

## **KORZYŚCI Z INNOWACJI W SIECIACH WODOCIĄGOWYCH**

### **Zalety stosowania tworzyw sztucznych w sektorze wodno-kanalizacyjnym.**

*Celem przeprowadzonych badań była analiza ekonomicznych, ekologicznych i technicznych skutków stosowania tworzyw sztucznych w sieciach wodnokanalizacyjnych, dokonana za pomocą dokładnego rachunku kosztów i korzyści. Punktem wyjścia dla projektu było założenie, że sieci użyteczności publicznej są kluczowym czynnikiem, pozwalającym zagwarantować zadowalający poziom usług wszystkim obywatelom. Niski poziom innowacyjności i brak satysfakcjonujących rurociągów, innymi słowy brak działania w tym zakresie, sprawia, że wszyscy ponosimy określone straty, nie tylko finansowe, ale także społeczne oraz ekologiczne. Koszty niepodjęcia żadnych działań mają negatywny wpływ na sytuację gospodarczą oraz ekologiczną kraju, jak również na ogólny dobrobyt obywateli. Zastosowanie tworzyw sztucznych do budowy magistral wodociągowych i sieci kanalizacyjnych umożliwia znaczne oszczędności. W ramach niniejszego badania dokonano analizy sytuacji we Włoszech, gdzie korzyści płynące z zastosowania tworzyw sztucznych w branży wodno-kanalizacyjnej wynoszą 85 miliardów Euro.*

### **WSTĘP**

Dobrobyt, bogactwo i jakość życia obywateli są ściśle powiązane z infrastrukturą danego kraju. Sieci użyteczności publicznej (wodno-kanalizacyjne, gazowe, telekomunikacyjne i elektryczne) są kluczowymi czynnikami pozwalającymi zagwarantować satysfakcjonujący poziom usług dla wszystkich obywateli.

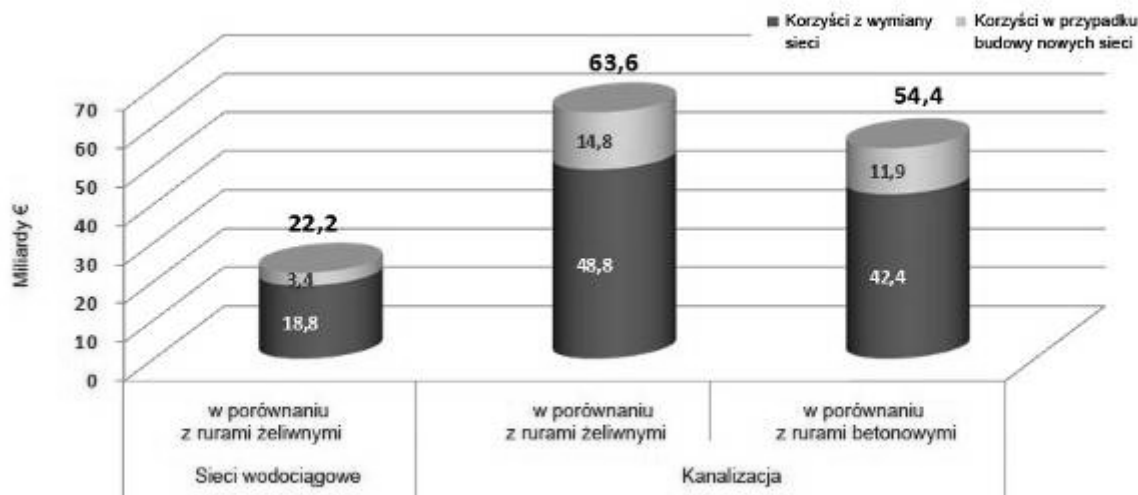
W wielu krajach, między innymi we Włoszech, występują znaczne braki i opóźnienia w zakresie infrastruktury, co w efekcie prowadzi do niskiej jakości usług i wysokich kosztów ponoszonych przez mieszkańców.

W ostatnich latach, rozwój i procesy unowocześniania rurociągów uległy spowolnieniu, lub zostały całkowicie zatrzymane wskutek biurokratycznych opóźnień, nie przykładania należytej wagi do prac badawczo-rozwojowych, brak przejrzystości, jeżeli chodzi o udzielanie zezwoleń, polityczną apatię, problemy z projektami, brak środków finansowych itd.

Niniejsza praca zawiera podsumowanie najważniejszych wyników większego badania, analizującego zalety stosowania tworzyw sztucznych do budowy magistral wodociągowych i sieci kanalizacyjnych we Włoszech. Korzyści płynące z unowocześnienia wodociągów we Włoszech obejmują oszczędności rzędu 22,2 miliardów Euro w przypadku zastosowania tworzyw sztucznych zamiast żelaza do budowy magistral wodociągowych. Oszczędności wynikające z zastosowania tworzyw sztucznych do budowy sieci kanalizacyjnych w porównaniu z rurami żelaznymi wyniosły 63,6 miliardy Euro, natomiast w porównaniu z cementem - 54,4 miliardy Euro (Rys.1).

---

\* Alessandro Marangoni jest profesorem Ekonomiki i Zarządzania Zakładami Użyteczności Publicznej [Utilities Economics and Management] na Uniwersytecie Bocconi w Mediolanie we Włoszech i dyrektorem Althesys Strategic Consultants.



