

# Zrównoważony cykl żywotności polietylenu<sup>®</sup>

**Zapewnienie trwałości sieci wodociągowych i optymalizacja projektów inwestycyjnych w zakresie ich instalacji stanowią klucze do optymalnego zarządzania bazą materiałową**

Firma SUEZ ENVIRONNEMENT wykazała znaczące skracanie trwałości instalacji rurowych do transportu wody pitnej, wykonanych z polietylenu o wysokiej gęstości (HDPE – High Density Polyethylene) w wyniku skumulowanego oddziaływania trzech czynników:

- wysokiej temperatury wody,
- rodzaju i stężenia stosowanego preparatu dezynfekcyjnego (chlor lub dwutlenek chloru),
- wysokiego ciśnienia roboczego.

Do wymienionych kryteriów należy również dodać niedający się pominąć wpływ warunków instalacji i jakości wybranych materiałów. Konsekwentnie, uwzględniając wpływ tych czynników oraz różnice występujące między nimi, w poszczególnych projektach trwałość sieci wodociągowej, wykonanej z polietylenowych przewodów rurowych, nie może zostać ograniczona poniżej poziomu zapewniającego 50-letni okres gwarancji użytkowej w temperaturze 20°C.

W tym kontekście firma SUEZ-ENVIRONNEMENT zdefiniowała pojęcie tzw. Zrównoważonego Cyklu Żywotności Użytkowej (POLYETHYLENE SUSTAINABLE LIFE-CYCLE<sup>®</sup>), stanowiącego właściwe podejście z optymalnym zarządzaniem aktywami materialnymi, zgodnie z lokalnymi uwarunkowaniami środowiskowymi. Ze względu na to, że wymienione uwarunkowania są elementami swoistymi i charakterystycznymi dla poszczególnych kontraktów wykonawczych, opracowana została metoda oceny ryzyka, która (w oparciu o nowoczesne narzędzia i metody) ma za zadanie bardzo szybko dostarczać dane i informacje dotyczące warunków, w jakich określona instalacja będzie realizowana.

W oparciu o wyniki uzyskane przez firmę SUEZ-ENVIRONNEMENT z wykorzystaniem własnego stanowiska symulacji przyspieszonego starzenia oraz o wyniki pochodzące z okresu czterech lat, kiedy prowadzono badania, niniejsza praca omawia pierwsze trendy, jak i pojawiające się zalecenia dotyczące stosowania rur polietylenowych do przesyłania wody pitnej oraz uzyskiwanych parametrów przez te systemy. Nawet, jeżeli w niektórych warunkach roboczych żywotność tych systemów może ulec znamiennej ograniczeniu, to i tak polietylen pozostanie wiarygodnym technicznie i ekonomicznie rentownym materiałem o uniwersalnych możliwościach aplikacyjnych, przy założeniu właściwego postępowania na poszczególnych etapach cyklu żywotności.

Zapewnienie trwałości sieci wodociągowych i optymalizacja projektów inwestycyjnych w zakresie ich instalacji stanowią



- 1 Dane techniczne
- 2 Wybór odpowiedniego materiału  
*Innowacja*
- 3 Wybór żywicy polietylenowej  
*Innowacja*
- 4 Wybór producentów rur  
*Innowacja*
- 5 Procedura zakupu
- 6 Częsta kontrola jakości  
*Innowacja*
- 7 Magazynowanie i przeładunek
- 8 Monitorowanie stanu instalacji
- 9 Diagnostyka sieci wody pitnej  
*Innowacja*
- 10 Obsługa i konserwacja  
*Innowacja*

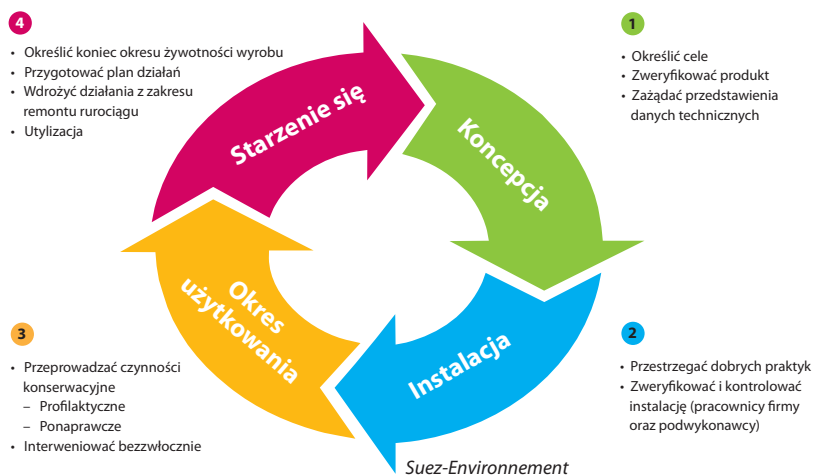
Rys. 1. | Zrównoważony cykl żywotności polietylenu<sup>®</sup>

klucze do optymalnego zarządzania bazą materiałową (Asset Management). Najczęściej zadawane pytanie dotyczy zwykle żywotności wodnych rurociągów dystrybucyjnych i użytkowych. Z perspektywy przedsiębiorstwa zaopatrującego w wodę żywotność ta powinna zwykle przekraczać okres 80 lat. Z kolei, żywotność sieci wodociągowych omawianych w odniesieniach literaturowych zamyka się w przedziale 60–70 lat, podczas gdy normy określają minimum żywotności sieci wodociągowych na okres 50 lat.

