

**Marian KWIETNIEWSKI, Katarzyna MISZTA – KRUK,  
Agnieszka OSIECKA, Joanna PARADA**

*Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków  
Wydział Inżynierii Środowiska  
Politechnika Warszawska  
Warszawa*

## **TECHNOLOGIE ODNOWY KOMUNALNYCH SIECI WODOCIĄGOWYCH W POLSCE W LATACH 2000 – 2005 W ŚWIETLE DANYCH Z EKSPLOATACJI**

**REHABILITATION TECHNOLOGIES OF MUNICIPAL  
WATER SUPPLY NETWORKS IN POLAND WITHIN YEARS 2000-2005  
BASED ON OPERATIONAL DATA**

*Application scopes of various rehabilitation technologies in water supply networks within years 2000-2005 were analysed based on survey conducted in waterworks utility companies in Poland. Within rehabilitation technologies dominates pipes exchanging in traditional trench technique although large part has also renovation. Serious failures of pipes are key criteria for making decision on renewal. Thermoplastic materials has a significant share in network construction. The present survey confirms trends have been observing from 1995 up to now in the field of water pipelines renewal.*

### **1. Wprowadzenie**

Od początku lat 90. ubiegłego wieku obserwuje się w Polsce ciągły rozwój technologii odnowy sieci wodociągowych oraz coraz szerszy zakres ich stosowania. Podobnie dzieje się w obszarze rozwiązań materiałowych, które są stosowane do budowy sieci wodociągowych. Można również zauważyć ogromną konkurencję zarówno wśród wykonawców technologii odnowy jak i wśród producentów rur i wyposażenia technicznego sieci. Świadczą o tym między innymi coraz to nowsze technologie i materiały prezentowane na targach branżowych. Zapewnia to w oczywisty sposób wysoką jakość odnowy przewodów wodociągowych [5].

Postęp w rozwoju technologii odnowy sieci wodociągowych w Polsce jest monitorowany przez Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków Politechniki

Warszawskiej od 1990 roku [1,2,3]. Bieżące badania, których część wyników zawiera niniejszy referat, obejmują lata 2000 – 2005.

## 2. Zakres badań

Badania obejmowały zakres wdrażania różnych technologii odnowy przewodów wodociągowych z uwzględnieniem materiałów stosowanych do budowy tych przewodów w wodociągach komunalnych w Polsce.

Źródłem danych były głównie przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji. Część informacji zebrano także w wydziałach planowania inwestycji w urzędach miejskich. Doświadczenia uzyskane podczas zbierania danych pokazują jednocześnie, iż ewidencja obiektów i sieci wodociągowych w wielu przedsiębiorstwach są jeszcze niepełne. Często także brak jest wielu informacji istotnych do prowadzenia planowej eksploatacji tych obiektów. Nadzieją na poprawę tego stanu rzeczy jest coraz większe zaangażowanie przedsiębiorstw wodociągowych we wdrażanie komputerowych baz danych typu GIS. Obecnie już co drugie duże przedsiębiorstwo wprowadza te bazy do swojej działalności. Ponadto są one wykorzystywane jako wspólne platformy dla innych systemów wspomagających eksploatację i zarządzanie majątkiem przedsiębiorstwa.

Badaniami objęto ok. 19 tys. km sieci wodociągowych, które obsługiwały ok. 32% mieszkańców korzystających z wodociągów zbiorczych.

