuście.

Półki dla zwierząt powinny być mocowane do rury osłonowej przy pomocy łączników stalowych lub w przypadku przepustów z CC-GRP przy pomocy mat z włókna szklanego i żywicy poliestrowych.

Utwardzenie dna

Odpowiednie utwardzenie dna zabezpiecza dno przed rozmyciem, oraz ułatwia migrację zwierząt. Utwardzenie dna najczęściej wykonywane jest w postaci odpowiednio stabilizowanego kruszywa oraz elementów galanterii betonowej np. płyt ażurowych, kostki brukowej, dybli lub korytek betonowych.



Rys. 17 Idea wykorzystania rur osłonowych z materiałów CC-GRP firmy HOBAS do budowy przejść dla zwierząt



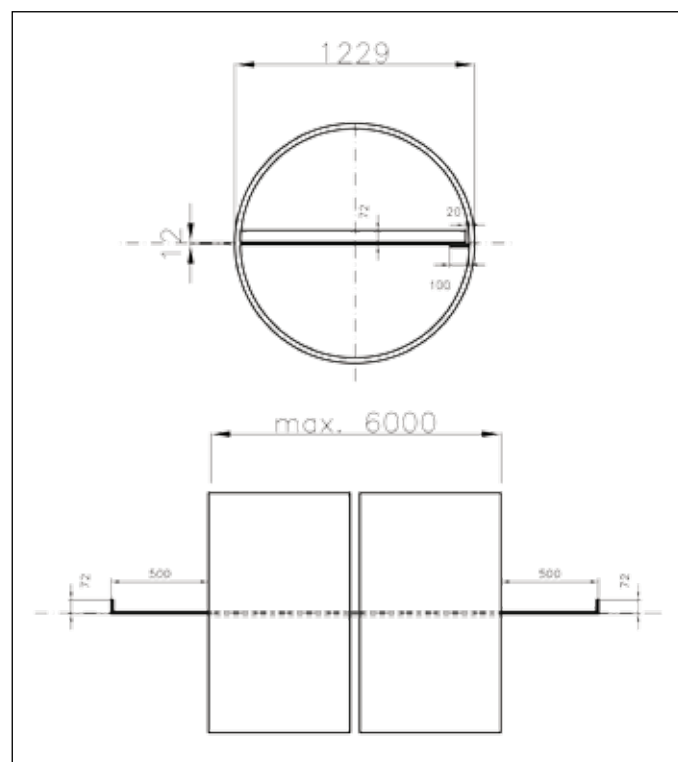
Rys. 18 Model przejścia dla małych ssaków i płazów firmy HOBAS przedstawiony na XIV Międzynarodowych Targach Budownictwa Drogowego Autostrada-Polska. Wyóżnienie w Kategorii Produkt Innowacyjny

Przeszkoda wodna

Przejście dla zwierząt które jednocześnie przeprowadza ciek wodny musi spełniać odpowiednie kryteria geometryczne zawarte w Specyfikacjach Technicznych.

Produkty HOBAS® posiadają niezaprzeczalne zalety w przypadku budowy przejść dla zwierząt jako dolnych konstrukcji gruntowo-powłokowych. Do podstawowych zalet możemy zaliczyć:

- brak przenoszenia drgań od ruchu drogowego i kolejowego przez konstrukcje gruntowo-powłokowe z uwagi na ich masywność. Ma to istotne znaczenie dla korzystających z nich zwierząt,
- „zielony” charakter – niewielka ilość betonu niezbędna do wykańczania tych konstrukcji,
- jasny kolor zmniejszający tak zwany efekt barierowy dla zwierząt,
- ekonomika budowy z uwagi na współpracę konstrukcji osłonowej z otaczającym ją gruntem,
- szybkość realizacji oraz możliwość adaptacji konstrukcji do potrzeb migracji zwierząt na danym terenie,
- ich wysoka trwałość,
- odporność na korozję wywołaną czynnikami zewnętrznymi,
- praktycznie brak konieczności robót utrzymaniowych tych konstrukcji w czasie eksploatacji.