Jednakże, zgodnie z ostatnimi obserwacjami zachowania rur polietylenowych (PE), ich żywotność może ulegać znaczącym wahaniom zależnie od następujących czynników:

- wymiary geometryczne i parametry robocze (grubość ścianki,

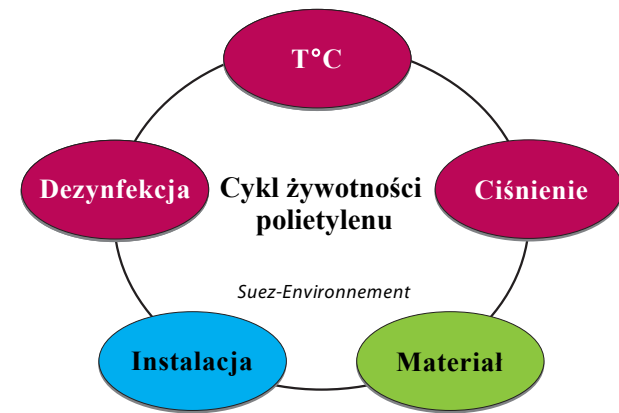
## Zrównoważony cykl żywotności rurociągów



Rys. 2. | Koncepcja zrównoważonego cyklu żywotności użytkowej dla sieci wodociągowych



Rys. 3. | Zrównoważony cykl żywotności polietylenu® (prawa autorskie: Suez-Environnement)



Rys. 4. | Pięć czynników ryzyka wpływających na trwałość użytkową rur polietylenowych

ciśnienie znamionowe);

- jakość surowca do wytworzenia rury (żywica, pakiet przeciwutleniający, proces produkcji, składowanie itd.);
- warunki przechowywania (składowanie, kontakt z twardym podłożem, skalista zasypka itd.);
- warunki robocze (temperatura, środek dezynfekujący, ciśnienie);
- prawidłowość eksploatacji (właściwa kontrola ciśnień, skuteczna regeneracja/konserwacja).

Nowa koncepcja zrównoważonej formuły cyklu żywotności jest uznawana za skuteczne i wiarygodne narzędzie, prowadzące do realizacji polityki zrównoważonego rozwoju. Rys. 2. ukazuje zastosowanie tego narzędzia do rurociągów z uwzględnieniem zrównoważonego rozwoju, zakładającego równowagę pomiędzy trzema aspektami: ekonomicznym, środowiskowym i społecznym.

W celu spełnienia przez sieć kryteriów zrównoważonego cyklu żywotności, polityka gospodarki materiałowej, odnosząca się do wodociągów, musi uwzględniać trzy warunki:

- zabezpieczone i kontrolowane zakupy;
- dostępność warunków technicznych i dokumentacji technicznej w charakterze pozycji referencyjnych;
- prowadzone z uwzględnieniem kryteriów jakościowych i monitorowane roboty montażowe wodociągów (z objęciem podwykonawców).

## ZRÓWNOWAŻONY CYKL ŻYWOTNOŚCI POLIETYLENU®

Opierając się ściśle na własnym programie badawczym, prowadzonym w zakresie użytkowych rur polietylenowych, firma SUEZ-ENVIRONNEMENT wdraża opracowaną metodologię

- 1 Dane techniczne**
  - Określenie wymogów zgodnie z panującymi warunkami
  - Wpływ temperatury, ciśnienia oraz środka dezynfekującego
- 2 Wybór odpowiedniego materiału**
  - Wybór optymalnego materiału zważywszy na panujące warunki
  - Narzędzie automatycznej oceny ryzyka
- 3 Wybór żywicy polietylenowej**
  - Zwiększona trwałość
- 4 Wybór producentów rur**
  - Badania techniczne
  - Zalecenia i metodologia producenta
- 5 Procedura zakupu**
  - Opracowanie i wdrożenie polityki zaopatrzeniowej
  - Gwarancja jakości zaopatrzenia
- 6 Częsta kontrola jakości**
  - Wdrożenie Procedury Kontroli Jakości
- 7 Magazynowanie i przeładunek**
  - Wytyczne dla polietylenu
- 8 Monitorowanie stanu instalacji**
  - Instrukcja dla dyscyplin sieciowych
  - Szkolenie wewnętrzne
  - Stała ocena podwykonawców
- 9 Diagnostyka sieci wody pitnej**
  - Ocena zakresu negatywnych zmian
  - Pomoc w zakresie podejmowania decyzji:
    - remont lub naprawa
- 10 Obsługa i konserwacja**
  - Poznanie i minimalizowanie czynników ryzyka
    - Modułacja ciśnienia (naprężenie mechaniczne)
    - Wybór zasobów wodnych (temperatura)
    - Wybór procesu dezynfekcji

w poszczególnych jednostkach prowadzonej przez siebie działalności. Rys. 3. przedstawia Zrównoważony Cykl Żywotności Polietylenu (SUSTAINABLE LIFE-CYCLE®) w charakterze innowacyjnego rozwiązania, zapewniającego i zwiększającego trwałość użytkową rur polietylenowych.

Międzynarodowe Stowarzyszenie Wodne (IWA – International Water Association) przyznało niniejszemu, nowemu zarządzaniu materiałowemu nagrodę honorową w konkursie Europejskie Projekty Innowacyjne 2010, w klasie zarządzania projektami badawczymi i prowadzeniu badań stosowanych.

