

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ SYSTEMÓW RUROWYCH Z TWORZYW SZTUCZNYCH W SIECIACH PODZIEMNYCH

Celem niniejszego referatu jest przedstawienie materiałów z tworzyw sztucznych w szeregach zastosowań związanych z budową infrastruktury podziemnej sieci wodociągowych, kanalizacyjnych oraz zastosowań indywidualnych, np. przemysłowych. Prawidłowe stosowanie tworzyw sztucznych sprzyja uzyskiwaniu niezawodnych układów dystrybucji wody jak również ogranicza wpływ zanieczyszczeń komunalnych i deszczowych na środowisko zewnętrzne. Tworzywa sztuczne zapewniają znacznie niższą awaryjność sieci – w porównaniu z innymi grupami materiałów takimi jak np. materiały sztywne. W niniejszym referacie znajdują się najbardziej typowe, sprawdzone i polecane obszary stosowania tworzyw sztucznych wraz z podstawowymi cechami wyrobów adekwatnymi do prezentowanych aplikacji.

1. WSTĘP

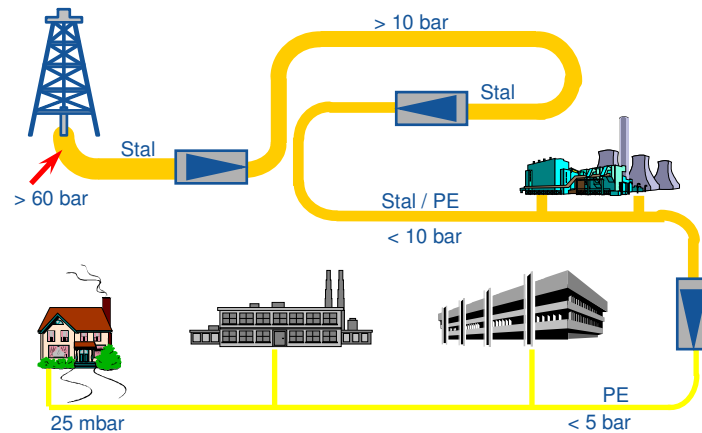
Nowoczesne systemy wodociągowe i kanalizacyjne wymagają rozwiązań dostosowanych do potrzeb użytkowników, inwestorów jak również firm wykonawczych dysponujących nowoczesnymi technologiami układania rur. Tempo rozwoju i prowadzonych procesów budowlanych zmusza inżynierów i konstruktorów do szukania nowoczesnych, trwałych rozwiązań materiałowych i konstrukcyjnych w obszarach, gdzie materiały tradycyjne okazują się tracić na popularności, a ich cechy użytkowe nie odpowiadają często oczekiwaniom. Systemy wodociągowe i kanalizacyjne od kilkudziesięciu lat produkowane z termoplastycznych tworzyw sztucznych poddawane są procesom nieustannego rozwoju i dzięki temu zyskują obszary zastosowań, dla których połączenie walorów użytkowych, ekonomicznych i łatwości montażu okazuje się najwłaściwszym z obecnie dostępnych rozwiązań.

2. SYSTEMY DYSTRYBUCJI GAZU

Wprowadzenie do użytku tworzyw sztucznych otworzyło ogromne pole możliwości w zakresie rozbudowy sieci dystrybucyjnych i przesyłowych paliw gazowych. W tym zakresie najważniejszą rolę odgrywają systemy PE, w niektórych krajach europejskich (Beneluks) stosowane jest również PVC, a z innych tworzyw sztucznych stosowanych w sieciach gazowych sporadycznie pojawia się też PA (poliamid). Pierwsze zastosowanie rur PE w Polsce do budowy sieci gazowych to początek lat 70-tych XX wieku. Obecnie jest to podstawowy materiał do budowy sieci gazowych. Dzięki nieustannym udoskonaleniom technologii produkcji zarówno surowca jaki i rur oraz kształtek, dzisiaj systemy PE stosowane mogą być do ciśnień roboczych aż do 1,0 MPa, pokrywając zakres ciśnień roboczych (MOP) od niskiego, poprzez średnie, aż do średniego podwyższonego [1]. Zgodnie z tendencjami w zakresie produkcji surowców, podobnie i w praktyce instalacyjnej najczęściej stosowany jest już polietylen klasy PE100, którego zastosowanie w miejsce polietylenu klasy PE80 zapewnia podniesienie parametrów sieci w zakresie:

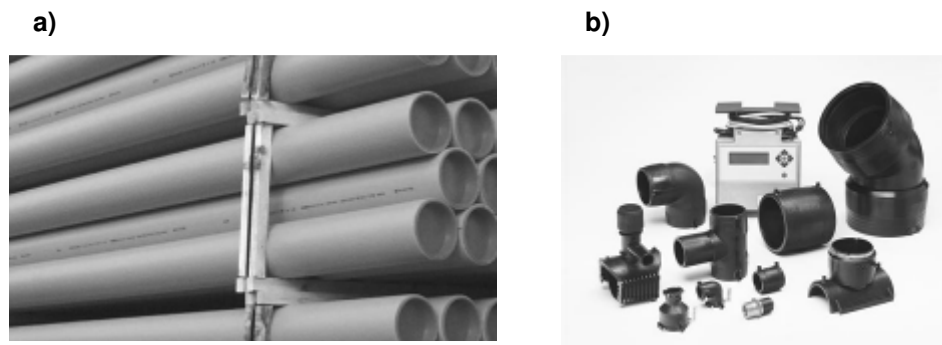
- bezpieczeństwa - większa odporność na szybką i powolną propagację pęknięć,
- wytrzymałości mechanicznej – w praktyce daje możliwość zamiany PE80 w typoszeregu SDR11 (grubsze ścianki) przez bardziej wytrzymały PE100 w typoszeregu SDR17,6 (cieńsze ścianki),
- walorów eksploatacyjnych - zwiększenie wydajności dzięki większym przekrojom użytkowemu rur wynikającym ze zmniejszonej grubości ścianek rur PE100,

- obniżenia kosztów budowy - korzystniejsza cena , krótsze czasy zgrzewania i koszty robocizny związane z montażem rur gazowych PE100 w miejsce PE80.



Rys.1. Schemat dystrybucji gazu

Bogactwo oferty wyrobów dostępnych na rynku przeznaczonych do budowy sieci przesyłania paliw gazowych obejmuje średnice rur od 25 mm aż do 500 mm. W komplecie z szeroką gamą kształtek elektrooporowych i bosych daje to nieograniczone możliwości w projektowaniu doborze i budowie rurociągów zarówno przesyłowych jak i rozdzielczych.



Rys.2. Przykłady wyrobów do budowy sieci przesyłania paliw gazowych:
a) rury gazowe PE100
b) kształtki elektrooporowe

3. PRZESYŁANIE WODY PITNEJ

Na przestrzeni stuleci systemy zaopatrywania ludzi w wodę pitną były nieodzownym elementem rozwoju cywilizacyjnego. Począwszy od starożytnych akweduktów i rur drążonych z pni drzew, poprzez bardziej współczesne rury stalowe i żeliwne, po obecnie stosowane najnowocześniejsze systemy z tworzyw sztucznych takich jak PE i PVC, czy też materiałów kompozytowych z żywic wzmocnianych włóknem szklanym GRP. Spośród tych nowoczesnych rozwiązań zdecydowanie najpowszechniej stosowane są systemy z PE i PVC. Początki ich zastosowań to lata 50-te XX wieku, zarówno w przypadku PE jak i PVC. Dzisiaj budowa sieci wodociągowych w terenach o dużym stopniu uzbrojenia i skomplikowania sieci to domena systemów z PE, natomiast tam gdzie tereny są mniej zurbanizowane i sieć nie jest mocno zróżnicowana stosuje się systemy ciśnieniowe z PVC. Tworzywa sztuczne w zastosowaniach wodociągowych wprowadziły wiele udogodnień i podniesienie ich standardu w zakresie jakości dostarczanej do odbiorców wody.