Rys. 19 Schemat alternatywnego usytuowania półki dla zwierząt w rurze CC-GRP



Literatura i dokumenty powiązane

Literatura

- [1] Bień J., Król D., Rawa P., Rewiński S. Komputerowa ewidencja obiektów mostowych. SMOK. Generalna Dyrekcja PKP. Warszawa 1997
- [2] Czudek H., Radomski W. Podstawy mostownictwa. PWN. Warszawa 1981
- [3] Datka S., Lenczewski S. Drogowe roboty ziemne. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1979
- [4] Janusz L., Madaj A. Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo. WKiŁ. Warszawa 2007
- [5] Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R.W., Stachura K., Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populację dzikich zwierząt. Zakład Badań Ssaków PAN. Białowieża 2004
- [6] Kuliczkowski A. Rury Kanalizacyjne. Własności materiałowe. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce 2001
- [7] Kuliczkowski A. Rury kanalizacyjne- tom II Projektowanie konstrukcji. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce 2004
- [8] Machelski Cz. Obliczanie mostów gruntowo-powłokowych, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocławska Seria Wydawnicza Inżynierii Mostowej. Wrocław 2008
- [9] Madryas C., Kolonko A., Wysocki L. Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2002
- [10] Madryas C., Kolonko A., Szot A., Wysocki L. Mikrotunelowanie, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2006
- [11] Pisarczyk S. Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego, Oficyna Wydawnicza PW. Warszawa 2005
- [12] Rymśa J. Analiza naukowo-techniczna wojskowej klasyfikacji obiektów mostowych promów i tratw oraz pojazdów według umowy standaryzacyjnej NATO STANAG 2021, IBDiM. Warszawa 2007
- [13] Sawicki W. Wyznaczanie sił wewnętrznych w stalowej konstrukcji podatnej nowoczesnego przepustu z blach falistych. Uniwersytet Zielonogórski. 2006 (Praca magisterska w specjalności drogowo-mostowej wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Adama Wysokowskiego, prof. UZ).
- [14] Szczygieł J., Mosty z betonu zbrojonego i sprężonego. WKiŁ. Warszawa 1978

Dokumenty powiązane

- [15] Biblioteka Systemu Gospodarki Mostowej 3.0. „Instrukcja opisu przepustów” GDDP-IBDiM. Wrocław 1996
- [16] Id-2 (D2) Warunki techniczne dla kolejowych obiektów inżynierskich. PKP Polskie Linie Kolejowe. Warszawa 2005
- [17] Bajkowski S., Dąbkowski L.S., Jaworowska B., Szuster A., Utrysko B. Światła Mostów i Przepustów – Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami. GDDKiA -IBDiM. Żmigród 2000
- [18] Jasiński W., Łęgosz A., Nowak A., Pryga-Szulc A., Wysokowski A. Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych. GDDKiA-IBDiM. Żmigród 2006
- [19] Katalog Drogowych Urządzeń Ochrony Środowiska. Praca zbiorowa. GDDKiA. Opr. IBDiM. Warszawa 2002
- [20] Wysokowski A., Howis J., Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej-cz.1 Artykuł wprowa dzający. Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie 03/04 2008
- [21] Wysokowski A., Howis J., Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej-cz.II Aspekty prawne projektowania, budowy i utrzymaniaprzepustów. Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie 05/06 2008
- [22] Wysokowski A., Howis J., Stosowanie konstrukcji gruntowo-powłokowych jako przejść dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej. Materiały Budowlane 05 2008
- [23] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowie obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz. U. z dnia 3 sierpnia 2000 r.).
- [24] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 151, poz. 987).
- [25] Rozporządzenie MINISTRA TRANSPORTU I GOSPODARKI MORSKIEJ z dnia 31 sierpnia 1998 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dla lotnisk cywilnych (Dz. U. z dnia 26 października 1998 r.)
- [26] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [27] PN-B-112: 1996 Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
- [28] ATV A-127 P Wytyczne dotyczące obliczeń statycznych dla kanałów i przewodów kanalizacyjnych.
- [29] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [30] PN-EN 13036-6:2008 Ruch lotniczy. Oznaczanie naziemnych przeszkód lotniczych.
- [31] PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obliczenia.

Załączniki

Tabela wstępnego doboru sztywności obwodowej rur osłonowych do budowy przepustów

pojazd umowny	obciążenie całkowite [kN]	nacisk koła na jezdnię [kN]	przyleganie koła	
			szerokość [m]	długość [m]
SLW 60	600	100	0,6	0,2
SLW 30	300	50	0,4	0,2
SLW 12	120	przód 20 tył 40	0,2	0,2

obciążenia i powierzchnia przyciągania opony do podłoża przy pojazdach umownych DIN 1072

Tab. 9 Obciążenia komunikacyjne

Założenia:

Montaż rury zgodnie z PN-EN 1610
 Parametry gruntu obsypki i zasypki G1- Dpr 98%
 Wykop o kącie nachylenia ścian 90 %
 Warunki zabudowy A1/B1
 Szerokość wykopu zgodnie z tabelami
 Obciążenie SLW 60 zgodnie z tabelą

Najmniejsza szerokość wykopu bg_{min} w odniesieniu do głębokości dna wykopu (T_{bg})				
bg_{min} 1	Głębokość wykopu T_{bg} w m			
	$T_{bg} < 1,00$	$1,00 \leq T_{bg} < 1,75$	$1,75 \leq T_{bg} < 4,0$	$T_{bg} \geq 4,0$
	szerokości minimalnej wykopu nie określa się	0,8 m	0,9 m	1,0 m

