

# INSTAL

(363)

2015

MIESIĘCZNIK

CENA 24 ZŁ + 5% VAT ISSN 1640-8160

## W NUMERZE:

WPŁYW TEMPERATURY GRUNTU  
NA STRATY CIEPŁA SYSTEMU CIEPŁOWNICZEGO

WODOROWĘGLAN SODU  
W OCZYSZCZANIU GAZÓW SPALINOWYCH  
WSPÓŁSPALANIE FRAKCJI GLICERYNOWEJ  
Z WĘGLEM KAMIENNYM

BADANIA KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH  
W BUDYNKU MIESZKALNYM

PROJEKTOWANIE GRZEJNIKÓW  
PŁASZCZYZNOWYCH W TECHNOLOGII SUCHEJ

SCHŁODZENIE POWIETRZA  
W GRUNTOWYM WYMIENNIKU CIEPŁA

PRACA SIŁOWNIKÓW ELEKTROTERMICZNYCH

PORÓWNANIE METOD OKREŚLANIA PRZEPIŹYWÓW  
OBLICZENIOWYCH W INSTALACJACH  
WODOCIĄGOWYCH

ANALIZA PRACY SYSTEMU ZAOPATRZENIA W WODĘ

JAKOŚĆ INSPEKCJI TV KANALIZACJI

TECHNICZNE I FINANSOWE ASPEKTY  
TECHNOLOGII RAULINER

DYWERSYFIKACJA ZASOBÓW WODY W SZZW

ANALIZA PRZYCZYNOWO-SKUTKOWA  
ZDARZEŃ NIEPOŻĄDANYCH



**więcej na str. 48**



**więcej na str. 14**

## RUBRYKI STAŁE:

TAM BYLIŚMY

WIADOMOŚCI

ODESZLI OD NAS



# Techniczne i finansowe aspekty stosowania bezwykopowej rekonstrukcji sieci wodociągowych w technologii RAULINER

Technical and financial aspects of the trenchless rehabilitation of water supply networks by RAULINER technology

JAKUB WIERNICKI, JERZY BYKOWSKI

W pracy przeprowadzono analizę technicznych i finansowych aspektów stosowania bezwykopowej rekonstrukcji sieci wodociągowych w technologii RAULINER. Na przykładzie wybranego przedsięwzięcia inwestycyjnego polegającego na przeprowadzeniu metodą Rauliner renowacji dwóch odcinków rurociągu żeliwnego o średnicy nominalnej DN150 i długości po około 300 m, przedstawiono zalety oraz wady stosowania metody oraz analizowano przyczyny ewentualnych problemów, jakie mogą wystąpić podczas prowadzenia robót.

*Słowa kluczowe: rekonstrukcja, technologie bezwykopowe Rauliner, wodociąg*

In this work, the technical and financial aspects of trenchless rehabilitation of water supply networks by RAULINER technology were conducted. Based on selected example of investment project, the restoration of two sections of cast iron pipe with a nominal diameter of 150 mm and a length of 300 m was carried out by RAULINER. The advantages and disadvantages of using the method were shown and causes of any problems that may occur during this works were analyzed.

*Keywords: rehabilitation, trenchless technologies Rauliner, water supply system*

## Wstęp

Obecnie, na polskim rynku bezwykopowych rekonstrukcji sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych i przemysłowych, z zastosowaniem wykładzin z rur utwardzanych na miejscu i wykładzin z rur ściśle pasowanych, jest stosowanych wiele metod, a ich charakterystyki można znaleźć m. in. w opracowaniach [2-12].

Jedną z nich jest technologia Rauliner, oparta o wykładziny z rur ciasnopasowanych, należąca do metod typu CLOSE-FIT [11]. Wywodząca się z Niemiec technika polega na wprowadzeniu do istniejącego rurociągu zdeformowanej fabrycznie rury polietylenowej, która pod wpływem wprowadzanej do przewodu gorącej pary nabiera kształtu koła, ściśle przylegając do wewnętrznej strony starego rurociągu. Obszar zastosowania renowacji typu CLOSE-FIT zmieniał się wraz z rozwojem produktów. Na początku lat dziewięćdziesiątych pierwsze realizacje w Polsce dotyczyły głównie przewodów gazowych lub wodociągowych. Wraz z wprowadzeniem nowych materiałów, takich jak PVC lub PE z warstwą wewnętrzną z polietylenu sieciowanego, znacząco wzrósł obszar zastosowania rur ściśle pasowanych także w kanalizacji grawitacyjnej [11]. Technologia ma wiele zalet, ale również należy też mieć na uwadze pewne problemy, jakie mogą się pojawić przy jej stosowaniu, których analizę przeprowadzono w niniejszej pracy.

## Cel i zakres pracy

Celem pracy była analiza wybranych technicznych i finansowych aspektów stosowania bezwykopowej rekonstrukcji sieci w technologii RAULINER, na przykładzie odnowy sieci wodociągowej. Podstawę analizy stanowiły dane i obserwacje uzyskane podczas realizacji w 2013 roku zadania inwestycyjnego p.t. „Renowacja sieci wodociągowej w rejonie ulic Przemysłowej i Towarowej w Poznaniu”. Roboty polegały na przeprowadzeniu metodą Rauliner renowacji dwóch odcinków rurociągu żeliwnego o średnicy nominalnej DN150 i długości po około 300 m.

