



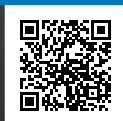
Temat specjalny

Rury – kluczowy element infrastruktury technicznej

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Szybkie tempo rozwoju procesów budowlanych zmusza do poszukiwania nowoczesnych i trwałych rozwiązań materiałowych i konstrukcyjnych. Rury, stanowiąc kluczowy element infrastruktury technicznej, w rezultacie tego rozwoju zyskują nowe obszary zastosowań, stają się bardziej uniwersalne i niezawodne, a wybór dostępnych rozwiązań jeszcze nigdy nie był tak szeroki.



fot. Pink Badger, fotofa.com



1. Klasyfikacja rur

Podstawowym kryterium określającym zachowanie przewodów ułożonych w gruncie jest dopuszczalne odkształcenie względne ścianki przewodu (ϵ), wyrażone w procentach. Według tego kryterium, przewody ułożone w gruncie – zgodnie z normą [1] – można podzielić na sztywne, półsztywne i elastyczne (podatne).

Dla przewodów sztywnych odkształcenie względne ścianki wynosi ok. 0%. Do tej grupy zalicza się rury wykonane z materiałów tradycyjnych, takich jak np. beton, kamionka, żeliwo. Przewody te są samodzielnym układem statycznym i nie współpracują z ośrodkiem gruntowym. Decydującym kryterium projektowym są naprężenia – przy przekroczeniu dopuszczalnych naprężeń przewód ulegnie uszkodzeniu. Zgodnie z [1], do rur sztywnych zalicza się przewody, których zdolność do przenoszenia obciążenia jest ograniczona przez złamanie bez istotnego odkształcenia przekroju poprzecznego (zachowanie sztywne).

Dla przewodów półsztywnych dopuszcza się niewielkie odkształcenia względne ścianki (ok. 0,5%). Zalicza się do nich te, których zdolność do przenoszenia obciążenia jest ograniczona albo przez odkształcenia / przeciążenia (zachowanie elastyczne), albo załamania (zachowania sztywne) w zależności od sztywności obwodowej i (lub) warunków układania. Przewody z tej grupy wykazują zarówno cechy przewodów sztywnych, jak i podatnych. Zalicza się tutaj rury z żywic epoksydowych wzmocnianych włóknem szklanym (duroplasty) GRP-EP, GRP-UP.

W trzeciej grupie – przewodów elastycznych (podatnych) – dopuszcza się odkształcenia względne ścianek (< 5%). Do rur elastycznych zalicza się przewody, których zdolność do przenoszenia obciążenia jest ograniczona przez deformację (odkształcenie przekroju) pod obciążeniem równym granicznej wartości projektowej bez złamania lub rozerwania (zachowanie elastyczne). Przewody te współpracują z ośrodkiem gruntowym i wspólnie stanowią układ statyczny. Należą do nich rury wykonane m.in. z PVC-U, PE i PP [2].

2. Rodzaje rur i obszary zastosowań

Ze względu na właściwości materiału, z którego zostały wykonane rury, obszary ich zastosowań zależą od wielu czynników. Przy wyborze konkretnego rozwiązania należy mieć na uwadze parametry projektowo-wykonawcze oraz posiadać wiedzę na temat zachowania się rurociągów w gruncie.

2.1. Rury z tworzyw sztucznych

Już od kilkudziesięciu lat tworzywa sztuczne PVC-U, PE czy PP są wykorzystywane do budowy systemów kanalizacyjnych. Rury z tworzyw sztucznych mają też zastosowanie w instalacjach ciepłej i zimnej wody oraz centralnego ogrzewania. Docenia się ich zalety wynikające z właściwości materiałów, takie jak wysoka odporność chemiczna czy mały ciężar elementów w porównaniu z systemami z materiałów tradycyjnych, a także cechy użytkowe – małą chropowatość czy też możliwość stosowania długich odcinków rur, pozwalającą na szybki montaż bez użycia sprzętu ciężkiego. Nowoczesne systemy tworzywowe oferują ponadto zakres różnych sztywności obwodowych, dostosowanych do różnego rodzaju obciążeń, rozbudowany system kształtek pozwalających na większą swobodę kształ-

uponor

Uponor Infra Sp. z o.o., ul. Kolejowa 5/7, 01-217 Warszawa
tel.: 22 864 52 25, fax: 22 835 00 59, e-mail: uponor.pl@uponor.com