Rys. 1: Korzyści wynikające z unowocześniania rurociągów (BPI)

## PROJEKT: CELE I ZAŁOŻENIA

### *Cel badania*

Celem przeprowadzonego badania była ocena ekonomicznych, ekologicznych i technicznych skutków stosowania różnych materiałów do budowy sieci wodno-kanalizacyjnych, dokonana za pomocą analizy rachunku kosztów i korzyści. Analiza taka musi wziąć pod uwagę kilka czynników:

- Różnego rodzaju wpływ: ekonomiczny, techniczny i ekologiczny
- Czynn timer czasu: wpływ danego rodzaju jest zależny od rozpatrywanego zakresu czasu
- Wykorzystanie sieci: do transportu wody pitnej lub ścieków

### *Założenia*

Nasze główne założenia były następujące:

- Wprowadzanie innowacji to kluczowy czynnik dla rozwoju infrastruktury
- Stosowanie tworzyw sztucznych do budowy wodociągów i sieci kanalizacyjnych stanowi zmianę technologiczną, poprawiającą funkcjonowanie i trwałość sieci
- Przyjęcie nowych technologii pozwoli zwiększyć niezawodność rurociągów
- Wszystkie te elementy prowadzą do znaczących korzyści dla włoskiej społeczności.

### *Zakres badania*

Badanie zostało przeprowadzone na jednorodnej grupie sieci, zarówno wodociągowych, jak i kanalizacyjnych. Pod uwagę brane były jedynie publiczne sieci wody pitnej i kanalizacyjne we Włoszech. W badaniu tym nie braliśmy pod uwagę sieci wewnętrznych, rolnych, przemysłowych ani prywatnych.

Pod uwagę braliśmy trzy grupy materiałów i cztery/pięć klas średnic (Rys. 2).

W naszej analizie rozważamy okres 50 lat, uważany zazwyczaj za okres wytrzymałości materiałów<sup>1</sup>. Żywotność różnych materiałów może być naturalnie dłuższa. Z ostrożności przyjęliśmy jednak 50 lat, zwłaszcza, że okresy rozpatrywane w analizach finansowych są z reguły krótsze.

Materiały		Średnica (mm)		
Rodzina	Typ	Rozmiar		Kanalizacja
Tworzywa sztuczne	PE	S	80-90	100-125
	PP			
	PVC	M	150-180	300-315
Żelwne	Żelwne	L	250-315	450-500
	Stalowe			
Betonowe	Cementowe	XL	500-630	600-630
	Betonowe			
	Gliniane	XXL	-	800

Rys. 2: Grupy materiałów i klasy średnic

## Metodologia

Projekt ten oparty jest na analizie kosztów i korzyści. Zastosowaliśmy go do systemów przemysłowych i gospodarczych, jak również do przedsięwzięć dotyczących zakładów przemysłowych.

W celu dokonania oceny Bilansu Innowacyjności Rurociągów (*Balance of Pipeline Innovation*) przeprowadzono dokładną analizę kosztów i korzyści, co pozwoliło określić bezpośrednio i pośrednio skutki zastosowania tworzyw sztucznych w różnych typach rurociągów.

Podstawowe założenie naszej pracy było takie, że zastosowanie tworzyw sztucznych do budowy rurociągów stanowi zmianę technologiczną, która pozwoli poprawić efektywność działania.

Rozważyliśmy różne kategorie kosztów/korzyści:

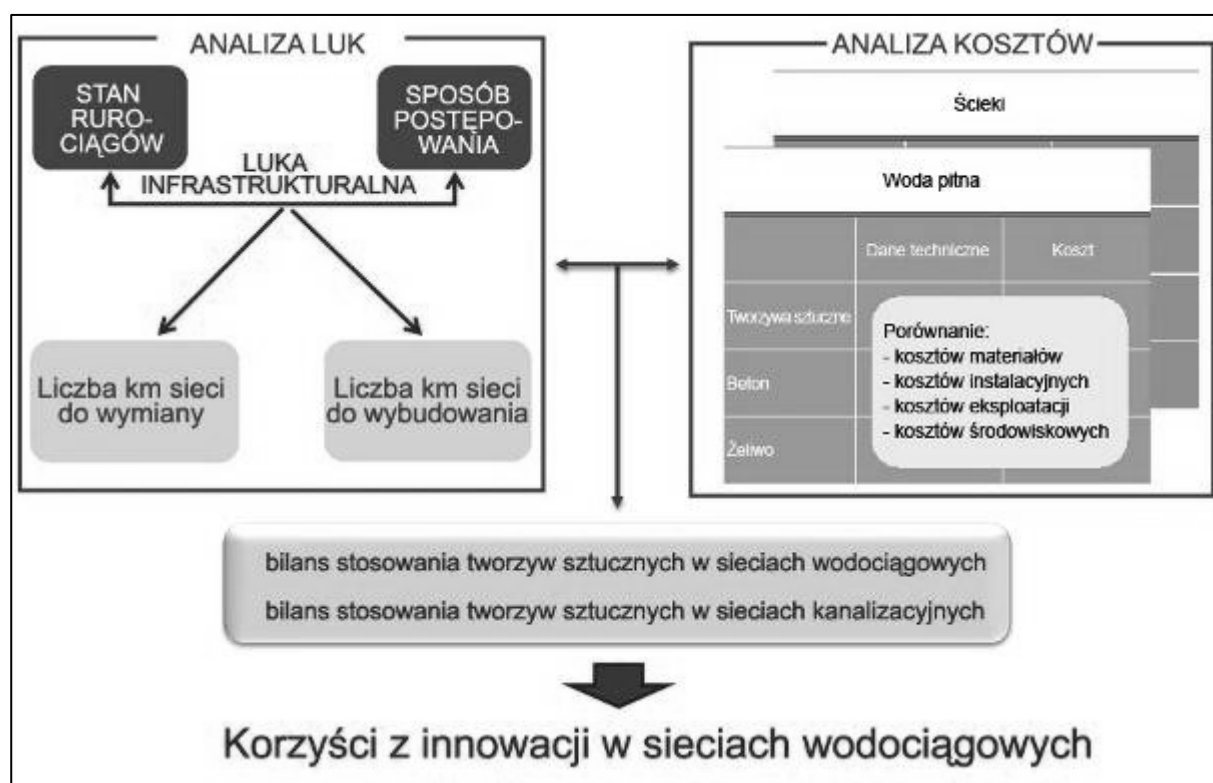
- Ekonomiczne: zyski (lub uniknięcie kosztów) i koszty (lub niezyskane korzyści) wynikające z zastosowania tworzyw sztucznych;
- Ekologiczne: finansowa ocena korzyści ekologicznych i społecznych (lub uniknięcia kosztów) i kosztów ekologicznych (lub niezyskania korzyści);
- Techniczne: finansowa ocena korzyści technicznych (lub uniknięcia kosztów) i kosztów technicznych (lub niezyskania korzyści).

<sup>1</sup>Według międzynarodowych przepisów EN-ISO 9080 wytrzymałość szacowana jest na podstawie krzywych regresji uzyskiwanych za pomocą Standardowej Metody Ekstrapolacji (Standard Extrapolation Method – SEM).

## Etapy analizy

Analiza składa się z kilku etapów (Rys. 3):

1. Analiza obecnego stanu sieci: pod kątem materiałów, wymiarów i efektywności działania, a także w odniesieniu do sytuacji w innych krajach.
2. Zdefiniowanie strategii działania na podstawie najlepszych krajowych praktyk i punktów odniesienia (*benchmarks*).
3. Zdefiniowanie luki infrastrukturalnej na podstawie liczby kilometrów sieci, które trzeba wybudować lub wymienić, poprzez porównanie stanu obecnych sieci ze strategią działania.
4. Analiza kosztów: dla każdej grupy materiałów porównujemy koszty w całym cyklu eksploatacji. Oznacza to, że pod uwagę wzięte zostaną wszystkie koszty (ekonomiczne i ekologiczne) poszczególnych materiałów, z których zbudowane są rurociągi i poszczególnych średnic w okresie 50 lat.
5. Bilans Innowacyjności Rurociągów: określenie różnicy pomiędzy kosztami i korzyściami wynikającymi ze stosowania tworzyw sztucznych zamiast tradycyjnych materiałów do budowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych.



Rys. 3: Etapy analizy

## RUROCIĄGI: STAN OBECNY

Analizujemy wyposażenie obecnych sieci w kilku krajach europejskich, a następnie skupiamy się na sytuacji we Włoszech. Ma to na celu porównanie stanu i efektywności działania sieci wodociągowych i kanalizacyjnych z sieciami w innych częściach Europy.

## Sytuacja w Europie

Analizujemy obecny stan sieci we Włoszech, Wielkiej Brytanii, Francji, Hiszpanii i Niemczech pod względem: długości rurociągów, przecieków (tylko dla sieci wodociągowych), zagęszczenia sieci na daną jednostkę powierzchni (km/km<sup>2</sup>) oraz na osobę (km/liczba mieszkańców).

W zakresie usług wodociągowych Włochy wypadają bardzo słabo. Sieci wodociągowe mają charakteryzują się wysokim współczynnikiem wycieków (około 38%-45%), w porównaniu z krajami europejskimi, w których odnotowano najlepsze wyniki: Niemcami (8%-15%) i Wielką Brytanią (15%-16%).

We Włoszech wycieki wody są na poziomie 3-4 bilionów m<sup>3</sup> rocznie, co kosztuje nasz kraj (na podstawie taryfy za dostarczenie wody pitnej obowiązującej we Włoszech) około 3.9–5.2 miliardów Euro rocznie.

Włochy znajdują się poniżej średniej europejskiej pod względem liczby kilometrów sieci wodociągowych na jednostkę powierzchni, jeśli rozważymy jednak długość sieci na osobę, sytuacja we Włoszech porównywalna jest z innymi krajami europejskimi.

Sytuacja we Włoszech jest gorsza, jeżeli chodzi o sieci kanalizacyjne. Biorąc pod uwagę poziom skanalizowania, to ilość sieci zarówno w przeliczeniu na jednostkę powierzchni jak i na osobę jest niewystarczająca w porównaniu z innymi krajami europejskimi.