Dostęp do dokumentów planistycznych, jak i danych z przebiegu budowy, uzyskano dzięki uprzejmości firm Aquanet Krzesiniki sp. z o.o i Aquanet S.A. z Poznania. Informacje na temat samej technologii użyczyły również firmy: AKWA Zabrze, ZISBD Wrocław oraz Wiertmar Łódź. W pracy wykorzystano również materiały i informacje uzyskane podczas konferencji NO-DIG 2012 w Kielcach oraz targach branżowych IFAT 2012 w Monachium.

Analiza miała posłużyć sformułowaniu wniosków na temat tych aspektów technologii, które do tej pory były często pomijane

mgr inż. Jakub Wiernicki – Terlan sp. z o.o. Poznań,  
dr hab. inż. Jerzy Bykowski, prof. nadzw. – Zakład  
Gospodarowania Wodą i Ekonomiki Inżynierii Środowiska, Instytut  
Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet  
Przyrodniczy w Poznaniu  
kontakt: jurbykos@up.poznan.pl



przez producentów urządzeń i wykonawców robót. Przeanalizowanie procesów roboczych bezpośrednio na placu budowy pozwoliło też na wskazanie aspektów finansowych oraz zalet i wad stosowania tej techniki bezwykopowej.

Należy też zwrócić uwagę, że analiza ma charakter informacyjny, a zebrane dane charakterystyczne dla tej budowy mogą odbiegać od danych z innych inwestycji, jednak z pewnością mogą stanowić wyjściową bazę do porównań z każdej innej budowy realizowanej w tej technologii.

Artykuł został opracowany na podstawie pracy magisterskiej mgr. inż. Jakuba Wiernickiego, zrealizowanej w Zakładzie Gospodarowania Wodą i Ekonomiki Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (promotor: dr hab. inż. Jerzy Bykowski), wyróżnionej w VII edycji konkursu Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych (PFTT) za prace dyplomowe magisterskie, z zakresu technik bezwykopowych.

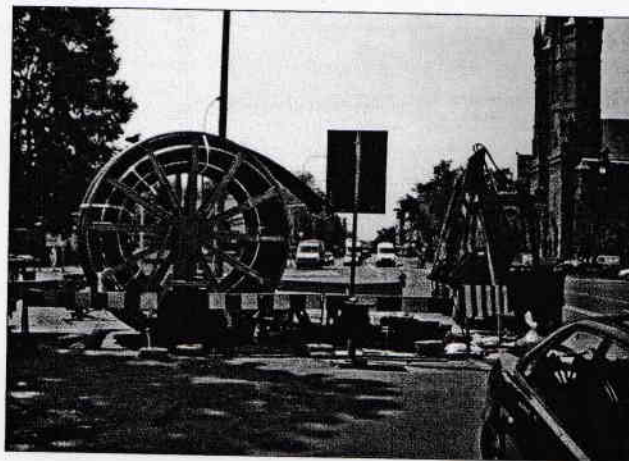
### Techniczne aspekty stosowania technologii Rauliner

W technologii Rauliner do przewodu poddanego odnowie wciągana jest specjalna rura, która w efekcie, po wykonaniu procesu staje się ciasno pasowaną do starego przewodu rurą polietylenową. Nowa rura renowacyjna Rauliner w pełni przejmuje funkcje istniejącego rurociągu pod względem technologicznym, konstrukcyjnym i funkcyjnym.

Głównym elementem rekonstrukcyjnego systemu jest rura wykonana z wysokiej jakości i wysokiej gęstości polietylenu. Rury Rauliner nawinięte na specjalistyczne stalowe bębny są dostarczane przez producenta na plac budowy. Posiadają stworzony fabrycznie kształt przekroju poprzecznego zbliżony do litery U (stąd nazwa grupy technologii – U-LINER). Zdecydowanie mniejszy przekrój poprzeczny (prawie o 35%) zdeformowanego przewodu ułatwia jej wciągnięcie do istniejącego rurociągu poddanego odnowie. Po wciągnięciu, rura jest podgrzewana za pomocą pary wodnej o temperaturze nawet 132°C i dzięki "pamięci kształtu" polietylen odzyskuje swój pierwotny kołowy przekrój.

W procesie chłodzenia używa się dmuchawy powietrza. Proces ten sprawia, że rura Rauliner utrzuca swój nowy kształt stykając się z wewnętrzną powierzchnią starego rurociągu na całym jego obwodzie (ciasne pasowanie). Efektem zastosowania technologii Rauliner jest niezależny konstrukcyjnie rurociąg o jakości i trwałości nowo wbudowanej rury z polietylenu.