Wszystko to dzięki takim podstawowym zaletom tworzyw sztucznych jak:

- odporność chemiczna – zapewniająca brak wpływu na jakość wody,
- odporność na korozję – dzięki której brak jest inkrustacji czy zarastania rurociągów,
- niska chropowatość – dająca trwale wysoką hydraulikę,
- wytrzymałość – możliwość wykorzystania w całym praktycznie zakresie stosowanych ciśnień roboczych w sieciach wodociągowych.

3.1 Rury i kształtki z PVC

Systemy ciśnieniowe z PVC zapoczątkowały przełom w zastosowaniach tworzyw sztucznych w dystrybucji wody pitnej. Stąd konieczność wspomnienia o nich w niniejszym referacie. Obecnie zastosowanie systemów ciśnieniowych z PVC ogranicza się do samych sieci dystrybucyjnych w zakresie średnic od 90mm do 400mm, a sporadycznie też dla większych do 630mm. Systemy te dzięki łatwemu montażowi i walorom użytkowemu szybko zyskały uznanie wszędzie tam, gdzie konieczne jest w krótkim terminie i tanie wybudowanie sieci wodociągowej, zwłaszcza na terenach niezurbanizowanych. W połączeniu z popularną armaturą żeliwną otrzymujemy prosty w montażu system dla nieskomplikowanych sieci wodociągowych.

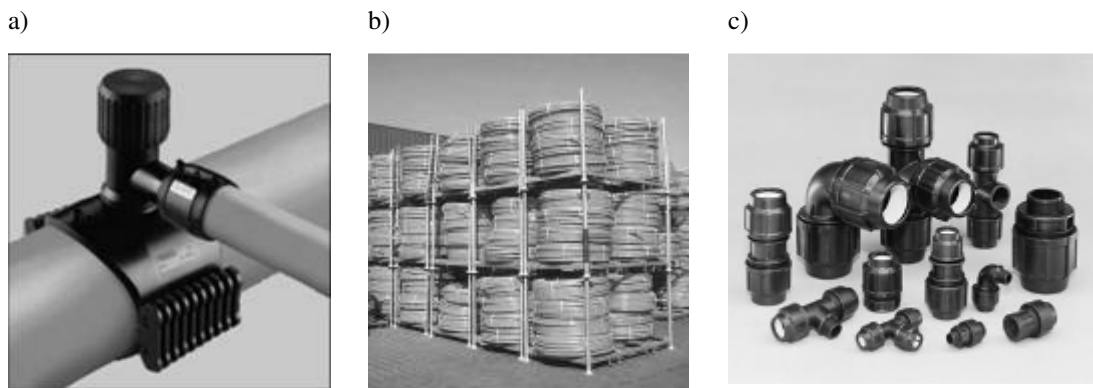


Rys.3. Przykłady rur i kształtek wodociągowych z PVC

3.2 Rury i kształtki z PE

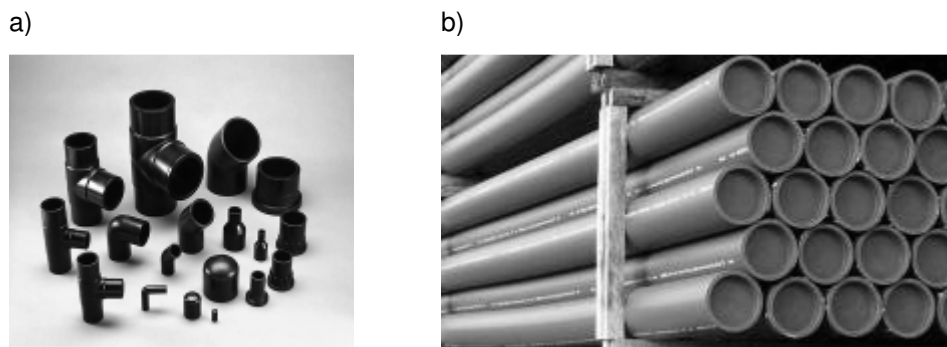
Rozwój technologii w zakresie produkcji systemów z PE spowodował, że materiał ten jest obecnie najpopularniejszym i jednocześnie jednym z najlepszych materiałów do budowy sieci wodociągowych. W odróżnieniu od innych, tradycyjnych materiałów, z użyciem rur i kształtek PE można obecnie zbudować kompletną sieć począwszy od najmniejszych średnic np 25 mm na przyłączach domowych, następnie poprzez cały szereg średnic do budowy sieci rozdzielczych po największe umożliwiające montaż magistrali wodociągowych np 1200mm czy 2000mm. Kolejną nieocenioną zaletą systemów z PE jest największa dostępna oferta kształtek pozwalających dowolnie kształtować sieć na etapie projektowania i budowy. W tym zakresie rynek oferuje fabrycznie wtryskiwane kształtki bosc i elektrooporowe przeznaczone do zgrzewania, jak również możliwe jest wykonywanie metodą warsztatową kształtek segmentowych z odcinków rur. W ramach systemów z PE dostępne są już także elementy armatury wykonywane z tego tworzywa, takie jak zawory kulowe, czy nawiertki z zaworami odcinającymi stanowiące doskonałą alternatywę dla tradycyjnej armatury żeliwnej. Uzupełnienie stanowią wszelkiego rodzaju złącza mechaniczne skręcane i kołnierzowe. Cały ten zakres połączeń i możliwości wynikające ze zgrzewania PE zapewniają całkowitą dowolność w zakresie projektowania i budowy sieci praktycznie w każdych warunkach.

Zakres dostępnej na rynku oferty i wybrane możliwości budowy elementów sieci wodociągowych z zastosowaniem systemów PE przedstawiają rys.4, 5, 6:



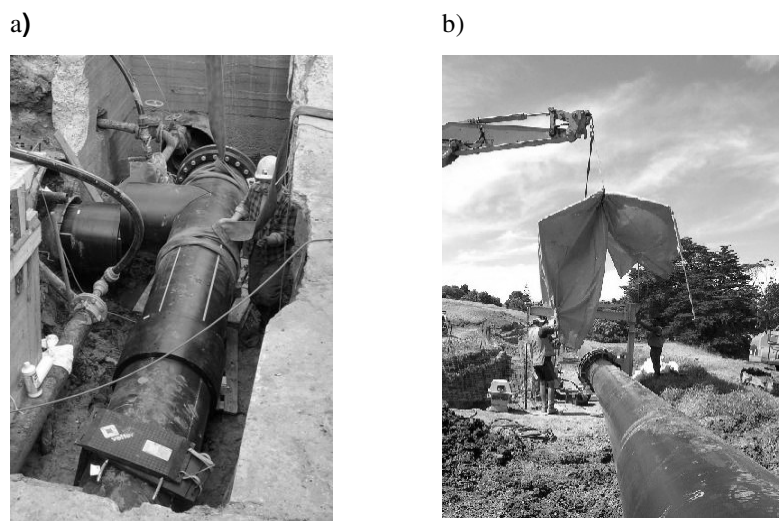
Rys.4. Przykłady wyrobów przeznaczonych do budowy przyłączy wodociągowych

- a) elektrooporowy trójnik siodłowy
- b) rury PE w zwojach
- c) kształtki zaciskowe