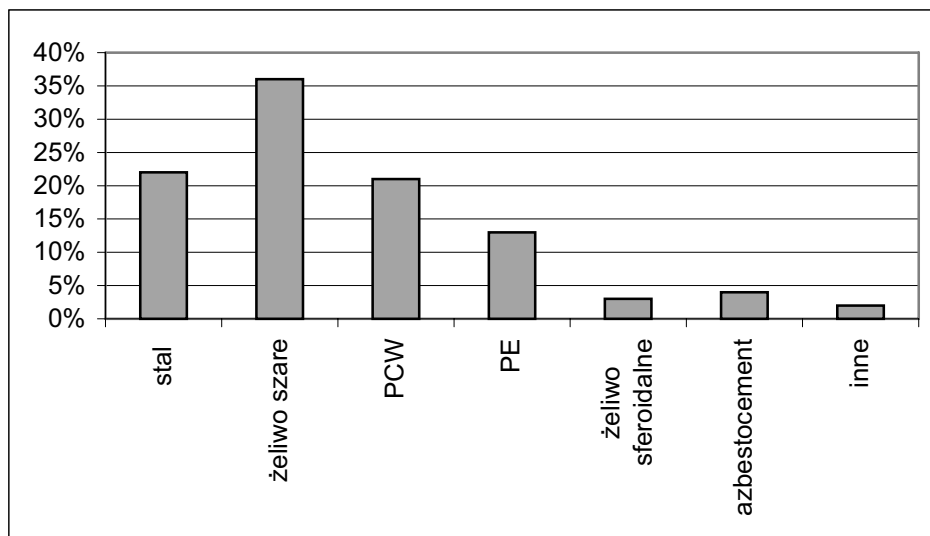
Oceniając ilość zebranych informacji można stwierdzić, że obejmują one znaczny zasięg działania komunalnych wodociągów w Polsce.

Stan odnowy przewodów wodociągowych oceniano pod kątem:

- zakresu odnowy tj. rodzaju i zakresu stosowanych technologii,
- rodzaju materiałów przewodów poddawanych odnowie i materiałów nowych przewodów po odnowie,
- kryteriów podejmowania decyzji o odnowie przewodów.

## 3. Struktura materiałowa sieci wodociągowych

Ostatnie dostępne badania [4] pokazują, iż w strukturze materiałowej sieci wodociągowych nadal dominuje żeliwo szare (rys 1).



Rys. 1 Struktura materiałowa sieci wodociągowych w 2003r.

Fig. 1. Material structure of water supply networks in 2003

Z rys. 1 wynika, iż materiały, z których wykonane są sieci wodociągowe, można sklasyfikować pod kątem udziału w strukturze sieci jak niżej:

1. żeliwo szare – 36,0 %,
2. stal – 22,0%,
3. PCW – 21,0%,
4. PE – 13,0%,
5. azb-cem – 4,0%,
6. żeliwo sferoidalne – 3,0%

udział innych materiałów (żelbet, beton) wynosi ok. 2%.

Analizując wyniki prezentowane na diagramie można zauważyć, iż obok żeliwa szarego, w strukturze materiałowej sieci wodociągowych znaczny udział mają stal oraz tworzywa termoplastyczne tj. PCW i PE. Na szczególne podkreślenie zasługuje duży udział rur z PE, który jest efektem wdrażania tego materiału głównie do budowy przyłączy wodociągowych w ostatnich latach.

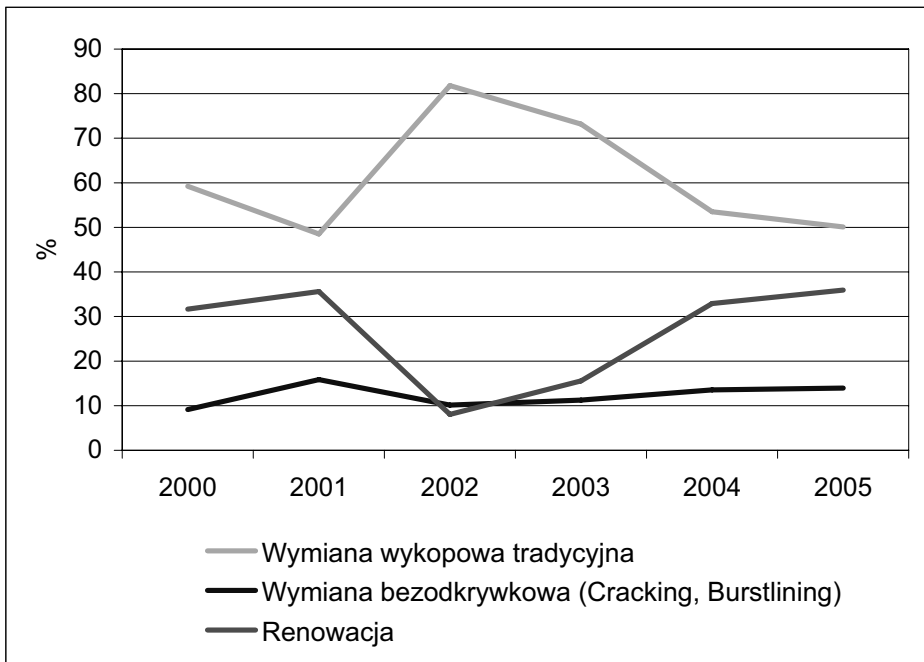
#### 4. Technologie odnowy i zakres ich stosowania