Rys. 1. Przykład stanowiska przy prowadzeniu robót w technologii Rauliner ([www.infra-sa.pl](http://www.infra-sa.pl))  
Fig. 1. Example positions during of running works in Rauliner's technology ([www.infra-sa.pl](http://www.infra-sa.pl))



Z przeprowadzonych analiz oraz dotychczasowych obserwacji wynika, że technologia RAULINER może być zastosowana w prawie każdych warunkach terenowych, głównie dzięki wykorzystaniu nawiniętej na bęben rury (małe rozmiary urządzenia w rzucie pionowym). Technika układania wodociągu metodą tradycyjną oraz inne, konkurencyjne technologii RAULINER techniki bezwykopowe, wymagają często dużej ilości miejsca na placu budowy. Problemy ze znalezieniem odpowiedniej ilości miejsca na rozłożenie zgrzewanej doczołowo rury uwydatniają się szczególnie w terenach zurbanizowanych, a technologicie U-Liner (w tym Rauliner) są jedynymi technologiami do odnowy sieci wodociągowej mogącymi rozwiązać ten problem. Niekiedy, szczególnie w centrach miast (pomiędzy dwoma budynkami), technologia nawijania rury na bęben jest jedynym możliwym rozwiązaniem. Co więcej, ten system transportu rury pozwala na sprawne przemieszczenie materiału po budowie bez używania ciężkiego sprzętu (wystarczy średniej wielkości pojazd z odpowiednim hakiem).

Rura renowacyjna może być wprowadzana bez względu na głębokość posadowienia wodociągu (w takim przypadku wykop musi być większy) oraz jego korelację z innymi mediami i infrastrukturą podziemną (niemożliwe przy wykopie otwartym).

Istotną cechą technologii jest też stosunkowo krótki czas wykonania poszczególnych etapów pracy. Analizując roboty prowadzone na ul. Towarowej w Poznaniu stwierdzono dużą wydajność technologii. Sprawna brygada wykonawcza (5 osób) jest w stanie dokonać renowacji (bez robót ziemnych) odcinka wodociągu o długości 100 m w ciągu 4 dni roboczych (dzień 1: wycięcie wodociągu, czyszczenie, dzień 2: inspekcja, poprawki, wciągnięcie rury, dzień 3: wygrzewanie parą, chłodzenie). W porównaniu

z tradycyjną metodą prace są więc wykonywane z bardzo wysokim tempem, nieosiągalnym dla innych sposobów.

Praca w terenach zurbanizowanych prawie zawsze wiąże się z problemem wystąpienia niezainwentaryzowanych przewodów elektrycznych, telefonicznych i trakcyjnych itp. Tradycyjne metody, zmuszają w takim wypadku do wykonania dużej ilości ręcznych robót ziemnych, co istotnie wpływa na tempo prac i warunki bezpieczeństwa pracowników.



Rys. 2. Przykład zastosowania technologii Rauliner w bardzo trudnych warunkach (ulica Przemysłowa w Poznaniu) (foto: J. Wiernicki)  
Fig. 2. Example of use Rauliner's technology in very difficult circumstances (Przemysłowa street in Poznań) (foto: J. Wiernicki)

Analizując technologię Rauliner można dostrzec, że nie wymaga ona wykonania wielu standardowych dla tradycyjnej metody czynności. Ciągłość przewodu nawiniętego na bęben powoduje, że wykonawcy nie są zmuszeni do wykonywania połączeń dwunastometrowych (standardy europejskie) odcinków rury polietylenowych przez zgrzewy (najczęściej doczołowe, ewentualnie elektrooporowe). Powoduje to przede wszystkim kolejne skrócenie procesu wykonania wodociągu, a także zminimalizowanie potencjalnych problemów eksploatacyjnych (najbardziej zagrożone na awarie





Rys. 3. Proces doczołowego zgrzewania rury (foto: J. Wiernicki)  
Fig. 3. Process of butt fusion pipe's welding (foto: J. Wiernicki)

miejsca w wodociągach z PE to miejsca zgrzewów i połączeń).

Wykonanie prac w opisywanej technologii ogranicza występowanie hałasu na placu budowy. Prace budowlane są prowadzone spokojnie, schludnie i czysto, co w przypadku inwestycji w pobliżu centr miast ma istotne znaczenie. Zmniejszony zakres robót ziemnych przyczynia się do poprawy porządku na budowie, a zakurzenie i zapiaszczenie ulic jest rzadkością. Co więcej, ograniczenie robót ziemnych zmniejsza zużycie paliwa (brak koparek, samochodów „wywrotek”), co przyczynia się do poprawy stanu środowiska, w porównaniu do stosowania metody wykopowej.

Ograniczenie zajęcia terenu podczas wykonywania prac, to zaleta wszystkich technologii bezwykopowych, ale w przypadku techniki Rauliner przybiera ona największe znaczenie. Nawinięta rura na bęben powoduje, że do wykonania robót, wykonawcy nie trzeba więcej miejsca, niż kilkunastu m<sup>2</sup> ponad same wykopy (umieszczenie wciągarki, parownicy, bębna). Dzięki temu nierzadko ruch miejski może zostać nienaruszony (umiejętne dobranie wykopów startowych i odbiorczych). Zadowolenie społeczne i ciągłość w ruchu samochodów to bardzo ważny czynnik podczas wyboru odpowiednich technologii bezwykopowych.

