



## Oddziaływanie ekologiczne rurociągów z PVC-U



Prezentacja na VII Konferencję Techniczną PRiK  
Autor: Steve Tan

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

### Wstęp

- o Ekologiczne oddziaływanie rurociągów z PVC-U
  - rurociągi z PVC-U do przesyłu wody
  - rurociągi z PVC-U do zastosowań bezciśnieniowych
- o rurociągi z PVC-U w Holandii
  - funkcjonują > 50 lat

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Trwałość użytkowa rur

- o Czy coś takiego może zdarzyć się w przypadku rur z PVC-U?



Tak!!



*RURY PVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Układ Projektu

- o Projekt nr 1 realizowany przez TNO
  - Przewidywana żywotność istniejących sieci z PVC-U do dystrybucji wody pitnej:
    - Procesy degradacji: chemiczna, fizyczna, mechaniczna
    - Obciążenia mechaniczne: gleba, ruch drogowy, itp.
    - Badano zarówno stare jak i nowe rury

*RURY PVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Wykopane rury z PVC-U do przesyłu wody

- Oznaczenie
  - Wiek: 1959, 1970, 1975, 1984, 1997, nowe
  - różni producenci;
  - znane warunki eksploatacji i lokalizacja – rury do dystrybucji wody pitnej
  - rury ciśnieniowe z PVC o średnicach 160 – 400 mm w klasie ciśnieniowej PN 7.5
- Ciśnienie robocze w Holandii maksymalnie 6 barów

*RURY PVC – KRWIbieg NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Procesy degradacji dla pozostałego okresu eksploatacji rur do przesyłu wody z PVC-U

- Procesy degradacji
  - powstawanie spękań wskutek naprężenia obwodowego i nacisku zagęszczonej gleby;
  - uszkodzenie wskutek rozerwania (*ang. burst failure*)
  - powolny rozwój pęknięć
  - zmęczenie wskutek efektu 'młota wodnego'
  - wpływ wiercenia otworów do przyłączy domowych.

*RURY PVC – KRWIbieg NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Wnioski odnoszące się do rur do przesyłu wody

- Nie występuje degradacja polimerów – nie następuje spadek masy cząsteczkowej.
- Nie występuje pogorszenie właściwości mechanicznych
  - wytrzymałość na rozciąganie
  - wytrzymałość na rozrywanie
  - wytrzymałość na uderzenie
  - wytrzymałość zmęczeniowa
- Z obliczeń wynika, że pozostały czas eksploatacji to **co najmniej 100 lat!!** przy normalnych warunkach eksploatacyjnych

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

- o Projekt nr 2 realizowany przez TNO

Wykopane rury z PVC-U do budowy zewnętrznych sieci

- o Oznaczenie
  - Wiek: 1973, 1975, 1976, 1985, 1986;
  - 6 rur: 1 wykopana i 5 z programu recyklingowego 'BIS';
  - Różni producenci;
  - O niektórych wiadomo, że były wykorzystywane do budowy sieci kanalizacyjnych, a o niektórych nie
  - Rury z kompaktowego PVC o średnicach 125–315 mm i klasie sztywności 41 i 34 odpowiednio SN4 i SN 8;

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Wykopane rury z PVC-U do budowy zewnętrznych sieci

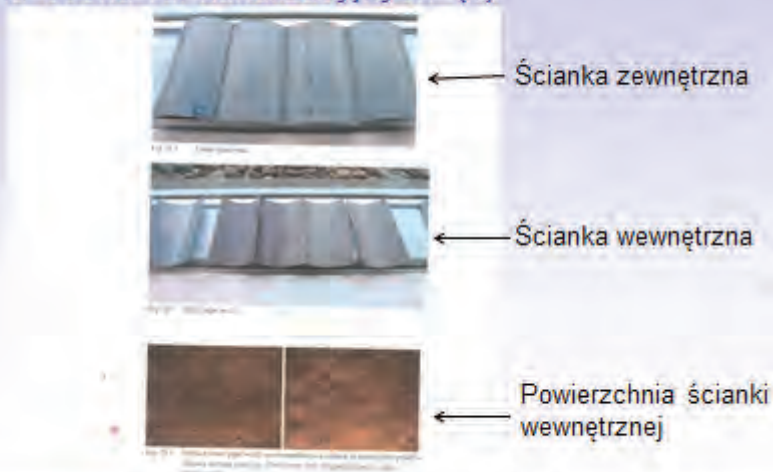
- Przeprowadzone badania:
  - Ocena wizualna po oczyszczeniu
  - Badanie mikroskopowe powierzchni wewnętrznej
  - Chropowatość wewnętrznej powierzchni
  - Pomiar wymiarów rury – owalność
  - Pomiar naprężeń wewnętrznych

