

Metody bezwykopowe – technologie przeciskania i reliningu

# Rehabilitacja przepustów drogowych na równiku

Dariusz Kosiorowski<sup>1</sup>



## Prostą drogą do celu

Gujana Francuska, zajmująca obszar ok. 83 500 km, to francuskie terytorium zależne o statusie departamentu zamorskiego, położone w północno-wschodniej części Ameryki Południowej, nad Oceanem Atlantyckim. Umiejscowiona poniżej równika Gujana to jedyna część Wspólnoty Europejskiej odizolowana od europejskiego rynku. Krajowa Sieć Drogowa liczy 466 km i w większości jest umiejscowiona wzdłuż wybrzeża, łącząc najważniejsze miasta Gujany ze strategicznymi punktami – portem kosmicznym Kourou, portem morskim Dégrad des Cannes i portem lotniczym Rochambeau. Docierając do 99% populacji, Krajowa Sieć Drogowa stanowi swoisty kręgosłup gospodarki Gujany i trzon jej systemu drogowego. Na te 466 km dróg składa się 850 przepustów wodnych, zlokalizowanych głównie na terenach leśnych i mokrych. Wybudowano je w latach 70. i 90. ubiegłego stulecia – 500 ma konstrukcję betonową, zaś pozostałe 350

konstrukcję metalową o przekroju dzwonowym i wymiarach od 700/500 do 4000/3000 oraz o przekroju kołowym i wymiarach DN 800–DN 2000.

W latach 2000–2004, na skutek silnych opadów deszczu, doszło do pęknięć dróg i zapadnięcia się kilku przepustów, następstwem których były wysokie koszty wyznaczenia i utrzymywania tymczasowych objazdów oraz duża ingerencja w środowisko naturalne. Wymusiło to na francuskim Ministerstwie Transportu, odpowiedzialnym za infrastrukturę dróg, lotnisk i portów morskich, decyzję o przeglądzie istniejących konstrukcji ze wskazaniem najbardziej uszkodzonych przepustów. Wstępne wyniki badań, przeprowadzonych w 2002 r., ujawniły widoczne i niebezpieczne uszkodzenia w jednej trzeciej konstrukcji stalowych, nieco lepsze wyniki dały badania przepustów betonowych. Podjęto wówczas pierwszą decyzję o konieczności przeciwdziałania postępującym uszkodzeniom. Szybkiej reakcji wymagały takie wady, jak: nierównomierne opadanie wody stojącej zlokalizowane w profilu podłużnym konstrukcji, nadmierne osiadanie skutkujące odkształcaniem części płaskiej w przekroju poprzecznym (z wyjątkiem końców), korozja wraz z ubytkami w konstrukcji, szczeliny i wytarcia zlokalizowane w kincie.

W 2004 r. wykonano jeszcze dwie szczegółowe, wieloaspektowe analizy – pierwszą na przełomie maja i kwietnia, drugą w październiku. 350 przepustów poddano dokładnej ocenie stanu różnych konstrukcji według pięciu klas. Klasy 1, 2 i 2E opisywały stan konstrukcji jako dobry, z możliwymi niewielkimi uszkodzeniami, ale bez wskazania na remont w trybie pilnym.

<sup>1</sup> Hobas System Polska Sp. z o.o.

Klasy 3 i 3U charakteryzowały konstrukcje do naprawy w trybie niepilnym, jeśli uszkodzenia były nieznaczne, bądź do naprawy w trybie pilnym, jeśli stwierdzone uszkodzenia rozwijały się szybko. Według uzyskanych w ten sposób danych ponad połowa z 350 poddanych analizie przepustów kwalifikowała się do natychmiastowej renowacji.