Poniższe dane pokazują niezbędny poziom inwestycji w infrastrukturę rurociągową.

		Włochy	Wlk.Brytania	Francja	Hiszpania	Niemcy	
sieci wodociągowe (długość)		km	294.194	409.820	825.000	100.000	500.000
zużycie wody przez gospodarstwa domowe		million m <sup>3</sup>	4.102	7.054	6.276	5.299	5.409
nieszczelności (przeciekanie)		%	38%-45%	15%-16%	20%-22%	0	8%-15%
gęstość sieci	sieci (obszar)	km/km <sup>2</sup>	1,24	1,69	1,51	0,20	1,40
	długość sieci na osobę	km/1000inh	6,19	6,75	13,71	2,24	6,07

		Włochy	Wlk.Brytania	Francja	Hiszpania	Niemcy	
sieci kanalizacyjne (długość)		km	145.354	347.635	328.708	n.a.	486.000
gęstość sieci	sieci (obszar)	km/km <sup>2</sup>	0,61	1,43	0,60	n.a.	1,36
	długość sieci na osobę	km/1000inh	3,06	5,72	5,46	n.a.	5,90

Rys. 4: Zagęszczenie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych w niektórych krajach europejskich.

Źródło: szacunki własne na podstawie danych uzyskanych z: *Utilitatis, Inspekcji ds. Wody Pitnej, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Niemieckiego Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego ds. Gazu i Wody, Ofwat i danych Komisji Europejskiej.*

## Sytuacja we Włoszech

Stan infrastruktury we Włoszech jest bardzo różny w różnych regionach kraju. Sytuację można podsumować stosując Present State Index (PSI) [*współczynnik określający stan obecny*], w którym pod uwagę brane jest zagęszczenie sieci w stosunku do zakresu geograficznego. Jeżeli weźmiemy pod uwagę współczynnik PSI dla sieci wodociągowych, regiony północne, posiadające 2,4 km wodociągów na kilometr kwadratowy, są w dużo lepszej sytuacji niż regiony środkowe i południowe.

Podobne wnioski wyciągnęliśmy w odniesieniu do sieci kanalizacyjnej. Współczynnik PSI na północy kraju wynosi 1,4 km/km<sup>2</sup> (w porównaniu ze średnią we Włoszech, wynoszącą 1,0 km/km<sup>2</sup>).

W celu zdefiniowania obecnej sytuacji w zakresie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych we Włoszech, dokonujemy analizy Planów ATO<sup>2</sup>, dla około 25%-27% włoskiego społeczeństwa. Na podstawie takiej analizy obliczamy ilość sieci wodociągowych i kanalizacyjnych z danej grupy materiałów i o danej średnicy. Włoskie magistrale wodociągowe zbudowane są głównie z żelaza (62,1%) i tworzyw sztucznych (19,6%). Obserwuje się także znaczny udział cementu azbestowego, który, zgodnie z prawem, musi zostać wymieniony. Z kolei włoskie sieci kanalizacyjne zbudowane są głównie z różnego rodzaju materiałów cementowych (74,2%), w tym z kamionki, cementu azbestowego, czy żelbetonu. Tworzywa sztuczne, będące drugim najczęściej stosowanym materiałem, zastosowano do budowy 14,2% istniejących sieci. Obecność cementu azbestowego w sieciach kanalizacyjnych i wodociągowych wymaga pilnego opracowania programu wymiany rurociągów, który mógłby stać się bardzo dobrą okazją do zastosowania tworzyw sztucznych.

Średnice magistral wodociągowych są najczęściej małe (60–150 mm); z kolei średnice przewodów kanalizacyjnych są z reguły duże (>800 mm), przy czym maksymalne średnice wynoszą odpowiednio 180 i 250 mm.

Rys. 5: Sieci wody pitnej i sieci kanalizacyjne we Włoszech

		PÓŁNOC	CENTRUM	POŁUDNIE	WYSPY	WŁOCHY
Sieć wody pitnej	km	107.677	64.359	88.002	34.156	294.194
Obszar	km <sup>2</sup>	119.899	69.081	62.469	49.800	301.249
Wskaźnik (PSI)	km/km <sup>2</sup>	2,4	1,6	1,7	0,8	1,8

Źródło: Bluebook

		PÓŁNOC	CENTRUM	POŁUDNIE	WYSPY	WŁOCHY
Sieć kanalizacyjna	km	55.823	28.450	41.475	19.606	145.354
Obszar	km <sup>2</sup>	119.899	69.081	62.469	49.800	301.249
Wskaźnik (PSI)	km/km <sup>2</sup>	1,4	0,8	0,9	0,5	1,0

Źródło: Bluebook

<sup>2</sup> ATO Plan jest oficjalnym planem strategicznym, opracowywanym przez wszystkie lokalne urzędy ds. wodno-kanalizacyjnych we Włoszech. Według prawa włoskiego 36/1994 (Prawo Galli), Włochy podzielone są na 92 ATO (Ambito Territoriale Ottimale), które można zdefiniować jako optymalne obszary dla gospodarki wodnej.

## Luka infrastrukturalna

W niniejszym rozdziale dokonujemy obliczenia ilości sieci kanalizacyjnych, jakie należy zbudować lub wymienić, dla w obecnej sieci rurociągów we Włoszech.

