

# A amerykański No-Dig 2013 w Sacramento



Ryc. 1. Widok na centrum miasta Sacramento z 26. piętra hotelu Sheraton Grand

tekst: **prof. dr hab. inż. ANDRZEJ KULICZKOWSKI**, mgr inż. **MARIA GIERCZAK**, mgr inż. **DOMINIKA LICHOSIK**, Politechnika Świętokrzyska, zdjęcia: **prof. dr hab. inż. ANDRZEJ KULICZKOWSKI**

A amerykańskie konferencje *No-Dig*, w odróżnieniu od polskich ([www.nodigpoland.tu.kielce.pl](http://www.nodigpoland.tu.kielce.pl)), organizowanych co dwa lata w Kielcach, odbywają się corocznie i za każdym razem w innym mieście. W tegorocznej konferencji w Sacramento 3-7 marca 2013 r. wzięło udział 1650 uczestników

Sacramento jest stolicą stanu Kalifornia, 22. co do wielkości miastem amerykańskim (ryc. 1, 2), zamieszkuje go 475 tys. osób.

Osada Sacramento została założona w 1848 r. i w okresie wielkiej gorączki złota stanowiła strategiczne centrum handlowo-gospodarcze Kalifornii. Ciekawostką klimatyczną jest tu rekordowe w skali całego globu nasłonecznienie w okresie czterech miesięcy, od początku czerwca do końca września, jednocześnie Sacramento jest drugim po Nowym Orleanie amerykańskim miastem najbardziej podatnym na powodzie. Rekordowe temperatury, jakie odnotowano w Sacramento, to -8 °C i 46 °C.

W trakcie przerw konferencyjnych można było oglądać 142 stanowiska wystawiennicze. Bogaty asortyment sprzętów prezentowały znane w Polsce firmy TT (polskie przedstawicielstwo DTA-Technik), jeden z dwóch platynowych sponsorów tej konferencji (ryc. 3) i firma Vermeer (polskie przedstawicielstwo Biuro Handlowe RUDA Trading International), będąca jednym z sześciu złotych sponsorów (ryc. 4).

Wśród stanowisk wystawienniczych była m.in. firma Mission Clay Products LLC (ryc. 5), prezentująca rury kamionkowe stosowane w technolo-

giach bezwykopowych. Największe z produkowanych w USA rur przeciśskowych mają średnicę wewnętrzną 42" (ok. 1050 mm), stąd też przedstawiciele tej firmy byli pełni podziwu, gdy dowiedzieli się o polskim rekordzie z przełomu 2012 i 2013 r. polegającym na bezwykopowym wbudowaniu rur kamionkowych o średnicy wewnętrznej 1400 mm (zdjęcia z tej inwestycji zostały opublikowane w czasopiśmie „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” nr 1 z 2013 r.).

Duże zainteresowanie towarzyszyło stanowisku wystawienniczemu firmy Hobas, produkującej swoje rury także w USA. W tym kraju są one stosowane bardzo często zarówno w bezwykopowej budowie, jak i rehabilitacji różnych przewodów infrastruktury podziemnej. Na rycinie 10 pokazano rehabilitację kolektorów kanalizacyjnych w Krakowie za pomocą krótkich modułów rur żywicznych GRP firmy Hobas.

Na wystawie były prezentowane także inne rury, m.in. stalowe, żeliwne, poli-merobetonowe zbrojone prętami stalowymi oraz z tworzyw termoplastycznych i zgrzewalnego PVC (FPVC), strukturalnych rur PVC oraz pełnościennych rur HDPE i strukturalnych PP o średnicach wewnętrznych do 1500 mm.

Z dużym zainteresowaniem spotkała się oferta prof. Mo Ehsaniego (ryc. 6) produkowania w sposób ciągły, bezpośrednio na placu budowy, nowej generacji rur tworzywowych o strukturze plastra miodu wzmacnianych włóknami węglowymi.