Na początku 2004 r. rozpoczęto poszukiwania najbardziej opłacalnych rozwiązań technologicznych związanych z renowacją uszkodzonych przepustów. Główny nacisk w ocenie różnych rozwiązań położono na zgodność z obowiązującymi normami, mechaniczną, chemiczną i hydrauliczną wydajność struktur oraz bezpieczeństwo dla środowiska. W ostateczne kryteria oceny wpisywały się: zminimalizowanie zakłóceń w bieżącym ruchu drogowym, możliwość prowadzenia prac w trudnych warunkach pogodowych, utrzymanie i zwiększenie zdolności hydraulicznych, zapewnienie odporności na korozję (w związku z występowaniem kwasów humusowych), zapewnienie odporności mechanicznej na ścieranie (wobec dużej zawartości piasku w ściekach oraz dużych obciążeniach komunikacyjnych – przewóz ładunków w ciężarówkach o masie 72 t), zgodność z otaczającymi warunkami środowiskowymi i geologicznymi. Po dokładnej ocenie różnych rozwiązań odrzucono te, które nie spełniały założonych kryteriów, czyli wykładziny betonowe, natryskiwanie materiałami mineralnymi, rękawy CIPP, materiały termoplastyczne oraz rury betonowe. Właściwym rozwiązaniem okazało się zastosowanie metod bezwykopowych z wykorzystaniem technologii przeciskania i reliningu, zaproponowane przez producenta systemów rurowych CC-GRP – firmę Hobas.

### Decyzje godne zadania

W trakcie pierwszego etapu prac, przypadającego na lata 2004–2006, zostało naprawionych 111 przepustów, z czego 96 metodą wymiany w wykopie otwartym przy użyciu rur CC-GRP PN 1, SN 10000 z DN 600 do DN 1700, pięć metodą przecisku rurami DN 1000/1099 SN 40000 i DN 1200/1229 SN 32000, zaś w przypadku 10 pozostałych, posadowionych na głębokości powyżej 4 m, w miejscach o dużym natężeniu ruchu wykorzystano rury GRP NC-Line (głównie w kształcie łukowym od 1660/1260 mm do 3200/2050 mm) oraz rury CC-GRP o średnicy zewnętrznej od 600 do 1100 mm. Rury i panele GRP dobierano w zależności od głębokości oraz stanu istniejącego przepustu. Dla konstrukcji o przekrojach kołowych i wymiarach DN 700–1800, leżących na głębokości powyżej 4 m, niewymagających zwiększenia przepustowości, wybrano rury CC-GRP z łącznikami zlicowanymi. Dla przepustów o przekrojach dzwonowych i powierzchni ponad 1,5 m<sup>2</sup>, niewymagających zwiększenia przepustowości, dobrano panele GRP o przekrojach dzwonowych bądź rury CC-GRP. Dla przepustów ułożonych na głębokości ponad 6 m, dla których nie można było zastosować metody slipliningu, wykonano przeciski rurami CC-GRP w pobliżu istniejącego uszkodzonego przepustu lub usunięto starą konstrukcję głowicą wiertniczą i zastąpiono ją rurami GRP. Inne uszkodzone przepusty, po wykopaniu, zastąpiono rurami CC-GRP.

### Rozwiązania „szyte na miarę”

Zaproponowane przez Hobas rozwiązania – najbardziej wiarygodne technologicznie – przekonały o swojej doskonałej jakości i przydatności w realizacji tak skomplikowanych inwestycji. Zarówno metody prac, jak i materiały zostały przygotowane z uwzględnieniem wszelkich założeń projektu i wymaganej niezawodności, dzięki której było możliwe wykonanie prac w terminie i bez problemów.

**Rury przeciskowe i wykładziny GRP.** Wykonane z nienasyconej żywicy poliestrowej, piasku kwarcowego i włókien szklanych, a produkowane przez odlewanie odśrodkowe, kontrolowane przez komputer. W zależności od głębokości oraz stanu istniejącego przepustu zastosowano rury przeciskowe (ryc. 2) lub rury reliningowe CC-GRP, połączone za pomocą zlicowanych złączy kielichowych (ryc. 1).