Specyfika technologii, polegająca na wpasowywaniu rury renowacyjnej w rurę istniejącą, dla określonych średnic powoduje jednak wystąpienie pewnego rodzaju trudności. Dotyczy to średnic przewodów poddawanych naprawie, których średnica wewnętrzna (dla stali i żeliwa jest to średnica nominalna – DN) nie jest taka sama jak średnica zewnętrzna (dla rur PE jest to średnica nominalna – DN) rur polietylenowych, na których montuje się wymaganą armaturę.

W tabeli 1 zestawiono odpowiednio: typoszeręg rur stalowych i żeliwnych, typoszeręg rury renowacyjnej Rauliner oraz

Tabela 1. Porównanie nominalnych średnic (DN) rur stalowych/żeliwnych, rur Rauliner i polietylenowych (PE)

Table 1. Comparison of nominal diameter of steel, cast iron, Rauliner's and polyethylene (PE) pipes

	Stal/żeliwo	RAULINER	PE
	DN	DN	DN
l.p.	[mm]	[mm]	[mm]
1.	150	150	
2.			160
3.			180
4.	200	200	200
5.			225
6.	250	250	250
7.			280
8.	300	300	
9.			315
10.	350	350	
11.			355
12.	400	400	400

standardowych rur z polietylenu. Dla średnic w pozycjach 1, 8 oraz 10 zachodzi wyżej wymieniony problem połączeniowy. Z tego względu wykonawcy zmuszeni są do stosowania niestandardowych:

a) złączy typu R-R (rys. 4)

Rys. 4. Złącze rurowo-rurowe producenta Jafar (www.rakapol.pl)  
Fig. 4. Jafar's pipe coupler for pipe (www.rakapol.pl)



b) muf elektrooporowych o różnych średnicach po obu stronach kształtki (rys. 5).

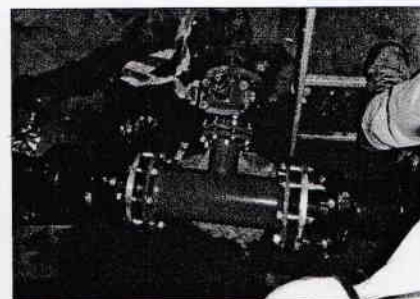
Jest to niestety kłopotliwa sytuacja, ponieważ w pierwszym przypadku skręcane złącza typu R-R nie zawsze są akceptowane przez zarządców i eksploatorów sieci wodociągowych. Dodatkowo, złącza

PE 100 SDR 17  
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze 10 bar

d <sub>DN</sub>	Nr katal.	Cena EUR / szt.	Opak.
110/100	615 569	80,70	24
160/150	615 571	159,60	12
315/300	615 576	831,60	1

Rys. 5.

Karta katalogowa specjalistycznej mufy redukcyjnej (www.friatec.com)  
Fig. 5. Reducing coupler's technical catalog card (www.friatec.com)



Rys. 6. Skręcony węzeł wodociągowy z zastosowaniem złączy Jafar (ulica Towarowa w Poznaniu) (foto: J. Wiernicki)

Fig. 6. Assembled feed water plant with using Jafar' connectors (Towarowa Street in Poznan) (foto: J. Wiernicki)

standardowo produkowane są na scalanie rur o takich samych średnicach zewnętrznych, więc producenci niechętnie dają gwarancję należytego funkcjonowania armatury przed długie lata.

Drugi sposób, polegający na wykonywaniu zgrzewów specjalnymi, renowacyjnymi mufami elektrooporowymi, obarczony jest ryzykiem (renowacyjna rura nigdy nie posiada idealnie odmierzonych średnic), a to może stanowić problemy eksploatacyjne już podczas próby ciśnienia badanego wodociągu.

Jednym z problemów stosowania technologii Rauliner jest też brak pełnej kontroli nad wprowadzaniem rurociągiem. Wykonawca, mając do czynienia z przewodami stalowymi (ostre krawędzie) jest zmuszony do szczególnej uwagi, ponieważ wciągana rura jest narażona na zniszczenie poprzez przetarcie. Nawet najdrobniejszych rozmiarów twarda inkrustacja lub pozostałość po wpiętych „na ostro” przyłączu potrafi nieodwracalnie zniszczyć renowacyjny materiał. Każde, nawet najdrobniejsze przeoczenie podczas inspekcji telewizyjnej mogącego spowodować awarię miejsca, może być przyczyną wstrzymania całego procesu. Wykonawcy wykonują roboty obciążeni ryzykiem, że wyżej opisana sytuacja nie będzie miała miejsca (brak możliwości stałej kontroli a ewentualna awaria lub uszkodzenie rury uwidoczni się podczas procesu parowania). Niezwykle ważne w tym kontekście staje się odpowiednie przygotowanie rurociągu poddawanego renowacji oraz diagnostyka jakości wykonania tych prac (rys. 7 i 8).

