

XVI Sympozjum Naukowo – Techniczne
WOD-KAN-EKO 2013

***Czyszczenie i cementowanie
jako efektywna metoda poprawy niezawodności
łódzkich magistral wodociągowych***

dr inż. Joanna Siedlecka
Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Łodzi

Wrocław, 5-7 październik 2013r.

Układ prezentacji

1. Wprowadzenie
2. Sieć wodociągowa miasta Łodzi
3. Technologia czyszczenia i cementowania
4. Charakterystyka metody czyszczenia i cementowania
5. Kryteria stosowania czyszczenia i cementowania
6. Zakres przeprowadzonych remontów
7. Niezawodność magistral wodociągowych
8. Wzrost sprawności hydraulicznej
9. Korzyści ekonomiczne zastosowania metody
10. Wnioski

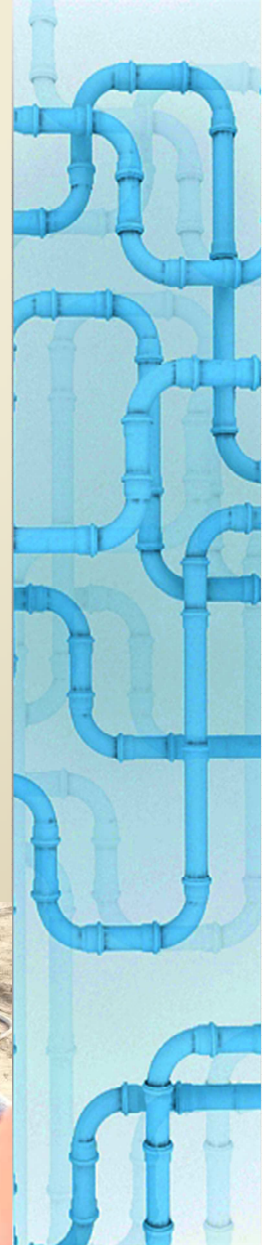


Wprowadzenie

Sieć magistralną Łodzi stanowią przewody żeliwne i stalowe bez fabrycznego zabezpieczenia wewnętrznej powierzchni.

Długotrwała eksploatacja, spadek prędkości przepływu przyczyniły się do wytrącania osadów i wystąpienia zjawiska korozji. Osady ograniczały przepływ wody i obniżały jej jakość.

W celu usunięcia gromadzących się osadów rurociągi poddawane są czyszczeniu, co jest rozwiązaniem tymczasowym i nie powstrzymuje dalszych procesów korozji. Zapewnia to powłoka zabezpieczająca wewnętrzną powierzchnię przewodów.

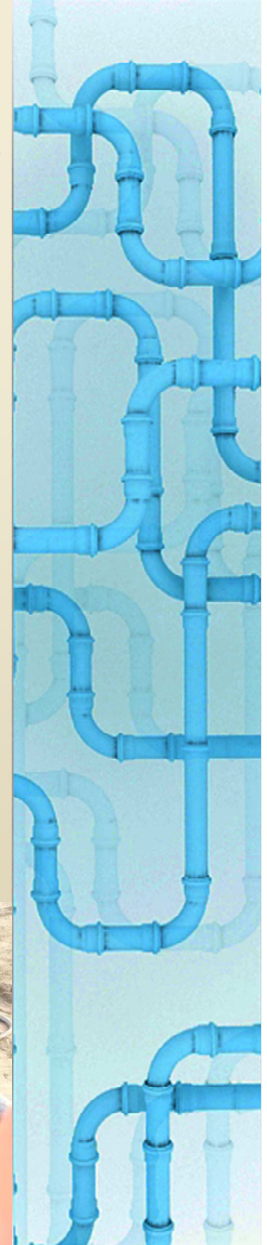


Wprowadzenie

Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Łodzi od **1991r.** prowadzi remonty magistral wodociągowych metodą czyszczenia i cementowania.

Czyszczenie i cementowanie:

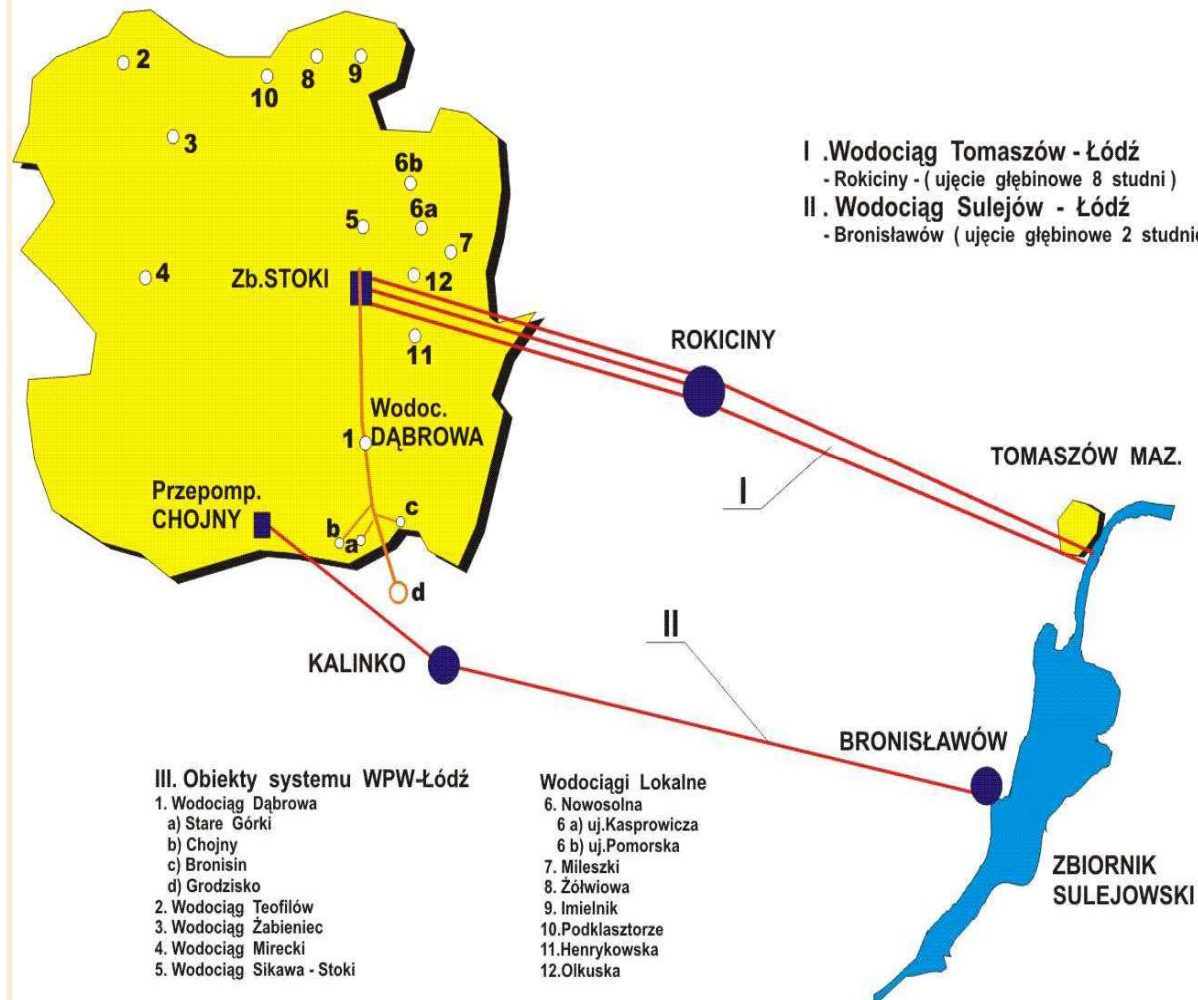
- przywraca właściwe parametry techniczne przewodów
- zapobiega wtórnym zanieczyszczeniom
- eliminuje straty wody
- zapewnia dostawę wody wysokiej jakości
- ekonomiczne dla przewodów o dużych średnicach



Charakterystyka łódzkiej sieci wodociągowej

System zaopatrzenia m. Łodzi w wodę

SCHEMAT ZAOPATRZENIA m. ŁODZI W WODĘ



Łódzka sieć wodociągowa jest zasilana wodą dostarczaną z trzech podstawowych źródeł.