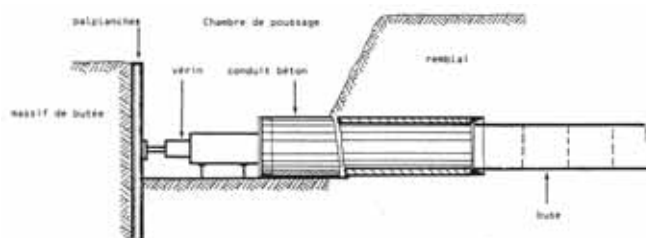
Ryc. 1. Rura GRP dla wymieniającej wykładziny i przecisków

Na etapie przygotowań uwzględniono szereg aspektów, decydujących o jakości produktów i postępie prac. Ostateczny projekt rury to efekt kalkulowania odpowiedniej grubości oraz sztywności, która obliczana jest na podstawie specyfikacji budowlanych, danych geotechnicznych (głównie mieszanka żwiru gruboziarnistego i laterytu tropikalnego, wrażliwego na zawartość wody), warunków pracy (obciążenie ruchu, poziom wód gruntowych, obciążenie ziemią), jak również materiałowych parametrów technicznych. Analizę strukturalną wykonano według francuskiej metody obliczeń statycznych – według opisu w *National Microtunnel Project* [5] dla odcinków przecisków i kodu RERAU ((Remontu Kanałów Sieci Miejskiej, [4]) dla odcinków poddanych renowacji.

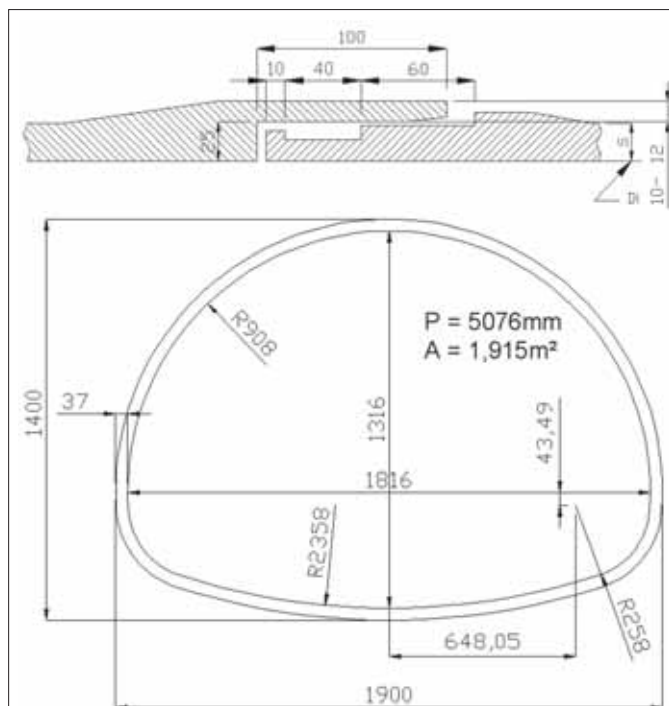
Istotnym aspektem decydującym o odpowiednim doborze rozwiązań były otaczające gleby – z wysokim ryzykiem obecności pniaków drzew, które wymagały, by rura przepychana była zgodnie z istniejącą. O możliwości powodzenia prac decydowała także sama procedura instalacyjna, iniektowanie dla renowacji i smarowanie za pomocą płynów wiertniczych dla przecisków oraz zakończenia wejścia i wyjścia. Praca związana z przepychaniem obejmuje przeciski hydrauliczne CC-GRP – DN/OD 1100 i 1229, zainstalowane dla jednej z prac rur blisko istniejącej konstrukcji, która miała być zastąpiona przez nowy przecisk