## ETAP 1 I ETAP 2: WARUNKI TECHNICZNE I WYBÓR WŁAŚCIWEGO MATERIAŁU

### ROZPOZNANIE CZYNNIKÓW RYZYKA

Biorąc pod uwagę wyniki analiz, dotyczących ponad 200 rurociągów użytkowych z polietylenu, wykopanych z gruntu na terenach o różnych warunkach roboczych, dokonano identyfikacji pięciu głównych czynników ryzyka, postrzeganych jako parametry wpływające na trwałość polietylenowych sieci wodociagowych (rys. 4).

Pierwsze miejsce na liście „Top 5” zajmuje bez najmniejszej wątpliwości temperatura wody. Drugie miejsce zostaje przyznane rodzajowi środka odkażającego.

Rzeczywiście, obszarami polietylenowych rur użytkowych zaliczanymi do ryzykownych są obszary ze skojarzonym oddziaływaniem gorącej wody (>20°C lub >68°F) i wysokich stężeń chloru (1–4 mg/l) lub obszary, gdzie odkażania dokonuje się z zastosowaniem dwutlenku chloru.

Rys. 5 ilustruje bardzo przejrzyste różne poziomy degradacji obserwowane w warunkach terenowych i w zależności od strefy geograficznej (klimat gorący/zimny). Liczba w nawiasie informuje o łącznej ilości analizowanych próbek w poszczególnych krajach. Tab. 1 umożliwia dokonanie szybkiej oceny poziomu ryzyka zależnie od lokalnych warunków.

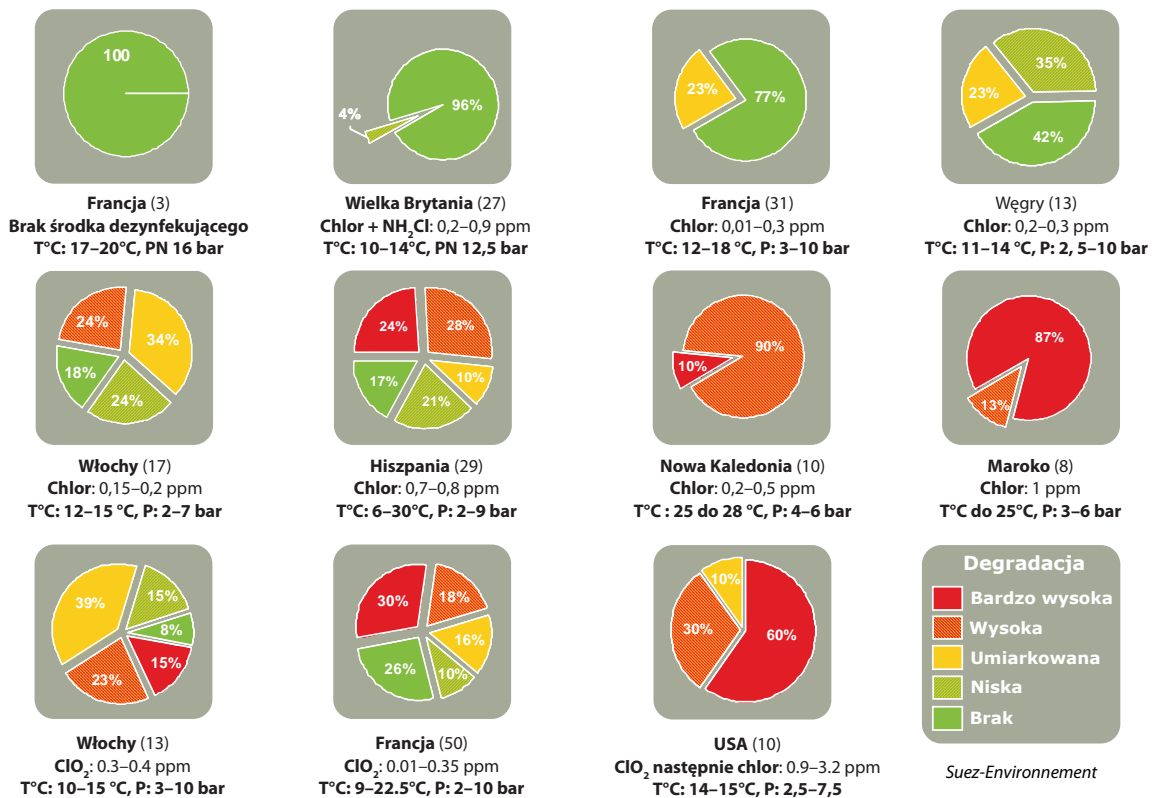
Biorąc pod uwagę tę pierwszą ocenę, operator może rozpoznać lokalną sytuację i wybrać materiał najbardziej odpowiedni dla planowanego zastosowania. Jak natomiast należy postępować po rozpoznaniu czynnika stwarzającego określone ryzyko?

## RZETELNE NARZĘDZIE OKREŚLAJĄCE TRWAŁOŚĆ UŻYTKOWĄ TWORZYW SZTUCZNYCH

W ramach prowadzonego programu badawczego firma SUEZ-ENVIRONNEMENT zaprojektowała i skonstruowała stanowisko przyspieszonego starzenia przeznaczone do badań rurociągów z tworzyw sztucznych.