Niezwykle interesująca była oferta firm prezentujących sprzęt do diagnostyki



Ryc. 2. „Złoty” Tower Bridge przez rzekę Sacramento

stanu technicznego przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Szczególnie ciekawy był zestaw badawczy do elektro-skanowania przewodów kanalizacyjnych. Pokazany na rycinie 7 system inspekcyjny w porównaniu z techniką CCTV posiada bardzo wiele zalet, a najistotniejszą z nich



Ryc. 3. Stanowisko wystawiennicze firmy TT Technologies Inc.

jest możliwość wykrywania wszystkich możliwych uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych wywołujących nieszczelności.

Średnio każde zastosowanie tego sprzętu powoduje wykrycie co najmniej dwukrotnie (a nieraz wielokrotnie) większej liczby uszkodzeń od tych, które są identyfikowane za pomocą sprzętu CCTV.

Oprócz pokazanego na rycinie 4 stanowiska firmy Vermeer sprzęt HDD do bezwykopowej budowy przewodów podziemnych prezentowało wiele innych firm amerykańskich. Z dużym zainteresowaniem spotkały się różne innowacyjne rozwiązania tych urządzeń. Wiele firm, wśród nich m.in. firma Herrenknecht, prezentowały sprzęt stosowany w mikrotunelowaniu czy berstlingu.

Duże zainteresowanie towarzyszyło prezentowanym technologiom rehabilitacji przewodów wodociągowych, w tym technologii Blue Line, opisanej m.in. w czasopiśmie „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” nr 2 z 2013 r. Na rycinie 8 pokazano zastosowanie tej technologii

do rehabilitacji magistral wodociągowych  $\varnothing$  800 i  $\varnothing$  600 mm w Krakowie.

Bardzo dużym zainteresowaniem cieszą się w Stanach Zjednoczonych technologie natryskowe, stosowane nie tylko w przewodach wodociągowych, ale także kanalizacyjnych. Są one znacznie tańsze od innych technologii powszechnie u nas wykorzystywanych. Zaprezentowano m.in. natryski z kilku różnych specjalnych zapraw cementowych dostosowanych do specyfiki kanałów sanitarnych, natryski geopolimerami zawierającymi specjalne mikrowłókna czy natryski poliuretanowe (opisane w czasopiśmie „Instal” nr 2 z 2012 r.) o różnych parametrach (np. o wytrzymałości na rozciąganie od 19,2 MPa do 51,4 MPa i co jest niezwykle ważne w niektórych zastosowaniach, o możliwych wydłużeniach od 4% do aż 115%).

Referaty konferencyjne były przedstawiane równocześnie w sześciu różnych salach. Łącznie przedstawiono 150 referatów, w tym dwa z Polski, wygłoszone

przez profesorów Cezarego Madryasa i Andrzeja Kuliczowskiego (ryc. 9).

Referat dotyczący zastosowań niekolejowych przekrojów rur GRP firmy Hobas (ryc. 10) w bezwykopowej rehabilitacji wielkowymiarowych przewodów kanalizacyjnych wygłosił prof. Cezary Madryas z Politechniki Wrocławskiej.

Prezentacja najciekawszych inwestycji zrealizowanych w różnych krajach europejskich, w tym także w Polsce, m.in. w Krakowie, Wrocławiu i Szczecinie, spotkała się z dużym zainteresowaniem, co miało swoje odzwierciedlenie w ożywionej dyskusji. Dotyczyła ona m.in. szczegółów transportu i montażu montowanych modułów GRP.

Referat dotyczący wykonanych na Politechnice Świętokrzyskiej (ryc. 11) badań laboratoryjnych rur betonowych, kamionkowych i PVC z rehabilitacyjnymi powłokami żywicznymi wygłosił prof. Andrzej Kuliczowski z Politechniki Świętokrzyskiej.

Zaprezentowane wyniki badań wykazały, że konieczna jest korekta obecnie stosowanych metod projektowania żywicznych powłok rehabilitacyjnych, zarówno europejskich, jak i metody amerykańskiej. Zadawane pytania po zakończeniu prezentacji referatu dotyczyły głównie parametrów badanych rur związanych z wykonanymi badaniami oraz koncepcji kontynuowania tych badań. Ostatni slajd wyrażał podziękowanie firmom MC-Bauchemie, Prefabet Kluczbork, Steinzeug-Keramo i Pipe Life za współpracę przy realizacji tych badań.