I System Sulejów - Łódź

7 studni głębinowych w Bronisławowie w rejonie zalewu Sulejowskiego

II System Tomaszów - Łódź

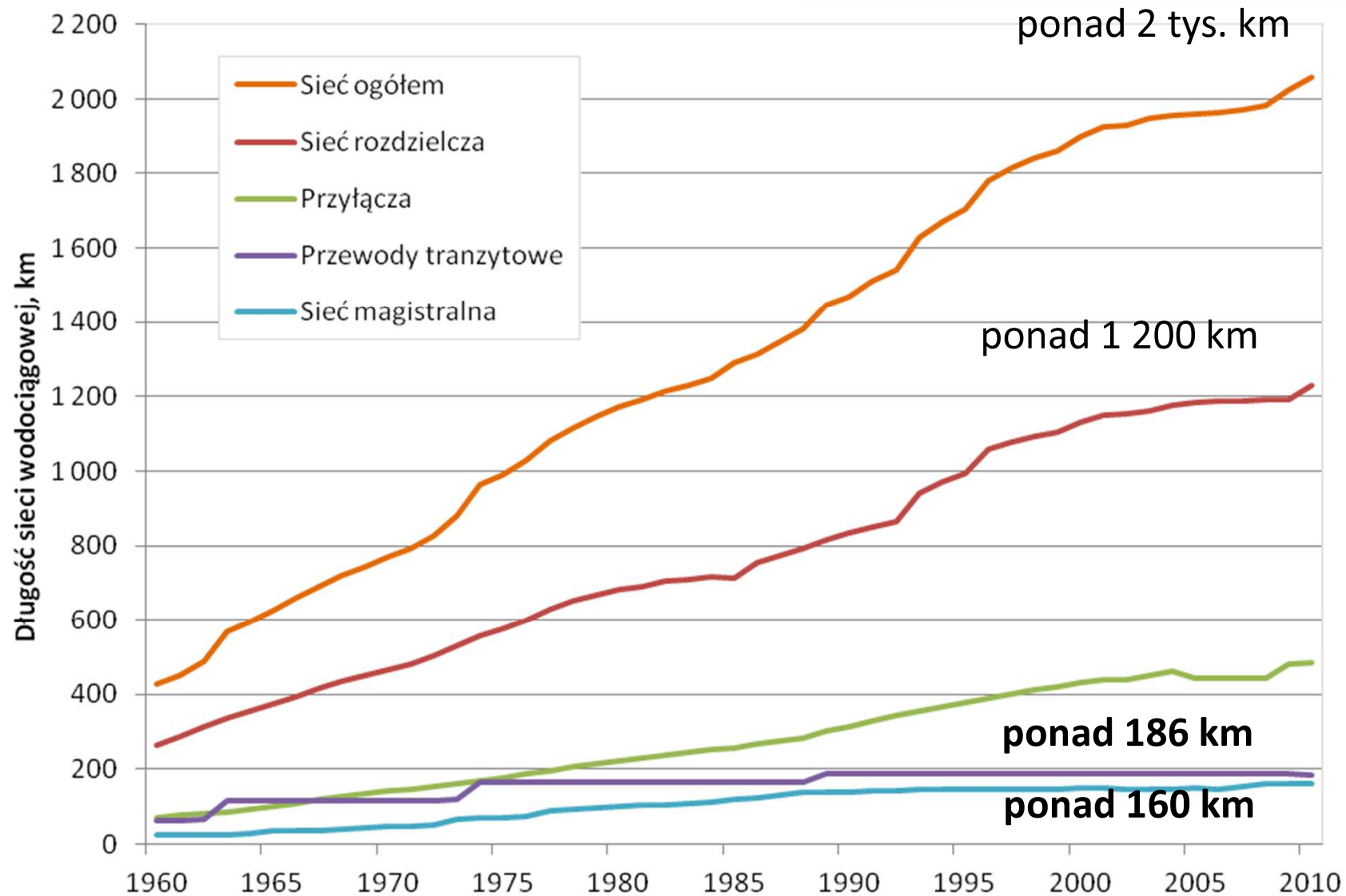
- ujęcie wody z rzeki Pilicy (Tomaszów Mazowiecki)
- 8 studni głębinowych w Rokicinach