Ryc. 2. Wymiana wykładziny metalowego przepustu o znacznym odchyleniu



Ryc. 3. Przepychanie dla wymiany konstrukcji stalowej na miejscu



Ryc. 4. Przekrój i złącze powłoki GRP



Ryc. 5. Sprawdzanie wewnętrznych wymiarów istniejącego przepustu oraz instalacja paneli

lub na zasadzie usunięcia starej konstrukcji (zwiercenia), która znajduje się na trasie nowego przecisku (zob. ryc. 1). Maksymalne dopuszczalne siły przepychania dla rur (196 t dla DN/OD 1100, SN 40000 o grubości ścian 38 mm, 229 t dla DN/OD 1229, SN 32000 o grubości 40 mm) idealnie zgadzały się ze spodziewanymi siłami przepychania (długość przeciskania do 38 m) i umożliwiły ukończenie prac na czas bez większych trudności.

**Niekołowe panele GRP.** Panele GRP z nienasyconej żywicy poliestrowej, piasku kwarcowego i włókien szklanych, są wytwarzane „na miarę” w produkcji kontrolowanej komputerowo. Te specjalne rury z systemem szczelnych połączeń kielichowych zostały zaprojektowane tak, aby dopasować się do wnętrza starej, skorodowanej rury.

Na etapie przygotowania pracy bierze się pod uwagę szereg uwarunkowań. Najistotniejszy jest ostateczny przekrojowy kształt panelu oraz ostateczny projekt. Uzyskanie idealnego kształtu weryfikuje się przez sprawdzenie wewnętrznych wymiarów istniejącej rury, biorąc pod uwagę ostateczny poziom i osiowanie (zob. ryc. 2). W ostatecznym projekcie obliczana jest grubość panelu z uwzględnieniem wymiarów panelu, danych geotechnicznych i warunków eksploatacji (obciążenia ruchem, poziom wód gruntowych oraz obciążenia ziemią). Analiza strukturalna bierze pod uwagę kod RERAU i materiałowe cechy charakterystyczne. Określana zostaje także procedura instalacyjna: każdy panel o długości 2 m (odpowiadający wymiarom kontenera morskiego) jest wciągany na szyny i łączony do kolejnego. Jednym z kluczowych aspektów w procesie przygotowawczym jest betonowanie i rozpieranie (po instalacji – ryc. 5 – pierścień wypełniany

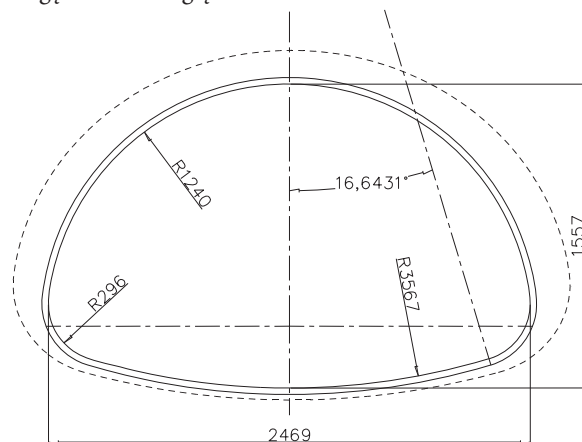
jest iniektem cementowym, na tym etapie potrzebne jest tymczasowe drewniane rozpieranie wewnętrzne) oraz zakończenia wejścia i wyjścia. Wszystkie prace, bez względu na wymiary panelu linii (od 1260 x 1660 do 3200 x 2050) oraz długość (do 45 m), zostały ukończone w ciągu kilku tygodni. Istotny jest fakt, iż na potrzeby projektu została stworzona specjalna procedura projektu RERAU dla odcinków nieokrągłych.