www.uponor.pl/infra

RURY WEHOLITE

Weholite to nowoczesny system wielkośrednicowych, strukturalnych rur oraz kształtek wykonanych z polietylenu (PE), przeznaczony do budowy kompletnych systemów kanalizacji zewnętrznej. Rury Weholite stanowią optymalne rozwiązanie dla inwestycji związanych z kanalizacją grawitacyjną. Dzięki niewielkiemu ciężarowi są łatwe i szybkie w montażu. Unikalna konstrukcja oraz niezawodne metody połączeń zapewniają 100% szczelność nawet po wielu latach użytkowania. Rury Weholite są elastyczne i dobrze dostosowują się do dynamicznego otoczenia. Mają wysoką odporność na ścieranie. Są również odporne na promieniowanie UV i na niskie temperatury.

owania systemów, łatwe w wykonaniu szczelne połączenia wpływające na szczelność systemów oraz przystępną cenę [3].

2.2. Rury stalowe

Rury stalowe znajdują zastosowanie zwłaszcza do budowy ciśnieniowych sieci podziemnych (rzadziej do wymiany istniejących przewodów na nowe). Produkuje się je zwykle ze stali niskostopowych i niestopowych w szerokim zakresie średnic – aż do 3000 mm. Rury stalowe charakteryzują się dobrymi parametrami wytrzymałościowymi zarówno na ściskanie, jak i na rozciąganie. W celu zapewnienia ochrony przed agresywnym oddziaływaniem czynników zewnętrznych i wewnętrznych w rurach stalowych umieszcza się powłoki ochronne. Zewnętrznie można stosować masy bitumiczne lub tworzywa sztuczne, a do ochrony wewnętrznej wykorzystuje się powłoki cementowe, cementowe wzmocnione włóknem szklanym lub tworzywowe. Dobór powłoki ochronnej zależy od przeznaczenia rury – powłoka ochronna powinna być odporna na ewentualne agresywne oddziaływanie płynącego wewnątrz rury medium [4].

2.3. Rury betonowe i żelbetowe

Betonowi stosowanemu do produkcji rur – ze względu na ich często ekstremalnie trudne warunki eksploatacji – stawia się szczególne wymagania. Są nimi odporność na agresywne oddziaływanie środowiska, wysoki stopień wodoszczelności, mrozoodporność czy ograniczony skurcz. Zastosowanie betonu



for. fotolia.com

klas wyższych przy tej samej powierzchni przeniesienia sił umożliwia zwiększenie dopuszczalnej siły przeciskowej o ok. 40%, co ma szczególne znaczenie w technologiach bezwykopowych w przypadku długich odcinków przeciskania, gdyż pozwala na wykluczenie jednej z wymaganych stacji pośrednich.

Rury żelbetowe z betonu zbrojonego są zaopatrzone w zbrojenie z prętów stalowych w miejscach, gdzie naprężenia rozciągające przekraczają niską wytrzymałość betonu na ten rodzaj obciążeń. Rury żelbetowe wykorzystuje się m.in. w przeciskach. Aby osiągnąć betony wysokiej jakości o lepszej strukturze, co zmniejsza ciężar jednostkowy rur, stosuje się specjalne dodatki. Ponadto produkcja tego typu rur umożliwia uzyskiwanie dowolnych hydraulicznych przekrojów poprzecznych. Rury betonowe i żelbetowe znajdują zastosowanie w grawitacyjnym odprowadzaniu ścieków, wód deszczowych i drenażowych, doprowadzaniu i odprowadzaniu wód przemysłowych, doprowadzaniu wody surowej do stacji uzdatniania wody oraz jako przepusty drogowe i kolejowe [5].

2.4. Rury kamionkowe

Wśród zalet rur kamionkowych wymienia się odporność na ścieranie, wysoki stopień twardości, spójną budowę materiału ścianek, odporność biologiczną i chemiczną, szczelność, dużą wytrzymałość na ściskanie wzdłużne, dokładność wymiarów na złączu i długotrwałość użytkowania. Duże zainteresowanie stosowaniem rur kamionkowych wynika także m.in. z niemal stu procentowej odporności na ekstremalnie niekorzystne parametry transportowanych ścieków oraz gazów kanałowych. Kamionka wykazuje też odporność na pękanie oraz czyszczenie pod wysokim ciśnieniem. Dzięki swoim właściwościom stosowana jest na odcinkach kanałów o dużych spadkach oraz w rurociągach, gdzie wymagane ciśnienie kontrolne wody wynosi do 0,5 b. Rury kamionkowe są najczęściej stosowane do wbudowywania przewodów kanalizacyjnych. Mogą być także wykorzystywane w tunelach wieloprzewodowych. Używa się ich nie tylko w tradycyjnych metodach wykopowych, ale także w technologiach bezwykopowych. Rury kamionkowe łączą długi okres użytkowania przy jednoczesnym niewielkim nakładzie konserwacyjnym. Nie bez znaczenia pozostaje także aspekt ekologiczny – kamionka w 100% podlega recyklingowi [6].