Referaty dotyczące bezwykopowej budowy wygłoszone w trakcie konferencji dotyczyły m.in. wymienionych poniżej zagadnień.

**Budowa kolektora kanalizacyjnego o rekordowej długości z zastosowaniem technologii tunelowania.** Przy wykorzystaniu maszyny borującej bez tarczy (TBM) wbudowano stalową rurę osłonową o średnicy 1473,20 mm dla kolektora kanalizacyjnego o średnicy 914,4 mm na długości 617,83 m. Najdłuższy z trzech wykonywanych odcinków miał 239,88 m i był to najdłuższy pojedynczy tunel wbudowany w stanie Utah.

**Budowa rekordowej długości rury osłonowej dla kabli energetycznych w technologii HDD.** W Alabamie z użyciem technologii HDD wbudowano stalową rurę ochronną o średnicy 914,40 mm dla instalacji linii przesy-



Ryc. 4. Stanowisko wystawiennicze firmy Vermeer





Ryc. 5. Rury kamionkowe firmy Mission Clay Products LLC stosowane w technologiach bezwykopowych



Ryc. 6. Stanowisko wystawiennicze, prof. Mo Ehsani



Ryc. 7. Zestaw badawczy do elektroskowania przewodów kanalizacyjnych

łowej elektroenergetycznej o długości 1889,8 m pod kanałem żeglownym. Maksymalna głębokość posadowienia wynosiła 33,53 m. Wiercenie prowadzono z dwóch przeciwległych brzegów.

**Budowa gazociągu o długości 792,48 m i średnicy 609,60 mm z zastosowaniem technologii HDD, wspomaganą technologią Direct Pipe.** Instalacja przebiegała pod rzeką Chemung, w trudnych warunkach gruntowych (gruboziarniste grunty i podłoże skalne). Wykorzystano rurę okładzinową zabezpieczającą pierwszą sekcję otworu, którą zainstalowano z zastosowaniem metody pneumatycznej. Zainstalowano również stalowe rury osłonowe w technologii Direct Pipe. Wiercenie przebiegało z dwóch przeciwległych brzegów rzeki.

**Budowa przewodu wodociągowego o średnicy 609,60 mm na długości 274,32 m z zastosowaniem technologii mikrotunelowania.** Instalacja przebiegała pod autostradą i równolegle do trakcji kolejowej. Problemami było potencjalne skażenie gruntu, w którym prowadzono roboty, obecność w gruncie gruzu pozostałego po zlikwidowanym lotnisku oraz konieczność wykonania głębokich komór (12,19 m).

**Budowa przewodu wodociągowego w Napa z zastosowaniem technologii HDD w ziemie w 2012 r.** Wbudowano rurociąg o długości 2255,5 m i średnicy 609,60 mm. Wyzwaniem dla tej instalacji było przejście pod autostradami, prace w pobliżu szpitala, cmentarza i parku. Technologia HDD została wybrana zamiast budowy wykopowej z uwagi na zróżnicowane warunki topograficzne i konieczność przejścia pod przeszkodami.

**Budowa magistrali wodociągowej o średnicy 609,60 mm i długości 1280,2 m z zastosowaniem technologii HDD w Macon w Georgii.** Rurociąg był

wykonany ze zgrzewalnego polichloroku winylu (FPVC). Wiercenie przebiegało przez mokradła oraz pod strumieniem Rocky. Technologia HDD została wybrana z uwagi na fakt, że minimalizuje niekorzystny wpływ na środowisko.

**Budowa dwóch magistrali wodociągowych o średnicy 1372 mm w rurach osłonowych o średnicach 1730 mm i długościach 98 m i 72 m z zastosowaniem technologii Pilot Tube Boring.** Z użyciem tej technologii można było do tej pory wbudowywać rurociągi o średnicach od 100 mm do 600 mm i długościach do 80 m.