W okresie od 2000 do 2005 r. odnowiono 488,139 km przewodów tj. 2,6 % badanych sieci wodociągowych. Do odnowy przewodów stosowano różne technologie, a w tym przede wszystkim tradycyjną wymianę wykopową. Wszystkie technologie i długość odnowionych sieci podano w sposób zbiorczy w tabeli 1. Natomiast na rys. 2 przedstawiono trendy w odniesieniu do poszczególnych technologii w latach 2000-2005.

Tab. 1. Zakres wykorzystania technologii odnowy przewodów komunalnych sieci wodociągowych.

Tab. 1. The scope of application of rehabilitation technologies of communal water supply networks

Technologia odnowy	Dług, odnowionych przewodów, km	Dług, odnowionych przewodów, %
A Wymiana tradycyjna wykopowa	288,589	59,1
B Renowacja	138,26	28,2
w tym:		
1. Natryskiwanie zaprawy cementowej	122,490	25,0
2. Wykładanie rurą ciasno pasowaną np. U-liner, Compact pipe	7,370	1,5
3. Relining długimi rurami	8,400	1,7
C Wymiana bezwykopowa (berstlining, cracking)	61,290	12,7
RAZEM	488,139	100



Rys. 2. Technologie odnowy przewodów wodociągowych w latach 2000-2005

Fig. 2. Rehabilitation technologies of water supply networks within the years 2000-2005

Wyniki zawarte w tabeli 1 i zilustrowane na rys. 2 pokazują wyraźnie, iż tradycyjna wymiana wykopowa i renowacja poprzez pokrywanie zaprawą cementową powierzchni wewnętrznej rur to dwie wiodące technologie odnowy przewodów wodociągowych. Tradycyjnie wymieniono blisko 60%, a cementowaniu poddano 25% długości odnawianych przewodów wodociągowych. W ramach renowacji stosowano również relining długimi rurami i wykładanie rurą ciasno pasowaną, ale w niewielkim zakresie.

Z rys. 1 wynika, iż w badanym okresie systematycznie wzrastała długość odnawianych sieci wodociągowych. Można jednocześnie zauważyć charakterystyczny spadek wykorzystania renowacji w okresie 2001 – 2002 na korzyść tradycyjnej wymiany wykopowej. Po roku 2002 relacje są odwrotne, zmniejsza się udział wymiany wykopowej, a wzrasta udział renowacji. Generalnie zaś, widać tendencję malejącą w odniesieniu do wymiany wykopowej, a rosnącą w przypadku renowacji.

Z punktu widzenia oceny stanu odnowy komunalnych sieci wodociągowych, istotny jest materiał przewodów starych poddawanych odnowie. W związku z tym, przeanalizowano strukturę materiałową przewodów odnawianych najczęściej stosowaną technologią tradycyjnej wymiany wykopowej, a jej wyniki przedstawiono w tabeli 2

Tab. 2. *Struktura materiałowa przewodów wodociągowych poddawanych odnowie.*

Tabl.2. *Material structure of water supply networks being renovated*

Lp.	Materiał odnawianych przewodów	Długość odnawianych przewodów [m]	% długości odnawianych przewodów
1	Azbestocement	168352	34,48
2	Stal	166592	34,13
3	Żeliwo szare	132027	27,05
4	PCW	11028	2,26
5	PE	5410	1,11
6	Żeliwo sferoidalne	4730	0,97
Razem		488139	100%

Z powyższego zestawienia wynika, iż wymieniano głównie przewody azbestocementowe, stalowe i z żeliwa szarego. W sumie ta grupa przewodów stanowiła 95,6% długości wszystkich przewodów odnawianych techniką wykopową.