III System Łódź

37 studni głębinowych na terenie miasta i jego obrzeżach

Charakterystyka łódzkiej sieci wodociągowej

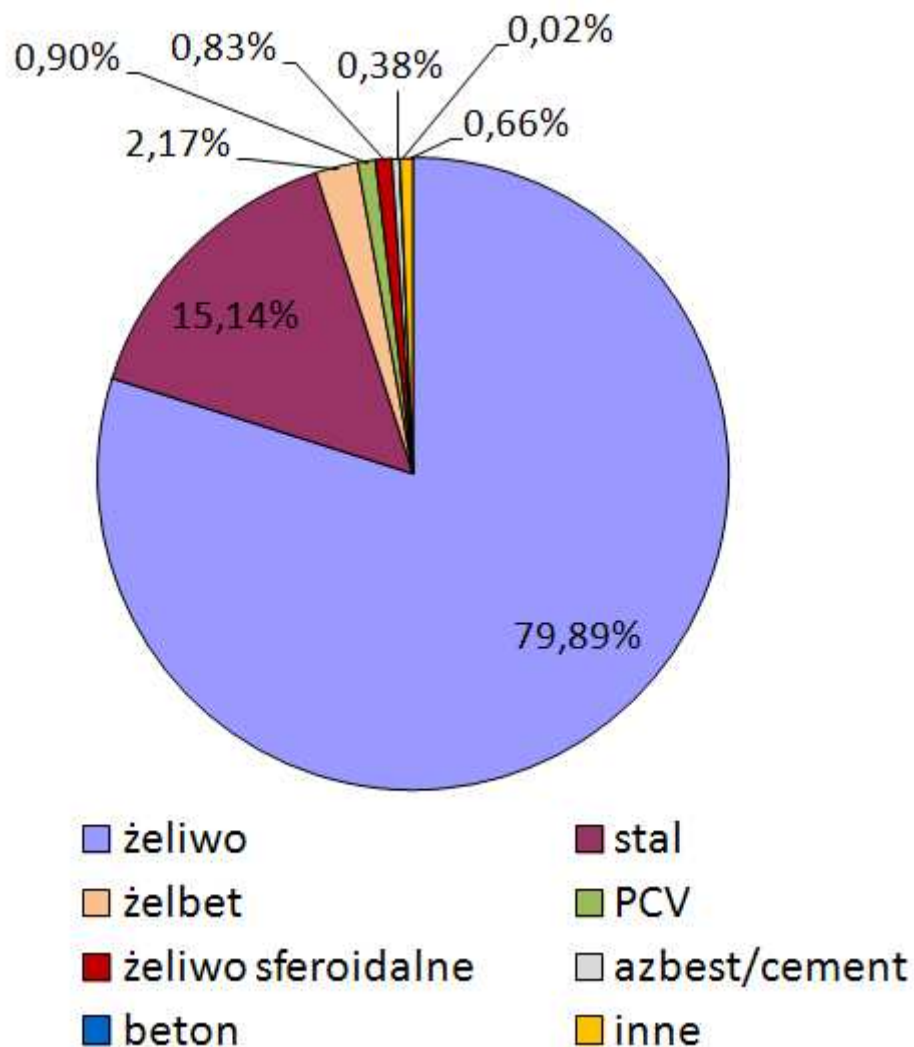
Rozwój sieci wodociągowej



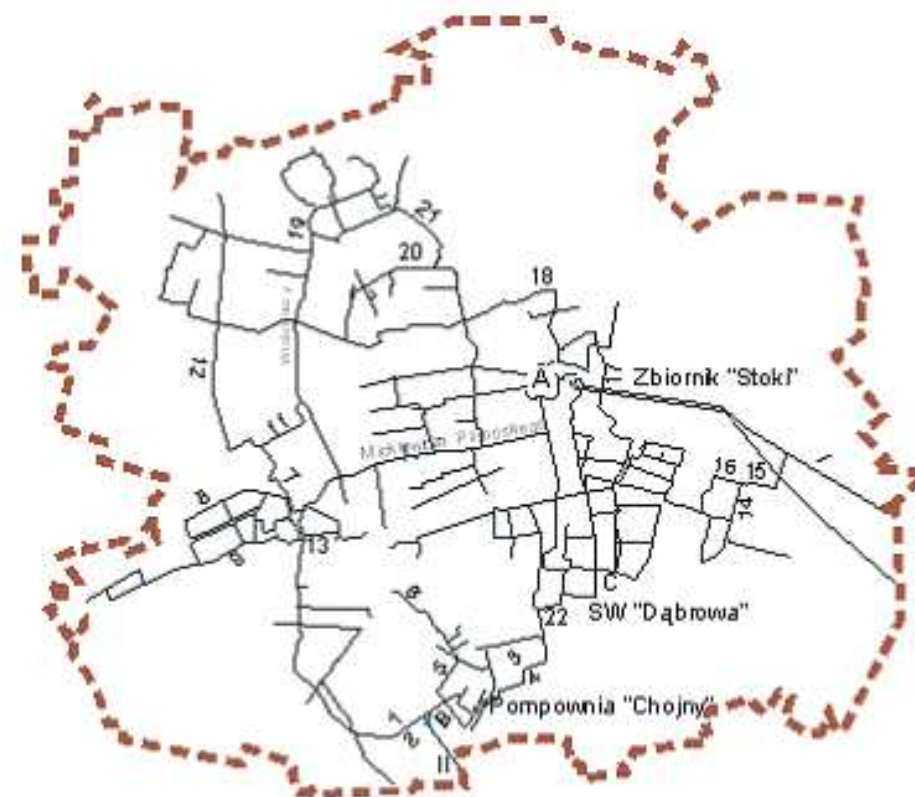
Charakterystyka łódzkiej sieci wodociągowej

Sieć magistralna

Materiał sieci magistralnej



Schemat sieci magistralnej



Technologia metody czyszczenia i cementowania



Metoda cementacji polega na naniesieniu na oczyszczoną powierzchnię zaprawy cementowej przy zastosowaniu urządzenia z wysokoobrotową głowicą

- 1836 r. Sprawozdanie Francuskiej Akademii Nauk
- 1850 r. USA – rurociągi stalowe z fabrycznie wykonaną wykładziną cementową
- 1933 r. USA – początki stosowania metody czyszczenia i cementowania
- 1954 r. Europa, Niemcy
- **1991 r. Polska**

30% wycementowanych w Polsce rurociągów należy do łódzkiego systemu wodociągowego

Technologia metody czyszczenia i cementowania



I. Prace przygotowawcze

II. Czyszczenie rurociągów

Metody czyszczenia rurociągów:

- Mechaniczna
- Hydromechaniczna
- Hydrodynamiczna

Wybór metody zależy od:
rodzaju, grubości i składu chemicznego
inkrustacji oraz warunków lokalnych.

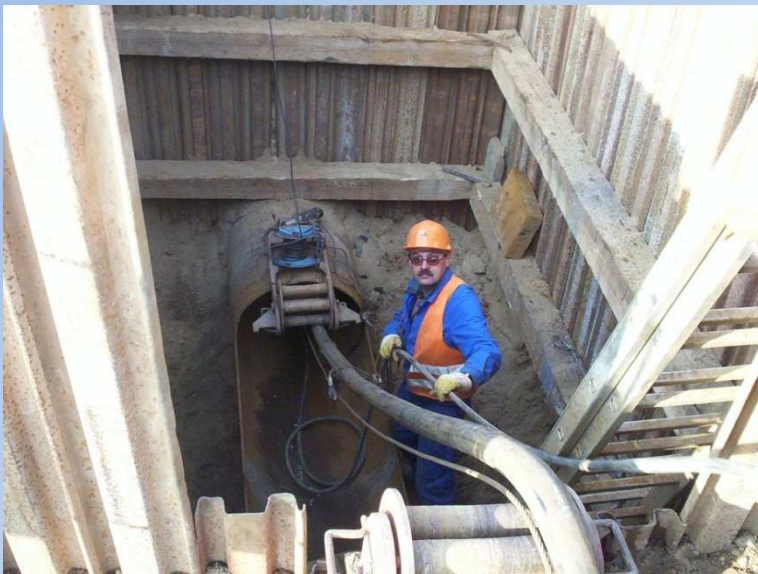
Długości odcinków roboczych:

Metody mechaniczne: 1,0 – 15,0 km

Metoda hydrodynamiczna: 200 – 300 m

III. Cementowanie rurociągów

Technologia metody czyszczenia i cementowania



Cementowanie rurociągów

Skład mieszanki:

cement : piasek : woda
3 : 3 : 1

Wytrzymałość na ściskanie (po 28 d): $>64 \text{ N/mm}^2$

Wytrzymałość na zginanie (po 28 d): $>8 \text{ N/mm}^2$

Grubość wykładziny cementowej:

- 1% średnicy rury +/- 2,0 mm
- minimalna grubość wykładziny określona w normie **PN-92/H-74108** jako grubość nominalna

Długości odcinków roboczych:

$\phi 80 \div \phi 300 \text{ mm}$: 100 ÷ 150 m

$\phi 400 \div \phi 500 \text{ mm}$: ok 200 m

$\geq \phi 600 \text{ mm}$: ok 600 m i więcej

Charakterystyka metody czyszczenia i cementowania

Zalety metody czyszczenia i cementowania

- Pasywne i aktywne działanie ochronne, zabezpieczające rurociąg przed korozją i uniemożliwiające ponowne tworzenie się inkrustacji

Ochrona pasywna: mechaniczne zabezpieczenie wewnętrznej powierzchni rury przez warstwę zaprawy o wysokiej szczelność, co uzyskuje się przez zastosowanie niskiego stosunku w/c (ok 0,35) oraz bardzo szybkiemu narzucaniu zaprawy na ścianki rurociągu

Ochrona aktywna: w przypadku niewielkich rys nie dochodzi do korozji przewodu z uwagi na warunki alkaliczne ($\text{pH} \approx 12$) w miejscu styku zaprawy cementowej z metaliczną powierzchnią rury;
w wyniku reakcji pomiędzy wodą i zaprawą cementową powstaje węglan wapnia samoczynnie blokujący rysy i szczeliny w warstwie zaprawy.