2.5. Rury bazaltowe

Bazalt to jedna z najtwardszych skał. To z niej w starożytnym Rzymie wykonano pierwszy system kanalizacyjny. Jako skała

magmowa cechuje się bardzo małą nasiąkliwością, zwykle nieprzekraczającą 1%. Ponadto bazalt charakteryzuje się odpornością na wietrzenie chemiczne i fizyczne oraz na korozję chemiczną płynącego medium i działanie środowiska grunto-owego (bazalty są odporne na działanie związków w zakresie pH od 3 do 13). Rury bazaltowe są także odporne na wszystkie organiczne rozpuszczalniki i kwasy oraz na roztwory alkaliczne, łącznie z nieorganicznymi. Cechuje je bardzo duża wytrzymałość na ściskanie, dochodząca do 450 MPa. Ich duża twardość przekłada się bezpośrednio na niską ścieralność [7].

Ze względu na posiadane właściwości fizyczne rury bazaltowe znajdują zastosowanie w technologiach mikro-tunelowych i pokrewnych, gdzie oprócz dużych obciążeń statycznych i dynamicznych występują także trudne warunki środowiskowe.

2.6. Rury z żeliwa sferoidalnego

Rur z żeliwa sferoidalnego używa się do budowy przewodów grawitacyjnych i ciśnieniowych w zakresie średnic od DN 100 do DN 2000 i zakresie ciśnień do 0,6 MPa. Rury te nie kruszą się i nie deformują, są wytrzymałe na rozciąganie i odporne na zewnętrzne uwarunkowania materiału – trwałość rur z żeliwa sferoidalnego wynika z ich dużej odporności na agresywne oddziaływanie płynącego medium od wewnątrz przewodu oraz środowiska po zewnętrznej stronie przewodu. Żeliwo sferoidalne jest podatne na korozję, dlatego w rurach żeliwnych konieczne jest stosowanie wewnętrznych i zewnętrznych osłon antykorozyjnych. Warto zwrócić uwagę na aspekt środowiskowy. Rurociągi z żeliwa sferoidalnego po zakończeniu swojego cyklu życia (ponad 100 lat) mogą być poddane całkowitemu recyklingowi. Żeliwo sferoidalne produkowane jest z rudy żelaza, ale również z surowców wtórnych pochodzących z recyklingu, a sam materiał może być przetwarzany w 100%, nie tracąc swoich właściwości mechanicznych. Rury z żeliwa sferoidalnego z powodzeniem stosuje się w technologiach bezwykopowych, takich jak przewierty sterowane HDD, kraking, wciąganie w rury osłonowe oraz zatapianie w ciekach lub zbiornikach wodnych [8, 9].

2.7. Rury żywiczne wzmocnione włóknem szklanym

Rury żywiczne wzmocnione włóknem szklanym oznacza się najczęściej jako GRP (*glass reinforced plastics*). Są kompozytem składającym się z substancji nieorganicznych (zwykle różnych odmian szkła, które służy jako zbrojenie, i najczęściej piasku, pełniącego funkcję środka wypełniającego) lub organicznych – najczęściej żywicy poliestrowej, epoksydowej lub winylowej jako spoiwa łączącego poszczególne składniki. Cechuje je bardzo dobra odporność na działanie większości typowych związków chemicznych oraz odporność na korozję zewnętrzną i wewnętrzną. Są także stosunkowo gładkie. Niska waga i łatwe łączenie na wcisk umożliwiają szybki montaż. Trudno jednoznacznie określić własności materiałowe rur GRP, ponieważ te zależą od technologii produkcji oraz takich parametrów, jak rodzaj zastosowanej żywicy, stopień przyczepności włókien szklanych do żywicy, rodzaj, liczba i położenie włókien szklanych, udział i rodzaj środków wypełniających. Rury GRP wykorzystywane są m.in. do budowy kanalizacji sanitarnych, odwadniania mostów, dróg i tuneli. W technologii bezwykopowej stosuje się je m.in. do bezwykopowej renowacji rurociągów ciśnieniowych i grawitacyjnych [10].