Kolejnym ważnym aspektem technicznym, na który należy zwrócić uwagę, jest utrudniony ewentualny dostęp do rury renowacyjnej po wykonaniu robót tą technologią (potencjalne problemy z wykonaniem przyłącza/wcięcia w rurociąg w przyszłości). Wpasowana ciasno poli-



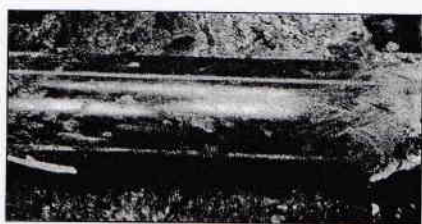


Rys. 7.  
Przykład niepoprawnie oczyszczonego wodociągu (ulica Przemysłowa w Poznaniu) (foto: J. Wiernicki)  
Fig. 7. Example of improperly purified water supply (Przemysłowa street in Poznan) (foto: J. Wiernicki)



Rys. 8.  
Przykład poprawnie oczyszczonego wodociągu (ulica Przemysłowa w Poznaniu) (foto: J. Wiernicki)  
Fig. 8. Example of properly purified water supply (Przemysłowa street in Poznan) (foto: J. Wiernicki)

etylenowa rura stanowi integralną część wodociągu, a pozostała żeliwna/stalowa rura staje się rurą osłonową. W przypadku konieczności dostania się do rury renowacyjnej, wykonawca będzie zmuszony do rozbicia rury osłonowej (w przypadku żeliwa – materiał kruchy) lub jej rozcięcia (dla przewodów stalowych) (rys. 9). Jest to problem zarówno dla potencjalnego wykonawcy przyszłego przyłącza jak i eksploatatorów sieci. Co więcej, przy konieczności wykonania odejścia o średnicy większej niż PE63 (opaski nawiercające), czyli



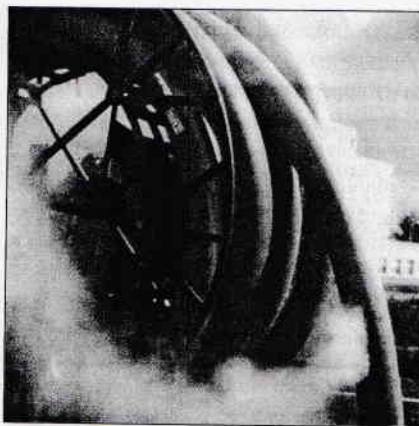
Rys. 9.  
Przykład próby wykonania przyłącza na rurociągu poddanym wcześniej renowacji (ulica Towarowa w Poznaniu) (foto: J. Wiernicki)  
Fig. 9. Example of attempts to making connection to the pre- renovation pipeline (Towarowa street in Poznan) (foto: J. Wiernicki)

zamontowaniu trójnika na rurze polietylenowej, wykonawca zmuszony będzie do powtórzenia procesu technologicznego, polegającego na:

- rozcięciu rury renowacyjnej,
- rozszerzeniu rury ekspanderem,
- założeniu pierścieni stalowych,
- założeniu specjalnej armatury przejściowej (opcjonalnie),
- założeniu armatury docelowej.

W wielu wypadkach jest to zadanie bardzo trudne do wykonania, bowiem ekspander, który jest sprzętem specjalistycznym, nie jest w posiadaniu większości przedsiębiorstw zarządzających sieciami wodociągowymi w Polsce.

Jednym z problemów stosowania technologii Rauliner może się wiązać z powstawaniem pary wodnej w centrach miast. Przeprowadzenie procesu wygrzewania parą powoduje wytworzenie w okolicach ustawienia parownicy oraz stacji odbiorczej (stacji „B”) dużej ilości pary, która uwalniana jest do atmosfery (rys.10). W niesprzyjających warunkach pogodowych, może to nieść duże uciążliwości, ograniczając widoczność dla kierowców



Rys. 10.  
Przykład wytwarzającej się pary w procesie wygrzewania rury (www.infra-sa.pl)  
Fig. 10. Example generating steam in the process of pipe's welding (www.infra-sa.pl)

oraz możliwe są fałszywe alarmy wszczęte przez okolicznych mieszkańców. Para w dogodnych dla kondensacji warunkach atmosferycznych może bowiem być mylna z dymem w wyniku pożaru. Wykonawcy zmuszeni są do zwrócenia szczególnej uwagi na powyższe niedogodności, dokładnie informując odpowiednie organy o przeprowadzeniu operacji, bądź wykonaniu prac w godzinach nocnych.

Odnowa rurociągu za pomocą omawianej technologii, wiąże się także z potencjalnymi problemami podczas konieczności ewentualnej naprawy wodociągu. Wprowadzona i wygrzana para rura, przylegająca do wewnętrznej średni-

cy rurociągu według producenta spełnia wszystkie standardy tradycyjnej rury polietylenowej SDR17. Niestety, biorąc pod uwagę czynniki, takie jak: trudności terenowe, pośpiech, błąd ludzki, awaryjność sprzętu, nie można wykluczyć wystąpienia awarii wodociągu w przyszłości. Specyfika techniki powoduje, że wykrycie wówczas dokładnego miejsca awarii staje się niemal niemożliwe. Woda przeciekająca z rury będzie się przemieszczać wzdłuż starego istniejącego rurociągu, co spowoduje pojawienie się wycieków w dwóch najbliższych węzłach wodociągowych. W celu monitoringu szczelności przewodu wykonawcy zazwyczaj wyprowadzają co kilkadziesiąt metrów rurki małej średnicy od przewodu istniejącego do powierzchni terenu, co ma wskazywać wystąpienie potencjalnej awarii.