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

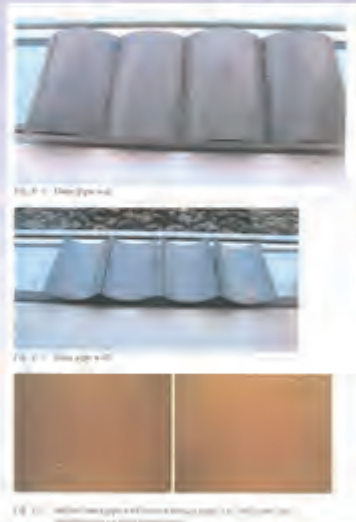
Wizualna ocena rur kanalizacyjnych (1)



*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U



Wizualna ocena rur kanalizacyjnych (2)

← Ścianka zewnętrzna

← Ścianka wewnętrzna

← Powierzchnia ścianki wewnętrznej

*RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Powierzchnia ścianki zewnętrznej- podsumowanie

- Zarysowania
  - Prawdopodobnie podczas wykopywania
  - Właściwości funkcjonalne pozostały niezmienione
- Przebarwienia
  - Kontakt z wodą gruntową
  - Warstwa objęta procesem degradacji  $\leq 10 \mu\text{m}$

*RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Powierzchnia ścianki wewnętrznej- podsumowanie

- Przebarwienia
  - Warstwa objęta procesem degradacji 10 – 100  $\mu\text{m}$
  - Nie mają żadnego wpływu na integralność mechaniczną
- Nie wystąpiła degradacja polimerów
  - Właściwości funkcjonalne pozostały niezmienione

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

Mikroskopowa ocena powierzchni ścianek wewnętrznych - podsumowanie

- Zużycie i spękania
  - Zmniejszenie grubości wskutek ścierania  $\pm 10 \mu\text{m}$
  - Zmniejszenie sztywności zginania  $< 1\%$
  - Właściwości funkcjonalne pozostały niezmienione
- Integralność mechaniczna
  - brak wpływu

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

### Rury PVC – właściwości ogólne

- Owalizacja : stosunek średnicy maksymalnej do średnicy minimalnej 1.02 – 1.05
  - Nierównomierne obciążenie glebą
  - Brak wpływu na przepustowość hydrauliczną
- Chropowatość powierzchni
  - Skanowanie powyżej 16 mm ; chropowatość Ra: 0.3 – 1.0  $\mu\text{m}$



RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI



## Przewidywana żywotność rurociągów z PVC-U

### Naprężenia wewnętrzne w ściance rury

- Gradient naprężeń wyrażony jako zachodzenie na siebie (*overlap*)
  - Widoczne naprężenia ściskające w ściance zewnętrznej i naprężenia rozciągające w ściance wewnętrznej
  - Maksymalne naprężenie rozciągające,  $\sigma$ , powierzchni wewnętrznej ścianki tej rury jest obliczane jako funkcja zachodzenia na siebie (*funkcja overlap*)
  - Rura z PVC-U 315 mm z zakładką (*overlap*) 25 mm będzie miała naprężenie wewnętrzne wynoszące 2.6 Pa



RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI





## Ekologiczność rurociągów z PVC-U

### Ekologiczność rurociągów z PVC (1)

- Polityka 'od kołyski do grobu'; w przypadku materiałów recyklowalnych
  - Proces produkcji; ekstruzja i formowanie wtryskowe;
  - Zachowanie się podczas eksploatacji; montaż, warunki eksploatacji;
  - Postępowanie po zakończeniu eksploatacji; recykling PVC-U; zbiórka, czyszczenie, frezowanie

*RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Ekologiczność rurociągów z PVC-U

### Ekologiczność rurociągów z PVC (2)

- Środowiskowa deklaracja produktu (EPD)
  - Proces przemiany;
  - Jednostka projektowa i funkcjonalna;
  - Ocena cyklu życia
  - Deklaracja EPD: porównanie różnych materiałów przy tym samym zastosowaniu

*RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Ekologiczność rurociągów z PVC-U

### Cel

Celem tej inicjatywy jest zmierzenie wpływu wywieranego na środowisko przez rurociągi z tworzyw sztucznych w trakcie całego okresu ich trwałości użytkowej.