**Projekt RERAU dla profili nieokrągłych.** Celem RERAU było ustalenie wspólnej racjonalnej metodologii projektowania dla szerokiego zakresu systemów wykładzin. Metodologia dotyczy stanu granicznego z uwzględnieniem częściowego czynnika bezpieczeństwa dla obciążeń oraz własności materiału. Dla wykładzin okrągłych istnieje wiele metod projektowych, jak np. podejście projektowe SRM z WRC, jednakże obliczanie strukturalne nieokrągłych wykładzin jest o wiele bardziej skomplikowane. Dodatkowym powodem jest fakt, iż nieokrągłe kanały dostępne są zazwyczaj dla ruchu ludzi. Metoda projektowa, oparta na analizie metody elementów skończonych (*Finite Element Method* – FEM), została opracowana w szczególności dla dużych (przeznaczonych dla ruchu ludzi), nieokrągłych wykładzin GRP oraz dla specjalnych obciążeń niekonwencjonalnych. System wykładzin zaprojektowany został w taki sposób, aby funkcjonować jako podatna rura ze starym kanałem, wypełnionym iniektem cementowym w przestrzeni pomiędzy rurą osłonową i przewodową (gdzie ma to zastosowanie) i glebą, stanowiącą potrzebne wsparcie dla zachowania stabilności.

Głównymi wymogami projektu wykładzin GRP były: zdolność wytrzymania ciśnienia masy iniekcyjnej w trakcie instalacji (tam, gdzie znajduje to zastosowanie), zdolność utrzymania przez zewnętrzną głowicę ciśnienia wody gruntowej (należy brać pod uwagę fakt, że wzrośnie w momencie zachowania integralności hydraulicznej) i w końcu zdolność przenoszenia obciążenia gruntem, jeżeli kanał utraci swoją obwodową sztywność przy ściskaniu po położeniu wykładziny. Wykładziny GRP były zastosowane m.in. na jednym z łuków ze stalowej rury z blachy falistej (zakopany w nasypie drogi) przez prefabrykowaną wykładzinę GRP w kształcie podkowy. Ze względu na korozję stali uznano, że łuk głównej rury stalowej utraci swoją obwodową sztywność przy ściskaniu po położeniu wykładzin.

Ogólny opis projektu:

- przykrycie nad wierzchołkiem: 12,0 m
- poziom wód gruntowych nad kinetą: 2,3 m
- moduł elastyczności gleby:  $E_s = 10 \text{ MPa}$
- ciężar właściwy gleby  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- posadowienie: mieszane gleby ziarnistej z niskim udziałem frakcji drobnej,
- zagęszczenie względne  $Dr > 95\% \text{ OPN}$ .



Ryc. 6. Wykładzina GRP

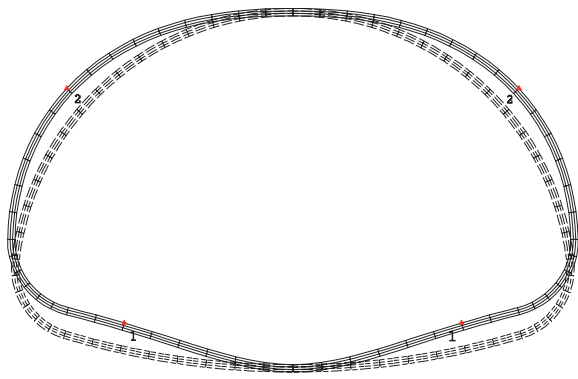
Geometryczne cechy charakterystyczne wykładziny GRP:

- wysokość wewnętrzna: 1557 mm
- szerokość wewnętrzna: 2469 mm
- grubość: 33 mm
- promień odcinka kinety: 3567 mm
- średni obwód: 6500 mm.

**Projekt iniektowania.** Wysokość pionowa wykładziny została ograniczona przez wewnętrzną rozpórkę (wysokość pierwszego etapu ograniczono do 0,5 m). Do obliczenia deformacji panelu oraz siły obwodowej w podporach wykorzystano analizę elementów skończonych.