### **Budowa nowych rurociągów**

Luka infrastrukturalna dla nowych rurociągów obliczana jest poprzez przyjęcie - jako celu naszej strategii działania - parametrów infrastrukturalnych takiego obszaru we Włoszech, który osiąga najlepsze wyniki w tym zakresie.

Założenie to jest bardzo ostrożne, ponieważ obejmuje ono cel minimalny. Cel ten nie jest wystarczający, by osiągnąć rezultat na poziomie średnich wyników notowanych w innych krajach europejskich, jednak pozwala zmniejszyć lukę infrastrukturalną we Włoszech.

Zgodnie z przyjętą hipotezą, lepsze wyposażenie włoskich sieci może polepszyć skuteczność ich funkcjonowania w zakresie bezpieczeństwa, współczynnika przeciekania, jakości usług, zwiększonej dostępności dla ludności i oszczędności finansowych.

Celem naszej strategii działania jest osiągnięcie poziomu, na jakim w tej chwili znajduje się infrastruktura w Północnych Włoszech, który określamy Wzorcowym Współczynnikiem PSI (*PSI Benchmark*). Aby przełożyć ten parametr na ilość kilometrów nowej sieci, zastosujemy współczynnik wzorcowy PSI [*PSI Benchmark*] do całego obszaru Włoch, ważony według liczby ludności.

Wytłumaczone to zostało w następującym wzorze:

$$\sum_i (PSI_{Benchmark} - PSI_i) \cdot Km_i^2 \cdot \frac{POP_i}{POP_{Benchmark}}$$

Gdzie:

$i$  = Środek, Wschód, Wyspa

$PSI_{Benchmark}$  = PSI Północnych Włoch

$PSI_i$  = PSI obszaru  $i$

$Km_i^2$  = Zasięg obszaru  $i$

$POP_i$  = Ludność obszaru  $i$

$POP_{Benchmark}$  = Ludność Północnych Włoch.

Jeśli zastosujemy ten wzór we Włoszech, otrzymujemy lukę infrastrukturalną wynoszącą 30.247 km dla sieci wodociągowych i 20.606 km dla sieci kanalizacyjnych.

### **Wymiana istniejących sieci**

Aby obliczyć ilość kilometrów starych sieci, które należy wymienić, przyjmujemy odpowiedni współczynnik wymiany sieci we Włoszech na podstawie wybranych planów ATO, obejmujących około 25%-27% ludności Włoch, odpowiednio dla sieci wodociągowych i sieci kanalizacyjnych.

Współczynnik ten stosujemy do wszystkich sieci we Włoszech, zarówno wodociągowych jak i kanalizacyjnych.

Z naszej analizy planów wynika, że 42,5% istniejących obecnie sieci wodociągowych i 31,6% sieci kanalizacyjnych należy wymienić w ciągu 50 lat.

Oznacza to wymianę 125.000 km ze wszystkich sieci wodociągowych we Włoszech i 46.000 km ze wszystkich sieci kanalizacyjnych na przestrzeni 50 lat.

## ANALIZA KOSZTÓW

Ta część badania dotyczy analizy kosztów. Dla każdej grupy materiałów porównujemy koszty w cyklu eksploatacji. Oznacza to, że bierzemy pod uwagę wszystkie koszty jednostkowe (€/km) poszczególnych materiałów stosowanych do budowy rurociągów i różnych średnic na przestrzeni 50 lat. Wyróżniamy co najmniej 4 klasy kosztów, pokazane na rysunku 6.

Rys. 6: Klasy kosztów

Koszty materiałów	Koszty konstrukcyjne	Koszty eksploatacji	Koszty środowiskowe
<ul style="list-style-type: none"><li>• Koszty rur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koszty "terenowe"</li><li>• Koszty instalacyjne</li><li>• Dodatkowe obciążenia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Liczba awarii</li><li>• Koszty eksploatacji</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zużycie energii</li><li>• Zewnętrzne koszty "terenowe"</li><li>• Zewnętrzne koszty eksploatacji</li></ul>

### **Koszty materiałów**

Koszty materiałów obejmują koszty rur z różnych materiałów i o różnych średnicach. W celu określenia średniej ceny dla każdej klasy średnic i każdej grupy materiałów, przeprowadziliśmy ankiety wśród 20 różnych włoskich dostawców rur.

### **Koszty budowlane**

Koszty budowlane wyliczono na podstawie analizy kilku studiów przypadku (*case studies*) i specyfikacji opracowanych przez włoskie przedsiębiorstwa użyteczności publicznej. Zostały one wyliczone poprzez zsumowanie pozycji kosztowych dla każdego etapu (Rys. 7) tradycyjnego przedsięwzięcia budowlanego, zarówno dla różnych materiałów, jak i dla różnych średnic. Korzyści wynikające z zastosowania tworzyw sztucznych są bardzo duże, a zastosowanie technologii bezwykopowych może je nawet zwiększyć. Przyjeliśmy więc, że technologia bezwykopowa zastosowana zostanie w 30%, tylko dla tworzyw sztucznych. Założenie to nie odzwierciedla obecnej sytuacji we Włoszech, gdzie udział technologii bezwykopowych wynosi zaledwie 5%, jednak odpowiada sytuacji w Europie i pokazuje, co można by osiągnąć we Włoszech.



