

INNOWACJE W PRODUKCJI RUR Z PVC

PVC – materiał o doskonałych parametrach...

Dobre właściwości mechaniczne

- wytrzymałość
- sztywność

Obojętny chemicznie

- doskonała odporność na działanie substancji chemicznych
- niezwykle niska przepuszczalność

Zastosowania ciśnieniowe

- woda pitna
- gaz

Zastosowania bezciśnieniowe

- kanalizacja
- drenaż
- gleba i nieczystości
- korytka kablowe
- woda deszczowa

... który można udoskonalić dzięki innowacjom.

Zorientowany PVC (PVC-O) – tworzywo, które odniosło sukces

1968: w laboratoriach badawczych ICI powstają rury z PVC-O

~1970: opracowanie potokowej produkcji PVC-O (Uponor i inni)

~1995: Wavin i Uponor opracowują produkcję liniową

~2000: na całym świecie działa już wiele linii produkcyjnych

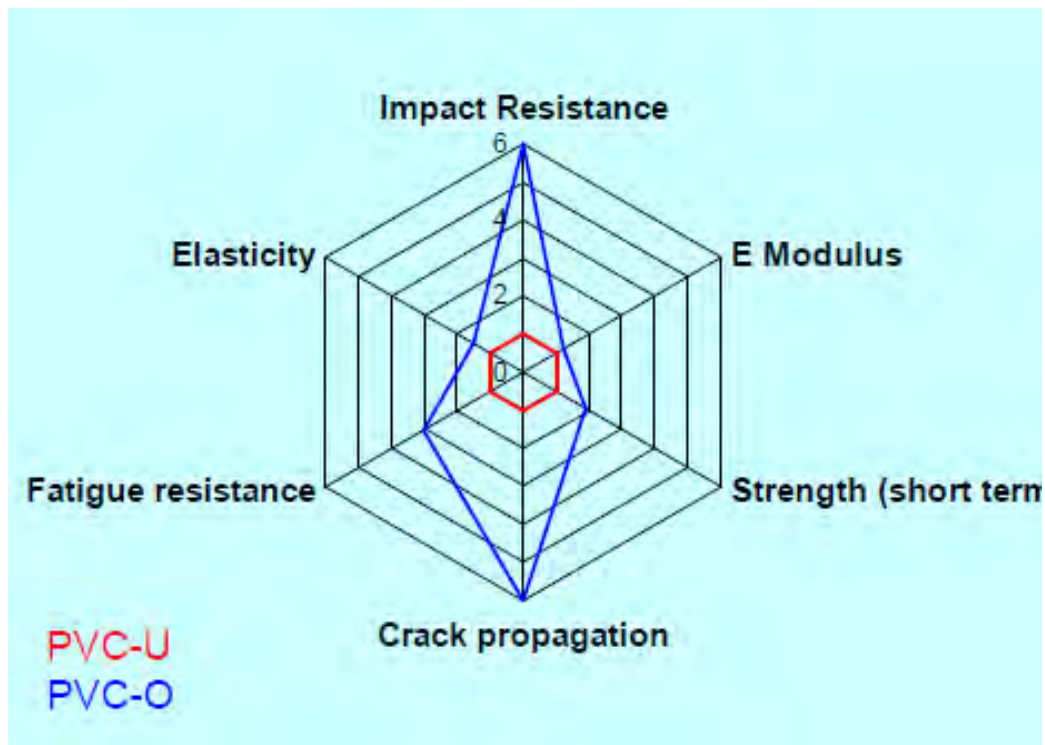
2007: Molecor opracowuje produkcję potokową wykorzystującą gorące powietrze zamiast wody

2011: rozszerzenie zakresu o dodatkowe średnice: od 90 mm do 630 mm

Standardowe PVC to dobre rozwiązanie dla sieci wodociągowych, ale PVC-O (PVC z odpowiednio zorientowanym układem cząstek) jest jeszcze lepsze.

Bioorientacja zapewnia:

- dużo większą odporność na uderzenia
- wyższą wytrzymałość ciśnieniową
- cieńsze ścianki (mniejsze zużycie materiału)



Impact resistance – odporność na uderzenia

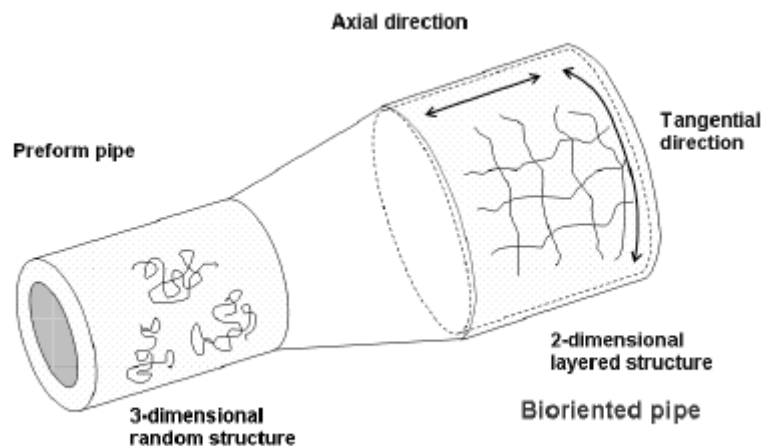
Elasticity – elastyczność

Fatigue resistance – odporność na zmęczenie

Crack propagation – propagacja pęknięć

Strength (short term) – wytrzymałość (krótkookresowa)