Ryc. 7. Widok drewnianej konstrukcji

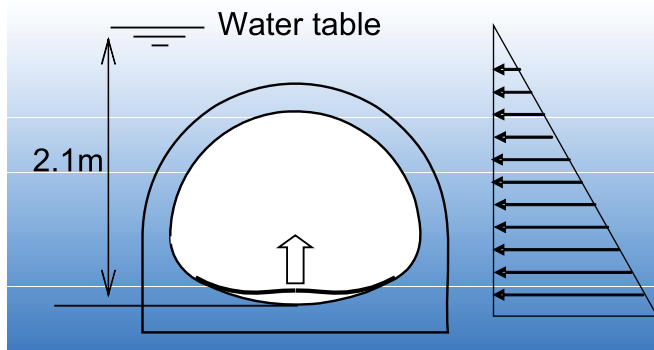


Ryc. 8. Deformacja panelu obliczona wg FEA (skala skażona)

#### Dobór rozwiązania uwzględniający występowanie wody.

Ciśnienie projektowe jest równe ciśnieniu wody gruntowej w kinecie:

$$P_w = 10 \cdot (1,6 + 0,5) = 21 \text{ kPa}$$



Ryc. 9. Ciężar ze względu na poziom wód gruntowych

Nacisk wybozczający wykładziny GRP obliczany jest za pomocą wzoru analitycznego *Glock-Thépot*. Wykorzystuje takie parametry,

jak: obwód, promień odcinka kinety (gdzie może rozwinąć się garb), grubość oraz moduł długoterminowy:

$$P_{cr} = 0,455 \cdot k^{0,4} \cdot E_L \cdot \frac{t^{2,2}}{P^{0,4} R^{1,8}}$$

$$P_{cr} = 0,455 \cdot 3700 \cdot \frac{33^{2,2}}{6500^{0,4} 3567^{1,8}} = 44,4 \text{ kPa}$$

W tym przypadku  $k = 1$ , ponieważ istnieje tylko jeden garb (na kinecie). Czynniki bezpieczeństwa dla stabilności jest następujący:

$$\gamma_F = \frac{44,4}{21} = 2,1 > 2$$

Czynnik bezpieczeństwa dla bezpieczeństwa stabilności musi być wyższy niż 2.

**Projekt dla obciążenia gruntem i ruchem.** Analiza elementu ostatecznego została wykonana po to, by przedstawić model przekazywania obciążenia z gruntu do wykładziny oraz obciążenia ruchem.

Uzyskanie obliczonej rozdzielczości pionowej wykładziny oraz maksymalnego naprężenia wymaga spełnienia dwóch warunków: 1) rozdzielczość pionowa musi być mniejsza niż 3% wysokości wykładziny, 2) maksymalne naprężenie zginające musi być mniejsze niż wytrzymałość na zginanie podzielona przez czynnik bezpieczeństwa wynoszący 1,5.

#### Wnioski na przyszłość!

Bez wątpienia projekt renowacji Krajowej Sieci Drogowej Guberni Francuskiej stanowił wielkie wyzwanie na każdym etapie, począwszy od momentu podjęcia decyzji o renowacji. Należy postrzegać tę renowację jako całość działań. Tym bardziej zaangażowanym w projekt spółkom i władzom należą się gratulacje. Inwestowanie w nowe technologie, takie jak GRP, okazało się strzałem w dziesiątkę – wykonawca dostarczył nie tylko „szyte na miarę” produkty, ale także rozwiązania odpowiadające różnym lokalizacjom, co bez wątpienia decyduje o trwałości takich obiektów, jak przepusty wodne. Właściwy wybór partnera do realizacji inwestycji, przemyślane i odważne decyzje – przynoszą rezultaty, które procentują w czasie, a pierwszym miernikiem jest zawsze zadowolenie z osiągnięcia lepszych wyników niż zakładano. Techniki otwartego wykopu oraz innowacyjne techniki bezwykopowe zdały egzamin, dlatego ich wykorzystanie planowane jest w renowacji kolejnych przepustów klasy 3 i 3U. Egzamin zdał także wykonawca, który zgodnie ze swoją misją zaoferował produkty wysokiej jakości, stając się jednocześnie cennym partnerem w poszukiwaniu najlepszych dla projektu rozwiązań. Osiągnął też swój cel – satysfakcję z zakończonej sukcesem kolejnej inwestycji.