Ponieważ rurociągi poddawane renowacji charakteryzują się z reguły długim okresem eksploatacji, mogą wystąpić określone trudności w planowaniu zakresu robót (konieczność wykonania dodatkowych wykopów). Wynikają one z braku, bądź niedokładności zinventaryzowania przewodu poddanego renowacji. Trudne jest też dokładne przeprowadzenie wizji terenowej oraz zaplanowanie liczby wykopów technologicznych, które będą wymagane w miejscach:

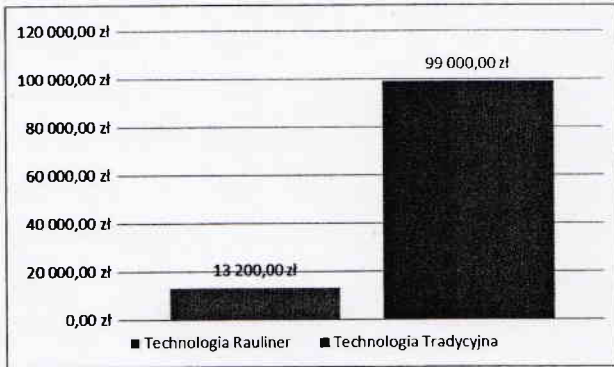
- przyłączy do wodociągu,
- załamania pionowych większych niż 15°,
- zmian kierunków wodociągu,
- przewężeń średnicy, wstawek naprawczych.

Powoduje to sytuację, że w miejscach, gdzie wodociąg jest źle zinventaryzowany, wykonawca zazwyczaj dopiero podczas inspekcji telewizyjnej określa liczbę wykopów, które musi wykonać. Omawiany problem wystąpił podczas robót prowadzonych wzdłuż ulicy Towarowej w Poznaniu. Ze względu na nieplanowane zmiany kierunkowe wodociągu, wykonawca zmuszony był do wykonania w trybie awaryjnym dodatkowych wykopów. Nieplanowane wykopy i zaskakujące inwestorów oraz wykonawców sytuacje na placu budowy mogły się przyczynić do opóźnienia realizacji inwestycji. Co więcej, zmuszają wykonawcę do powtórzenia zaangażowania ciężkiego sprzętu oraz nowego projektu organizacji ruchu (opcjonalnie).

### Ekonomiczne aspekty stosowania technologii Rauliner

W niniejszej pracy przeprowadzono analizę kosztów odtworzenia nawierzchni drogowej w wariantach alternatywnego zastosowania tradycyjnej metody odnowy





Rys. 11. Łączne koszty odtworzenia nawierzchni dla warunków w robót prowadzonych w ul. Przemysłowej i Towarowej w Poznaniu, w wariantach zastosowania technologii Rauliner i metody tradycyjnej Fig. 11. Cost of roadworks in Przemysłowa and Towarowa street in Poznan, with using Rauliner's and conventional technology

rurociągu i analizowanej technologii Rauliner. Obliczenia wykonano dla konkretnych warunków budowy wodociągu w ulicach Przemysłowej i Towarowej w Poznaniu, przy założeniach:

- dla technologii Rauliner: długość odcinka – 600m, liczba komór technologicznych – 20, wymiary jednej komory – 4x1,5m, jednostkowy koszt odtworzenia nawierzchni – 110zł/m<sup>2</sup> [1],
- dla technologii tradycyjnej: długość odcinka – 600m, wymiar wykopu – 600x1,5m, jednostkowy koszt odtworzenia nawierzchni – 110zł/m<sup>2</sup> [1].

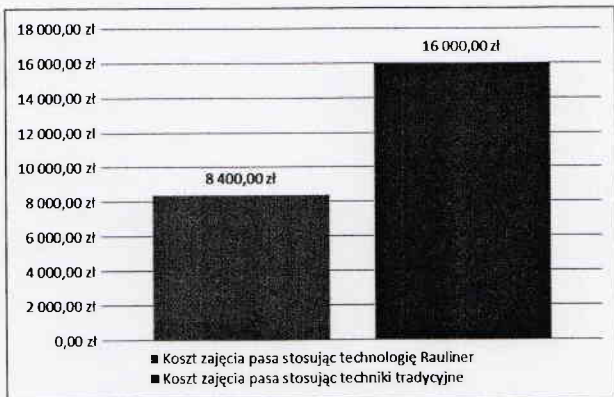
Jak wynika z rys. 11, koszt odtworzenia nawierzchni przy zastosowaniu technologii Rauliner wynosił 13,2 tys. zł i stanowił zaledwie około 13% kosztów alternatywnego zastosowania tradycyjnej (wykopowej) technologii odnowy przewodu. Oczywiście powyższe wyniki mają charakter orientacyjny, jednak wskazują na istotne oszczędności finansowe, jakich można się spodziewać w tym elemencie kosztów. Zawsze jednak koszty związane z budową nowej nawierzchni lub jej odtworzeniem stanowią istotny składnik kosztów robót sieciowych.