- Zbliżona rozszerzalność termiczna powłoki cementowej do żeliwa i stali
- Duża odporność wykładziny na ścieranie

Charakterystyka metody czyszczenia i cementowania

Zalety metody czyszczenia i cementowania



- Likwidacja nieszczelności rur
- Ograniczenie strat wody
- Poprawa parametrów hydraulicznych rurociągu
- Zapobieganie wtórnym zanieczyszczeniom: poprawa jakości wody u odbiorców,

- Niewielkie wykopy punktowe, niezbędne do wprowadzenia maszyny narzucającej mieszankę
- Wyrób mieszanki bezpośrednio na placu budowy, bez użycia skomplikowanego sprzętu wpływa na niskie koszty remontu
- Ekologiczne materiały: cement, piasek, woda
- Brak utrudnień przy wykonaniu podłączeń



Charakterystyka metody czyszczenia i cementowania

Zalety metody czyszczenia i cementowania

- Trwałość wykładziny szacowana jest na około 50 lat, a często nawet na 100 lat
- W przypadku małych średnic pokonywane są łuki do 11° , a w przypadku większych nawet do 45°
- Obniżenie kosztów eksploatacji sieci
- Zmniejszenie awaryjności i wzrost niezawodności
- Dobre efekty ekonomiczne



Kryteria stosowania metody czyszczenia i cementowania

Kryterium hydrauliczne

średnica rurociągu pozostaje bez zmian

Kryterium statycznie wytrzymałościowe

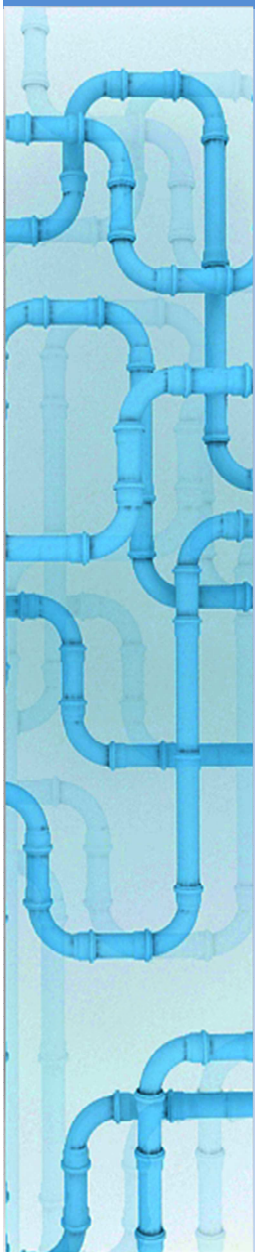
nie ma konieczności zwiększenia wytrzymałości rurociągu

Średnica rurociągu: metoda ta jest szczególnie korzystna ekonomicznie dla przewodów o dużych średnicach.

Lokalizacja: W przypadku występowania drgań pochodzących od intensywnego ruchu kołowego lub kolejowego oraz na terenach szkód górniczych, powłoka cementowa może być niewystarczającą na złączach przewodu.



Kryteria stosowania metody czyszczenia i cementowania



Wody miękkie o pH >9,5 mogą wyplukiwać wapń z zaprawy. Agresywnie mogą oddziaływać również **siarczany**.

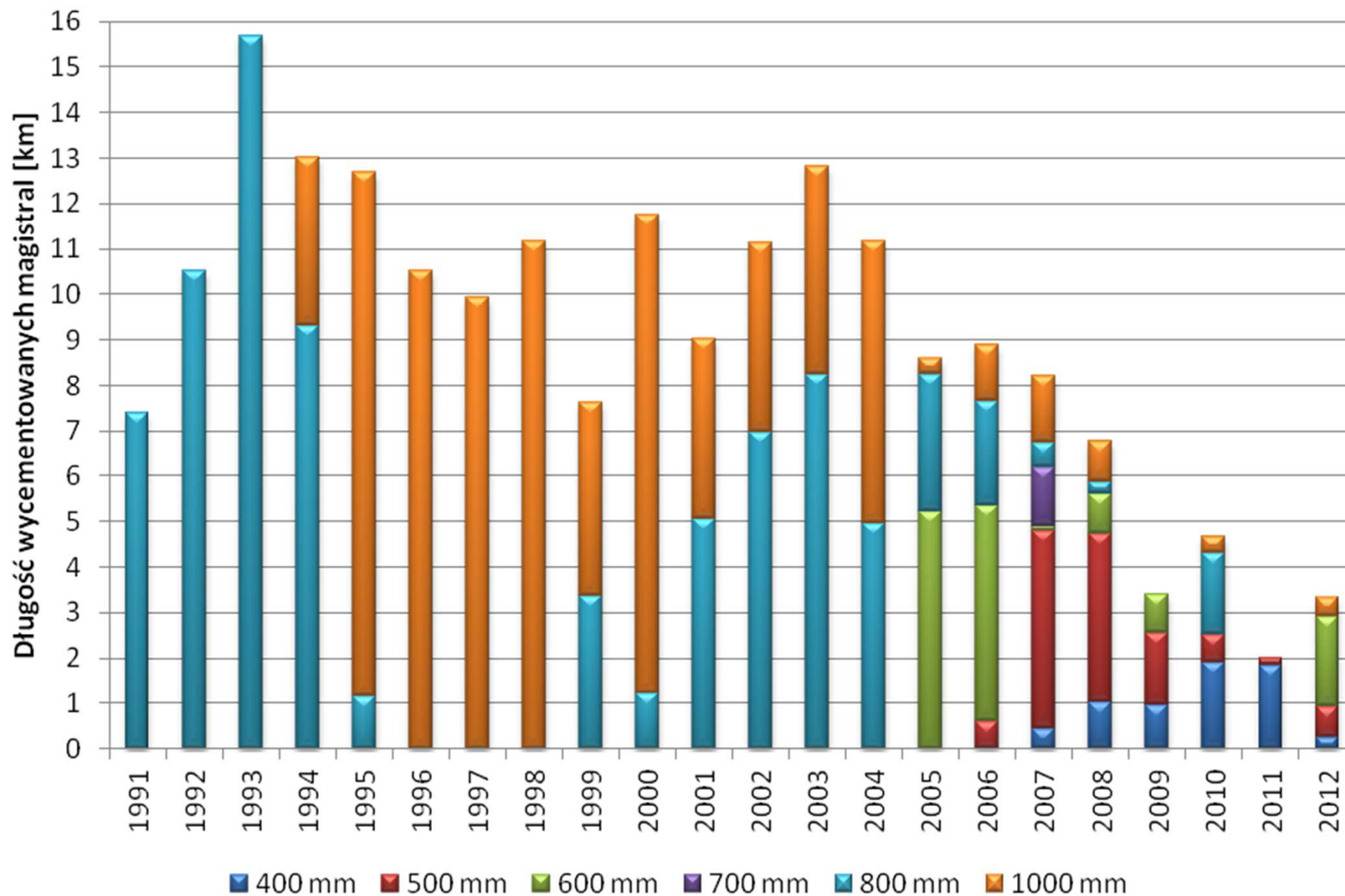
Dla zastosowania wykładziny cementowej woda winna spełniać poniższe warunki:

- pojemność kwasowa < 2 mmoli/dm³
- agresywny (w stosunku do wapnia) dwutlenek węgla < 7mg/dm³
- zawartość siarczanów < 200 mg/dm³