Uszczegółowieniem oceny stanu odnowy jest analiza stosowanych technologii w powiązaniu z rodzajem materiału odnawianych przewodów. Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Zakres stosowania technologii odnowy w zależności od rodzaju materiału odnawianych przewodów

Tab. 3. The scope of application of rehabilitation technologies vs pipeline material

Material przewo- du	Technologia odnowy	Długości odnowio- nych przewodów [km]	Długości odnowio- nych przewodów [%]
stal	A. tradycyjna wykopowa	42,21	25,34
	B. renowacja w tym:	123,77	74,30
	1. cementowanie	117,51	70,54
	2. wykładanie rurą ciasno pasowa- ną.(U-liner, Compact pipe)	5,91	3,55
	3. wykładanie rurą ciągłą (relining długimi rurami)	0,35	0,21
	C. wymiana bezwykopowa	0,61	0,37
<b>razem</b>		<b>166,59</b>	100,00
żeliwo szare	A. tradycyjna wykopowa	118,49	89,74
	B. renowacja w tym:	12,54	9,50
	1. cementowanie	4,98	3,77
	2. wykładanie rurą ciasno pasowa- ną.(U-liner, Compact pipe)	1,46	1,11
	3. wykładanie rurą ciągłą (relining długimi rurami)	6,10	4,62
	C. wymiana bezwykopowa	1,00	0,76
<b>Razem</b>		<b>132,03</b>	100,00
żeliwo sferoidalne	A. tradycyjna wykopowa	4,73	100,00
PCW	A. tradycyjna wykopowa	11,03	100,00
PE	A. tradycyjna wykopowa	4,91	90,76
	C. wymiana bezwykopowa	0,50	9,24
<b>Razem</b>		<b>5,41</b>	100,00
AC	A. tradycyjna wykopowa	107,22	63,69
	B. renowacja - wykładanie rurą ciągłą (relining długimi rurami)	1,95	1,16
	C. wymiana bezwykopowa	59,18	35,15
<b>razem</b>		<b>168,35</b>	100,00

Wyniki zamieszczone w tabeli 3 pokazują, iż przewody wykonane z żeliwa szarego, żeliwa sferoidalnego, PCW i PE były odnawiane prawie w całości tradycyjną techniką wykopową. Również przewody azbestocementowe w większej części były wymieniane tradycyjnie. Natomiast do odnowy przewodów stalowych stosowano głównie renowację, a dokładnie cementowanie. Jednakże w przypadku tych przewodów wymiana wykopowa też miała swój istotny udział, wymieniono tą technologią ¼ przewodów wykonanych ze stali. Charakterystyczne jest również to, że duża część sieci wodociągowej wykonanej z azbestocementu była wymieniana na nową technikami bezwykopowymi co można uzasadnić koniecznością zminimalizowania szkodliwego oddziaływania azbestu na człowieka i jego środowisko.

Interesująca jest odpowiedź na pytanie, jaki materiał był wybierany na nowe przewody. Przeanalizowano więc strukturę przewodów po odnowie w zakresie wymiany wykopowej, która była dominującą technologią. Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. *Struktura materiałowa nowych przewodów wodociągowych po wymianie tradycyjnej wykopowej*

Tab. 4. *Material structure of water supply networks after rehabilitation by traditional excavation technology*

Materiał odnawianych przewodów	Długość przewodów po wymianie wykopowej [km]				% przewodów po wymianie wykopowej			
	żeliwo sferoidalne	PCW	PE	razem	żeliwo sferoidalne	PCW	PE	razem
stal	6,724	3,038	98,703	108,465	6,20	2,80	91,00	100
żeliwo szare	69,104	3,54	45,969	118,613	58,26	2,98	38,76	100
PCW	1,25	0,3	0,05	1,6	78,13	18,75	3,13	100
PE	0,06	-	81,592	81,652	0,07	-	99,93	100
AC	28,605	4,757	38,536	71,898	39,79	6,62	53,60	100
Inne	-	-	0,9	0,9	-	-	100	100

Z tabeli 4 wynika, iż stare przewody były wymieniane głównie na przewody: z PE (prawie 70% długości przewodów), z żeliwa sferoidalnego (27,6%) i w niewielkim zakresie na przewody z PCW (nieco ponad 3% długości wymienianych przewodów).