**Budowa stalowych rur osłonowych dla linii energetycznej 230 kV z wykorzystaniem technologii HDD pod rzeką Cape Fear.** Długość przejścia pod rzeką wynosiła 2072,6 m, a maksymalna głębokość 33,53 m p.p.m. Spodziewano się wystąpienia zakłóceń pola magnetycznego, gdyż nad trajektorią przewiertu przebiegała linia przesyłowa elektroenergetyczna wraz ze stalowymi słupami energetycznymi, a także odbywał się duży ruch statków. Trajektorja przewiertu była zakrzywiona zarówno w rzucie pionowym, jak i poziomym.

**Budowa kolektora kanalizacyjnego po łuku w Kalifornii z zastosowaniem technologii mikrotunelowania z hydraulicznymi połączeniami.** Długość instalacji wynosiła 1219,2 m i podzielono ją na cztery odcinki. Wbudowano rurociąg żelbetowy o średnicy 2133,6 mm i stalową rurę osłonową o średnicy 2527,30 mm. Po raz pierwszy w Ameryce Północnej zastosowano technologię mikrotunelowania z hydraulicznymi połączeniami, co pozwoliło na wykonanie odcinków zakrzywionych z zastosowaniem rurociągów o typowych długościach i z przyłożeniem typowych sił przecisku bez ryzyka uszkodzenia ru-

rociągu. Zastosowano również pomiary siły przecisku działającej na instalowany rurociąg w czasie rzeczywistym.

**Budowa kanałów o średnicach od 1955,8 mm do 2641,6 mm o sumarycznej długości 1371,6 m w trudnych gruntach z otoczkami z zastosowaniem technologii mikrotunelowania pod rzeką Santa Ana.**

**Budowa dwóch rurociągów stalowych o średnicy 600 mm i długości 940,14 m w Alberta.** W celu wykonania stalowych kanałów ściekowych pierwotnie planowano zastosowanie technologii HDD, jednak po sporządzeniu projektu wstępnego zdecydowano się na zastosowanie technologii Direct Pipe.

**Budowa rurociągów z zastosowaniem technologii mikrotunelowania w gruntach glacialnych w stanie Waszyngton.** W referacie omówiono rozwój i udoskonalanie technologii mikrotunelowania w gruntach glacialnych od 1993 r. do 2013 r. na przykładzie 40 projektów zrealizowanych w stanie Waszyngton. Całkowita długość tuneli wynosiła od 60,96 m do 2285,1 m.



Ryc. 8. Rehabilitacja magistrali wodociągowej z zastosowaniem technologii BlueLine DN 800 w Krakowie



Ryc. 9. Prezentery polskich referatów w Sacramento, od lewej: prof. dr hab. inż. Cezary Madryas z Politechniki Wrocławskiej i prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski z Politechniki Świętokrzyskiej



Ryc. 10. Krótkie moduły rur żywicznych GRP firmy Hobas zastosowane do bezwykopowej rehabilitacji przewodów kanalizacyjnych w Krakowie

**Budowa kanału ściekowego o średnicy 2159 mm i sumarycznej długości 609,6 m z zastosowaniem technologii mikrotunelowania w San Francisco.** Instalacja rury wyprodukowanej przez firmę Hobas przebiegała w terenie o dużym zagęszczeniu infrastruktury podziemnej miasta, w zróżnicowanych warunkach gruntowych (począwszy od piasków aż do skały litej). Najwięcej trudności sprawiało wiercenie w popękanych blokach skalnych. Wykonano cztery studnie o głębokości 9,14 m, które umiejscowiono w odległości 195,24 m i 249,94 m.

**Budowa rurociągów w silnie przepuszczalnych gruntach z zastosowaniem technologii Direct Pipe.** Omówiono budowę stalowego rurociągu osłonowego o średnicy 1219,20 mm na odcinku 464 m w Worms w Niemczech w 2007 r., budowę gazociągu o średnicy 1219,20 mm na długości 1402,1 m w Holandii w 2011 r., budowę gazociągów o średnicach 762 mm i 914,4 mm o długościach odcinków pomiędzy 1198,87 m i 225,55 m na Florydzie w 2010 r., budowę stalowej rury osłonowej o średnicy 1066,8 mm na długości 130 m w Nowym Jorku w 2010 r. oraz budowę rury osłonowej o średnicy 1422,40 na długości 850 m w Anglii.