E Modulus – moduł E



Preform pipe – rura preformowana

3-dimensional random structure – trójwymiarowa, nieuporządkowana struktura

Biooriented pipe – rura bioorientowana

Axial direction – kierunek osiowy

Tangential direction – kierunek styczny

2-dimensional layered structure – dwuwymiarowa struktura warstwowa

Rury ciśnieniowe – PVC-O

- zwiększona wytrzymałość: 50-80 MPa
- cieńsze ścianki:
- niższa waga: > 40%

Standardyzacja:

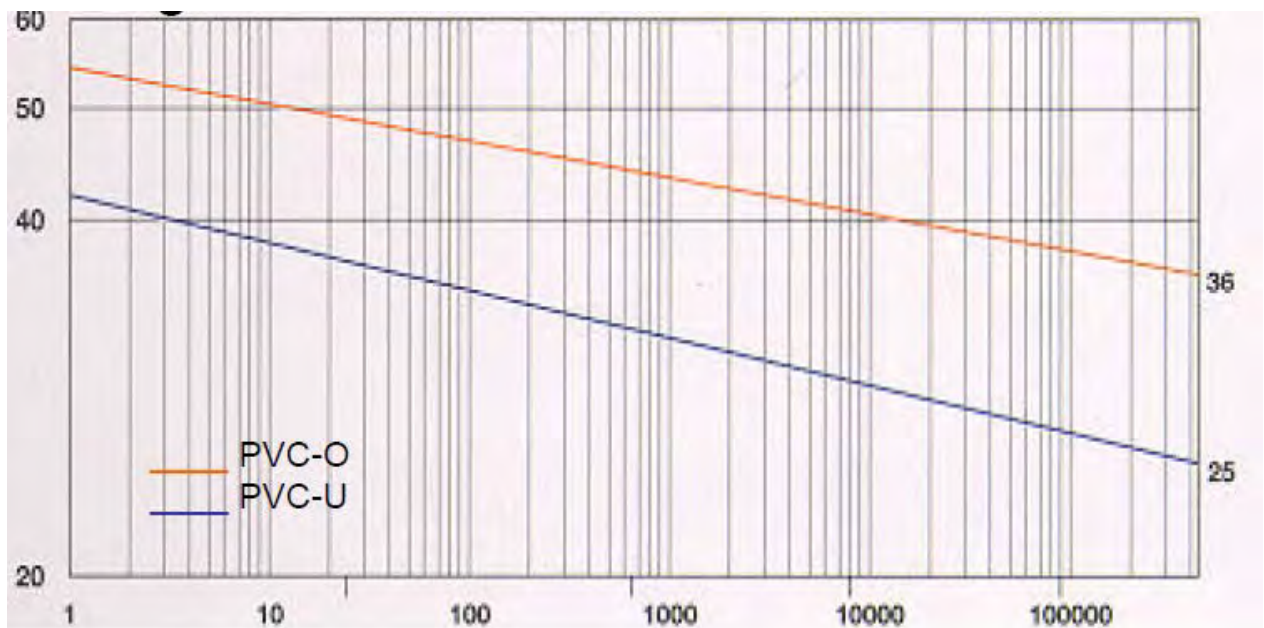
ISO 16422

SANS 1808-85

Materiał odporny na skutki niewłaściwego użycia



Rury ciśnieniowe – PVC-O



Dane dotyczące regresji PVC-U oraz PVC-O

Rury ciśnieniowe – PVC-O

Właściwości rury zależą od:

- regulacji temperatury żelowania
- regulacji temperatury rozciągania
- stopnia rozciągnięcia

Technologia:

- precyzyjna regulacja żelowania
- ścisła regulacja temperatury rozciągania

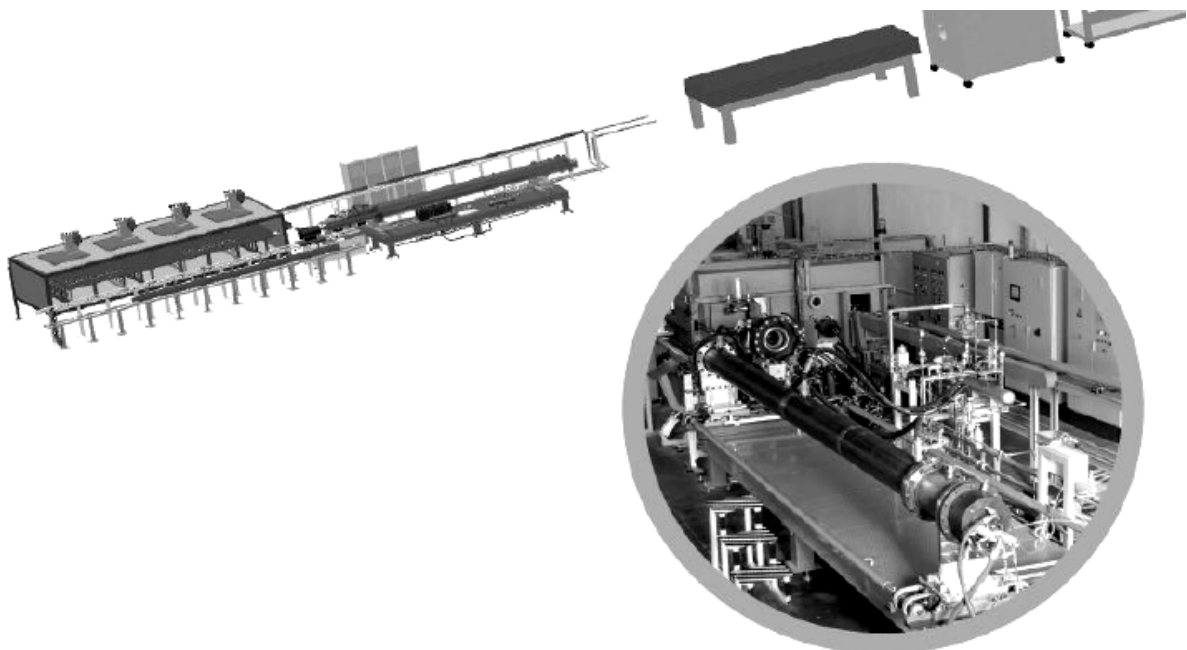
Know-how sprzedaje kilka firm

Rynek:

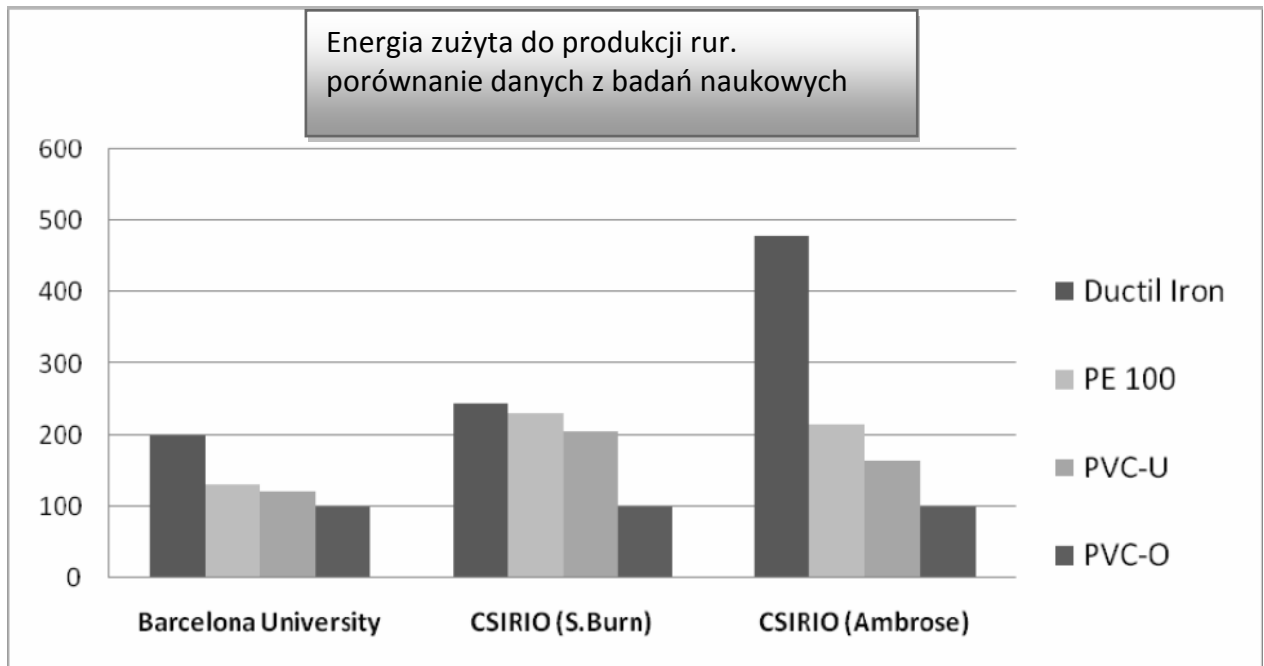
- przekazanie właściwych informacji klientom (branża instalatorska)

Istnieją dwie tradycyjne technologie bioorientacji:

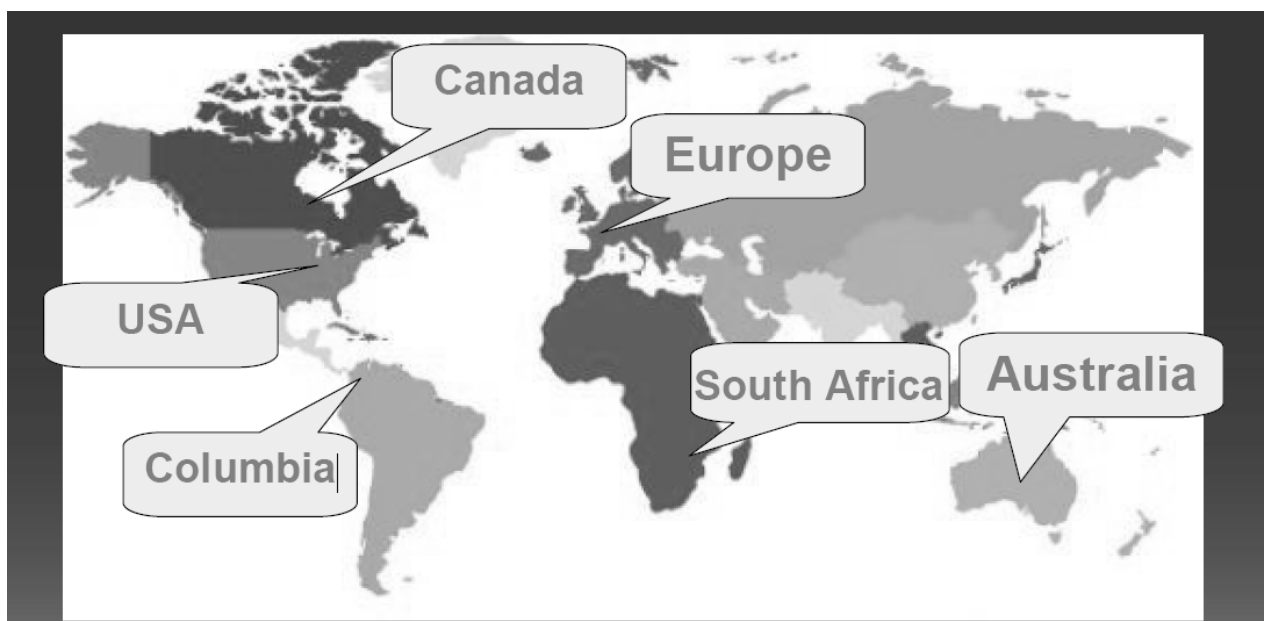
- technologia potokowa (dwuetapowa):
 - wytłaczanie (i przechowywanie preformowanych rur)
 - obróbka i bioorientacja - technologia zapewnia produkt wysokiej jakości, ale pochłania dużo energii i wymaga dużych nakładów pracy
- technologia ciągła:
 - wytłaczanie i bioorientacja na tej samej linii (patrz: technologia Wavin Apollo)
 - niższe nakłady pracy i energii, ale potrzebne są duże inwestycje i wysoko wykwalifikowana kadra
- trzecia technologia: hybrydowa (nieciągła, ale liniowa)
 - połączenie stabilnej jakości technologii potokowej i umiarkowanych kosztów technologii liniowej (patrz: www.molecor.com)