#### Literatura

1. *Guide de visite en subdivision*. SETRA, 1996.
2. *Catalogue des désordres buse métallique*. SETRA, 1996.
3. *Guide pour la surveillance spécialisée, l'entretien et la réparation*. SETRA, 1992.
4. *Project National RERAU 4, Rehabilitation de Réseaux d'Assainissement Urbain, Restructuration des collecteurs visitables*. Editions TEC & DOC. Paris 2002–2004.
5. *Project National Microtunnel et Forages Dirigés, National Project Horizontal Directional Drilling and Microtunneling*. Hermes Science Publishing. London 2004.
6. Joussin J.M., Thépot O.: *The Structural Design of Large Non-Circular GRP Prefabricated Linings*. No-Dig Rome 2008.

Zaopatrzenie w wodę i oczyszczanie ścieków w Warszawie – faza III – refleksje wykonawcy kontraktu

# Kanalizacyjne technologie bezwykopowe Per Aarsleff



Anna Siedlecka



Zdjęcie kanału przed renowacją



Zdjęcie kanału po zamontowaniu rękawa

Celem zadań inwestycyjnych ujętych w kontrakcie *Renowacja sieci kanalizacyjnej z zastosowaniem metody bezwykopowej* i realizowanych w ramach projektu *Zaopatrzenie w wodę i oczyszczanie ścieków w Warszawie – faza III*, objętych dofinansowaniem ze środków Funduszu Spójności na podstawie decyzji Komisji Wspólnot Europejskich z 9 grudnia 2005 r. (nr 2005 PL 16 C PE 003), było zaprojektowanie i wykonanie renowacji sieci kanalizacyjnej metodą bezwykopową na terenie miasta Warszawy, Pruszkowa i Piastowa.

Prowadzone kontrakty, o łącznej wartości prawie 4,8 mln euro, były realizowane w okresie od grudnia 2006 do września 2008 r. na zlecenie Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w m. st. Warszawie SA, które jako jedne z pierwszych w kraju (obok Wrocławia) zainwestowało w technologię rękawa utwardzanego termicznie.

Celem inwestycji była poprawa bieżącego funkcjonowania systemu sieci kanalizacji sanitarnej i ogólnospławnej na terenie aglomeracji warszawskiej, a w szczególności: poprawa parametrów hydraulicznych sieci, poprawa parametrów wytrzymałościowych rur, zmniejszenie liczby awarii sieci kanalizacyjnej, eliminacja zjawiska eksfiltracji i infiltracji ścieków do środowiska, obniżenie kosztów eksploatacji systemu kanalizacyjnego.

Łączny zakres prac obejmował renowację ponad 32 km sieci rozdzielczej, ok. 1100 studni rewizyjnych i 1200 włączy kanalizacyjnych.

Renowacja sieci kanalizacyjnej odbywała się w technologii rękawa utwardzanego wodą lub parą wodną. Decyzja o wyborze medium hartującego (nasączonego żywicami poliestrowego wkładu) była dobierana w zależności od warunków gruntowowodnych, parametrów naprawianego przewodu (optymalizacja długości i średnicy) oraz dostępności do wnętrza przewodu.

Instalacje przy pomocy wody pozwalają na wykonanie jednorazowego odcinka rękawa do ponad 300 m długości przy średnicach do 1200 mm, wymagają jednak stosunkowo dużej powierzchni



Monitoring studni



Studnia po renowacji

manewrowej dla zestawu grzewczego, co w warunkach ciasnej zabudowy jednorodzinnej lub szeregowej jest utrudnione. Alternatywą jest wówczas zestaw parowy. Instalacje parowe prowadzone są przy pomocy samojezdnego robota inwersyjnego, przy użyciu którego nie tylko czas wygrzewania jest bardzo krótki, ale i organizacja prac wymaga zajęcia jedynie niewielkiej powierzchni przy początkowej i końcowej studni.