**Budowy tuneli w ramach projektów odsalania wody w Australii.** W ostatnich sześciu latach wykonano tam wiele projektów tunelowych w ramach projektów odsalania wody. Średnice tuneli wynosiły od 2,4 m do 4 m.

**Budowa dużego syfonu pod kanałem w Seattle w technologii tunelowania.** Z zastosowaniem maszyn firmy Herrenknecht typu EPB (ang. *earth pressure balance* – równoważenie ciśnienia gruntu) wbu-

wano syfon wykonany z prefabrykowanych betonowych segmentów o średnicy 3251,2 mm. Wykonano studnie o głębokości 42,06 m i 24,38 m. Całkowita długość tunelu wynosiła 603,5 m. Wiercenie przebiegało w glinach piaszczystych i piaskach. Wewnątrz tunelu wbudowano rurociąg o średnicy 2171,7 mm w celu zapewnienia odpowiednich prędkości przepływu ścieków w syfonie.

**Budowa syfonu z zastosowaniem metody studni zatapianych i tunelowania.** W celu skonstruowania studni o średnicy 9 m i głębokości 47,5 m wykorzystano maszynę firmy Herrenknecht Vertical Shaft Machine (VSM). Studnia ta posłużyła jako komora startowa dla dalszego postępu tunelowania.

**Budowa rurociągów z zastosowaniem technologii dwuetapowego przecisku hydraulicznego z laserowym systemem sterowania.** Do tej pory technologia ta była stosowana głównie do budowy rurociągów w gruntach miękkich i łatwo urabialnych. W referacie przedstawiono możliwości zastosowania technologii sterowanego dwuetapowego przecisku hydraulicznego w trudnych warunkach gruntowych (twardych skałach, gruntach glacialnych), kryteria projektowe, wymagania sprzętowe, proces planowania, kwestie geotechniczne, postęp robót oraz korzyści i ograniczenia wynikające z zastosowania omawianej technologii w trudnych warunkach geotechnicznych.

Równie ciekawe były referaty dotyczące bezwykopowej rehabilitacji przewodów oraz wybranych problemów dotyczących rehabilitacji. Poruszono m.in. następujące zagadnienia.

**Rehabilitacja 90-letniego żeliwnego przewodu wodociągowego w mieście**

**Oswego w stanie Nowy Jork w USA.** Czynnikiem mającymi wpływ na podjęcie decyzji o odnowie rurociągu była intensywna inkrustacja i częste awarie. Długość przewodu poddanego rehabilitacji wynosiła 690 m, a jego średnica 152 mm. Wybrana metoda odnowy polegająca na natrysku odnawianej powierzchni żywicą poliuretanową wyeliminowała konieczność tworzenia bajpasów. Projekt podzielono na pięć części – każdy z odnawianych odcinków oddawany był do użytku już po dniu pracy, a wszystkie prace zostały zakończone w ciągu pięciu dni.

**Rehabilitacja przewodów wodociągowych o średnicy do 2800 mm i łącznej długości 53,9 km w obszarze metropolitalnym Seulu w Korei Południowej.** Rurociąg został zbudowany w połowie lat 70. XX w. z rur stalowych powlekanych smolą węglową. Dostarcza 120 mln t wody dziennie. Do jego odnowy zastosowano innowacyjną, zautomatyzowaną metodę pozwalającą na usunięcie istniejącej powłoki oraz warstwy korozji, a następnie powleczenie przez natrysk dwóch warstw żywicy epoksydowej o grubościach 500  $\mu$ m.

**Rehabilitacja dwóch równoległych rurociągów o średnicy 1067 mm na długości ok. 427 m, od głównej wieży chłodniczej do budynku technicznego oraz budynku gospodarczego, służących do transportu wody.** Do odnowy nieszczelnych przewodów ze stali węglowej znajdujących się na głębokości 25 m, zastosowano w pełni nośny wysokiej gęstości polietylen HDPE znany pod handlową nazwą TiteLiner®.