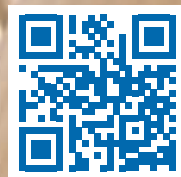
Uponor

Systemy rur PEHD

Niezawodne i sprawdzone rozwiązania do budowy i renowacji rurociągów

Trwałość ponad
100 lat

Firma Uponor Infra jest jednym z najbardziej doświadczonych producentów i dostawców rur polietylenowych, bowiem jej tradycja sięga połowy lat 50-tych ubiegłego wieku. Systemy rurowe PEHD wykorzystywane są do budowy i renowacji rurociągów sieci wodociągowych, kanalizacji ciśnieniowej i grawitacyjnej oraz rurociągów technologicznych. Cechy takie jak: odporność na korozję, odporność na ścieranie, długowieczność, elastyczność, odporność na uderzenia oraz niski współczynnik chropowatości sprawiają, że systemy te są niezawodne i przystosowane do wyjątkowo trudnych warunków pracy. **Potwierdzają to nasze liczne referencje. Zapraszamy do współpracy.**



Więcej informacji na stronie
www.uponor.pl/infra

Tab. 1. Założenia do projektowania przewodów ułożonych w gruncie [12]

	Rodzaj przewodu		
	Sztywne	Półsztywne	Elastyczne (podatne)
Czynniki określające nośność układu	Wytrzymałość materiału rury	Wytrzymałość materiału rury + sztywność gruntu	Sztywność obwodowa rury + sztywność gruntu
Charakterystyka statyczna układu	Rura stanowi samodzielny układ statyczny		Rura i grunt stanowią współpracujący układ statyczny
Dopuszczalne odkształcenie względne [%]	ok. 0	ok. 0,5	< 5
Kryteria projektowe	Napężenie	Napężenie / odkształcenie względne	Odkształcenie + stateczność

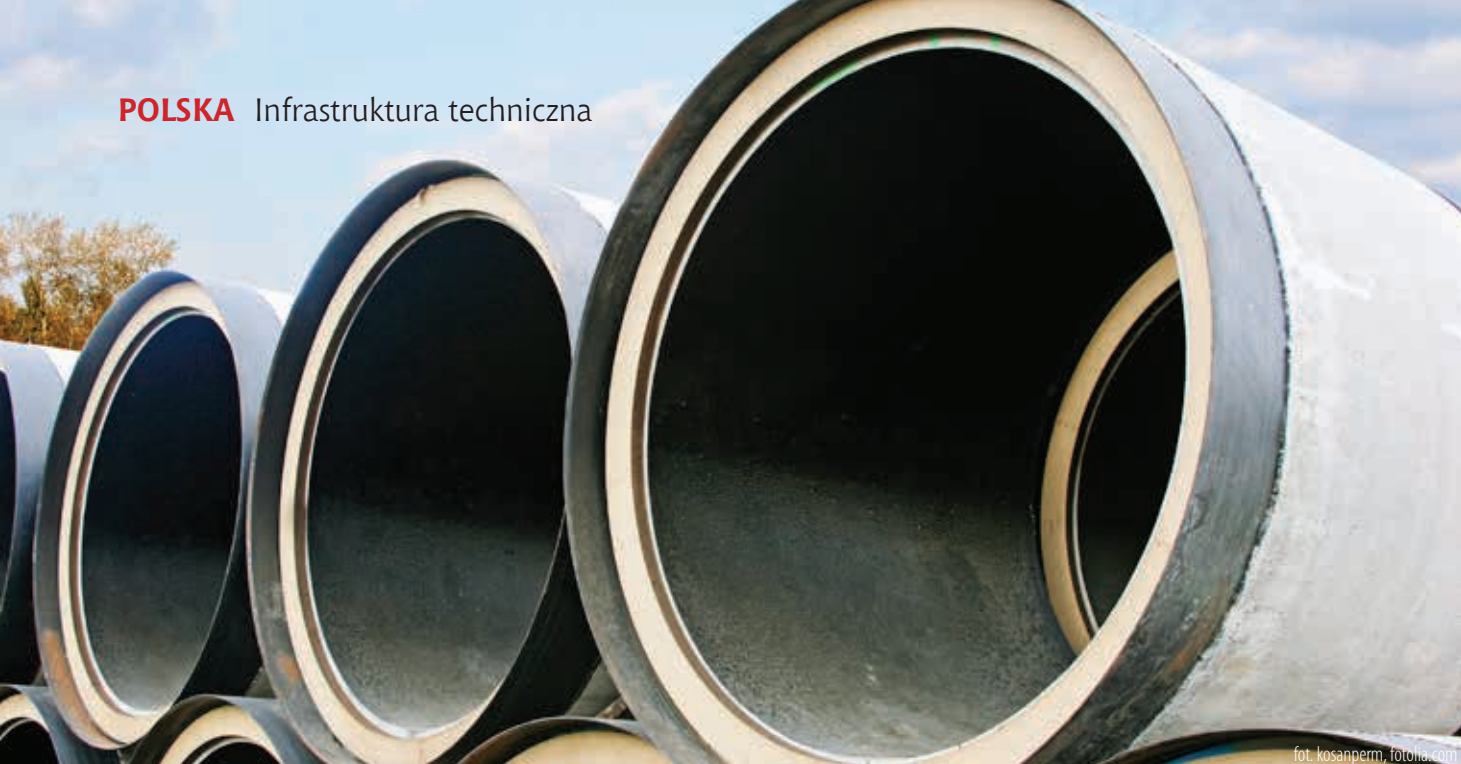
Tab. 2. Rury stosowane w metodach bezwykopowych [8]