Rys.5. Przykłady wyrobów przeznaczonych do budowy sieci wodociągowych

- a) kształtki bosc do zgrzewania
- b) rury PE w sztangach

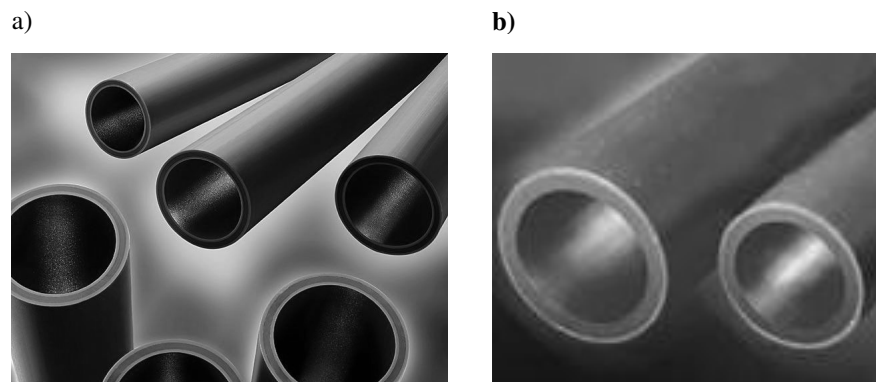


Rys.6. Przykłady wyrobów przeznaczonych do budowy dużych rurociągów i magistrali

- a) instalacja w trudnych warunkach
- b) budowa magistrali

3.3 Rozwiązania wielowarstwowe

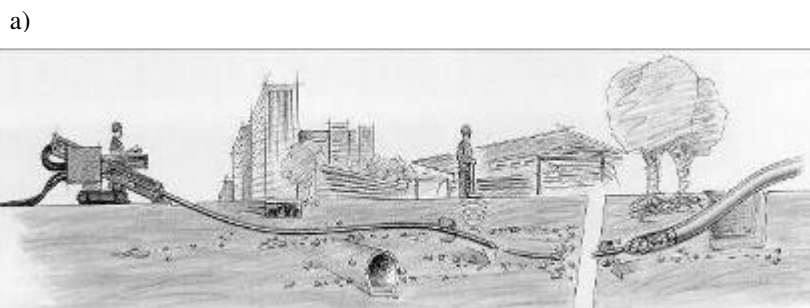
Kolejny krok na drodze rozwoju systemów ciśnieniowych z PE to wprowadzenie do stosowania rur z warstwami ochronnymi zwanymi też rurami specjalnymi. Choć powodem ich powstania i domeną zastosowań jest rehabilitacja rurociągów (o czym mowa w dalszej części referatu), to w zakresie standardowych aplikacji uzyskujemy dzisiaj nowe możliwości. Szczególnie dotyczy to budowy rurociągów w trudnych warunkach gruntowych i zastosowania najnowocześniejszych technik montażu. Dostępna obecnie oferta rur warstwowych PE jest dość szeroka i ciągle się powiększa. Mimo różnic w technologii wytwarzania i szczegółowych właściwościach tych rur, generalnie mają one za zadanie zapewnić zwiększoną wytrzymałość na tak niekorzystne zjawiska jak zarysowania i mechaniczne uszkodzenia zewnętrzne rur, a w przypadku najbardziej zaawansowanych rozwiązań również odporność na naciski punktowe.



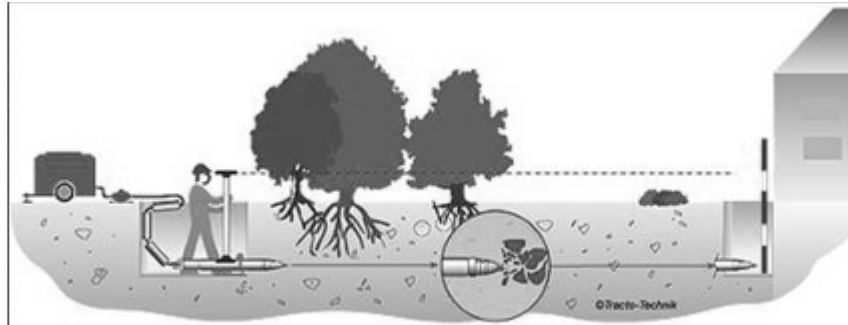
Rys.7. Przykłady rur warstwowych:

- a) rury z warstwą ochronną zewnętrzną i wewnętrzną
- b) rury z warstwą ochronną zewnętrzną

Odnosnie montażu w trudnych warunkach rury te mogą być stosowane np. do układania rurociągów z wykorzystaniem gruntu rodzimego jako obsypki oraz w nowych technologiach budowy w wykopach wąskoprzestrzennych, płuzeniu itp.. Rury warstwowe to nieocenione rozwiązanie dla powszechnie już stosowanych technik bezwykopowych takich jak przewiertki sterowane i przeciski, gdzie użycie rur z warstwami ochronnymi eliminuje konieczność stosowania dodatkowych rur ochronnych najpopularniejsze przykłady zastosowań ilustrują poniższe rysunki i zdjęcia:



b)



c)



Rys.8. Przykłady zastosowania rur warstwowych:

- a) przewiertki sterowane
- b) mikrotuneling
- c) układanie z wykorzystaniem gruntu rodzimego na obsypkę

3. ROZWIĄZANIA DLA ŚCIEKÓW SANITARNYCH I DESZCZOWYCH

Rozwój infrastruktury kanalizacyjnej miast i terenów o mniejszym zaludnieniu wymaga budowy infrastruktury podziemnej spełniającej wymogi przyszłych użytkowników. Do najważniejszych kryteriów będących przedmiotem oceny układów kanalizacyjnych należą trwałość i szczelność układów. Cechy te, oprócz kilku innych czynników np. ekonomicznych, są podstawą do zaklasyfikowania systemów kanalizacyjnych z tworzyw sztucznych do grupy rozwiązań o najniższej awaryjności i najwyższej szczelności. Badania prowadzone na terenie kraju [2, 3] wielokrotnie potwierdzały iż sieci wykonane z tworzyw sztucznych cechują się znacznie mniejszą awaryjnością niż wykonane z materiałów tradycyjnych. Ponadto można zauważyć, że bardzo niska awaryjność układów ciśnieniowych z PEHD wykonanych na terenach objętym wpływem eksploatacji górniczej pozytywnie wpływa na zaufanie inwestorów do tworzyw sztucznych wykorzystywanych do budowy układów grawitacyjnych. Oczekiwania, iż infrastruktura podziemna będzie trwałą i szczelną są skutecznie zaspokajane poprzez coraz szersze stosowanie takich materiałów jak polietylen i polipropylen obok popularnego od lat polichlorku winylu. Aby rozwiązania przynosiły najlepsze efekty układy kanalizacyjne powinny być jednorodnie materiałowo, a systemy zbudowane z elementów o właściwościach bardzo rozbieżnych winny być stosowane z należytą rozważą. Producenci systemów kanalizacyjnych z tworzyw sztucznych zadbali, aby układy kanalizacyjne nie wymagały stosowania materiałów sztywnych (np. betonowych studni kanalizacyjnych) i opracowali pełną ofertę systemów służącą do kompleksowego rozwiązania problemu grawitacyjnego transportu ścieków sanitarnych i deszczowych.