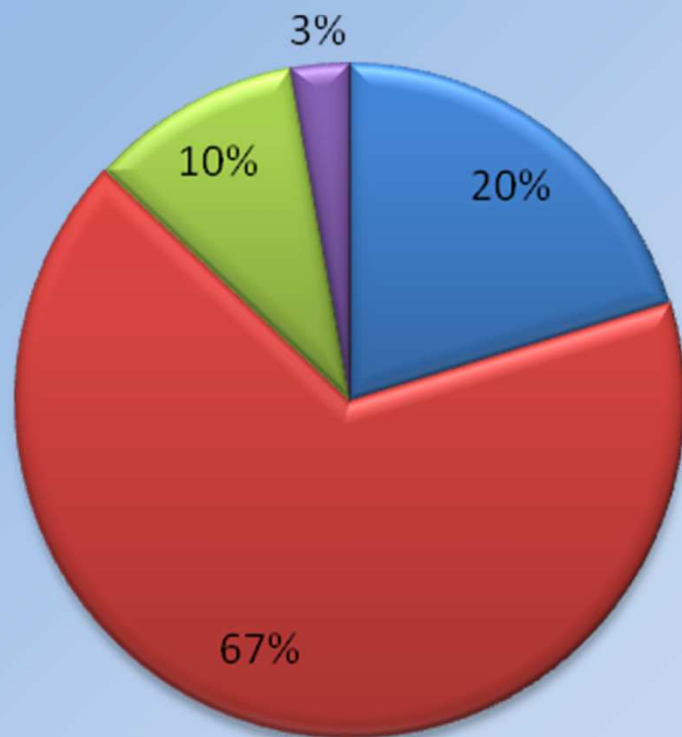
Uzyskana chropowatość na poziomie **k = 0,18 mm – 3,00 mm** jest większa niż w przypadku zastosowania metody ciasnopasowanej rurami PE, czy reliningu rurami GRP, kiedy współczynnik k wynosi 0,01 mm. Ma to znaczenie, kiedy ważne jest zmniejszenie oporów liniowych.

Przeciwwskazaniem są ujemne temperatury otoczenia. Najkorzystniejsza jest temperatura powyżej 10°C, ze względu na wiązanie zaprawy cementowej.

Zakres przeprowadzonych prac



Zakres przeprowadzonych prac



■ stal ■ żeliwo ■ żeliwo - stal ■ żeliwo - żelbet

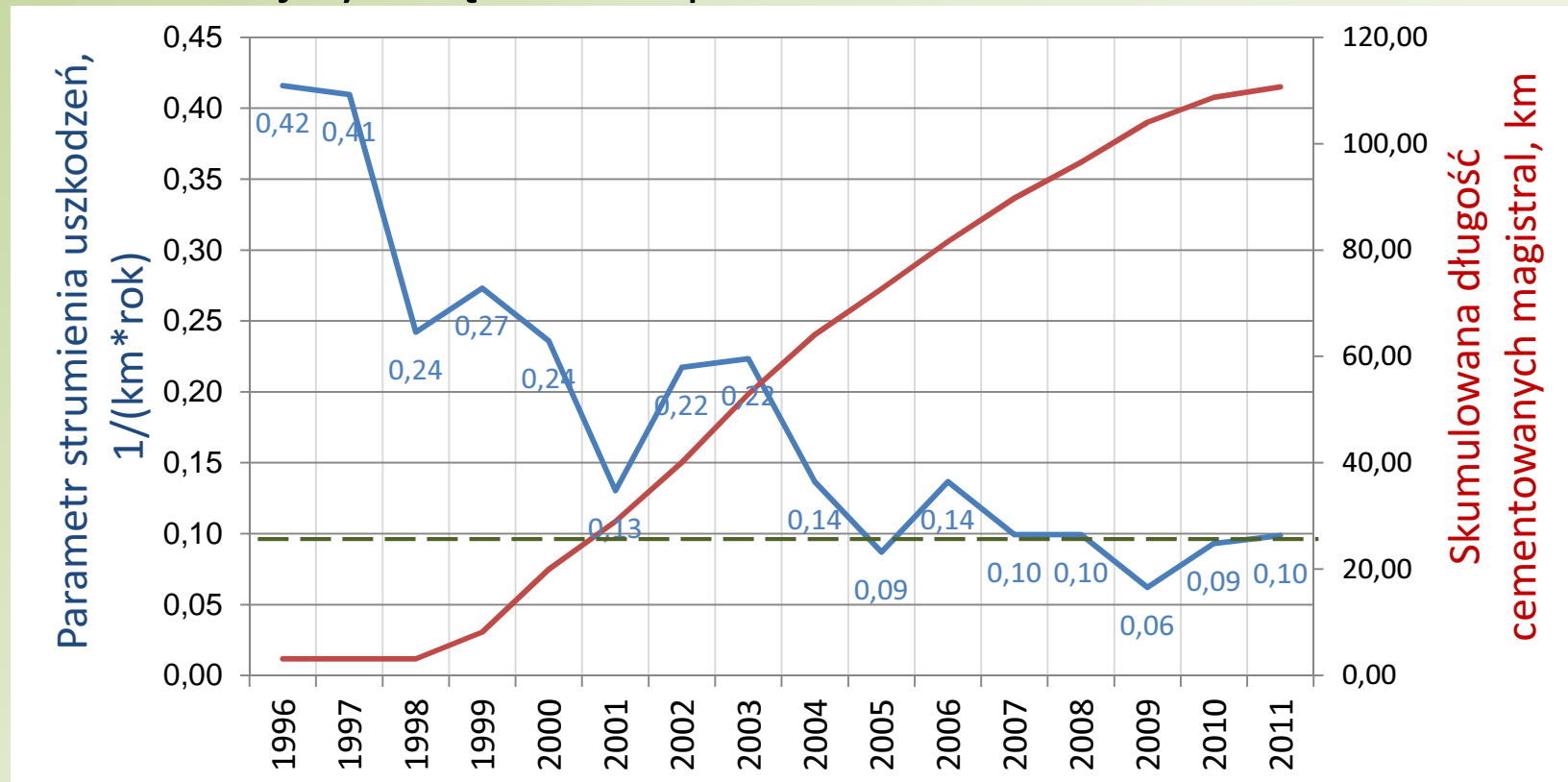
Ponad **204 km**, w tym:

- ✓ **114 km** magistral wodociągowych
- ✓ **91 km** rurociągów tranzytowych

Ponad **70%** długości magistral wodociągowych na terenie miasta

Niezawodność magistral wodociągowych

Wraz ze wzrostem długości wycementowanych magistral wodociągowych, zmniejszyła się wartość parametru strumienia uszkodzeń.