Metoda budowy	Materiał wbudowanych rur
Przecisk niesterowany poprzez zagęszczenie gruntu przebijaikiem pneumatycznym, tzw. kretem	stal, PVC, PE
Przecisk sterowany poprzez zagęszczenie gruntu przebijaikiem pneumatycznym, tzw. kretem	stal, PVC, PE
Przecisk poprzez zagęszczenie gruntu rurą z zakończeniem stożkowym	stal
Przecisk hydrauliczny poprzez zagęszczenie gruntu	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym
Przewiert sterowany, wiercenie kierunkowe	PE, stal, żeliwo sferoidalne
Pneumatyczne wbijanie rur stalowych	stal
Przecisk hydrauliczny niesterowalny z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym, PVC, PE
Przecisk hydrauliczny sterowany z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym
Przecisk hydrauliczny z wierceniem pilotażowym oraz z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym, PVC, PE
Przecisk hydrauliczny z wierceniem pilotażowym i płuczковым transportem urobku	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym, PVC, PE
Mikrotunelowanie z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym
Mikrotunelowanie z płuczковым transportem urobku	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym, PVC
Mikrotunelowanie z pneumatycznym transportem urobku	bazalt, kamionka, żelbet, polimerobeton, żywice poliestrowe wzmocnione włóknem szklanym

TWÓJ PARTNER W INNOWACYJNYM MYŚLENIU



- 1** Systemy wodociągowe
- 2** Armatura wodociągowa
- 3** Systemy kanalizacyjne grawitacyjne i ciśnieniowe
- 4** Uzbrojenie drogowe



fol. kosaiperm, fotohacim

3. Diagnostyka, renowacja i naprawa

Można wyróżnić trzy grupy metod badania kanałów podziemnych i rurociągów. Jedną z nich są badania niszczące dla rur o niewielkich średnicach – odkopane rury są poddawane badaniom w laboratorium. Kolejną metodą, stosowaną głównie w przypadku rur o dużych wymiarach, są badania częściowo niszczące. Pobiera się fragment ściany rury, dzięki czemu unika się wyłączenia przewodu z eksploatacji. Tego typu badań nie można wykonać np. na rurach z betonu sprężonego, ponieważ wycięcie próbki z takiej rury spowodowałoby uszkodzenie strun zbrojeniowych, pozbawiając jej podstawowej funkcji, jaką jest wytwarzanie naprężeń ściskających w powłoce betonowej. W ostatniej grupie metod mieszczą się badania nieniszczące, bezinwazyjne w stosunku do konstrukcji rur. Obecnie stosuje się je powszechnie w diagnostyce rurociągów i kanałów wykonanych z różnych materiałów [11].

Optymalnym rozwiązaniem w przypadku renowacji czy naprawy rurociągów jest sięgnięcie po metody bezwykopowe, które umożliwiają przywrócenie sprawności, szczelności, drożności oraz nośności rurociągów przy stosunkowo niewielkiej ingerencji w otaczające środowisko i minimalizując utrudnienia dla mieszkańców.