4.1. Polietylen – sprawdzony materiał na rury

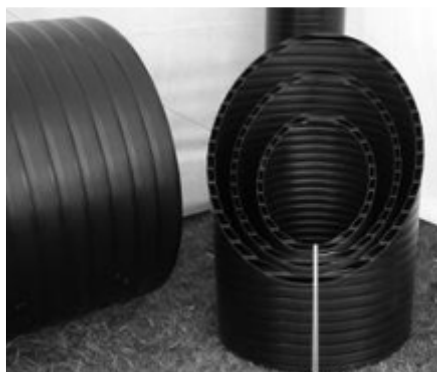
Polietylen występujący w literaturze i w potocznym nazewnictwie jako PE i PEHD jest materiałem, z którego rury kanalizacyjne produkowane są od wielu lat, a wyspecjalizowane firmy opracowują układy strukturalne o wysokiej sztywności i jednocześnie niskiej masie. Ze względu na szereg gatunków polietylenu i jego powszechnym zastosowaniu w wielu gałęziach przemysłu zaznaczyć należy, iż wyselekcjonowane gatunki przeznaczone są do wykonywania elementów systemów kanalizacyjnych. Informacja ta jest o tyle istotna, że nie wszystko, co oznaczone jest mianem PE w pełni nadaje się na konstruowanie i wytwarzanie rur kanalizacyjnych. Rury polietylenowe cenione są też za elastyczność i wysoką odporność na ścieranie. Spotykane w literaturze dane pokazują pewne rozbieżności wynikające z różnych przyjętych do badań kryteriów porównawczych, lecz grupa produktów z polietylenu, wraz z innymi tworzywami, należą do materiałów najbardziej odpornych na ścieranie [4]. Materiały tradycyjne, pomimo poddawania ich modyfikacjom i ulepszeniom, rzadko są w stanie zaoferować parametry hydrauliczne długookresowej eksploatacji porównywalne z polietylenem i innymi tworzywami termoplastycznymi. Wielokrotne podważanie odporności na ścieranie nie znalazło potwierdzenia w praktyce eksploatacyjnej właściwie dobranych i wykonanych przewodów kanalizacyjnych, a badania własne prowadzone przez producentów systemów rurowych potwierdzają szczególnie długą trwałość przewodów wykonanych z polietylenu. Aby pokazać możliwości zastosowania tego tworzywa należy sięgnąć do katalogów technicznych dostawców rozwiązań rurowych z polietylenu. Szybko przekonać się można, iż dostępne są pełne gamy rur, kształtek i elementów połączeniowych.

Do najbardziej popularnych od lat należą rury strukturalne o konstrukcji dwuściennej, gładkie wewnątrz i karbowane na zewnątrz, oraz rury o innej konstrukcji ścianki – o profilu skrzynkowym dającym taką samą powierzchnię wewnętrzną i zewnętrzną.

a)



b)



Rys.9. Przykłady rur PE strukturalnych

- a) rura dwuścienna
- b) rura o profilu skrzynkowym

Na rynku europejskim pojawiają się i są stosowane również inne konstrukcje rur strukturalnych wykonanych z polietylenu, jednakże ze względu na mniejszą popularność na rynku polskim, referat ten nie poświęca im wiele miejsca, co nie znaczy, że są one rozwiązaniem gorszym od pokazanych powyżej. Należy nadmienić tylko, iż w zakresie średnic do DN 1200mm parametry, wymiary i konstrukcje rur opisane są w normie PN EN 13476. [5]. Średnice większe, nie objęte opracowaniem normy dostępne są w zakresie do DN 3000mm, a dokumentem odniesienia pozwalającym odszukać parametry rur i kształtek są katalogi producentów i odpowiednie Aprobaty Techniczne.

Systemy rur i kształtek z polietylenu są zwykle łączone poprzez połączenia kielichowe, dwukielichowe, a niektóre konstrukcje rur pozwalają na spawanie ekstruzyjne. Oferowane na rynku rozwiązania zwykle tworzą system pozwalający na budowę kolektorów kanalizacyjnych również na terenach objętych wpływem eksploatacji górniczej. Podstawowe obszary zastosowań to wspomniane w treści niniejszego artykułu zastosowania związane z inżynierią sanitarną, w tym również budowa technologicznych rurociągów oczyszczalni ścieków oraz obiektów infrastruktury technicznej zakładów przemysłowych. Mała masa rur sprzyja łatwemu i szybkiemu dostarczeniu towaru do miejsca instalacji jak również obniża koszty wykonania kolektorów dużych średnic ze względu na brak konieczności używania ciężkiego sprzętu do prac montażowych. Przykładowe wagi rur kanalizacyjnych podaje tabela 1.:

Rura polietylenowa Dn1000mm	Rura betonowa Dn1000mm	Rura żeliwna Dn1000mm
120 kg/m	700 kg/m	300 kg/m

Tabela 1. Przykładowe wagi rur kanalizacyjnych.

Podane przykładowe wagi rur są danymi średnimi uzyskanymi z literatury i nie odnoszą się do konkretnych wyrobów określonych producentów. Szczegółowe informacje techniczne dostępne są w katalogach technicznych dostawców.

Rury i kształtki z polietylenu najczęściej znajdują zastosowanie do budowy dużych kolektorów deszczowych, ogólnospławnych i kanalizacji sanitarnej. Zakres najpopularniejszych średnic zaczyna się w kanalizacji zewnętrznej już od średnicy Dn160mm, jednakże ze względu na dużą popularność systemów z PVC polietylenowe systemy kanalizacyjne częściej stosuje się w zakresach średnic przekraczających 300, 400mm.

Rury kanalizacyjne wykonane z polietylenu mają zwykle zewnętrzną barwę czarną, natomiast wewnątrz rurociągu może być barwy innej. Uzależnione jest to od wymagań dokumentów odniesienia oraz od oferty producenta.



Rys.10. Przykład kolektora kanalizacyjnego wykonanego systemowo z rur i studni z polietylenu. Średnica kolektora 1500mm.

4.2. Polipropylen – nowość w kanalizacyjnych przewodach sieci zewnętrznych

Polipropylen jest materiałem powszechnie znanym w technice instalacyjnej, jednakże materiały używane do produkcji instalacji wewnętrznych znacząco różnią się od tych stosowanych do produkcji rur kanalizacyjnych. Duża różnorodność tworzyw wprowadzać może u odbiorców pewne zamieszanie, lecz dostawcy rozwiązań systemowych wprowadzenie produktów poprzedzają intensywnymi badaniami i testami. Niemały w tym udział mają dostawcy surowców, którzy gwarantują, iż projektowane cechy wytrzymałościowe i odpornościowe wyrobów gotowych będą odpowiadały oczekiwaniom przyszłych użytkowników. Rury i kształtki kanalizacyjne powstające z polipropylenu są wynikiem wieloletnich badań i dostosowaniem materiału do potrzeb przyszłych użytkowników wyrobów gotowych. Rury z polipropylenu odznaczają się wysoką odpornością na temperatury zarówno wysokie jak i niskie w tym również ujemne.

W ostatnich latach na rynkach europejskich coraz częściej dostępne są wyroby przeznaczone do budowy kanalizacji deszczowej i sanitarnej wykonane z tego właśnie tworzywa. Polipropylen w postaci gotowego wyrobu, jakim jest rura czy kształtka kanalizacyjna odznacza się bardzo korzystną ceną. Polipropylenowe systemy kanalizacyjne bazują obecnie głównie na rurach strukturalnych, popularnie nazywanymi rurami dwuściennymi. W mniejszym stopniu widoczne są rury i kształtki polipropylenowe gładkościenne lite lub wielowarstwowe – do złudzenia wyglądem przypominające rury z polichlorku winylu. Oferta tych rozwiązań jest jednak skromna i ogranicza się do kilku producentów. W wyrobach tych podobnie jak w popularnych rurach z polichlorku winylu średnicę nominalną podaje się jako średnicę zewnętrzną. Rury polipropylenowe dwuścienne, dostępne są natomiast w ofercie wielu producentów, którzy oprócz rur oferują również szereg kształtek i elementów połączeniowych. Obecnie – w ciągu kilku lat od upowszechnienia się tych rozwiązań - oferta kształtek jest na tyle bogata, że pozwala bez problemu wykonywać dowolne układy podziemnych rurociągów przesyłowych. Nadmienić należy, iż podstawowymi połączeniami są połączenia kielichowe i dwu-kielichowe co sprzyja łatwemu montażowi. Systemy rur karbowanych z polipropylenu obejmują zakres średnic od 160mm do 1200mm.