Minimalna dopuszczalna szerokość wykopu bg [m] odniesiona do średnicy zewnętrznej rury DA			
DN [mm]	Wykop szalowany	Wykop bez szalowania	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
$DN \leq 200$	$bg = DA + 0,40$ m	$bg = DA + 0,40$ m	$bg = DA + 0,40$ m
$200 < DN \leq 350$	$bg = DA + 0,50$ m	$bg = DA + 0,50$ m	$bg = DA + 0,40$ m
$350 < DN \leq 700$	$bg = DA + 0,70$ m	$bg = DA + 0,70$ m	$bg = DA + 0,40$ m
$700 < DN \leq 1200$	$bg = DA + 0,85$ m	$bg = DA + 0,85$ m	$bg = DA + 0,40$ m
$DN > 1200$	$bg = DA + 1,00$ m	$bg = DA + 1,00$ m	$bg = DA + 0,40$ m

* ENV1046, EN1610

głębokość [m]	G1-95%	G2-90%	G3-85%	G4-80%
1	PPZK	PPZK	PPZK	PPZC
2	PPZK	PPZK	PPZK	PPZC
3	PPZK	PPZK	PPZK	PPZC
4	PPZK	PPZK	PPZC	PPZZ
5	PPZK	PPZK	PPZZ	-
6	PPZK	PPZK	PPZT	-
7	PPZK	PPZK	-	-
8	PPZK	PPZC	-	-
9	PPZK	PPZZ	-	-
10	PPZK	PPZT	-	-
11	PPZK	-	-	-
12	PPZK	-	-	-
13	PPZK	-	-	-
14	PPZK	-	-	-
15	PPZC	-	-	-
16	PPZC	-	-	-
17	PPZC	-	-	-
18	PPZC	-	-	-
19	PPZZ	-	-	-
20	PPZZ	-	-	-

Tab. 10 Wstępny dobór typu rury w zależności od głębokości posadowienia przepustu w wykopie otwartym i rodzaju gruntu

Dane do obliczeń statycznych wg ATV A 161

Obliczenia statyczne wykonywane są bezpłatnie jako usługa na podstawie dostarczonych przez Państwa danych zgodnie z ATV A 161. Nie jesteśmy zobligowani do sprawdzania, czy przekazane przez Państwa dane są zgodne ze stanem faktycznym. Wytyczne ATV A 161 dotyczą przypadków typowych. Nie uwzględniają one ani warunków ekstremalnych, uzasadniających odstępstwa od nich, ani przypadków szczególnych, w których wymagania mogą być rozszerzone lub ograniczone. Obliczenia obowiązują dla przecisku prostoliniowego. Nie podejmujemy się sprawdzania zakresu zastosowania naszych produktów, zakładającego ich określone własności. Obliczenia statyczne nie zwalniają Państwa od samodzielnego sprawdzenia, czy nasze produkty nadają się do zamierzonego przez Was zastosowania.

HOBAS System Polska Sp. z o.o., ul. Koksownicza 11 PL41300 Dąbrowa Górnicza
tel. 0-326390450 fax 0-32690453

Inwestycja:

Rury przeciskowe HOBAS PN1 o strukturze ścianki zgodnej z normą DIN 19565

DA	mm	Grubość ścianki	mm	Długość przecisku	m
----	----	-----------------	----	-------------------	---

Faza inwestycji: Projekt Oferta nr Zamówienie nr

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

Obciążenia: **Przykrycie ponad sklepieniem rury**

$h_{max} =$ m

$h_{min} =$ m

Woda gruntowa ponad niweletą rury

Stan wody przy minimalnym przykryciu

Stan wody przy maksymalnym przykryciu

$h_w =$

$h_w =$

Obciążenia komunikacyjne

SLW 60

SLW 30

LKW 12

Samoloty BFZ

Opór na głowicy wiertniczej kN

Średnica głowicy wiertniczej mm

Średnica głowicy większa niż średnica rury tak nie

Smarowanie w trakcie zabudowy tak nie

Ciśnienie lubrykatu bar

Przecisk ze sprężonym powietrzem tak nie

Ciśnienie sprężonego powietrza bar

Inne obciążenia

Warunki gruntowe: Wskaźnik zagęszczenia I_s

D_{Pr}

Kategoria gruntu wg ATV A 217

G1

G2

G3

G4

Uwagi:

Zamawiający:

Firma:

Nazwisko:

Ulica:

Miasto:

Tel.:

Fax:

Data:

Podpis:

Grupa HOBAS – obecna na całym świecie.

HOBAS produkuje i dostarcza odlewane odśrodkowo systemy rurowe GRP (CC-GRP) oraz systemy paneli GRP NC Line. W skład firmy HOBAS wchodzi zakłady produkcyjne oraz biura handlowe, znajdujące się zarówno w Europie, jak i w pozostałych rejonach świata.



HOBAS System Polska Sp. z o.o.
ul. Koksownicza 11 • PL 41-300 Dąbrowa Górnicza
tel.: +48.32. 639 04 50 • fax: +48.32. 639 04 53
office@hobas.com.pl • www.hobas.com.pl



Produkty HOBAS są opracowywane i wytwarzane z zachowaniem dbałości o ochronę środowiska i zasobów naturalnych. Aby dowiedzieć się więcej na temat Polityki Ochrony Środowiska HOBAS, odwiedź naszą stronę internetową.