Proces starzenia przeprowadzany jest pod ciśnieniem 6 bar (87 PSI) z zastosowaniem wysokiej koncentracji środka dezynfekcyjnego (4 mg/l chloru lub 1 mg/l dwutlenku chloru) i w wysokiej temperaturze w celu przyspieszenia oddziaływania mechanizmów degradujących. Wybrana temperatura wynosi 40°C (104°F) i pozwala odtworzyć ciężkie, ale realistyczne warunki mogące wystąpić w terenie, np:

- wody odsolone (proces destylacji przy zastosowaniu systemu Multi Flash: do 45°C/113°F);
- teren geotermalny z wodami gruntowymi (o temperaturze



Rys. 5. | Przedziały poziomów degradacji obserwowane w warunkach terenowych

Poziom ryzyka dla danego kryterium	Ryzyko niskie	Ryzyko średnie	Ryzyko wysokie	Ryzyko krytyczne
Analiza ryzyka w ujęciu firmy SUEZ-ENVIRONNEMENT				
Temperatura	T ≤ 12,5°C T ≤ 5,5°F	12,5°C < T ≤ 17,5°C 54,5°F < T ≤ 63,5°F	17,5°C < T ≤ 22,5°C 63,5°F < T ≤ 72,5°F	22,5°C < T 72,5°F < T
Środek odkażający	Brak lub NH <sub>2</sub> Cl	Chlor	ClO <sub>2</sub> < 0,1 mg/l	0,1 mg/l < ClO <sub>2</sub>
Ciśnienie	P ≤ 3 bar P ≤ 43,5 psi	3 bar < P ≤ 6 bar 43,5 < P ≤ 87 psi	6 bar < P ≤ 9 bar 87 psi < P ≤ 130,5 psi	9 bar < P 130,5 psi < P

Tab. 1. | Ocena poziomu ryzyka zależnie od lokalnych warunków

30°C/86°F);  
 – wody powierzchniowe na terenach o gorącym klimacie (kraje tropikalne: 30°C/86°F).

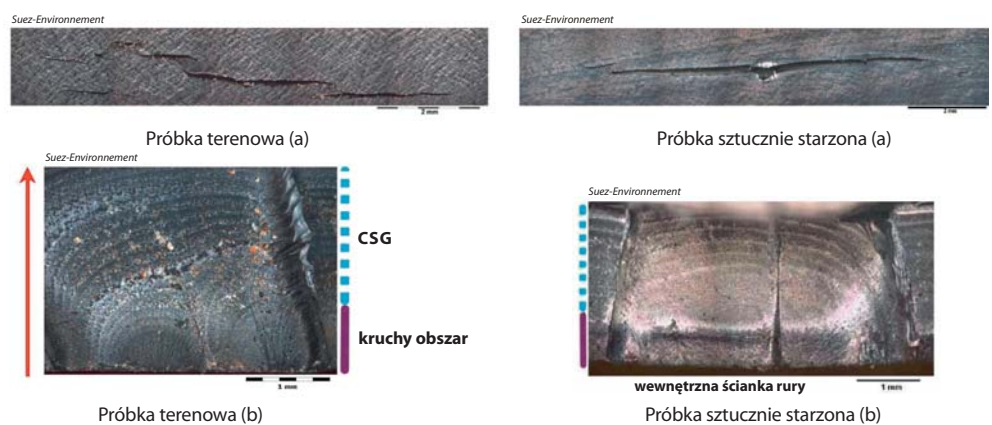
Omawiana testowa instalacja pilotowa umożliwia symulację procesu degradacji rur polietylenowych w warunkach roboczych, ale jej główną zaletą jest możliwość oceny zachowania się materiałów z tworzywa w chlorowanej wodzie. To stanowisko symulujące procesy starzenia jest na chwilę obecną rozwiązaniem wyjątkowym w skali światowej i już poprzednie prace (1, 2) wykazały osiągnięta przez nie wydajność i niezawodność.

Dokonane porównanie sztucznie starzonych próbek z próbkami rur wykopanych z gruntu wykazało ten sam stopień degradacji – rys. 6.

Przedmiotem porównań była praktyczna trwałość różnych rurociągów z polietylenu o różnych wymiarach (średnica zewnętrzna w stosunku do grubości ścianki rury) i o różnych warunkach instalacyjnych

(z bezpośrednim oddziaływaniem/bez bezpośredniego oddziaływania kamieni i fragmentów skalnych, rys, po stosowaniu technologii bezwykopowych itp.).

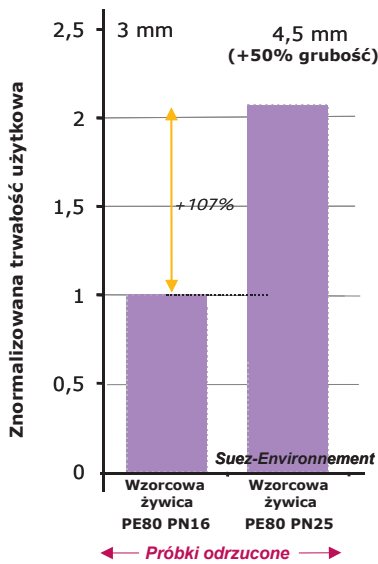
Jedną z rur PE80 o standardowych wymiarach (średnica: 25 mm x grubość: 3 mm), pochodzącą z rynku europejskiego, przyjęto za element odniesienia (znormalizowana trwałość użytkowa = 1). Po czterech latach badań pojawiły się pierwsze wy-