Podstawowym rynkiem dla zastosowań tych rozwiązań są rurociągi infrastruktury drogowej jak również kolektory kanalizacji sanitarnej i deszczowej. Poniżej przykłady z obu przytoczonych grup rozwiązań konstrukcji rury.

a)



b)

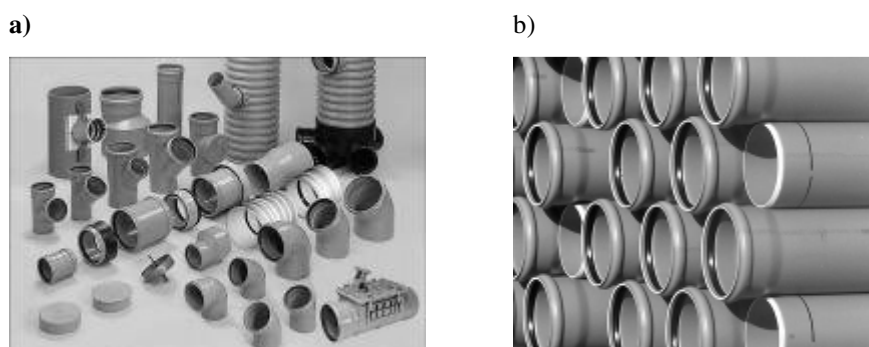


Rys.11. Polipropylenowe rury kanalizacyjne

- a) gładkościenne
- b) strukturalne o konstrukcji dwuściennej

4.3. Polichlorek winylu – tradycja wśród tworzyw sztucznych

Polichlorek winylu (PVC) to tworzywo, któremu zarówno obecna konferencja jak i myśl przewodnia niniejszego referatu nie są poświęcone – a to za sprawą ogromnej popularności i powszechnego stosowania wyrobów z tego materiału w budowie podziemnych systemów kanalizacji sanitarnej i deszczowej. Niemniej nie sposób ten materiał pominąć i nie wspomnieć w kilku zdaniach jego zastosowania. Dostępność i bogactwo oferty wielu producentów w zakresie rur i kształtek PVC najlepiej zmierzyć tysiącami kilometrów sieci kanalizacyjnej budowanej na przestrzeni ostatnich lat w Polsce, Europie i na całym świecie. To materiał, któremu zawdzięczamy tak wysoki stopień skanalizowania krajów rozwiniętych i ogromne tempo wzrostu tego wskaźnika w pozostałych krajach, w tym w Polsce. Patrząc na zakres oferty rur i kształtek w zakresie średnic od 110mm do 630mm oraz różnego rodzaju akcesoriów oferowanych przez wielu producentów łatwo dostrzec ogromne możliwości budowy sieci kanalizacyjnych. Obraz dzisiejszej oferty dostępnej na rynku to rezultat wielu lat doświadczeń i badań całego przemysłu związanego z przetwórstwem tworzyw sztucznych, producentów rur i kształtek, ale co najważniejsze również doświadczeń eksploatacyjnych. Większość uczestników konferencji, odbiorców referatu, będąc uczestnikami różnych etapów procesu inwestycyjnego od projektowania, przez montaż i późniejszą eksploatację od lat korzysta i stosuje systemy kanalizacyjne z PVC, stąd w referacie autorzy poświęcają więcej miejsca materiałom i systemom z PE i PP stanowiącym rozwinięcie wachlarza zastosowań tworzyw sztucznych w budowie infrastruktury podziemnej.



Rys.12. Przykłady rur i kształtek kanalizacyjnych z PVC:

- a) kształtki i akcesoria
- b) rury gładkościenne

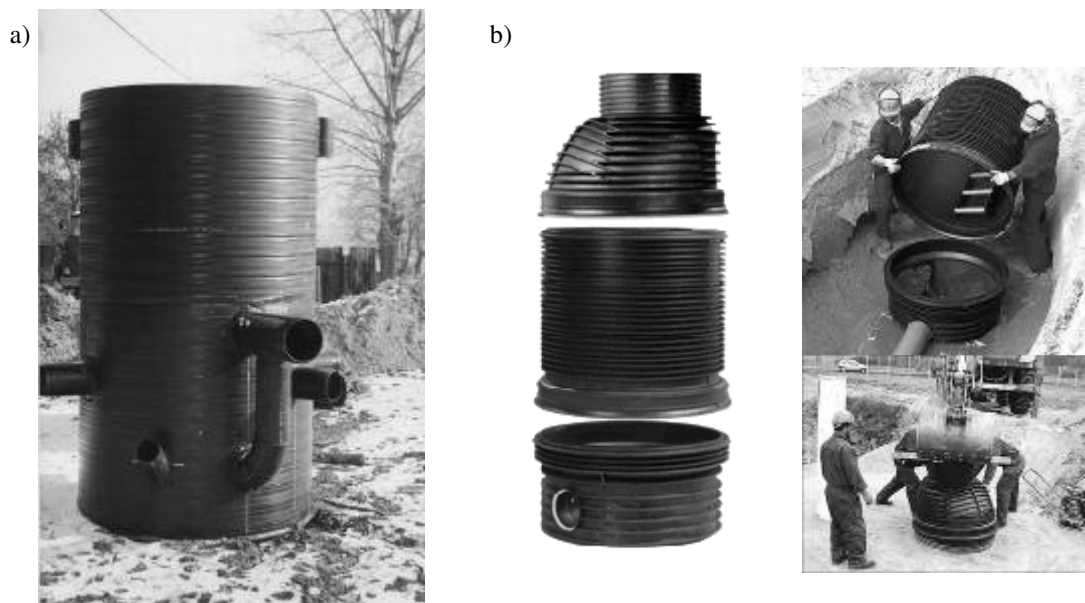
4.4. Studzienki kanalizacyjne z polietylenu

Studzienki kanalizacyjne z polietylenu stanowią nie tylko rozwinięcie i uzupełnienie oferty rur i kształtek, ale są jedną z podstawowych części systemu kanalizacyjnego nadającą mu jednorodne właściwości użytkowe. Studzienki kanalizacyjne wykonane z polietylenu stanowią doskonałą alternatywę dla tanich, ale ciężkich i stosunkowo nietrwałych studni wykonywanych z materiałów tradycyjnych. Ze względu na skład ścieków sanitarnych nie da się uniknąć zjawiska korozji chemicznej materiałów tradycyjnych, można natomiast w tych materiałach występowanie tego zjawiska ograniczać. Oprócz właściwości związanych z odpornością chemiczną i wytrzymałością studzienki kanalizacyjne z polietylenu są zdecydowanie łatwiejsze w montażu i nie wymagają użycia ciężkiego sprzętu. Istniejące rozwiązania obejmują małe studzienki do montażu na przykanalnikach jak również studzienki inspekcyjne o średnicach 600mm i 800mm oraz włączowe studzienki o średnicach Dn1000mm i 1200mm, a także wykonywane na indywidualne zamówienia inne średnice. Na uwagę zasługuje szeroki zakres zastosowań studzienek – adekwatny do zastosowań rur kanalizacyjnych. Wszystkie systemy studzienek są projektowane na uzyskanie korzystnych walorów eksploatacyjnych, jak również biorą pod uwagę istniejące możliwości techniczne nowoczesnej eksploatacji sieci oraz inspekcji przy pomocy urządzeń zewnętrznych. Do najpopularniejszych z PE studni należą:

- rozwiązania modułowe złożone z części dolnej z gotową wyprofilowaną kinetą i modułami montażowymi pozwalającymi na budowanie studni z lekkich i wytrzymałych elementów gotowych
- studnie monolityczne wylewane metodą odśrodkową (formowanie rotacyjne) lub indywidualnie prefabrykowane

Pierwsze rozwiązania są niezwykle przydatne i pozwalają na łatwe projektowanie i wykonywanie kompletnych kolektorów kanalizacyjnych z użyciem gotowych rozwiązań systemowych.