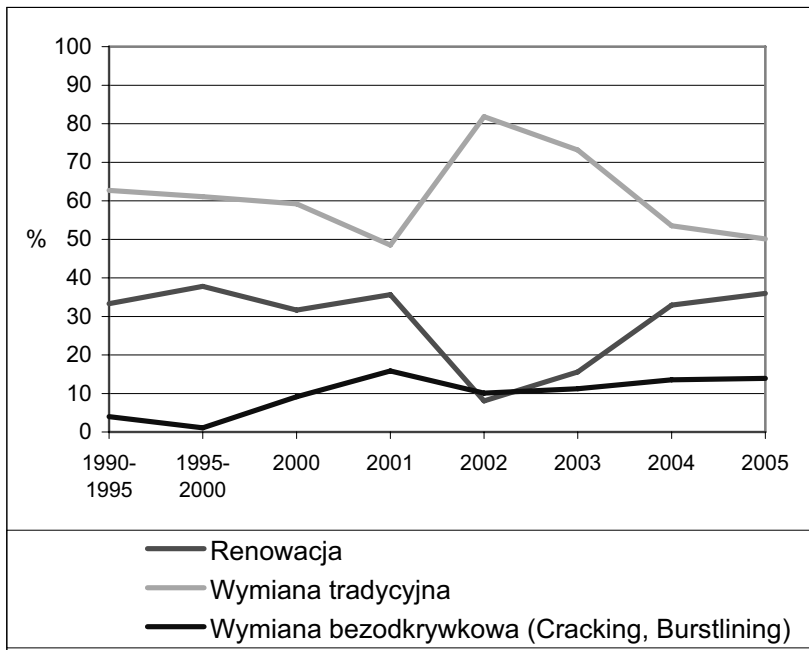
## 5. Rozwój technologii odnowy w latach 1990-2005

Omówione badania są kontynuacją badań i obserwacji prowadzonych od 1990 roku. W tabeli 5 porównano zakresy wykorzystania różnych technologii w okresach 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, a na rys 3 zobrazowano charakter zmian stopnia wykorzystania technologii w całym okresie 15 lat.

Tab. 5. Porównanie zakresu stosowania różnych technologii odnowy przewodów komunalnych sieci wodociągowych w latach 1990 – 1995, 1995 – 2000 i 2000 - 2005 w Polsce.

Tab. 5. Comparison of application of various rehabilitation technologies of communal water supply networks within the years 1990-1995, 1995-2000 and 2000 - 2005 in Poland.

Technologia odnowy	% długości badanych przewodów poddanych rehabilitacji w latach		
	1990-1995	1995-2000	2000-2005
Wymiana wykopowa tradycyjna	62,7	61,1	59,1
Renowacja	33,3	37,8	28,3
Wymiana bezodkrywkowa (Cracking, Burstlining)	4,0	1,1	12,6
Razem	100	100	100



Wykres 3. Zakres wykorzystania różnych technologii odnowy sieci wodociągowych w latach 1990-2005

Fig. 3. Rehabilitation technologies of water supply networks within the years 1990-2005



Dane zawarte w tabeli 5 i przebieg wykresów na rys 3 pokazują malejący trend w obszarze wymiany wykopowej i nieznaczny spadek zastosowania renowacji w okresie piętnastu lat (1990 – 2005). Spadki stopnia wykorzystania tych dwóch technologii są niejako równoważone przez rosnący trend odnowy bezwykopowej. Nadal jednak tradycyjna technologia wykopowa dominuje w odnowie sieci wodociągowych.