Prawdziwymi wyzwaniami dla wykonawcy były jednak warunki realizacyjne dla remontu studni i instalacji tzw. kształtek kapeluszowych. Remont studni zakładał uszczelnienie i strukturalne wzmocnienie wnętrza studni na wysokość nie mniejszą niż 30 cm ponad najwyżej zlokalizowane w niej włączenie. W związku z tym naprawy były wykonywane na wysokość od 70 cm do 4 m ponad dno kinety. Wybrany przez MPWiK w m. st. Warszawie SA rozwiązaniem technicznym była instalacja wkładów z rur GRP wraz z wypełnieniem przestrzeni pomiędzy wkładem i studnią. Instalacja profili kapeluszowych zapewniała natomiast uszczelnienie miejsca włączenia przyłącza kanalizacyjnego lub wpustu deszczowego, na ostro lub przez trójnik do kanału, poza studnią rewizyjną. Wykonawca kontraktu, Per Aarsleff Polska Sp. z o.o., zainstalował kształtki kapeluszowe o długości ok. 0,5 m. Dodatkowymi ograniczeniami, oprócz lokalizacji i długości kształtek kapeluszowych, były instalacje w trójnikach równoprzelotowych. Wykonawca wykorzystał do rozwiązania tego problemu specjalnie zaprojektowany zestaw naprawczy, który zgodnie z wymogami kontraktu, bez szkody dla światła kanału, umożliwił uszczelnianie przyłączy kanalizacyjnych włączonych do kanału zarówno pod kątem 45, jak i 90 stopni.

Współpraca: MPWiK w m. st. Warszawie SA

Zdjęcia: MPWiK w m. st. Warszawie SA  
oraz Per Aarsleff Polska Sp. z o.o.



**POLITECHNIKA RZESZOWSKA**  
**KATEDRA INFRASTRUKTURY I EKOROZWOJU**



**II Ogólnopolska Konferencja**  
**Naukowo-Techniczna**

# INFRAEKO 2009

**INFRASTRUKTURA KOMUNALNA A ROZWÓJ**  
**ZRÓWNOWAŻONY TERENÓW ZURBANIZOWANYCH**

pod patronatem naukowym

Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk

kłóra odbędzie się w dniach 4-5 czerwca 2009

w Zamku Królewskim w Niepołomicach k. Krakowa

## Tematyka konferencji

- \* Nowoczesne technologie budowy i odnowy infrastruktury technicznej
- \* Ochrona środowiska przed zagrożeniami pochodzącymi od systemów komunalnych
- \* Nowoczesne urządzenia i uzbrojenie systemów komunalnych
- \* Rozwój teorii i metodologii wymiarowania sieci i obiektów infrastruktury komunalnej
- \* Odwodnienie terenów i zagospodarowanie wód opadowych
- \* Bezpieczeństwo i niezawodność systemów komunalnych
- \* Zagadnienia prawne i procedury przetargowe
- \* Prawne i techniczne aspekty rozwoju zrównoważonego
- \* Ocena oddziaływania systemów kanalizacyjnych na ekosystemy wodne
- \* Monitoring, sterowanie i zarządzanie systemami komunalnymi



W czasie konferencji przewidziano organizację wystaw i sesji promocyjnych firm.

Konferencji będzie towarzyszyć konkurs na najlepsze urządzenie, technologię, wdrożenie i zrealizowany obiekt.

## Komitet Organizacyjny

Katedra Infrastruktury i Ekorozwoju

Politechnika Rzeszowska

al. Powstańców Warszawy 6

35-082 Rzeszów

tel. (+48) 017 865 1151, 017 865 1784, 017 865 1817

fax. (+48) 017 865 1172

e-mail: [infraeko@prz.rzeszow.pl](mailto:infraeko@prz.rzeszow.pl)

Szczegółowe informacje: <http://www.prz.rzeszow.pl/~infraeko/>

Patronat medialny:

**Nowoczesne**  
**Budownictwo**  
Inżynieryjne