Rozwiązanie drugie to przede wszystkim lekkość konstrukcji formowanej rotacyjnie (co oczywiście preferuje studzienki do zastosowań tam gdzie nie są one mocno obciążone wpływem gruntu) i zalety konstrukcji indywidualnej co pozwala na obsługę inwestycji, w których system kanalizacyjny budowany jest z rur o znacznych średnicach.



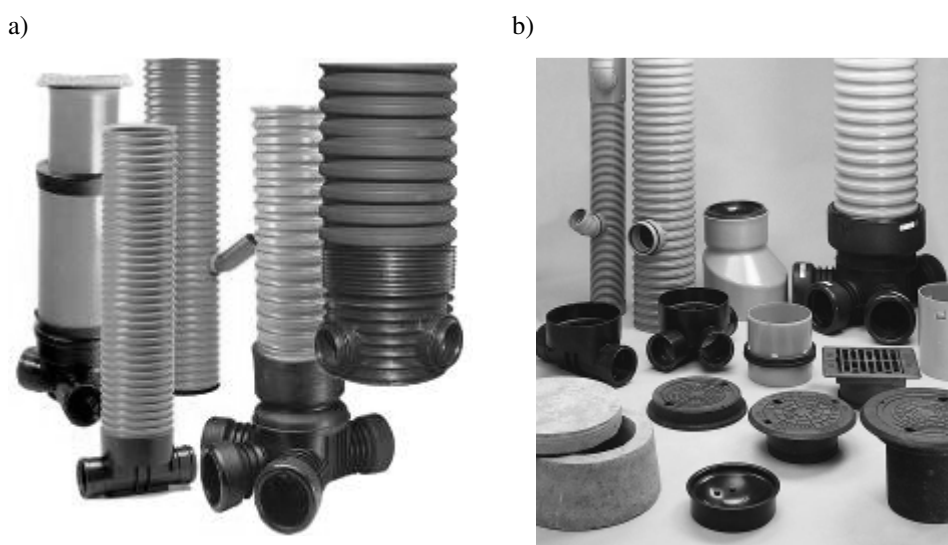
Rys.13. Przykłady studzienek z polietylenu:
 a) studzienka prefabrykowana Dn1200mm,
 b) studzienka modułowa Dn1000mm.

Oba rozwiązania dają możliwość kompleksowej realizacji zadań inwestycyjnych w oparciu o nowoczesne materiały kanalizacyjne. Inwestorzy nie muszą zabiegać o kompatybilność rur z tradycyjnymi (starzejącymi się technologicznie) konstrukcjami z materiałów tradycyjnych. Użytkownik otrzymuje system przemyślany, o minimum 100 letniej trwałości. Ponadto stosowanie kompletnych i kompatybilnych systemów składających się z rur, kształtek i studni wykonanych z tworzyw sztucznych zostało dostrzeżone jako ogromna zaleta i jest wręcz zalecane w normach dotyczących elementów systemu kanalizacyjnego, szczególnie studni np. PN-B 10729 [6]. W normie tej zaleca się stosowanie studni tworzywowych, jeżeli stosowane są rury z tworzyw sztucznych do budowy kanalizacji.

Studzienki kanalizacyjne z tworzyw sztucznych to doskonałe rozwiązania dedykowane do szybkiej budowy trwałych odwodnień drogowych i budowy trwałych, szczelnych układów kanalizacji sanitarnej i deszczowej. Obecne konstrukcje pozwalają również na konstruowanie i dostarczanie przepompowni ścieków opartych w całości na studziencie z tworzywa sztucznego.

4.5. Studzienki kanalizacyjne z polipropylenu

Polipropylenowe studzienki kanalizacyjne znane są jako studzienki inspekcyjne niewłazowe o średnicach od 300mm. Montowane na przykanalnikach i kolektorach o niewielkiej średnicy - do 400mm, są łatwe w zabudowie i stanowią jeden z nieodzownych elementów nowoczesnego systemu kanalizacyjnego z tworzyw sztucznych. Jako alternatywa do studzienek włazowych mogą być montowane w odległościach umożliwiającą poprawną eksploatację sieci. Studzienki polipropylenowe jak i wspomniane powyżej polietylenowe stanowią rozwiązanie pozwalające szybko i ekonomicznie budować trwałe układy kanalizacyjne. Typoszeregi dostępnych na rynku systemowych studzienek z polipropylenu reprezentuje całość obecnie stosowanych rozwiązań opartych o średnice od 200 do 1000mm. Dokładne zaprezentowanie całości rozwiązań wymaga zapoznania się z katalogami produktowymi poszczególnych producentów. Należy jednak pamiętać, że często ze względu na stosowane technologie produkcji obok elementów z polipropylenu w studzienkach dostępne są niektóre elementy wykonane z PE (np. kinety) jak i z PVC (np. trzonowe rury karbowane).



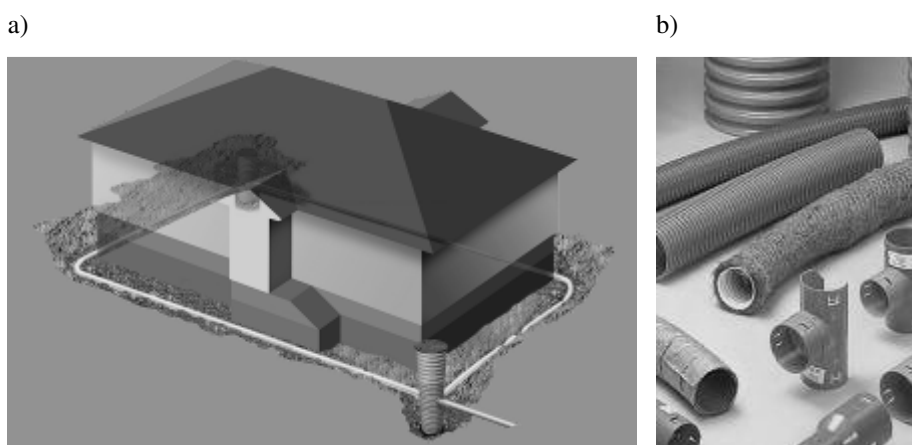
Rys.14. Przykłady studzienek z tworzyw sztucznych:

- a) studzienki inspekcyjne
- b) elementy studzienek: kinety, trzony, zwieńczenia

Dzięki zastosowaniu kompleksowych rozwiązań inżynierskich i materiałowych w budowie infrastruktury podziemnych przewodów kanalizacyjnych uzyskuje się trwałość układów liczoną w okresach znacznie przewyższających 50 letni czas użytkowania przewidziany normatywnie, jednocześnie gwarantując szczelność będącą przejawem troski o stan środowiska naturalnego. Systemy kanalizacyjne z tworzyw sztucznych oferują nie tylko wspomnianą niezawodność, ale również kompatybilność rozwiązań technicznych i materiałowych, co ma szczególne znaczenia przy transporcie ścieków o zmiennym jednak składzie chemicznym. Wyeliminowanie zjawiska korozji chemicznej znanej z występowania w materiałach tradycyjnych (np. beton), zapewnienie szczelności kanałów nawet w sytuacjach krytycznych (ugięcie zamiast pęknięcia), dbałość o ekonomię przyjętych rozwiązań - to cechy, które przyczyniają się do ciągłego wzrostu zastosowań tworzyw sztucznych w budowie kanałów sanitarnych i deszczowych. Do inwestorów należy więc decyzja, czy infrastruktura kanalizacyjna może w całości odznaczać się jednakowymi walorami i cechami odpornościowymi, czy też będzie obciążana zabudową elementów wykonanych z materiałów, z których wybudowane kanały już dziś są poddawane technikom renowacji i naprawy.