Ze względu na rozmiar uszkodzeń i zakres prowadzonych robót wyróżnia się naprawy punktowe, wykonywane w przypadku uszkodzeń miejscowych, mające na celu likwidację punktowych zarwań, nieszczelności, infiltracji wód gruntowych do rurociągu lub eksfiltracji ścieków do gruntu. W ramach renowacji rurociągu odnowienie uszkodzonego odcinka polega na przywróceniu lub poprawieniu jego parametrów konstrukcyjnych (nośność) oraz hydraulicznych (przepustowość). Z kolei wymiana rurociągu polega na usunięciu uszkodzonego lub zniszczonego odcinka rurociągu i zastąpieniu go nowym [4].

Literatura

- [1] PN-EN 805 Zaopatrzenie w wodę. Wymagania dotyczące wewnętrznych systemów i ich części składowych.
 [2] Marzejon K.: *Różnice w projektowaniu sieci z tworzyw sztucznych w porównaniu z sieciami z materiałów tradycyjnych* (online). Dostępny w Internecie: <https://www.prik.pl/wp-content/uploads/2017/07/K.-Marzejon->

[R%C3%B3znice-w-projektowaniu-sieci-z-tworzyw-sztucznych-w-por%C3%B3wnaniu-z-sieciami-z-materia%C5%82%C3%B3w-tradycyjnych.pdf](https://www.prik.pl/wp-content/uploads/2017/07/K.-Marzejon-R%C3%B3znice-w-projektowaniu-sieci-z-tworzyw-sztucznych-w-por%C3%B3wnaniu-z-sieciami-z-materia%C5%82%C3%B3w-tradycyjnych.pdf) (dostęp 14 lutego 2019).

- [3] Błajet M.: *Zalety sieci kanalizacji grawitacyjnej z tworzyw termoplastycznych w porównaniu z siecią z materiałów tradycyjnych (łącznie z aspektem kosztowym)*. I konferencja PRIK, Bielsko-Biała, 6–7 grudnia 2007. Dostępny w Internecie: <https://www.prik.pl/i-konferencja-techniczna-pt-sieci-wodociagowe-z-tworzyw-sztucznych-nowe-rozwiazania-z-polipropylenu-i-polietylenu-6-7-grudnia-2007-bielsko-biala/> (dostęp 14 lutego 2019).
 [4] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. nauk. A. Kuliczkowski. Warszawa 2010.
 [5] Szruba M.: *Rury w infrastrukturze*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2017, nr 1, s. 42–47.
 [6] Dżugaj D., Niesobska M.: *Przegląd rur stosowanych w mikro-tunelowaniu*. W: *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska*. Red. T.M. Traczewska, B. Kaźmierczak. Wrocław 2014, s. 228–236.
 [7] Kuliczkowski A.: *Rury kanalizacyjne*. T. 3. *Rury o konstrukcji sztywnej i sprężystej*. Kielce 2008.
 [8] Zwierzchowska A.: *Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych*. Kielce 2009.
 [9] Przepiórka D.: *Rury z żeliwa sferoidalnego w technologiach bezwykopowych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2018, nr 6, s. 30–31.
 [10] Kuliczkowski A.: *Rury kanalizacyjne*. T. 1. *Własności materiałowe*. Kielce 2001.
 [11] Kuliczkowska E.: *Metody oceny stanu rurociągów i kanałów podziemnych*. Rozmowę przepr. M. Kownacki. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2015, nr 5, s. 82–84.
 [12] Kuliczkowski A., Kuliczkowska E., Lichosik D.: *Badania i zastosowania rur kamionkowych w bezwykopowej budowie przewodów kanalizacyjnych*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2013, nr 1, s. 52–56.
 [13] Janson L.-E., Molin J.: *Projektowanie i wykonawstwo sieci zewnętrznych z tworzyw sztucznych*. Wydanie polskojęzyczne Wavin. Stockholm 1991.

HABA-BETON

MONOLITHIC IDEAS WWW.HABA-BETON.EU

PROGRAM DOSTAWCZY

- > rury żelbetowe / betonowe
 - o przekroju okrągłym K-GM i K-FM
- > rury do mikrotunelowania
- > rury PEHD z otuliną żelbetową
- > profil jajowy / przekroje gardzielowe / profile specjalne / profil ramowy
- > systemy studni > studnie styczne
- > elementy denne studni
 - system HABA-PERFECT
- > studnie opuszczane startowe i odbiorcze do mikrotunelowania
- > odwodnienia liniowe
- > drogowe bariery ochronne



HABA-BETON | Johann Bartlechner Sp. z o.o. | ul. Niemiecka 1
Olszowa PL 47-143 Ujazd | telefon +48/77/405 69 00 | www.haba-beton.pl