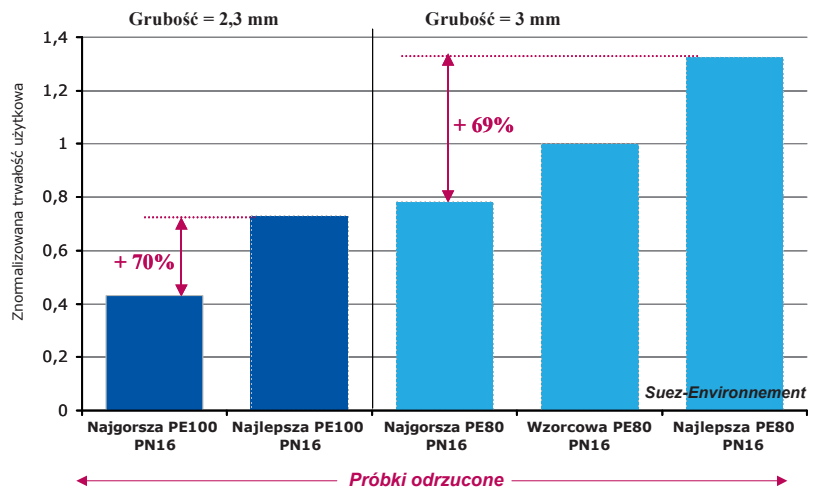
(a) podłużne pęknięcia na wewnętrznej powierzchni  
 (b) kruchy obszar i powolny wzrost pęknięć (SCG – slow crack growth) w przestrzeni od powierzchni wewnętrznej do zewnętrznej

Rys. 5. | Porównanie procesów starzenia się polietylenowych rurociągów, zachodzących w terenie i w środowisku sztucznie przyspieszonego starzenia

### WPLYW GRUBOŚCI



### WPLYW JAKOŚCI ŻYWICY



Rys. 8. | Wpływ rodzaju żywicy na trwałość użytkową rur polietylenowych (40°C/104°F, 6 bar/87 psi, 1 mg/L ClO<sub>2</sub>, ciśnienie znamionowe: PN16 = 232 psi)

Rys. 7. | Wpływ grubości ścianki na trwałość użytkową rur z polietylenu (40°C/104°F, 6 bar/87 psi, 1 mg/L ClO<sub>2</sub>, ciśnienie znamionowe: PN16 = 232 psi, PN25 = 362,5 psi)

niki i rozwiązania.

### WPLYW GRUBOŚCI ŚCIANEK RURY

Jeżeli rozpoznane ryzyko odnosi się do warunków roboczych, pierwszym rozwiązaniem jest zwiększenie grubości, tj. zwiększenie górnej granicy ciśnienia znamionowego, jakie rura może wytrzymać.

Zgodnie z wynikami uzyskanymi na stanowisku symulacji starzenia i przedstawionymi na rys. 7, zwiększenie grubości o 50%, od 3 do 4,5 mm (tj. zwiększenie ciśnienia znamionowego z 16 na 25 bar lub z 232 do 362 psi) podwaja trwałość użytkową (żywotność) polietylenowej rury referencyjnej.

Zaobserwowano również, że zmniejszenie grubości do poziomu poniżej 3 mm może prowadzić do przedwczesnego zniszczenia rury.

### ETAP 3: WYBÓR ŻYWICY POLIETYLENOWEJ

Przebadano wszystkie żywice PE80 i PE100 dostępne na rynku europejskim. Należy zaznaczyć, że niniejsza praca odnosi się do w pełni wyposażonych żywic PE, tzn. zawierających przeciwutleniacze i ochronę przed promieniowaniem UV.

Pierwszym wynikiem uzyskanym dzięki zastosowaniu stanowiska do przyspieszonego starzenia było wykazanie wyraźnych różnic w trwałości użytkowej rur z polietylenu w zależności od rodzaju żywicy PE w kontakcie z mediami zawierającymi dwutlenek chloru. Zgodnie z tym, co przedstawiono na rys. 8, różnica trwałości użytkowej między najgorszą i najlepszą żywicą PE (PE80 i PE100) może osiągać nawet 70%.

Na podstawie powyższych wyników można sformułować wniosek, że polietylen polietylenowi nierówny. Wady (podłużne pęknięcia) obserwuje się

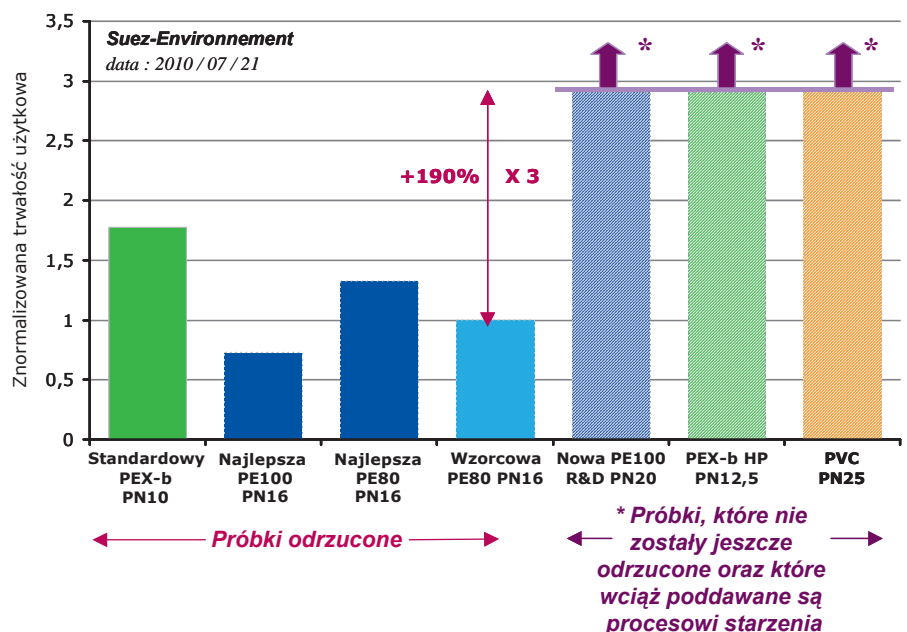
na stanowisku starzenia dla wszystkich standardowych rur PE (PE80 i PE100) w kontakcie z dwutlenkiem chloru. W kontakcie z roztworami chlorowymi (4 mg/l) proces degradacji przebiega wolniej, ale jest obecny.