PVC-O: energia zużyta do produkcji



Linie PVC-O na całym świecie



PVC-M (Impact-modified PVC)

- tworzywo opracowane w RPA (DPI Plastics)
- środek modyfikujący: CPE (chlorowany polietylen)
- opracowanie żywicy PVC o właściwościach niezbędnych do produkcji rur
- podstawowe znaczenie ma zapewnienie odpowiednich warunków produkcji
- zwiększona udarność – brak pęknięć kruchych
- MRS (minimalna wymagana wytrzymałość) = 25 MPa
- umożliwia zmniejszenie grubości ścianki o 30%, co przekłada się na większy prześwit rury

Używane do transportu wody i powietrza w kopalniach



Innowacje projektowe

- rury dwuścienne
- rury żebrowane
- rury z rdzeniem piankowym
- rury spiralnie nawijane

Odpowiednio zaprojektowana rura charakteryzuje się większą sztywnością i mniejszą masą.



Rury dwuścienne

Rury dwuścienne przeznaczone są do użycia w kanalizacji i drenażu dróg (EN 13476)

Rury muszą zapewniać:

- sztywność obwodową
- odporność na uderzenia

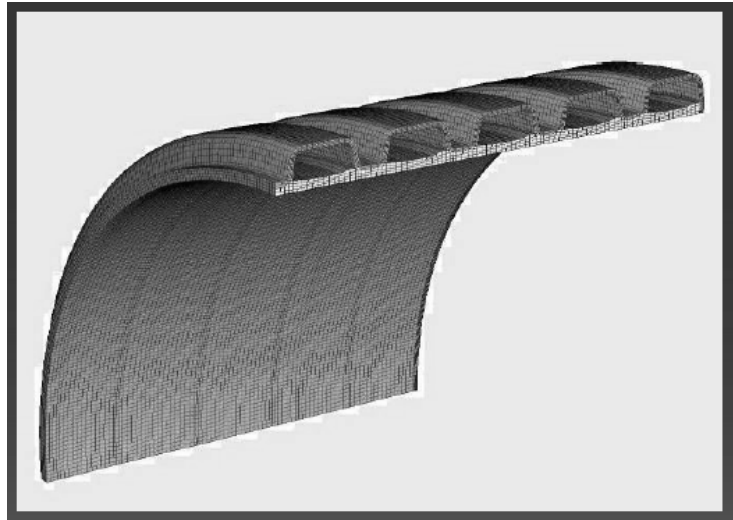
Dodatkowe wymagania:

- NISKI KOSZT
- długi okres eksploatacji

Aktualna pozycja na rynku

Rury dwuścienne zajmują stabilną pozycję na rynku.

W przypadku rur produkowanych z PP i PE każda z dwóch warstw wykonana jest z tworzywa innej klasy.