5. SYSTEMY DRENARSKIE

Obok głównych zastosowań tworzyw sztucznych w infrastrukturze podziemnej takich jak kanalizacja czy wodociągi, systemy drenarskie stanowią integralną część tej infrastruktury. Ale systemy drenarskie w odróżnieniu od wspomnianych wyżej kanalizacyjnych i ciśnieniowych praktycznie w całości zostały „opanowane” przez tworzywa sztuczne za sprawą elastyczności tych systemów, łatwości ich montażu, zakresu możliwych zastosowań i oczywiście niskich kosztów budowy i eksploatacji. Producenci oferują wyroby w zakresie średnic od 50mm do 1000mm i w szczególnych aplikacjach nawet większych. Wszystko to za sprawą dostępnych standardowych karbowanych rur drenarskich PVC i PE dostępnych w średnicach do 200mm i możliwości łatwego wykorzystania opisywanych wcześniej rur PE i PP korugowanych o ścianie dwuściennej, jako rur drenarskich. Producenci są w stanie przygotować szybko i tanio takie rozwiązania, które jednocześnie pozostają kompatybilne z budowanymi systemami kanalizacyjnymi. Takie zastosowania dają zatem inwestorom możliwość efektywnego i taniego rozwiązania problemu gospodarowania wodami gruntowymi i opadowymi. Zakres zastosowań systemów drenarskich dzięki wykorzystaniu tworzyw sztucznych pokrywa obecnie wszystkie możliwe aplikacje od układów melioracyjnych i odwodnień dróg po indywidualne zastosowania jako drenaż opaskowy dla budynku.



Rys.15. Przykłady elementów systemów drenarskich:

- a) drenaż opaskowy budynku
- b) rury i kształtki drenarskie PVC

6. ODWODNIENIA OBIEKTÓW KUBATUROWYCH I DROGOWYCH

Systemy infrastrukturalne wraz z rozwojem różnych obszarów, a szczególnie drogownictwa, wymagają zastosowań nie tylko podziemnych. Najlepszym tego przykładem są różnego rodzaju odwodnienia obiektów kubaturowych lub w tym obiektów mostowych. To kolejna dziedzina, w której systemy z tworzyw sztucznych dzięki swoim właściwościom wypierają materiały tradycyjne. W tym przypadku szczególnie ze względu na dużą odporność na działania czynników atmosferycznych (odporność na korozję) oraz dużo mniejszą wagę (koszty instalacji i systemu zawiesi) systemy z tworzyw sztucznych wypierają instalacje żeliwne do niedawna używane jako jedyne w takich instalacjach. Obecnie najpopularniejsze są na rynku systemy odwodnień z PE, dostępne są też systemy z PVC i PP oraz z żywic wzmacnianych włóknem szklanym GRP. Producenci oferujący takie systemy dają inwestorowi również wsparcie w zakresie doboru elementów instalacji i całego systemu zawiesi, co podobnie do innych zastosowań daje gwarancję jakości i pewność eksploatacji takich odwodnień. Instalacje takie w połączeniu z kanalizacją deszczową i systemami drenarskimi dają zatem możliwość zaprojektowania kompletnego systemu odbioru wód deszczowych z jezdni, powierzchni utwardzonych i gruntu w oparciu o rozwiązania z tworzyw sztucznych.



Rys.16. Przykład odwodnienia obiektów mostowych za pomocą systemu z PE.

7. ZAGOSPODAROWANIE WODY DESZCZOWEJ I RETENCJA ŚCIEKÓW

Zagospodarowanie wód deszczowych staje się o jednym z największych problemów ze względu na zwiększającą się ilość powierzchni utwardzonych oraz konieczność oddzielenia kanalizacji deszczowej od sanitarnej. Zbiorniki retencyjne to mniej popularne zastosowanie rur do tworzenia obiektów lub układów obiektów, których głównym zadaniem jest retencja ścieków deszczowych i sanitarnych. Obecnie z tworzyw sztucznych buduje się również układy retencyjne i układy rozsączania zbudowane z tzw. skrzynek rozsączających. To ciekawe, modułowe rozwiązanie, jest doskonałym przykładem zastosowania tworzyw sztucznych do budowy infrastruktury podziemnej (a do takiej należą również układy retencyjne). Zakres zastosowań skrzynek jest bardzo szeroki i obecnie stosowane są już jako studnie chłonne, systemy rozsączania wód deszczowych z obiektów i placów utwardzonych oraz jezdni i obiektów mostowych. Ze względu na stosunkowo niewielkie powiązanie techniczne skrzynek z konstrukcją rury zostało ono wspomniane i pokazane na zdjęciach, lecz nie stanowi wykorzystania rury jako takiej, ale jest dobrym przykładem uzupełnienia systemu rurowego.

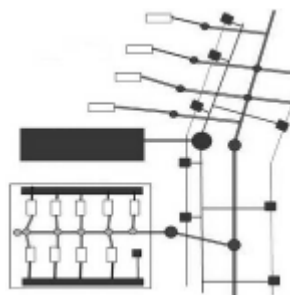
a)



b)



c)



Rys.17. Przykłady zastosowania skrzynek rozsączających:

- a) rozsączanie wód opadowych z obiektów i placów
- b) studnia chłonna
- c) rozdzielenie kanalizacji ogólnospławnej na sanitarną i deszczową z wykorzystaniem układów rozsączania

Poniżej przedstawiono także kilka rozwiązań rurowych zbiorników retencyjnych, których pojemności są zależne od potrzeb użytkownika. Układy rurowe w tym wypadku dają się łączyć i pokazują, iż rura kanalizacyjna jest czymś więcej niż walcowym odcinkiem tworzywa sztucznego ułożonego pomiędzy studniami. Dzięki zastosowaniu lekkich konstrukcji rur strukturalnych zbiorniki retencyjne nawet o dużej pojemności montuje się szybko a walory użytkowe i właściwości tworzyw sztucznych gwarantują wieloletnią bezawaryjną eksploatację.

a)



b)



Rys.18. Przykłady zbiorników wykonanych z rur z tworzyw sztucznych:

a) zbiorniki pojedyncze

b) układ połączonych zbiorników

Zbiorniki retencyjne wykonane z rur z tworzyw sztucznych zachowują wszystkie cechy układu rurowego i ze względu na łatwość układania stanowią doskonałą alternatywę dla zbiorników zamkniętych wykonanych w technologii tradycyjnej (np. betonowych, zbrojonych, wylewanych „na mokro”).

8. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ W TECHNOLOGIACH BEZWYKOPOWYCH

Technologie bezwykopowe dają możliwość zastosowania rur z tworzyw sztucznych zarówno dla potrzeb budowy nowych obiektów jak i do renowacji istniejących sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Ze względu na rozległość tematu ograniczono się do podania kilku przykładów zastosowań. Na uwagę zasługuje jednak fakt, że w technologiach bezwykopowych, szczególnie w zakresie rehabilitacji rurociągów tworzywa sztuczne są niemalże bezkonkurencyjne.