Rys. 7: Pozycje kosztowe i technologie

Technologie Tradycyjne			Technologie bezwykopowe			
Klasa	Pozycje kosztów	€/km	Klasa	Technika	Oszczędność	
Koszty "drogowe"	cięcie asfaltu	W zależności od różnych lokalizacji i różnych czynników (warunków) pod ziemią.	Renowacja	"slip lining"	30-50%	
	wykop			"compact pipe"	20-30%	
	ponowne wypełnianie				"roll-down"	10-20%
	podłoże tymczasowe i końcowe		Koszty instalacyjne	Wymiana	kruszenie rur	20-30%
	transport				rozcinanie rur	20-30%
gospodarka odpadami	Dodatkowe		Odnowa		utwardzanie rur na miejscu	15%
koszty położenia rur				badania		
instalacja rur			aktualizacja pomiarów terenu			
koszty spawania			koszty bezpieczeństwa			
koszty techniczne			koszty administracyjne			
	testowanie					
	ochrona katodowa					

Źródło: własne wyliczenie na podstawie studiów przypadku, rozmów z generalnymi wykonawcami i danych przedsiębiorstw użyteczności publicznej

Na podstawie analizy studiów przypadku i rozmów z wykonawcami oceniamy, że zastosowanie technik bezwykopowych oznacza dodatkowe zmniejszenie kosztów budowlanych o około 20%-25%.

### **Koszty utrzymania i eksploatacji**

Koszty utrzymania i eksploatacji zależą od ilości awarii poszczególnych materiałów i od kosztów naprawy. Ilość awarii, pokazana na Rys. 8, podana została na podstawie danych międzynarodowych, ważonych w odniesieniu do obecnych awarii rurociągów we Włoszech dla poszczególnych materiałów. Koszty naprawy wynikają z kosztów przewidzianych w specyfikacjach opracowanych przez włoskie przedsiębiorstwa użyteczności publicznej.

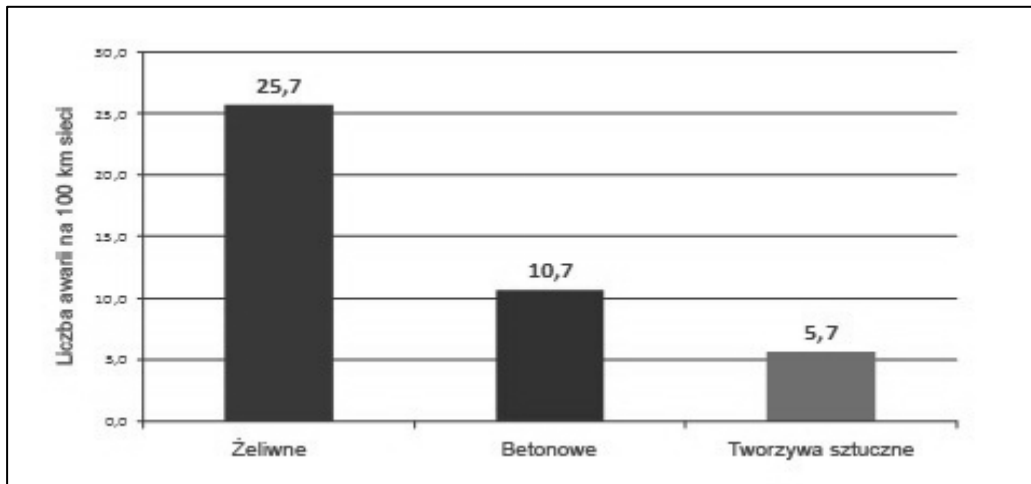
### **Koszty ekologiczne**

Koszty ekologiczne wynikają ze skutków zewnętrznych dwojakiego rodzaju. Po pierwsze, jest to wpływ na środowisko na etapie produkcji rur, biorąc pod uwagę zużycie energii.

Wychodząc od danych na temat zużycia energii, przeliczamy je na ilość energii elektrycznej i emisję dwutlenku węgla, określone według cen podanych w certyfikatach emisji. Wyprodukowanie jednego kilometra rur z tworzyw sztucznych w miejsce żelaza oznacza oszczędność rzędu około 33-249 ton (w zależności od średnicy rury) emisji dwutlenku węgla. Drugi rodzaj kosztów ekologicznych bierze pod uwagę zewnętrzne skutki działań instalacyjnych i eksploatacji. Odnosi się on zwłaszcza do wpływu transportu rur na miejsce budowy<sup>3</sup>, biorąc pod uwagę następujące koszty: wypadków, hałasu, zanieczyszczenia, zmiany klimatu, zmian natury i krajobrazu i efektów miejskich. Zgodnie z założeniami przyjętymi w poprzednim rozdziale, zastosowanie technologii bezwykopowych może dać dodatkowe oszczędności w odniesieniu do takich zewnętrznych kosztów operacyjnych.