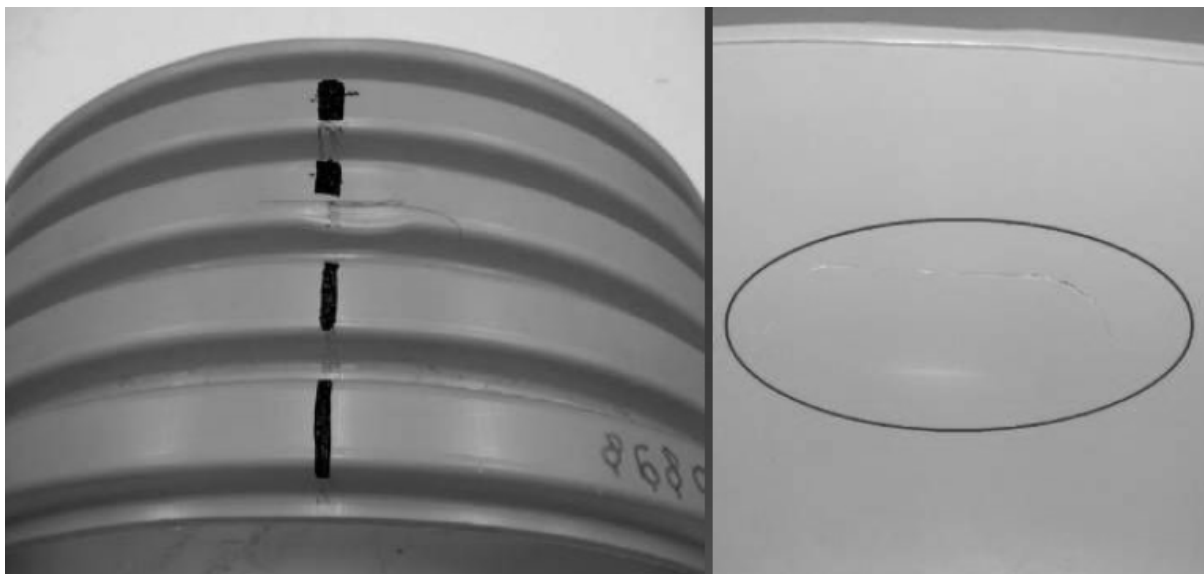


W przypadku rur produkowanych z PCV, obydwie warstwy wykonane są z tego samego materiału: PVC + modyfikator (*impact modifier*).

Czy jest tu jeszcze miejsce na innowacje?

Badanie odporności na uderzenia metodą spadającego ciężarka

Rura o średnicy 400 mm / Energia: 124 J

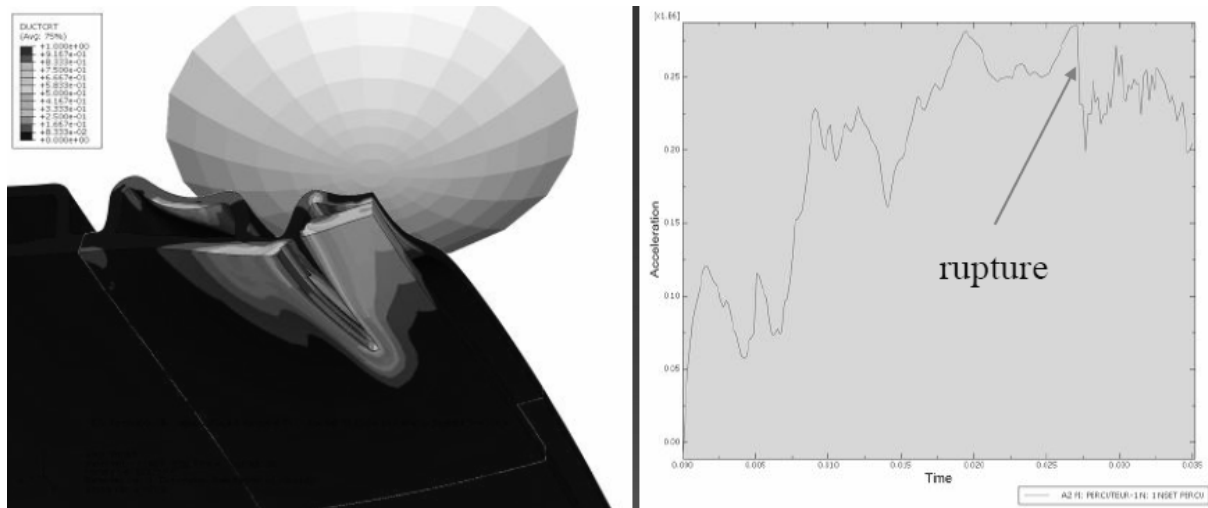


Warstwa zewnętrzna: prawie żadnych uszkodzeń

Warstwa wewnętrzna: zarysowanie długości kilku centymetrów

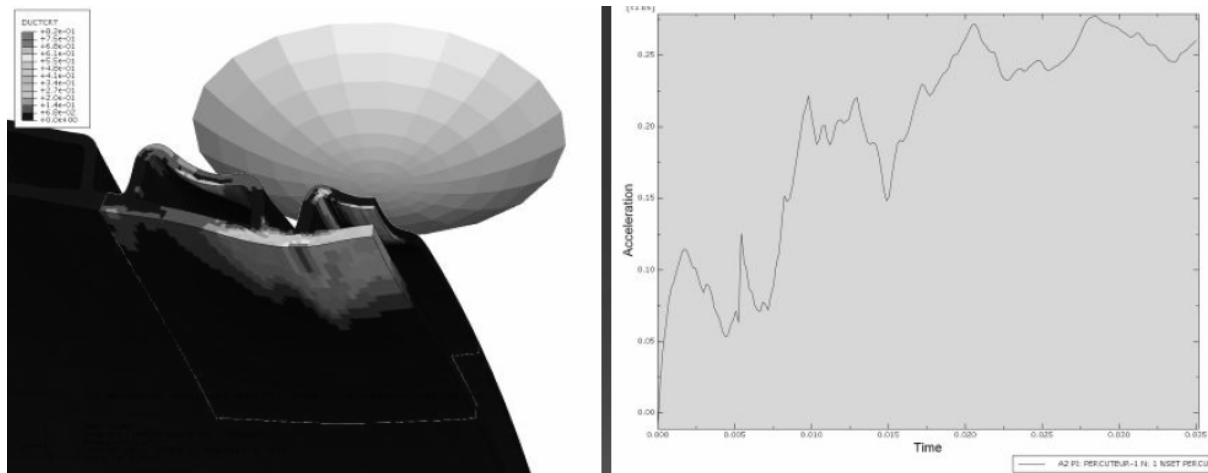
Symulacja uderzenia przy użyciu metody elementów skończonych (FEA) – wpływ modyfikatora

Przykład 1 – brak modyfikatora w obydwu warstwach



Energia rozrywająca: 151 S.U.
Stopień zniszczenia: 100%

Przykład 2 – warstwa wewnętrzna z modyfikatorem, warstwa zewnętrzna bez modyfikatora



Energia rozrywająca: 157 S.U.
Stopień zniszczenia: 80%

Podsumowanie wyników badania odporności na uderzenia

Warstwa wewnętrzna	Warstwa zewnętrzna	Energia rozrywająca	Stopień zniszczenia	Sztywność obwodowa (w kN/m ²)
Bez modyfikatora	Bez modyfikatora	151	100%	22,7
Z modyfikatorem	Bez modyfikatora	> 157	82%	20,5
Bez modyfikatora	Z modyfikatorem	> 157	92%	18,2
Z modyfikatorem	Z modyfikatorem	> 157	76%	16,5

Wniosek: nie ma konieczności stosowania modyfikatora w obydwu warstwach.