W robotach sieciowych ważny składnik ich kosztów stanowią także koszty zajęcia pasa drogowego [1]. Z przeprowadzonych analiz wynika także, że w warunkach analizowanego obiektu, koszt zajęcia pasa drogowego przy prowadzeniu robót technologią Rauliner wyniósł 8,4 tys. zł i stanowił zaledwie 50% tych kosztów, oszacowanych dla wariantu wykonywania robót technologią tradycyjną (rys. 12).

W przypadku analizy finansowej stosowania technologii Rauliner należy też zwrócić uwagę na istotny problem kosztowności stosowania specjalistycznych przejściowych kształtek i armatury.

Koszt mufy elektrooporowej, która jest produkowana do łączenia rury renowacyjnej ze standardową rurą polietylenową (np. DN160) jest bowiem wyższy od kosztów mufy standardowej, niemal dziesięciokrotnie. Dla warunków analizowanego obiektu w Poznaniu, w przypadku zastoso-

Rys. 12. Koszty zajęcia pasa drogowego dla warunków robót prowadzonych w ul. Przemysłowej i Towarowej w Poznaniu, w wariantach zastosowania technologii Rauliner i metody tradycyjnej Fig. 12. Costs of traffic lane occupation for work conditions running in Przemysłowa and Towarowa street in Poznan, with using Rauliner's and conventional technology



wania alternatywnych rozwiązań, łączny koszt robót mógłby być niższy nawet o 25 tys. zł (rys. 13). Wysokie koszty oryginalnych specjalistycznych kształtek niemieckich można wiązać z sytuacją występowania

ulega zmianie znormalizowany współczynnik wymiarów (SDR), co często jest zabronione przez inwestorów.

Na zmniejszenie lub zwiększenie kosztów robót w technologii Rauliner wpływa

Rys. 13. Ogólny koszt robót prowadzonych w ul. Przemysłowej i Towarowej w Poznaniu z zastosowaniem technologii Rauliner, przy wariantowym stosowaniu kształtek specjalistycznych Fig. 13. The overall cost of the works carried out in the Przemysłowa and Towarowa street in Poznan with using Rauliner's technology, with special fittings application

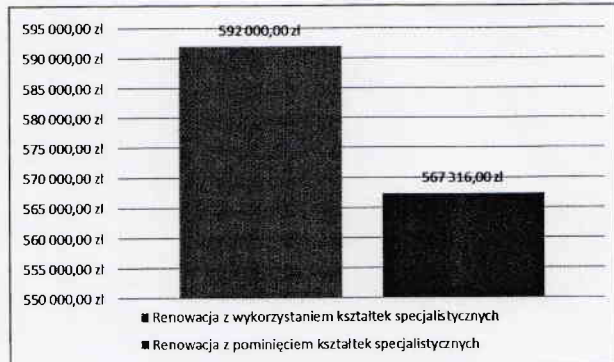


Tabela 2. Wady i zalety technologii bezwykopowej Rauliner Table 2. Advantages and disadvantages of Rauliner's trenchless technology

ASPEKTY TECHNICZNE		ASPEKTY EKONOMICZNE	
Zalety	Wady	Zalety	Wady
Łatwość prowadzenia prac w trudnych warunkach terenowych	Konieczność używania dodatkowych kształtek	Redukcja kosztów odtworzenia nawierzchni	Konieczność używania dodatkowych kształtek
Wyższe od standardowej metody tempo robót	Brak pełnej kontroli nad wprowadzaną rurą	Zredukowane koszty robót ziemnych	Trudność w planowaniu inwestycji
Brak konieczności zgrzewania rur	Problemy z wykonaniem przyłącza w przyszłości	Redukcja kosztów zajęcia pasa drogowego	
Redukcja prac związanych z odtworzeniem nawierzchni	Problemy z parą na ulicy		
Brak uciążliwego hałasu, czystość na placu budowy	Problemy przy potencjalnej awarii rury renowacyjnej		
	Trudność w planowaniu inwestycji		

wiele czynników. Ich pełne oszacowanie jest jednak złożone i wymaga wielu szczegółowych analiz, co wykracza poza przyjęty zakres niniejszej publikacji. Można być jednak pewnym, że kosztochłonność inwestycji ulega zmniejszeniu także poprzez: zmniejszenie zakresu ręcznych robót ziemnych, uniknięcie zgrzewania rur czy uniknięcie robót pomiarowych.