<sup>3</sup>Zob. wartości INFRAS oszacowane w dokumencie: "Les couts externs des Transports. Etude d'actualisation ", 2004

Rys. 8: Liczba awarii dla poszczególnych grup materiałów



Źródło: wyliczenia własne oparte na danych z DVGW, Spółki Wodociągowej z Arhus i UKWIR

### **Korzyści wynikające z unowocześniania rurociągów**

Na koniec obliczamy Bilans Innowacyjności Rurociągów, którego wynik umożliwi obliczenie Korzyści z Innowacyjności Rurociągów (*Benefit of Pipeline Innovation (BPI)*). Aby ocenić koszty budowy nowych i wymiany starych rurociągów, przyjmujemy koszty jednostkowe dla każdej grupy materiałów w stosunku do luki infrastrukturalnej (155.300 km sieci wodociągowych i 66.600 km sieci kanalizacyjnych), ważone w zależności od średnic. Następnie obliczamy różnicę pomiędzy kosztami zmniejszenia luki infrastrukturalnej przy użyciu tworzyw sztucznych i materiałów tradycyjnych. Dla sieci wodociągowych, BPI wynika z porównania tworzyw sztucznych z żelazem; dla sieci kanalizacyjnych współczynnik BPI otrzymujemy na podstawie porównania tworzyw sztucznych z żelazem i cementem.. Innowacje z zastosowaniem tworzyw sztucznych pozwalają na ogromne oszczędności (BPI) (Rys.9):

- Oszczędności uzyskane dzięki zastosowaniu tworzyw sztucznych w miejsce żelaza do budowy sieci wodociągowych wynoszą 22,2 miliardów Euro
- Oszczędności uzyskane dzięki zastosowaniu tworzyw sztucznych w miejsce żelaza i cementu do budowy sieci kanalizacyjnych wynoszą odpowiednio 63,6 miliardów Euro i 54,4 miliardów Euro.

### **Współczynnik BPI - materiały**

Rury z tworzyw sztucznych są tańsze w porównaniu z żelaznymi tak dla magistral wodociągowych (800 milionów Euro), jak i dla sieci kanalizacyjnych (5,9 miliardów Euro). Odwrotna sytuacja występuje, jeśli porównamy je z rurami cementowymi (-900 milionów Euro).

### **Współczynnik BPI – koszty budowy**

Koszty instalacji rur z tworzyw sztucznych są niższe niż rur żelaznych (4,4 miliardów Euro dla magistral wodociągowych i 16 miliardów Euro dla sieci kanalizacyjnych) i cementowych (14,1 miliardów Euro dla sieci kanalizacyjnych). Oszczędności wynikają po części z zastosowania technologii bezwykopowych.

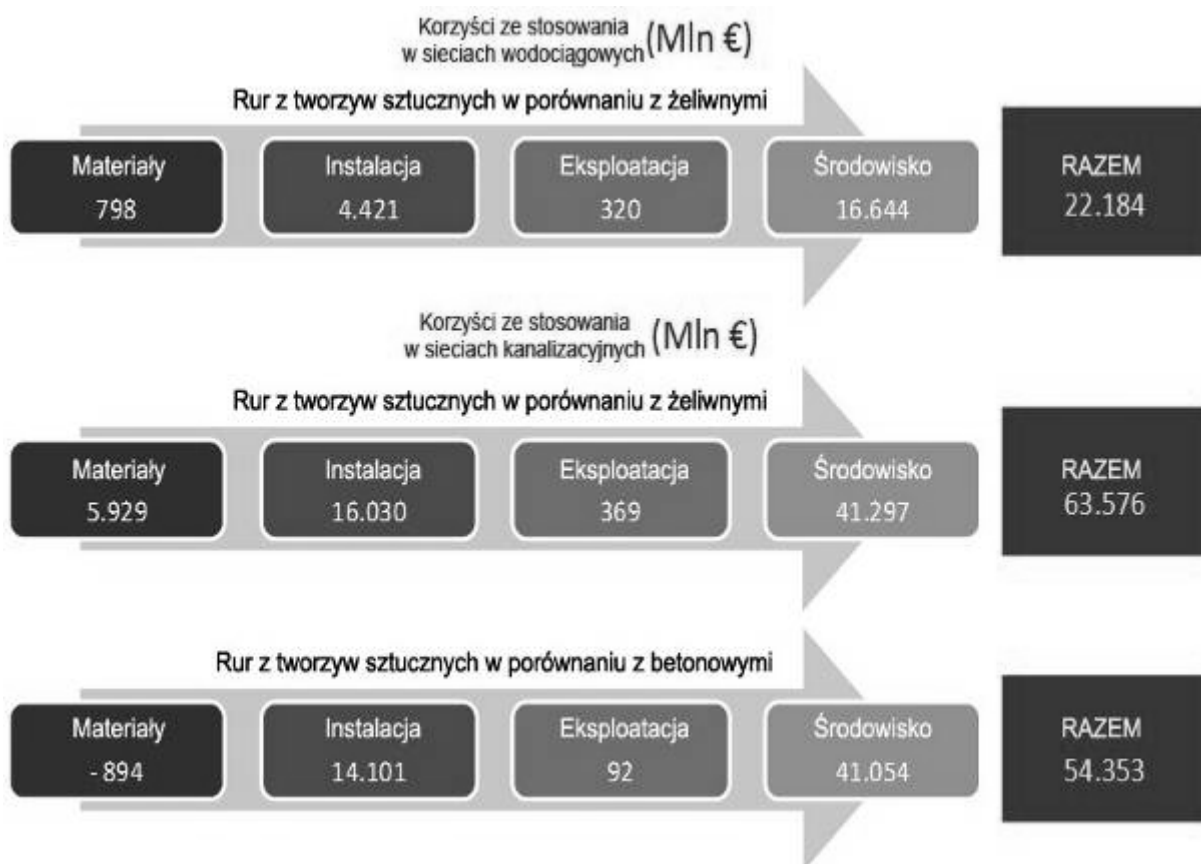
### **Współczynnik BPI – koszty utrzymania i eksploatacji**