Najlepsze parametry osiągnięto w przypadku zastosowania modyfikatora w warstwie wewnętrznej.

Wnioski

- Symulacja z użyciem płaskiego profilu dwuciennego PVC potwierdza zaobserwowane właściwości
- Odporność na uderzenia jest na odpowiednim poziomie jedynie przy zastosowaniu modyfikatora w warstwie wewnętrznej
- Lepsze parametry sztywności osiąga się przy użyciu modyfikatora w tylko 1 warstwie
- A zatem najlepszym rozwiązaniem jest użycie modyfikatora w jednej warstwie.

Zalety zastosowania różnych materiałów

Oszczędności materiałowe (obliczenia dla rury o średnicy 315)

Modyfikator w obydwu warstwach: ~ 4,8 EUR / m

Modyfikator w jednej warstwie: ~ 4,5 EUR / m

△ = -6%

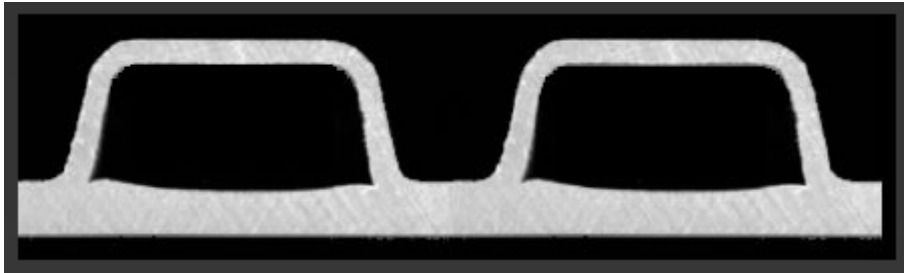
Lepsza kontrola nad wytłaczaniem:

każdy z procesów może być regulowany osobno

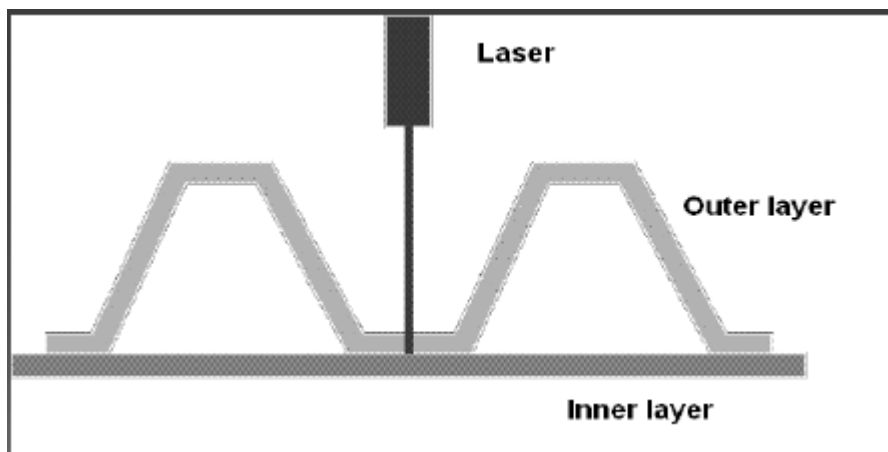
Należy przystosować głowice wytłaczające i bloki podające, ale można stosować istniejące wytłaczarki i układy odbierające.

Innowacje w zgrzewaniu

W standardowych dwuściennych rurach PCV bardzo dużo zależy od umiejętnego zgrzewania obydwu warstw

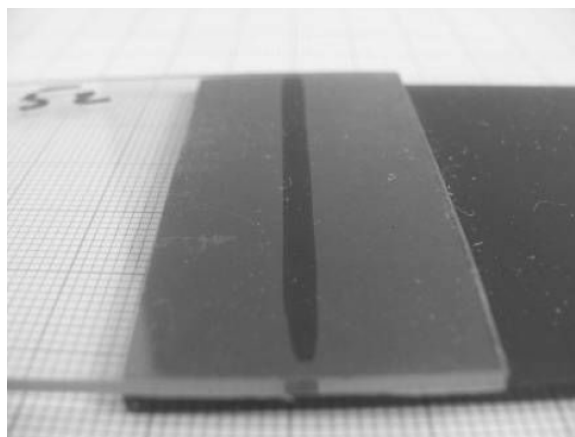


Ciekawą alternatywą nie wymagającą znacznych nakładów i łatwą w zastosowaniu jest spawanie laserowe.