Pamiętając o wszystkich czynnikach ryzyka, można założyć, że aktualnie stosowane rury polietylenowe nie są dostatecznie odporne na oddziaływanie wody chlorowanej w obszarach zagrożonych największym ryzykiem, a mianowicie na oddziaływanie:

- gorącej wody chlorowanej (>20°C lub >68°F, wysoki poziom chloru >0,3 mg/L),
- wody odkazanej dwutlenkiem chloru, niezależnie od jego zawartości.

Z tego względu wymagane są modyfikacje, których wdrożenie zapewni niezawodność użytkową rur PE w wymienionych warunkach ich stosowania. Po uwzględnieniu uzyskanych wyników, program badawczy został ukierunkowany na poszukiwania i ba-

### WZROST ODPORNOŚCI NA ODDZIAŁYWANIE WODY CHLOROWANEJ



Rys. 9. | Produkty o wysokiej odporności na oddziaływanie wody chlorowanej (40°C/104°F, 6 bar/87 psi, 1 mg/L ClO<sub>2</sub>, ciśnienie znamionowe PN10 = 145 psi; PN12,5 = 181 psi; PN16 = 232 psi, PN25 = 362,5 psi)



dania nowych typów rur z tworzywa (z nowego polietyle-  
nu, PEX, PCV, tworzyw wielowarstwowych itp.) o wyższej  
odporności na działanie środków dezynfekcyjnych. Wybór  
dwutlenku chloru na substancję referencyjną został doko-  
nany ze względu na agresywność jego oddziaływania na  
polietylen, który powoduje jego starzenie się do poziomu  
całkowitej degradacji użytkowej już po upływie jednego  
roku. Po czterech latach intensywnych prac zaczęły się po-  
jawiać nowe, innowacyjne produkty o trwałości użytkowej  
co najmniej trzykrotnie wyższej w porównaniu ze standardowym  
polietylenem PE80 (rys. 9). Na dzień dzisiejszy wymienione nowe  
materiały nie wykazały jeszcze żadnych wad.

Badaniami nadal objęte są wymienione tu obiecujące, nowe  
produkty, jak:

- nowa generacja PE100 (prace B + R nad nowym PE100),
- polietylen usieciowany o wysokiej wytrzymałości mechanicz-  
nej (PEX HP),
- PCV.

Wymagane jest ustalenie i walidacja wartości parametrów ro-  
boczych osiąganych przez te ulepszone produkty. W tym celu  
należy wykonać próby terenowe celem zweryfikowania łatwo-  
ści instalacji tych materiałów. Ponadto, ośrodek techniczny fir-  
my SUEZ ENVIRONNEMENT współpracuje z zespołem ds. PE  
CRIGEN, ośrodka technicznego GDF-SUEZ (uprzednio o nazwie  
Gaz-de-France) dla skorzystania z 30 lat doświadczeń eksper-  
kich francuskiego przemysłu gazowego.

Z punktu widzenia operatora, nawet jeżeli PCV jest konkuren-  
cyjny w stosunku do PE w odniesieniu do systemów sieciowych,  
polietylen pozostanie materiałem referencyjnym dla rur użytko-  
wych ze względu na elastyczność i łatwość instalacji, umożliwia-  
jąc stosowanie technologii bezwykopowych. W odniesieniu do  
PEX, jego stosowanie jest ograniczone do drugorzędowych sieci  
gorącej wody (o bardzo małych średnicach).

#### ETAP 4 I ETAP 5: WYBÓR PRODUCENTÓW RUR I PROCEDURY ZAKUPU

Ze względu na to, że trwałość użytkowa polietyle-  
nu może się zamykać w przedziale od 1 do 6 (znormalizowana żywotność  
przewidywana: od 0,5 do 3) między najgorszym i najlepszym  
materiałem PE, właściwy wybór żywicy polietylenowej staje  
się w sposób oczywisty kluczową decyzją. Tak więc warunki  
techniczne wymagane do zróżnicowania dostawców muszą  
uwzględniać jakość żywicy PE stosowanej do produkcji rur.