Koszty naprawy rur z tworzyw sztucznych są niższe, zwłaszcza w porównaniu z rurami żelaznymi (321 milionów Euro dla magistral wodociągowych i 370 milionów Euro dla sieci kanalizacyjnych); oszczędności w porównaniu z rurami cementowymi są mniejsze (92 miliony Euro). Wynika to głównie z udowodnionej, dużo wyższej awaryjności rur żelaznych.

### Współczynnik BPI – koszty ekologiczne

Współczynnik BPI dla kosztów ekologicznych wskazuje na najbardziej istotne oszczędności. Wynika to głównie ze zmniejszenia wielkości placów budowy w przypadku układania rur z tworzyw sztucznych. Produkcja rur tworzywowych zapewnia także znaczną oszczędność energii. Co więcej, jeśli rozważymy zastosowanie technologii bezwykopowej tam, gdzie to możliwe, prawdopodobne jest uzyskanie jeszcze większych oszczędności. Współczynnik BPI obliczony w odniesieniu do kosztów ekologicznych wynosi 16,6 miliardów Euro dla sieci wodociągowych wykonanych z tworzyw sztucznych (w porównaniu z żelaznymi) i około 41 miliardów Euro dla sieci kanalizacyjnych wykonanych z tworzyw sztucznych (w porównaniu z żelazem i cementem).

Rys 9: Korzyści wynikające z unowocześniania rurociągów



## WNIOSKI I ZALECENIA

Podsumowując, nasze badanie prowadzi do następujących wniosków:

- Zastosowanie tworzyw sztucznych do budowy sieci wodnych i kanalizacyjnych zapewnia uzyskanie znacznych oszczędności.
- W przypadku Włoch, można zaoszczędzić 22,2 miliardy Euro budując sieci wodociągowe z tworzyw sztucznych, a nie z żelaza. Korzyści wynikające z zastosowania tworzyw sztucznych do budowy sieci kanalizacyjnych wynieść mogą 63,6 miliardów Euro w porównaniu z żelazem i 54,4 miliardów Euro w porównaniu z cementem.
- Koszty nieinwestowania zwiększają się w czasie – koszty wycieków we Włoszech wynoszą obecnie 3,9 - 5,2 miliardów Euro rocznie.
- Technologie bezwykopowe to doskonała szansa dla przedsiębiorstw użyteczności publicznej. Dzięki ich zastosowaniu można jeszcze bardziej zwiększyć ogromne korzyści stosowania rur z tworzyw sztucznych.
- Z punktu widzenia przedsiębiorstw użyteczności publicznej, zastosowanie analizy kosztów całkowitych w miejsce analizy tradycyjnej może mieć ogromny wpływ na podejmowane decyzje inwestycyjne. Jednostkowe BPI (Rys. 10) pokazuje różne grupy kosztów/korzyści dla każdego kilometra ułożonej sieci.
- Odniesienie do kosztów materiałowych nie daje pełnego obrazu korzyści, wynikających z zastosowania tworzyw sztucznych do budowy rur – są one tańsze niż rury żelazne, jednak droższe niż rury cementowe.
- Zalety zastosowania tworzyw sztucznych widać wyraźnie, kiedy rozważymy nie tylko koszty materiałów, ale także koszty budowy, utrzymania i eksploatacji oraz koszty ekologiczne.
- Zakłady użyteczności publicznej powinny wziąć także pod uwagę wpływ zastosowanych materiałów na jakość usług i środowiska.
- W niektórych krajach, na przykład we Włoszech, rozwiązania przyjazne środowisku nie są ciągle brane pod uwagę przez firmy odpowiedzialne za budowę rurociągów, ponieważ dodatkowe koszty takich rozwiązań nie są uwzględniane przez administrację publiczną. Przetargi na budowę rurociągów powinny obejmować również kryteria oceniające finansowe korzyści wynikające z zastosowania rozwiązań przyjaznych środowisku.
- Dane przedstawione w niniejszej pracy odnoszą się do sytuacji we Włoszech, jednak podejście takie może być z powodzeniem wprowadzone w innych krajach. Powinno być ono zwłaszcza interesujące dla tych krajów (jak na przykład niektóre kraje w Europie Wschodniej), w których potrzebne są ogromne inwestycje w sieci użyteczności publicznej i decydenci na poziomie krajowym i międzynarodowym muszą zdecydować, w co i w jaki sposób najlepiej inwestować.

Rys. 10: Korzyści wynikające z unowocześniania rurociągów



*alessandro.marangoninibocconi.it*