**Rehabilitacja przewodu kanalizacyjnego w mieście Hoboken w stanie New Jersey w USA z zastosowaniem technologii CIPP.** Do odnowy wylotu przewodu kanalizacji ogólnospławnej dwudzielnej o średnicy 1220 mm zastosowano inwersję słupem wody i utwardzanie gorącą wodą. Prawie 150-letnie przewody wykonane z żeliwa szarego znajdują się w silnie zurbanizowanej części miasta, w sąsiedztwie stacji kolejki podmiejskiej. Zastosowano powłokę o grubość 33 mm.

**Rehabilitacja dwóch kolektorów kanalizacyjnych w Ontario w Kanadzie z zastosowaniem technologii CIPP.** Odnowie podlegały skorodowane przez siarkowodor rury betonowe o łącznej długości 5200 m i średnicach od 750 mm do 1350 mm.



**Inwestycja w mieście Greensboro w USA** polegająca na bezwykopowej wymianie ok. 460 m rurociągu żeliwnego o średnicy 50 mm ze zwiększeniem jego średnicy do 150 mm. Rury żeliwne zastąpiono zgrzewalnymi rurami PVC. Wykorzystano metodę dwuprzbiegowego burstliningu statycznego, dzięki której uzyskano znaczne zwiększenie przepustowości przewodu. Długość odnawianych jednorazowo odcinków wynosiła od 45 m do 120 m.

**Rehabilitacja magistrali wodociągowej w mieście York w Kanadzie o średnicy 500 mm i długości 470 m, zbudowanej w 2010 r.** Brano pod uwagę wykorzystanie metody slipliningu, HDD lub burstliningu statycznego. Ostatecznie zdecydowano, że odnowa zostanie przeprowadzona przy użyciu metody burstliningu statycznego.

**Pierwsza w Stanach Zjednoczonych odnowa wielkośrednicowego gazociągu żeliwnego wysokiego ciśnienia (0,1 MPa), o średnicy 760 mm i długości 427 m, z wykorzystaniem technologii CIPP.** Czynnikiem utrudniającymi prace rehabilitacyjne były m.in. stosunkowo duża głębokość usadowienia rurociągu – ok. 5,8 m, cztery 45-stopniowe łuki oraz przebieg rurociągu pod korytem rzeki.

**Pilotażowa wymiana 365 m rurociągu żeliwnego o średnicy 100 mm w okolicach miejscowości Allendale w USA przy użyciu metody burstliningu statycznego.** Materiał żeliwny został zastąpiony zgrzewalnymi rurami PVC o średnicy 150 mm. Dodatkowo wykonano instalację rurociągu o średnicy 100 mm pod nawierzchnią ulicy z wykorzystaniem metody przewiertów sterowanych. Dzięki tej instalacji wykonano bajpas umożliwiający wymianę innego rurociągu o średnicy 300 mm przy użyciu metody burstliningu statycznego.

**Rehabilitacja kolektora kanalizacyjnego w mieście Saskatoon w Kanadzie.** Zaprezentowano studium projektu rehabilitacji żelbetowej kanalizacji o średnicy 2100 mm i długości 307 m. Ze względu na dużą średnicę odnawianego przewodu oraz na wysoki przepływ ścieków, sięgający ok. 1700 l/s, wykorzystano największy jak do tej pory w zachodniej Kanadzie system bajpasów. Dużym wyzwaniem były również trudne zimowe warunki, gdyż temperatura powietrza dochodziła do -38 °C. Zastosowano utwar-



Ryc. 11. Badanie laboratoryjne rury betonowej z rehabilitacją powłoką żywiczną w laboratorium Katedry Sieci i Instalacji Sanitarnych Politechniki Świętokrzyskiej

dane powłoki żywiczne w technologii Insituform.