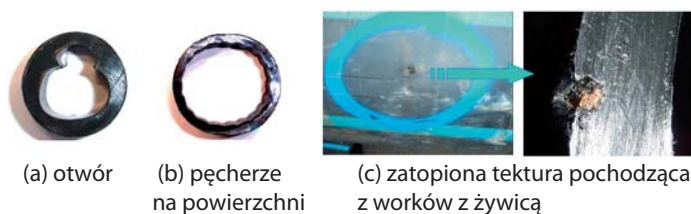
W celu zabezpieczenia portfela dostaw rur PE dla swoich pro-  
jektów, firma SUEZ-ENVIRONNEMENT opracowała metodolo-  
gię zakupów, na którą składają się:

- precyzyjne specyfikacje techniczne i handlowe;
- audyty fabryk producentów rur;
- zatwierdzenie dostawców;
- systemy monitoringu dla realizacji zamówień.

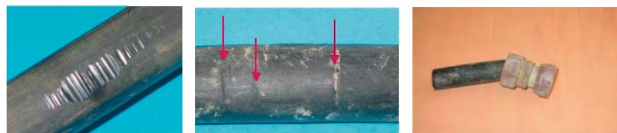
Dla przykładu, od roku 2007 firma LYONNAISE-DES-EAUX,  
francuska filia firmy SUEZ ENVIRONNEMENT, zatwierdziła  
i zabezpieczyła 99% dostaw rur PE w oparciu o bezpośrednie  
i wiarygodne kontakty z producentami rur i punktami sprzeda-  
ży detalicznej.

#### ETAP 6, ETAP 7 I ETAP 8: KONTROLA JAKOŚCI, SKŁADOWANIE, TRANSPORT WEWNĘTRZNY I INSTALACJA

Kontrola jakości rur jest niezbędna przed odbiorem technicz-  
nym sieci wodociągowej. Jak pokazano na rys. 10, wszystko  
w takiej sytuacji może się wydarzyć.



Rys. 10. | Rury odrzucone przez wewnętrzną kontrolę jakości: przegląd wad



Rys. 11. | Uszkodzenia rur spowodowane nieprawidłową instalacją

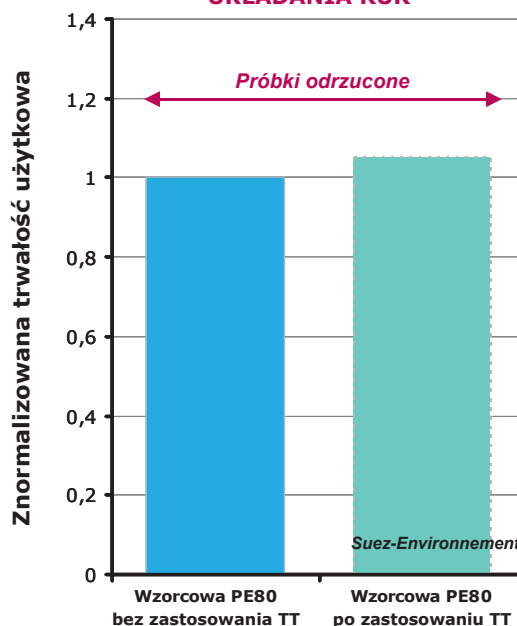
Wszystkie te rury przeszły testy walidacyjne u dostawcy, uzy-  
skując standardową notę akceptacji. Na szczęście, wewnętrzna  
kontrola jakości oraz systemowa próba ciśnieniowa (bazująca na  
ciśnieniu hydrostatycznym) przeprowadzona przed technicznym  
odbiorom sieci umożliwiła identyfikację ww. wad.

Ze względu na to, że polietylen jest wrażliwy na promienio-  
wanie UV, wszystkie rury z polietyle-  
nu należy chronić przed  
bezpośrednim działaniem promieni słonecznych i zainstalować  
je w ciągu 2 lat od wyprodukowania. Jednakże wewnętrzna pro-  
cedura zakupów wymaga, aby dostawa rury została zrealizowa-  
na w ciągu pierwszych 6 miesięcy od jej wyprodukowania.

Wyroby z polietyle-  
nu wymagają zachowania ostrożności przy  
ich transporcie i załadunku/rozładunku w celu uniknięcia po-  
ważniejszych uszkodzeń na powierzchniach zewnętrznych, ta-  
kich jak pokazane na rys. 11, a rury powinny być układane na  
odpowiednim podłożu. Dla uniknięcia zadrapań, bezpośredniego  
oddziaływania kamieni i fragmentów skalnych i/lub naprężeń  
mechanicznych, zaleca się montaż metodą zgrzewania według  
rygorystycznych procedur zamiast połączeń mechanicznych.

Technologie bezwykopowe mogą być stosowane bez ograni-

#### WPLYW TECHNOLOGII BEZWYKOPOWEGO UKŁADANIA RUR



Rys. 12. | Wpływ technologii bezwykopowego układania rur (TT –  
Trenchless Technology) na trwałość użytkową polietyle-  
nu (40°C/104°F, 6 bar/87 psi, 1 mg/L ClO<sub>2</sub>)



Rys. 13. | Wadliwa instalacja z powodu niskiej jakości materiału

czeń. Korzystając ze stanowiska symulacji przyspieszonego starzenia dla celów walidacji, rura referencyjna PE80 została

poddana badaniom przed i po ułożeniu techniką bezwykopową. Rys. 12 przedstawia brak jakichkolwiek różnic w odniesieniu do trwałości użytkowej dla rur przed i po instalacji.

Jednakże, jeżeli rura zostanie wyprodukowana z żywicą o niskiej jakości i/lub, proces wytłaczania nie zostanie przeprowadzony należycie, wówczas poważne problemy mogą się pojawić w trakcie jej instalacji, co ilustruje rys. 13.