Podsumowując, technologia ma wiele zalet, chociaż należy też zwrócić uwagę na pewne wady i niedogodności z jakimi można mieć do czynienia przy jej stosowaniu. Na podstawie przeprowadzonych analiz sformułowano najważniejsze zalety i wady technologii Rauliner (tab. 2), jednak należy mieć na uwadze, że są one ze sobą trudno porównywalne i mają różne znaczenie przy realizacji inwestycji.

### Podsumowanie

W podsumowaniu można stwierdzić, że technologia Rauliner jest na pewno godną polecenia i popularyzowania metodą odnowy przewodów wodociągowych. Ma wiele bardzo istotnych zalet, chociaż należy też mieć na uwadze pewne problemy, jakie mogą się pojawić przy jej stosowaniu. Obecnie do najważniejszych autorzy zaliczają:

- konieczność używania specjalistycznych kształtek wymaga zwiększonego dozoru na placu budowy ze strony inwestora, a samego wykonawcę zmusza do zakupu drogiej armatury. Pominiecie specjalistycznych kształtek może powodować eksploatacyjne pro-

blemy z rurociągiem w przyszłości,

- w związku z problemami w wykonaniu przyłączy wodociągowych w przyszłości, należy stosowanie omawianej technologii szczególnie starannie rozpatrzyć w rejonach, gdzie prawdopodobny jest rozwój urbanistyczny (konieczność wykonania nowych wpięć wodociągowych w przyszłości),
  - utrudnione planowanie robót w tej technologii może powodować wydłużenie czasu robót od pierwotnie zakładanego,
  - wykonanie robót o wysokiej jakości (czyszczenie rurociągu) wymaga posiadania specjalistycznego i kosztownego sprzętu do frezowania i inspekcji CCTV.
- Technologia Rauliner dzięki specjalnej technice nawijania rury na bęben w pewnych warunkach terenowych (brak miejsca na wyłożenie rury, tereny zurbanizowane) jest często jedyną możliwą techniką odnowy sieci wodociągowej. Minimalne zajęcie pasa drogowego daje dużą przewagę nad technologiami konkurencyjnymi (Swagelining, Relining, Cracking) oraz techniką tradycyjną. Łatwość transportu materiału (100 m rurociągu średnicy DN400 na jednym bębnie) jest nieosiągalne dla innych technologii (dla porównania, do przewiezienia rur w systemie tradycyjnym potrzebny byłby ciężarowy samochód z naczepą i koparko-ładowarka do rozładunku). Technologia ta pozwala na redukcję kosztów związanych z wykonaniem odtworzenia nawierzchni (redukcja kosztów nawet o kilkaset procent) oraz na zredukowanie kosztów zajęcia pasa drogowego, co w

przypadku dużych inwestycji, może prowadzić do znacznych oszczędności.

### LITERATURA

- [1] Bykowski J., Jakubowicz J., Napierała M.: *Analiza finansowa zajęcia pasa drogowego w robotach sieciowych*. Gaz, Woda Tech. Sanit. 8/2013: 321-327.
- [2] Elzink W.: *Technologia Compact Pipe*. Inżynieria bezwykopowa. 4/2011, Wydawnictwo INŻYNIERIA Sp. z o.o., Kraków: 42-48.
- [3] Kuliczkowski A.: *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Wydawnictwo Seidel – Przywecki Sp. z o.o., Piaseczno. 2010:15-222.
- [4] Kuliczkowski A.: *Renowacja czy rekonstrukcja na przykładzie przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych*. INSTAL 1/2012:46-49.
- [5] Kuliczkowski A.: *Trwałość rozwiązań stosowanych w budowie i odnowie przewodów kanalizacyjnych*. INSTAL 3/2014:54-56.
- [6] Kuliczowska E.: *Bezwykopowe naprawy nieprzelazowych przewodów infrastruktury podziemnej. Cz. III. Bezwykopowe uszczelniania i naprawy sztywnymi powłokami i opaskami gumowymi*. INSTAL 5/2010: 44-47.
- [7] Kuliczkowski A., Kuliczowska E.: *Technologie bezwykopowej wymiany przewodów infrastruktury podziemnej*. INSTAL 11/2009: 74-81.
- [8] Kuliczkowski A., Kuliczowska E.: *Dobór bezwykopowych technologii przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych w warunkach polskich*. INSTAL 2/2010: 11-14.
- [9] Kuliczkowski A., Zwierzchowska A.: *Technologie bezwykopowe – połączenie ekonomii i ekologii*. Wydawnictwo Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, Kraków. 2010.
- [10] Łatawiec T.: *Wykłady z rur utwardzonych na miejscu i wykłady z rur ściśle pasowanych*. Inżynieria Bezwykopowa 2/2009. Wydawnictwo INŻYNIERIA Sp. z o.o., Kraków: 76-111.
- [11] Maruszczak M., Motylski M.: *Nowości i innowacje w systemach rur ściśle pasowanych*. Inżynieria Bezwykopowa 4/2006. Wydawnictwo INŻYNIERIA Sp. z o.o., Kraków: 44-46.
- [12] PN-EN 13689. *Zalecenia dotyczące klasyfikacji i projektowania systemów przewodów rurowych z tworzyw sztucznych stosowanych do renowacji*.