**W mieście Windsor w Kanadzie przeprowadzono wymianę przewodu kanalizacyjnego przy pomocy metody burstliningu statycznego.** Betonowy przewód kanalizacyjny o średnicy 680 mm zbudowany został w 1917 r. Położony był na głębokości 3 m pod autostradą z czterema pasami ruchu, w złych warunkach gruntowych. Dodatkowym ograniczeniem była możliwość kolizji z istniejącą infrastrukturą podziemną oraz obecność starych drzew na obszarze objętym inwestycją.

**Identyfikacja i analiza rozwiązań skutecznego uszczelnienia eliminującego utratę wody (ok. 3800 m<sup>3</sup>/dobę) z 40-letniego przewodu żelbetowego w miejscowości Folsom w północnej Kalifornii.** Długość przewodu wodociągowego, który zostanie poddany rehabilitacji, wynosi ok. 6440 m, a jego średnice wynoszą 762 mm, 1067 mm i 1219 mm. Zdecydowano, że do odnowy przewodu zastosowana zostanie technologia slipliningu z wykorzystaniem rur HDPE lub PVC.

**Prezentacja właściwości nowej generacji żywic Envirolite – systemu bez styrenowych żywic przeznaczonych do stosowania w technologii CIPP.** Ich parametry eksploatacyjne zostały porównane z parametrami powszechnie stosowanych obecnie żywic. Wskazano również na wady i zalety żywic Envirolite. Nie zawierają one lotnych związków organicznych oraz niebezpiecznych substancji zanieczyszczających powietrze, dzięki czemu są przyjazną dla środowiska alternatywą, spełniającą wymagania w zakresie właściwości mechanicznych i fizycznych, jak powszechnie stosowane żywice w technologii CIPP.

**Charakterystyka metod odnowy wodociągowych przewodów azbestocementowych stosowanych obecnie**

**w Ameryce Północnej.** Metody te zostały opisane w czasie trwania projektu *Wpływ na środowisko technologii odnowy rur cementowo-azbestowych*, zorganizowanego przez Water Research Foundation.

**Charakterystyka różnych metod oceny i rehabilitacji przewodów wodociągowych** oraz prezentacja zalet i wad rurociągów zbudowanych z żeliwa szarego, sferoidalnego oraz azbestocementu.

**Uzasadnienie wyboru technologii CIPP do odnowy przewodów wodociągowych wykonanych z żeliwa szarego i sferoidalnego w mieście Anchorage na Alasce.** Prezentacja projektów wykonanych z wykorzystaniem technologii CIPP wraz z szczegółowym opisem poszczególnych etapów rehabilitacji.

**Analiza zasadności wykorzystania amerykańskich standardów emisji dla niebezpiecznych zanieczyszczeń powietrza (NESHAP)** w stosunku do metody rur cementowo-azbestowych przy pomocy burstliningu statycznego oraz ostatnie wysiłki przedstawicieli przemysłu poczynione w celu zmiany przepisów dotyczących rehabilitacji rur cementowo-azbestowych.

**Rezultaty testów przeprowadzonych przed i po odnowie przewodów wodociągowych z wykorzystaniem technologii CIPP,** wskazujące na znaczną redukcję infiltracji.

Podczas konferencji wygłoszono również kilka interesujących referatów dotyczących metod inspekcji, oczyszczania, rehabilitacji oraz wymiany przyłączy i przykanalików. Opisano w nich doświadczenia z realizacji wielu inwestycji w Kanadzie i Stanach Zjednoczonych. Metody przedstawione w tych referatach pozwoliły m.in. na oszczędności sięgające milionów dolarów.

Kolejny amerykański *No-Dig* odbędzie się w Orlando na Florydzie w kwietniu 2014 r.

20<sup>lat</sup>  
1993-2013



# AARSLEFF

*Już 20 lat realizujemy bezwykopowe renowacje rurociągów.  
Naturalnie dla pokoleń.*

Per Aarsleff Polska Sp. z o.o.  
ul. Wiertnicza 131, 02-952 Warszawa  
tel./fax. (+48 22) 651 69 72  
e-mail: [biuro@arsleff.pl](mailto:biuro@arsleff.pl)

[www.aarsleff.pl](http://www.aarsleff.pl)