## ETAP 9 I ETAP 10: DIAGNOSTYKA, OBSŁUGA I KONSERWACJA SIECI WODOCIĄGOWEJ

Zaletą i mocną stroną metodyki postępowania nazwanej Zrównoważonym Cyklem Żywotności Polietylenu (PE SUSTAINABLE LIFE-CYCLE®) jest zintegrowanie wszystkich etapów łańcucha dostaw: od poziomu produkcji do końca okresu żywotności wyrobu. Pierwsze 8 etapów odnosi się wyłącznie do rur nowych, natomiast ostateczna żywotność polietylenu może być również uzależniona od trybu obsługi i konserwacji rurociągów. Każde wprowadzone do sieci wodociągowej usprawnienie wywiera pozytywny wpływ na wszystkie zawarte w tej sieci rury. Przykładowo, wdrożenie lokalnych rejonów licznikowych i modulacja ciśnienia mogą ograniczyć występujące w sieci wodociągowej naprężenia, optymalizując pośrednio trwałość użytkową rur z tworzywa.

Polietylen jest powszechnie stosowany na całym świecie. Np. we Francji z polietylenu wykonywane jest 90% nowych użytkowych linii wodociągowych i 50% linii sieciowych (o średnicach do 300 mm). Rury z polietylenu są stosowane już od lat 70., a nawet 60. ubiegłego wieku. W ramach działalności samej tylko firmy SUEZ-ENVIRONNEMENT zainstalowane zostały ponad 4 mln rur użytkowych z polietylenu. Tak więc konieczna staje się właściwa diagnostyka poziomów degradacji rur polietylenowych w celu zastosowania odpowiednich programów ich konserwacji i renowacji.

Z tego powodu zostały opracowane nowe narzędzia. Wiedza nabyta w trakcie ich projektowania umożliwia dzisiaj stosowanie przez lokalne firmy technik diagnostycznych, doskonale przystosowanych do miejscowych warunków, co zostało już opisane w poprzednich pracach na ten temat (2, 3, 4).

## WNIOSKI

Dla firmy SUEZ-ENVIRONNEMENT optymalizacja zarządzania sieciami wodociągowymi z użyciem rur polietyleno-

wych zakłada wdrożenie koncepcji Zrównoważonego Cyklu Żywotności Polietylenu (PE SUSTAINABLE LIFE-CYCLE®) we wszystkich lokalnych uwarunkowaniach z jednoczesnym określeniem programu działań przystosowanego do lokalnej jednostki sieci wodociągowej.

Proponowany program działań obejmuje:

- poprawę jakości: weryfikacja polityki zakupów i jakości materiałów;
- profesjonalne postępowanie: weryfikacja procedur składowania, transportu wewnętrznego i instalacji oraz sposób wdrażania tych procedur w terenie;
- konserwację już istniejących inwestycji: diagnostyka poziomu zużycia i stosowanie systemu optymalizacji decyzji odnośnie do konserwacji i renowacji rur;
- wybór najlepszych rozwiązań dla poprawy wskaźników funkcjonowania sieci, ograniczenia stopnia nieuszczelnności i zredukowania ilości wymaganych interwencji naprawczych: możliwość przeanalizowania szeregu metod obejmujących skorygowanie trybów odkazania rur, usprawnienie zarządzania ciśnieniem roboczym lub zastosowanie innych materiałów. ■

*Publikacja za zgodą SUEZ ENVIRONNEMENT. Referat został wygłoszony podczas konferencji Plastic Pipes, 20–22 października 2010 r., Vancouver, Kanada*

## LITERATURA:

- [1] M. Rozental-Evesque and B. Rabaud, "A reliable bench testing for benchmarking oxidation resistance of polyethylene and plastic pipe material in disinfected water environments" podczas konferencji PPXIV, 3B, Budapeszt, Węgry, 22–24 września 2008 r.
- [2] B. Rabaud and M. Rozental-Evesque, "Interactions between polyethylene water pipes and disinfectants used in drinking water treatments: how to characterize the ageing?" podczas konferencji Eurocorr, Edynburg, Szkocja, 7–11 września 2008 r.
- [3] M. Sanchez, S. Louis, C-E. Bruzek, M. Rozental-Evesque and B. Rabaud, "Development of a "Nol ring" test to study polyethylene pipe degradation" podczas konferencji PPXIV, 7A, Budapeszt, Węgry, 22–24 września 2008 r.
- [4] M. Rozental-Evesque, B. Rabaud, M. Sanchez, S. Louis and C-E. Bruzek, "The Nol Ring Test: an improved tool for characterizing the mechanical degradation of non failed polyethylene pipe house connections" podczas konferencji PPXIV, 3B, Budapeszt, Węgry, 22–24 września 2008 r.

## AQUA PARTNER Wyłączny przedstawiciel firmy Krasowski TGS w Polsce



**Kompletne systemy firmy Krasowski® TGS do renowacji rurociągów i kanałów z zastosowaniem utwardzanych powłok żywicznych, tzw. rękawów.**

- Optymalny dobór urządzeń do potrzeb zamawiającego.
- Szkolenie w zakresie obsługi zakupionych systemów.
- Serwis doradczy w trakcie eksploatacji systemów.
- Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.
- Doradztwo w zakresie rozbudowy i modernizacji zakupionych wcześniej systemów.