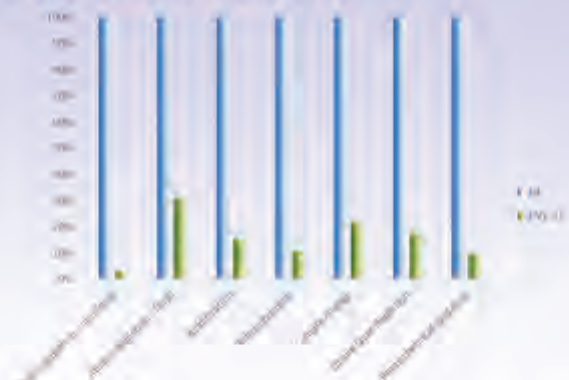


**RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI**



## RUROCIĄGI CIŚNIENIOWE Z PVC-U DO PRZESYŁU WODY

### Wpływ na środowisko naturalne



*Dane dla żelaza sferoidalnego oparte są na powszechnie dostępnych informacjach*

**RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI**



## PRZEWIDYWANA ŻYWOTNOŚĆ RUROCIĄGÓW Z PVC-U

### Podsumowanie i wnioski (1)

- o Rurociągi z PVC-U są odpowiednie zarówno do zastosowań ciśnieniowych jak i bezciśnieniowych.
  - Pozostały okres trwałości użytkowej rur ciśnieniowych z PVC-U nie jest ograniczony wskutek degradacji chemicznej
  - Wpływ fizycznego starzenia na dobrze zżelowane rury z PVC jest umiarkowany. Odporność na powolny wzrost pęknięć będzie powoli zmniejszać się z biegiem czasu
  - Okres eksploatacji wyniesie  $> 100$  lat pod warunkiem, że obciążenia wewnętrzne i zewnętrzne nie przekroczą poziomu naprężenia obwodowego  $\geq 12.5$  MPa

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## PRZEWIDYWANA ŻYWOTNOŚĆ RUROCIĄGÓW Z PVC-U

### Podsumowanie i wnioski(2)

- o Rury kanalizacyjne z PVC
  - Przebarwienie powierzchni  $< 10 \mu\text{m}$
  - Umiarkowane zużycie powierzchni i owalizacja
  - Spodziewane poziomy naprężenie  $< 6$  Mpa
  - Naprężenie wewnętrzne  $< 3$  MPa;
  - Obciążenia wywierane przez glebę  $< 3$  MPa (nie występują obciążenia punktowe)
  - Wymagany poziom naprężenia
  - Powstawanie spękań (stare PVC)  $> 10$  Mpa
  - Powolny wzrost pęknięć (stare PVC)  $> 12$  Mpa
  - Dobrze zamontowane; brak agresywnych związków chemicznych

*RURYPVC – KRWIOBIEG NOWEJ EPOKI*



## PRZEWIDYWANA ŻYWOTNOŚĆ RUROCIĄGÓW Z PVC-U

### Podsumowanie – ekologiczność

- Deklaracja środowiskowa produktu (EPD):
  - Oparta na jednostce funkcjonalnej;
  - Ślad węglowy to jedna z 6 cech dotyczących wpływu na środowisko;
  - Porównanie z rurami betonowymi oparte na tej samej jednostce funkcjonalnej : **NA KORZYŚĆ PVC-U**;
- Recykling:
  - Stosowanie PVC-U z recyklingu jest powszechnie akceptowane jako norma, gdyż nie powoduje żadnych zmian jakościowych rury

*RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*



## Podziękowania

Niniejsza prezentacja została pierwotnie opracowana przez Henk'a Meerman'a z firmy Dyka b.v. a następnie rozbudowana przez Zorana Davidovskiego i Ton'a Schönmaker'a z firmy Pipelife International.

Bardzo dziękuję za ich ogromny wkład.

*RURYPVC – KRWIÓBIEG NOWEJ EPOKI*