## 6. Kryteria podejmowania decyzji o odnowie przewodów wodociągowych

Przy podejmowaniu decyzji o odnowie przewodów wodociągowych kierowano się różnymi kryteriami, które można ująć w kilka grup (tabela 5).

Tab. 5. Grupy kryteriów uwzględnianych przy podejmowaniu decyzji o odnowie przewodów wodociągowych.

Tab. 5. Groups of criteria taken into consideration while making decisions on rehabilitation of water supply networks

L.p.	Kryterium podejmowania decyzji o odnowie	Udział kryterium w podejmowaniu decyzji o odnowie, %
1	Awaryjność przewodów (pęknięcia, zniszczenia korozyjne, nieuszczelności itp.)	51,2
2	Starzenie przewodu (wiek)	12,3
3	Obrosty, zmniejszenie przepustowości	11,6
4	Negatywny wpływ materiału na wodę	4,8
5	Planowana wymiana przewodów azbestowo-cementowych i likwidacja podłączeń ołowianych	2,0
5	Inne przyczyny	6,2
6	Brak danych	11,9
Razem		100,0

Jak wynika z powyższej tabeli, w ponad połowie przypadków, głównym powodem podejmowania decyzji o odnowie przewodów wodociągowych były awarie. Uszkodzenia powodowały prawdopodobnie poważne uciążliwości w eksploatacji i jednocześnie

znaczące koszty utrzymania przewodów. W ok. 12% przypadków trudno było jednoznacznie ustalić kryterium podejmowania decyzji o odnowie przewodów.

## 7. Wnioski końcowe

W podsumowaniu badań przeprowadzonych w latach 2000-2005 można stwierdzić, iż:

1. Do odnowy przewodów wodociągowych stosowano z reguły tradycyjną wymianę wykopową – stosując tę technologię wymieniono blisko 60% badanych przewodów. Drugą pod względem zakresu wykorzystania była renowacja realizowana głównie jako pokrywanie wewnętrznej powierzchni przewodów zaprawą cementową (25% odnowionych przewodów).
2. Odnowie poddawano przede wszystkim przewody wykonane z azbestocementu i ze stali (po ok. 1/3 długości odnowionych przewodów) oraz z żeliwa szarego (27 %).
3. Podstawowym materiałem nowych przewodów po wymianie wykopowej był PE. Blisko  $\frac{3}{4}$  przewodów zastąpiono rurami z tego materiału..

Analizując cały okres obserwacji tj. od 1990 do 2005 r. można generalnie stwierdzić, iż tradycyjna technologia wykopowa jest nadal najczęściej stosowana do odnowy sieci wodociągowych. Jednakże ma ona tendencję malejącą, podobnie jak renowacja sieci. Zauważa się natomiast rosnący trend w zakresie stosowania technologii wymiany bezwykopowej.

Kryteria odnowy przewodów wodociągowych w całym analizowanym okresie są podobne, a mianowicie o podjęciu decyzji o odnowie przewodów decyduje ich znaczna awaryjność.

## Bibliografia

- [1] KWIETNIEWSKI M. Stan odnowy komunalnych sieci wodociągowych w Polsce w latach 1995-2000 w świetle danych z eksploatacji. Instal 05/2003, str. 16-21
- [2] KWIETNIEWSKI M., GOŁĄB A. *Stan odnowy komunalnych sieci wodociągowych i kanalizacyjnych w Polsce w świetle danych z eksploatacji*. Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej nr 46, Wrocław 1996, ss.144-156
- [3] KWIETNIEWSKI M. *"Rozwój technologii odnowy komunalnych sieci kanalizacyjnych w Polsce w latach 2000 – 2003 w świetle danych z eksploatacji"*. Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej nr 53, ss.214-225. Wrocław 2005.
- [4] KWIETNIEWSKI M. „*Rurociągi polietylenowe w wodociągach i kanalizacji – rozwój rynku w Polsce i niezawodność funkcjonowania*”, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, nr. 3/2004. ss. 70 – 82
- [5] PIECHURSKI F. *Beton, żelbet, azbestocement i .....*, Wodociągi –Kanalizacja nr 2(5)/2004 s. 27-31