Rury z tworzyw sztucznych jako wykładziny wewnętrzne przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych układane – montowane w odcinkach długich (metoda slipliningu),

a)



b)



Rys.19. Przykłady zastosowania technologii bezwykopowej do renowacji długimi odcinkami:

a) rura strukturalna z polietylenu

b) rura standardowa lita z polietylenu

jak również w odcinkach krótkich (metoda shortliningu):

a)



b)



Rys.20. Przykłady zastosowania technologii bezwykopowej do renowacji krótkimi odcinkami rur z tworzyw sztucznych:

- a) moduły do renowacji wykonane z rur pełnościennych
- b) wykonywanie renowacji modułami z rur strukturalnych

Rury z tworzyw sztucznych, zwłaszcza polietylenowe, są szeroko stosowane w technologii wykonywania przewiertów sterowanych. Do tego celu najlepiej nadają się przytaczane już wcześniej w referacie rury z powłokami ochronnymi zabezpieczającymi przed nadmiernym zarysowaniem. Ze względu na ograniczenia techniczne nie wszystkie średnice rur polietylenowych są obecnie dostępne z powłoką ochronną. Dostępne są rury w średnicach do 630 mm.

a)



b)



Rys.21. Przykłady zastosowania rur z tworzyw sztucznych w technologii HDD – przewiert horyzontalny:

- a) rura polietylenowa z powłoką ochronną
- b) rura polietylenowa Dn1200mm standardowa

Wśród wielu technik bezwykopowych na szczególną uwagę zasługują zastosowania rur polietylenowych z warstwami ochronnymi do tak trudnych zadań jak kraking (pipe bursting). W technologii tej rury specjalne z PE wykorzystywane są do renowacji starych rurociągów z betonu, kamionki, czy żeliwa. Nowa rura z PE wprowadzana jest w tej technologii w otoczenie składające się z pokruszonych fragmentów starej rury tworzących bardzo niekorzystne warunki, w których rura narażona jest na znaczne zarysowania i później występujące naciski punktowe. Mimo tego dostępne już rozwiązania w postaci specjalnie zaprojektowanych rur PE z warstwami ochronnymi pozwalają z powodzeniem na realizację tak trudnych zadań z wykorzystaniem tworzyw sztucznych.

Poziom jakości i gwarancja wynikająca ze stosowania materiałów wysokiej jakości pozwalają stosować tę metodę zarówno do sieci wodociągowych, kanalizacyjnych jak i gazowych.



Rys.22. Przykłady zastosowania rur PE z warstwami ochronnymi w pipe bursting.

Renowacje są przykładem wykorzystania wszechstronnych możliwości systemów z tworzyw sztucznych. Najlepszym tego przykładem może być technologia bezwykopowej renowacji rurociągów kanalizacyjnych, wodociągowych i gazowych z zastosowaniem rur polietylenowych o fabrycznie zmniejszonym przekroju poprzecznym, lub przekroju zmniejszonym na czas instalacji bezpośrednio na placu budowy, przeznaczonych do technologii ciasnopasowanych, gdzie wykorzystuje się między innymi takie właściwości PE jak elastyczność, pamięć kształtu czy relaksacja naprężeń.



Rys.23. Przykłady zastosowania rur PE w technologii

9. INNE ZASTOSOWANIA

Do zastosowań niewyszczególnionych w powyższym opracowaniu należą również układy rurociągów przemysłowych oraz przepusty drogowe. Obecne doświadczenia użytkowników rur z tworzyw sztucznych na terenie Europy wskazują, iż ich montaż w infrastrukturze drogowej jest uzasadniony, a obawy związane z elastycznością rur i ich rzekomym nadmiernym ugięciem nie potwierdzają się w rzeczywistości – dla przepustów wykonanych zgodnie z zaleceniami producentów rur i zgodnie z opracowanymi projektami.



Rys.24. Montaż przepustu drogowego z rury strukturalnej.

Również jedną z ciekawszych technologii jest swobodne zatapianie rurociągów. Do tego celu stosuje się rury polietylenowe, a akwenty wodne w których zatapia się rury to nie tylko wyloty morskie, ale również jeziora, jak i rzeki.

a)



b)



Rys.25. Przykłady zastosowania swobodnego zatapiania rur PE w rzece i otwartym morzu:

a) przekroczenie rzeki

b) zatapianie wylotu morskiego

10. WNIOSKI

Dzięki zastosowaniu kompleksowych rozwiązań inżynierskich i materiałowych w budowie infrastruktury podziemnych przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych uzyskuje się trwałość układów liczoną na okres znacznie przewyższający prognozowany do niedawna 50 letni czas użytkowania. Czołowe firmy dostarczają swoje wyroby i rozwiązania już od ponad 50 lat, a postęp w rozwoju materiałów pozwala na prognozowanie 100 letniego czasu eksploatacji infrastruktury podziemnej z tworzyw sztucznych. Systemy wodociągowe, kanalizacyjne i inne przedstawione obszary zastosowań oferują nie tylko wspomnianą niezawodność, ale również kompatybilność rozwiązań technicznych i materiałowych. Tworzywa sztuczne poddane procesom rozwoju i ulepszania dają możliwość budowy infrastruktury opartej o najnowsze technologie. Wyeliminowanie zjawiska korozji chemicznej znanej z występowania w materiałach tradycyjnych (np. beton), zapewnienie szczelności kanałów nawet w sytuacjach krytycznych (ugięcie zamiast pęknięcia), dbałość o ekonomię przyjętych rozwiązań - to cechy, które przyczyniają się do ciągłego wzrostu zastosowań tworzyw sztucznych w budowie infrastruktury podziemnej. Do inwestorów należy więc decyzja czy np.: infrastruktura kanalizacyjna może w całości odznaczać się jednakowymi walorami i cechami odpornościowymi, czy też będzie obciążana zabudową elementów wykonanych z materiałów, z których wybudowane niegdyś kanały już dziś są poddawane technikom renowacji i naprawy z wykorzystaniem tworzyw sztucznych.

BIBLIOGRAFIA

1. A.Barczyński, T.Podziemski „Sieci gazowe polietylenowe”
2. Mgr inż. Paweł Jabłonowski, Prof. PW dr hab. Inż. Marian Kwietniewski, Mgr inż. Marcin Leśniewski, Mgr inż. Tomasz Rechnio „Badania niezwodności elementów sieci kanalizacji rozdzielczej w Wołominie”, VI Konferencja Naukowo Techniczna Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych, Marzec 2006, Wisła.
3. Dr inż. Łucja Fukas-Płonka, Mgr inż. Marcin Janik, Mgr inż. Leszek Kurtz, „Analiza awaryjności sieci kanalizacyjnej miasta Gliwice”, VI Konferencja Naukowo Techniczna Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych, Marzec 2006, Wisła.
4. J.J. Jarvenkylä, K.T. Haavisto, M. Iwanejko „Odporność przewodów kanalizacyjnych na ścieranie”, Seminarium Wybrane zagadnienia projektowania, budowy i eksploatacji sieci zewnętrznych z tworzyw sztucznych, Październik 2000, Rydzyna.
5. PN EN 13476: 2007 „Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do becznieniowej podziemnej kanalizacji deszczowej i sanitarnej - Systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z nieplastifikowanego polichlorku winylu (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE)”.
6. PN-B 10729:1999 Kanalizacja – Studzienki kanalizacyjne.