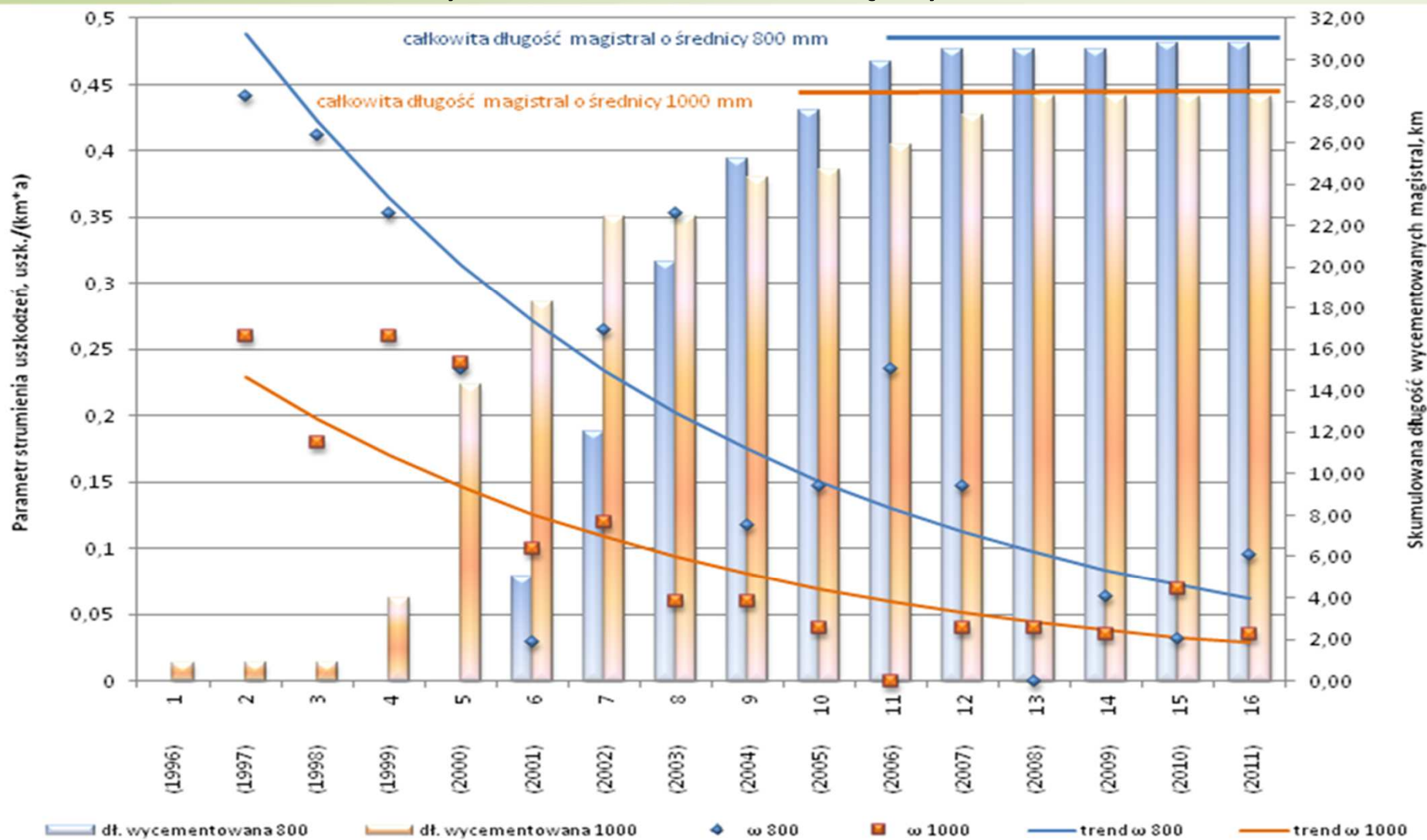


Wysoka kategoria niezawodności (<0,1 uszk./((km*a))
Średnia kategoria niezawodności (0,1-0,5 uszk./((km*a))

(Kwietniewski i in. 2011)

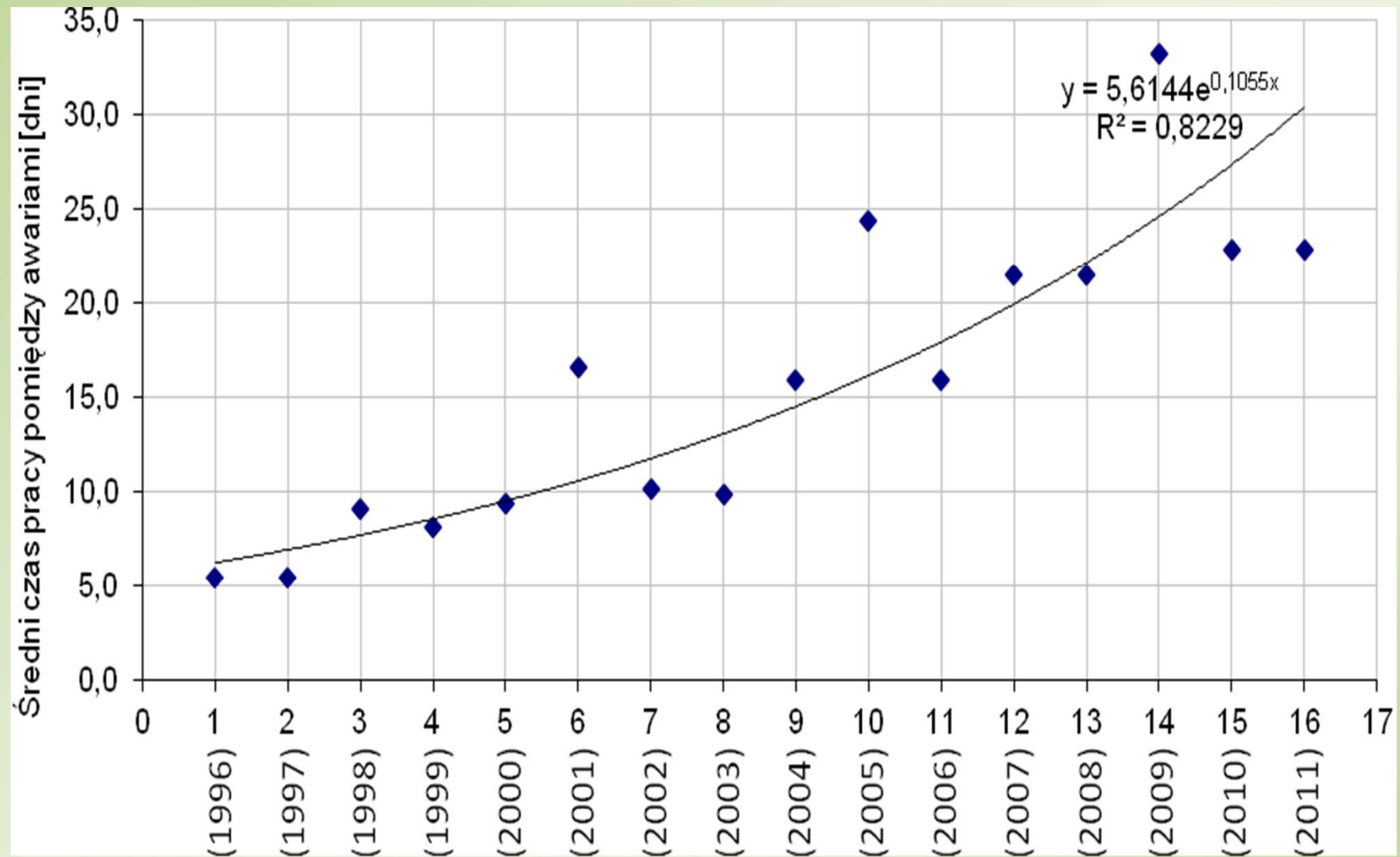
Niezawodność magistral wodociągowych

Ponad 97% magistral wodociągowych na terenie miasta o średnicach 800 mm i 1000 mm wyremontowano metodą czyszczenia i cementowania