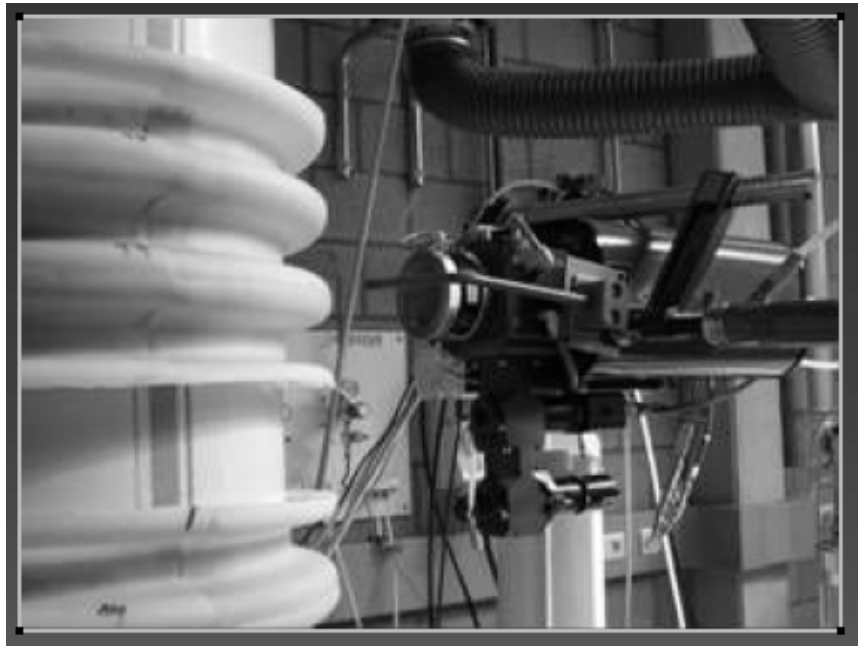
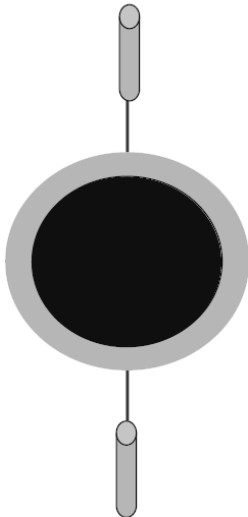
Spawanie laserowe – wyniki badań

Do spawania zastosowano laser o mocy 30 W i o długości fali $\lambda = 800$ nm
Wytrzymałość spawu była porównywalna z wytrzymałością zgrzewu termicznego



Spawanie laserowe – wyniki badań

Spawanie laserowe może odbywać się na linii produkcyjnej; urządzenie spawające należy zamontować na końcu linii



Innowacje w łączeniu i instalacji rur

Standardowe połączenia kielichowe (na wcisk) oraz połączenia króćcowe są łatwe do wykonania i zapewniają wysoką wydajność.

Niekiedy jednak zdarzają się awarie (np. w razie znacznego osiadania ziemi), mogące prowadzić do rozerwania połączenia.

Na rynku dostępnych jest kilka technologii złączy odpornych na rozciąganie.



Złącza odporne na rozciąganie

Zalety:

- Szybki montaż
- Brak konieczności użycia łożysk oporowych
- Wysoki stopień wodoszczelności
- Montaż przy użyciu technologii HDD, slipliningu, przecisków, itd.

<http://www.youtube.com/user/burppiq1>

Wady:

- Konieczność zastosowania odpowiedniej technologii
- Niekiedy zbyt duże gabaryty

Cross-section of – widok poprzeczny wykonanego połączenia typu Bulldog™

Grip Ring Casing preinstalled... – osłona pierścienia preinstalowana w korytku kielicha rury w momencie jej wytwarzania

Grip Ring – pierścień

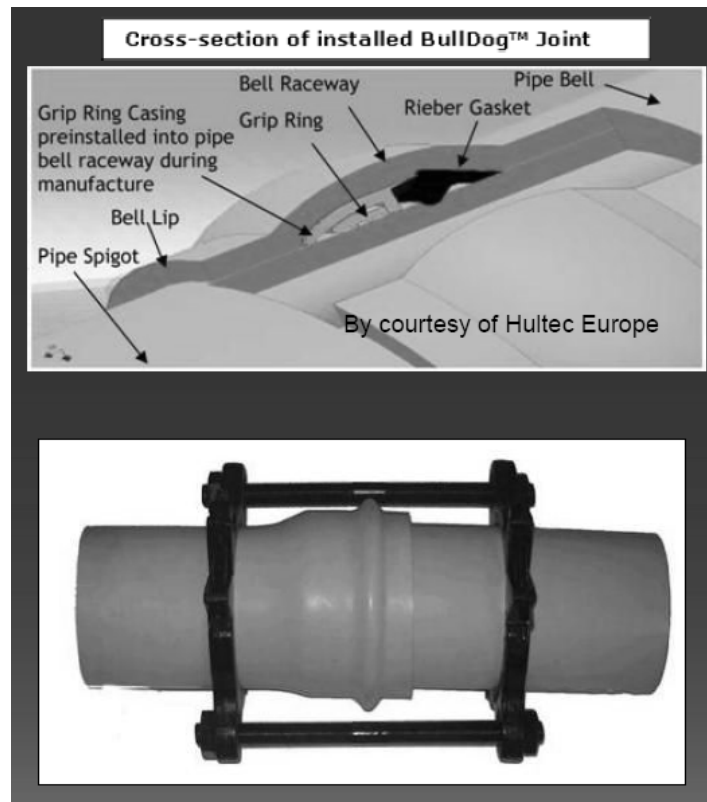
Bell Raceway – korytko kielicha rury

Rieber Gasket – uszczelka Rieber

Pipe Bell – kielich rury

Bell Lip – krawędź kielicha

Pipe Spigot – króciec rury



Innowacja: połączenia spawane



Połączenia spawane + HDD

1350 metrów rury DR18 Fusible C-905[®] o średnicy 610 mm

Rura wodociągowa – ciśnienie 11 bar

Drugi pod względem długości wielkośrednicowy przewiert HDD

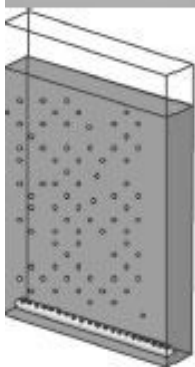


Innowacje w praktyce – np. foto-bioreaktory w 100% wykorzystujące PVC do uprawy mikroplanktonu