Niezawodność magistral wodociągowych

ŚREDNI CZAS PRACY POMIĘDZY AWARIAMI

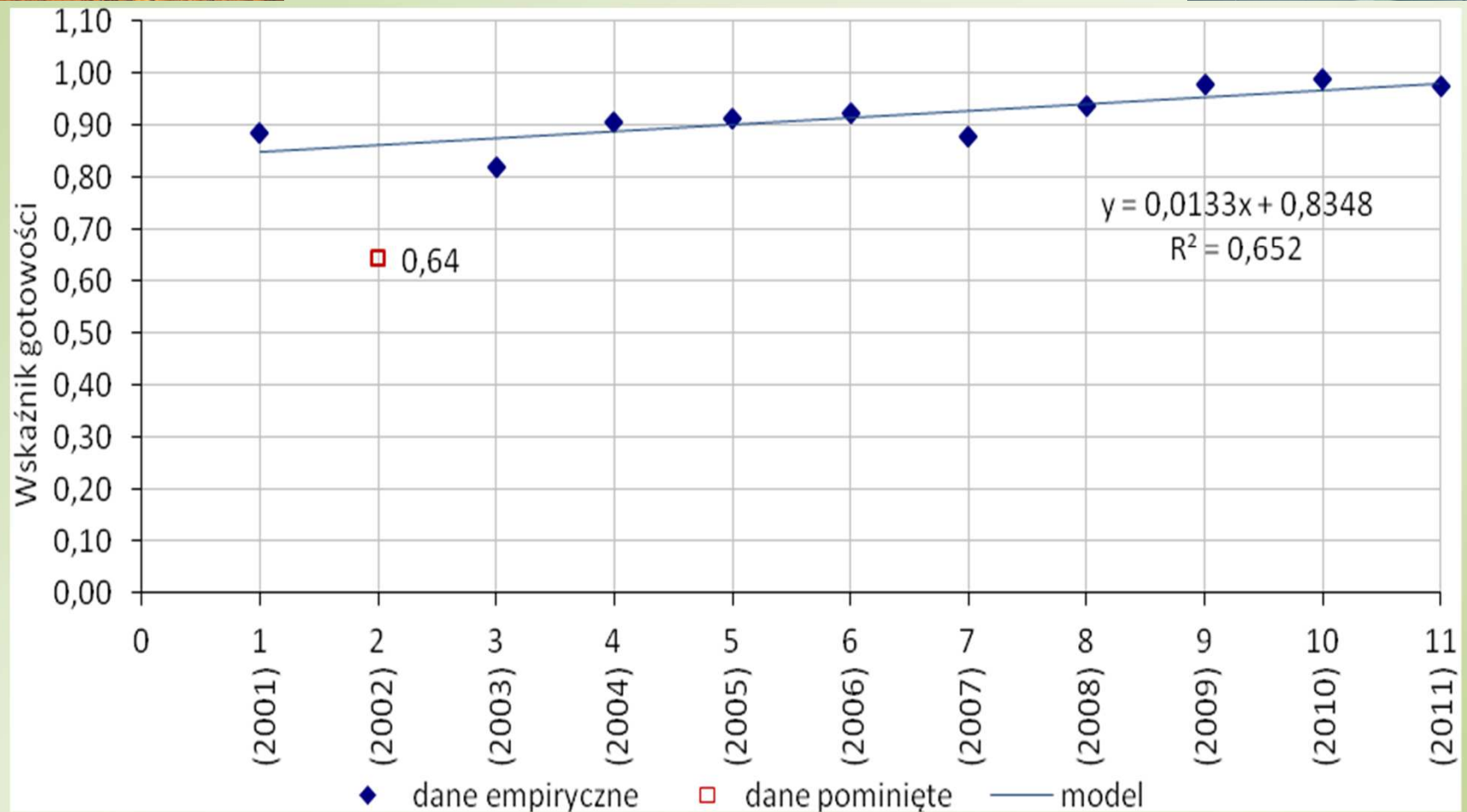


Niezawodność magistral wodociągowych



WSKAŹNIK GOTOWOŚCI

stosunek czasu bezawaryjnej pracy do całego rozpatrywanego okresu (roku)

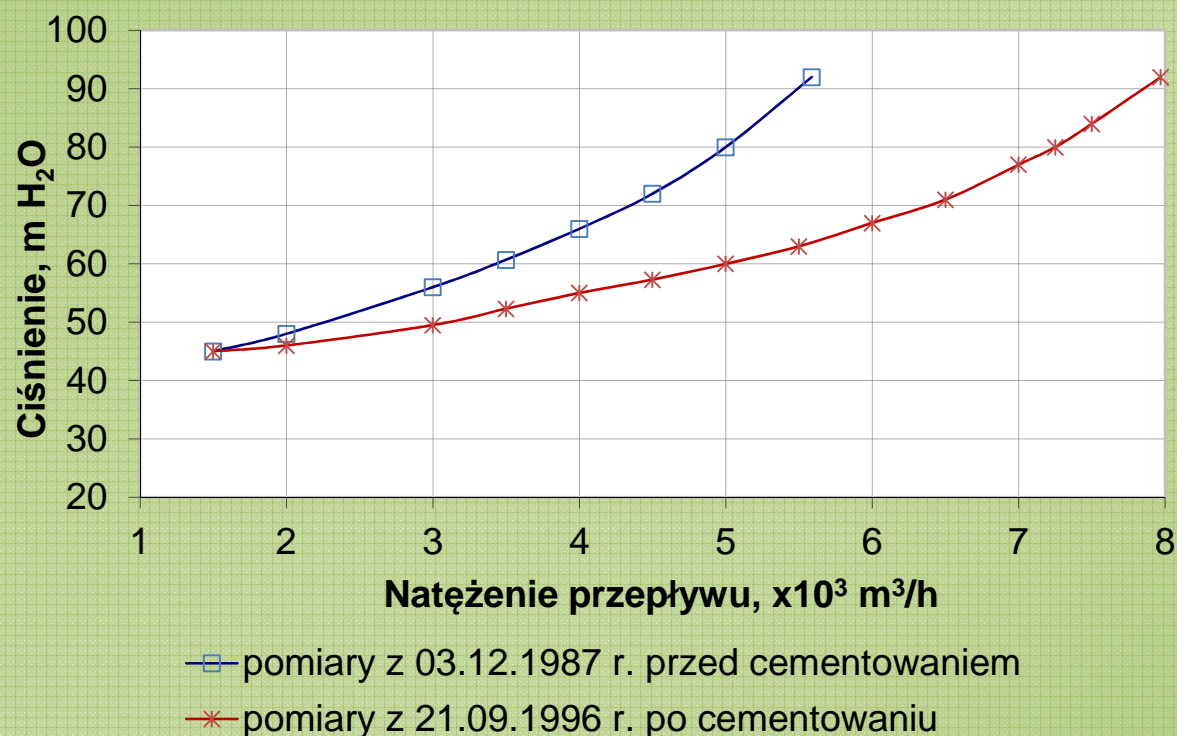


Poprawa parametrów hydraulicznych

Cementowanie odcinków rurociągów tranzytowych z Rokicin do Łodzi:

- 800 mm z żeliwa (z roku 1955),
- 1000 mm z żeliwa (z roku 1962),
- 800 mm ze stali (z roku 1986),