Rury i kształtki wykonane w 100% z przezroczystego PVC służą jako bioreaktory do uprawy mikroplanktonu

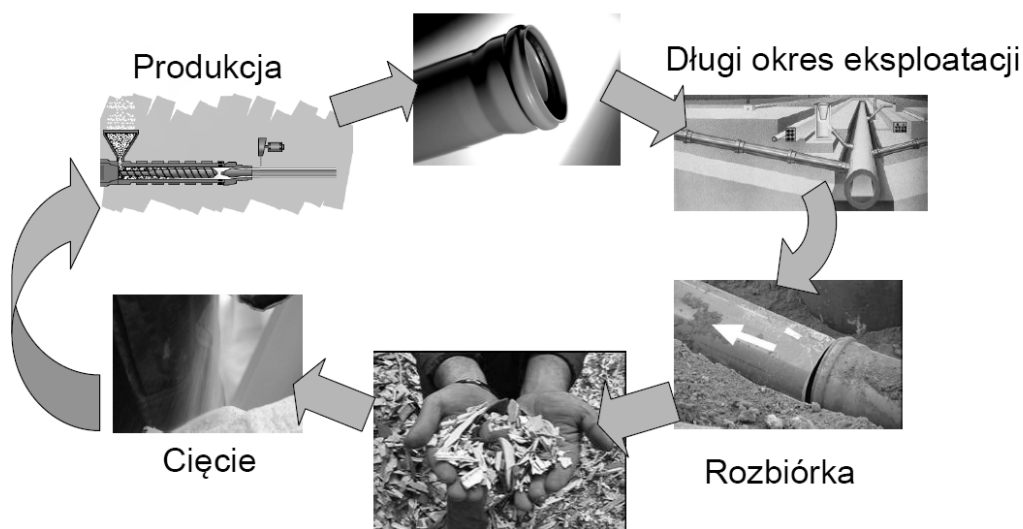
Produkty te są stabilizowane promieniowaniem UV. Posiadają one innowacyjne elementy, służące do modulacji spektrum światła (promieniowania ultrafioletowego, pasma widzialnego i promieniowania podczerwonego), którym napromieniowuje się zawieszoną zawierającą plankton.

Rury wyposażone są w statyczne mieszadła. Istnieje możliwość wyprodukowania rur o bardzo cienkich ścianach, zapewniających optymalne parametry optyczne i doskonałą jakość powierzchni wewnętrznej.

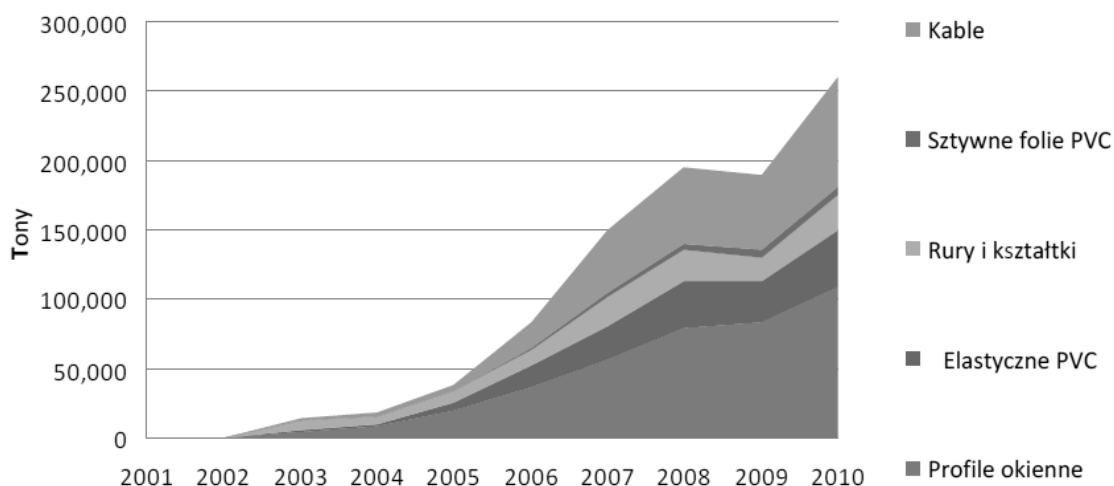


Przyszłość innowacji – recykling rur PVC

Normy europejskie umożliwiają pozyskiwanie surowca wtórnego z wszystkich dostępnych rur wykonanych z PVC-U i przerabianie go na nowe rury



PVC to jeden z najczęściej recyklowanych polimerów
PVC może być poddany ponownemu wytłaczaniu bez utraty parametrów jakościowych.
Jednak większość rur i kształtek jest nadal w eksploatacji ...



Source: Vinyl 2010 Progress Report 2011

Podsumowanie:

Nieustanne innowacje na każdym etapie łańcucha wartości (surowiec, formuła, projekt, łączenie, układanie, eksploatacja, recykling) zapewnią świetlaną przyszłość rurom z PVC

Połączenie wszechstronnych zastosowań ORAZ długiego okresu eksploatacji ORAZ możliwości ponownego przetworzenia oznacza, że... **PVC to tworzywo przyszłości**