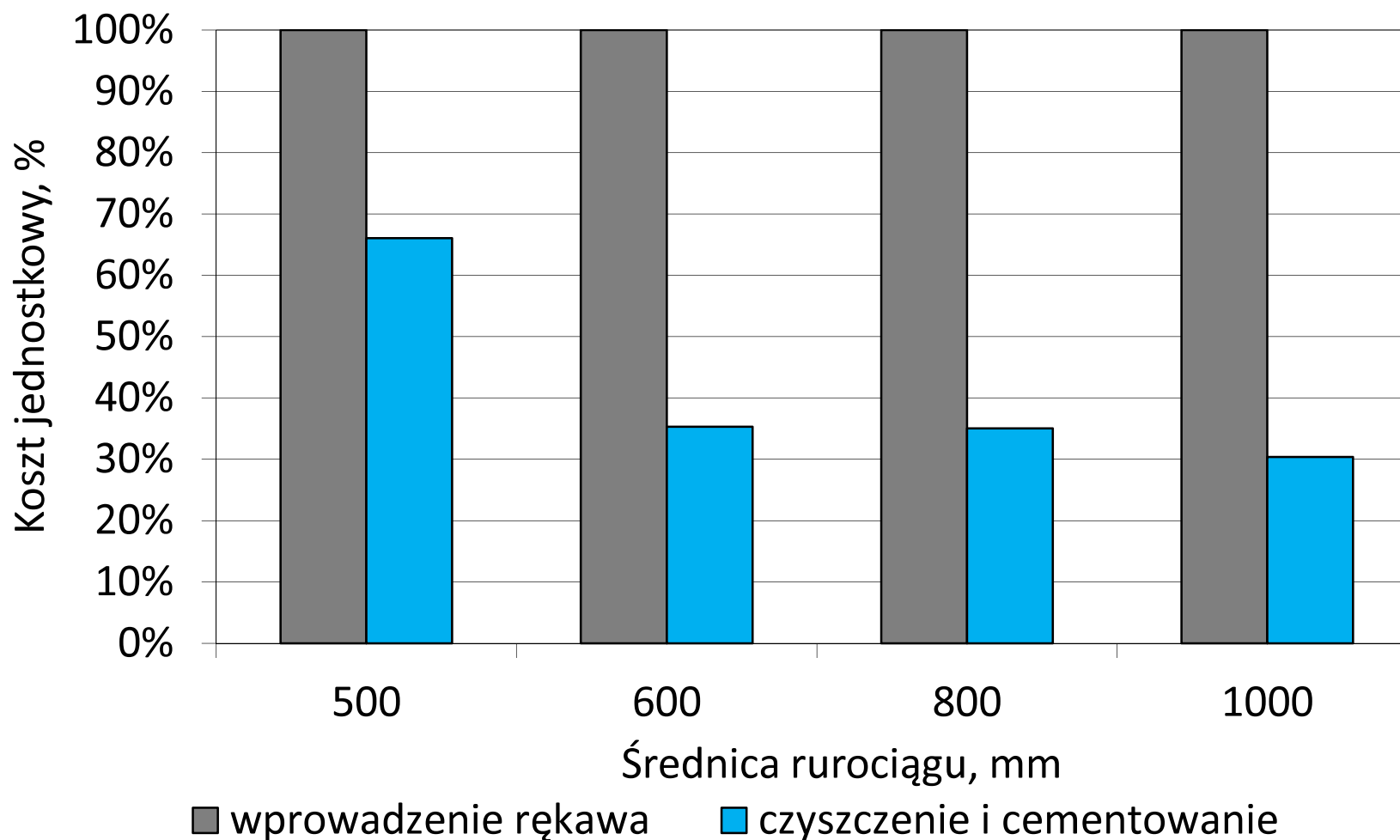
każdy o długości ok. 23 km, spowodowało wzrost ich zdolności przesyłowych



Zużycie energii elektrycznej potrzebnej na tłoczenie wody spadło o ok. 30 %.

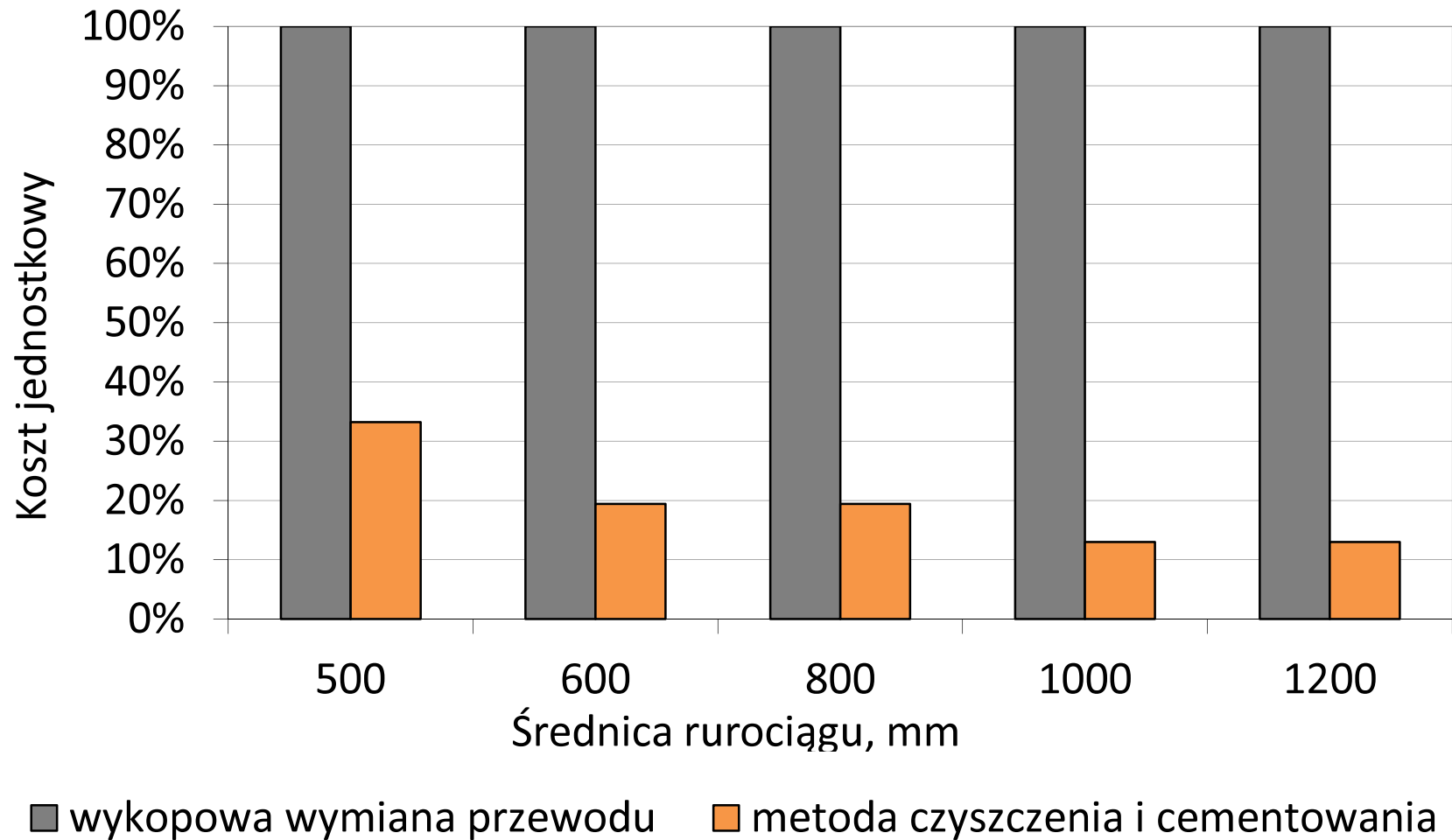
Korzyści ekonomiczne

Metoda czyszczenia i cementowania jest 60% tańsza niż wprowadzenie rękawa dla magistral o średnicach > 600 mm.



Korzyści ekonomiczne

Metoda czyszczenia i cementowania stanowi
< 30% kosztów wymiany rurociągu w wykopie otwartym



Wnioski

Czyszczeniu i cementowaniu poddano **ponad 200 km** rurociągów łódzkiego systemu wodociągowego, **ponad 70% magistral wodociągowych** i **prawie 50% rurociągów przesyłowych**, głównie o średnicach 800 i 1000 mm, wykonanych z żeliwa.

Sukcesywne remonty magistral wodociągowych wpłynęły na wzrost ich niezawodności. Potwierdzają to: **zmniejszenie parametru strumienia uszkodzeń** z 0,42 uszk./ $(\text{km} \cdot \text{a})$ w roku 1996 do 0,10 uszk./ $(\text{km} \cdot \text{a})$ w roku 2011, **wykładniczy przyrost średniego czasu pracy pomiędzy awariami**, **wzrost wartości wskaźnika gotowości**.

Czyszczenie i cementowanie wpływa na poprawę parametrów hydraulicznych przewodów, spada zużycie energii niezbędnej na tłoczenie wody.

Na podstawie badań eksploatacyjnych potwierdzono, że po wielu latach warstwa zaprawy zachowuje szczelność i skutecznie zapobiega korozji.

Zastosowanie metody czyszczenia i cementowania ze względu na niskie koszty robót pozwala systematycznie i w krótkim czasie przywracać właściwe parametry techniczne sieci wodociągowej, co umożliwia dalszą jej racjonalną eksploatację.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

