

Renowacja syfonu ściekowego pod rzeką Moskwą metodą rękawa Aarsleff (CIPP)

# Moskiewski syfon utwardzony na miejscu

Piotr Badocha<sup>1</sup>



Fabryka rękawa Aarsleff

Dział Technologii Rurowych wodącego duńskiego wykonawcy budownictwa inżynierskiego firmy Per Aarsleff A/S zrealizował z sukcesem jeden z ambitniejszych projektów z zakresu bezwykopowej renowacji rurociągów. Prace wykonane w centrum rosyjskiej stolicy zostały zrealizowane terminowo i zgodnie z budżetem, pomimo panujących w trakcie realizacji ekstremalnych warunków pogodowych.

Pracując w temperaturach do  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  firma Aarsleff wykonała czyszczenie, inspekcję telewizyjną odcinka tłocznego syfonu ściekowego o długości 300 m, usytuowanego pod rzeką Moskwą. Po wykonaniu prac przygotowawczych wykonano bezwykopową renowację przewodu o średnicy  $\varnothing 1400\text{ mm}$  w technologii rękawa utwardzanego na miejscu Aarsleff (CIPP). Roboty zrealizowano bez jakiegokolwiek zakłócenia ruchu ulicznego czy też ingerencji w nurt rzeki Moskwy.

<sup>1</sup> Per Aarsleff Polska.

Specjalna wykładzina, uszyta w fabryce z kilku warstw filcu i następnie nasączona żywicą, została zainstalowana w skorodowanym rurociągu poprzez proces inwersji, czyli odwrócenia jej na drugą stronę przy wykorzystaniu statycznego ciśnienia słupa wody wypełniającej rękaw w kolumnie inwersyjnej. Zewnętrzna (przed i w trakcie instalacji) warstwa rękawa, pokryta powłoką polipropylenową, docelowo po procesie inwersji utworzyła wewnętrzną, gładką powierzchnię nowej rury. Po zakończeniu procesu instalacji woda wykorzystywana do procesu inwersji, została podgrzana do temperatury ok.  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  w celu utwardzenia żywicy, przekształcając elastyczny rękaw w wytrzymałą wykładzinę odporną na korozję i ścieranie, zdolną przetrwać 100 lat.

Początek instalacji zaplanowano przed budynkiem Ministerstwa Obrony Narodowej na północnej skarpie rzeki Moskwy, obok Mostu Krymskiego, w odległości ok. 2000 m od Kremla. Rejon ten jest częścią wewnętrznej obwodnicy miasta tzw. Pierścienia Sadowego (Sadoweje Kalco). Prace były realizowane w dwóch etapach: pierwszego, trzytygodniowego, wykonanego w grudniu 2005 r., w trakcie którego wyczyszczono rurociąg, i drugiego, dwutygodniowego w marcu 2006 r., w trakcie którego syfon poddano bezwykopowej renowacji rękawem. Komora startowa o głębokości ok. 5 m została wykonana na północnej stronie ul. Preczistskiej, na końcowym odcinku kolektora ściekowego, bezpośrednio przed jego włączeniem do syfonu biegnącego pod rzeką. Podobną, tylko mniejszą komorę odbiorczą wykonano na przeciwnym brzegu, na skarpie, w Parku Gorkiego.

Syfon, znajdujący się ok. 1,5 m poniżej koryta rzeki, dla zapewnienia dostępu do niego na czas prowadzenia prac, został tymczasowo wyłączony z eksploatacji. Konstrukcja syfonu pozwalała przeprowadzić rurociąg odprowadzający ścieki pod rzeką Moskwą. Ścieki płyną w nim pod ciśnieniem 2–2,5 barów, potrzebując przy tym dość dużej prędkości przepływu, aby nie dochodziło do ich

sedymentacji, a tym samym zakłóceń w przepływie. W okresie trwających prac konieczne było pozostawienie syfonu w stanie wypełnionym dla zabezpieczenia rurociągu i zrównoważenia działającej na niego siły wyporu. Po dokładnym wyczyszczeniu wnętrza przewodu przy pomocy wozu posiadającego możliwość czyszczenia wysokociśnieniowego, przeprowadzono jego szczegółową inspekcję, korzystając z usług pletwonurków. Czyszczenie odbywało się w temperaturze od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Czyszczenie i inspekcja telewizyjna zajęły ok. trzech tygodni. Następnie syfon został zabezpieczony i przystąpiono do kolejnej fazy kontraktu, a mianowicie projektowania i szycia rękawa, tak aby w marcu rozpocząć właściwą renowację.

„Planowanie, przygotowanie do nasączenia rękawa żywicami i instalacja były najważniejszymi etapami z uwagi na ekstremalne warunki pogodowe panujące na miejscu” – stwierdził menadżer projektu ze strony Aarsleff Technologie Rurowe Svend Erik Jensen.

W moskiewskim projekcie posłużono się systemem podwójnego rękawa, składającym się z rękawa wstępnego, pełniącego funkcję tzw. *prelinera*, i rękawa głównego. Rękaw wstępny, będący docelową powłoką zewnętrzną, stanowiła pojedyncza warstwa filcu nasączona żywicą i posiadająca wodoszczelną powłokę polipropylenową na zewnętrznej powierzchni. Przygotowany do instalacji *preliner* został zabezpieczony i zakotwiony w wykopie startowym, a następnie przeciągnięty przez wypełniony wodą syfon do wykopu końcowego w Parku Gorkiego, dzięki użyciu przyczepionej do niego liny i wyciągarki. *Preliner* został swobodnie umieszczony w zalanym syfonie, a po zwolnieniu napięcia liny jego końce otworzono, by móc w jego wnętrzu instalować właściwy rękaw.

W następnym etapie prac pracownicy firmy Aarsleff przystąpili do przygotowania rękawa do instalacji. Nasączony żywicą rękaw Aarsleff został przetransportowany przenośnikiem taśmowym na górę wieży inwersyjnej ustawionej bezpośrednio nad wykopem startowym i umieszczony w krótkiej stalowej rurze o średnicy  $\varnothing 1400\text{ mm}$ , tak aby dokładnie dopasować rękaw do średnicy syfonu.

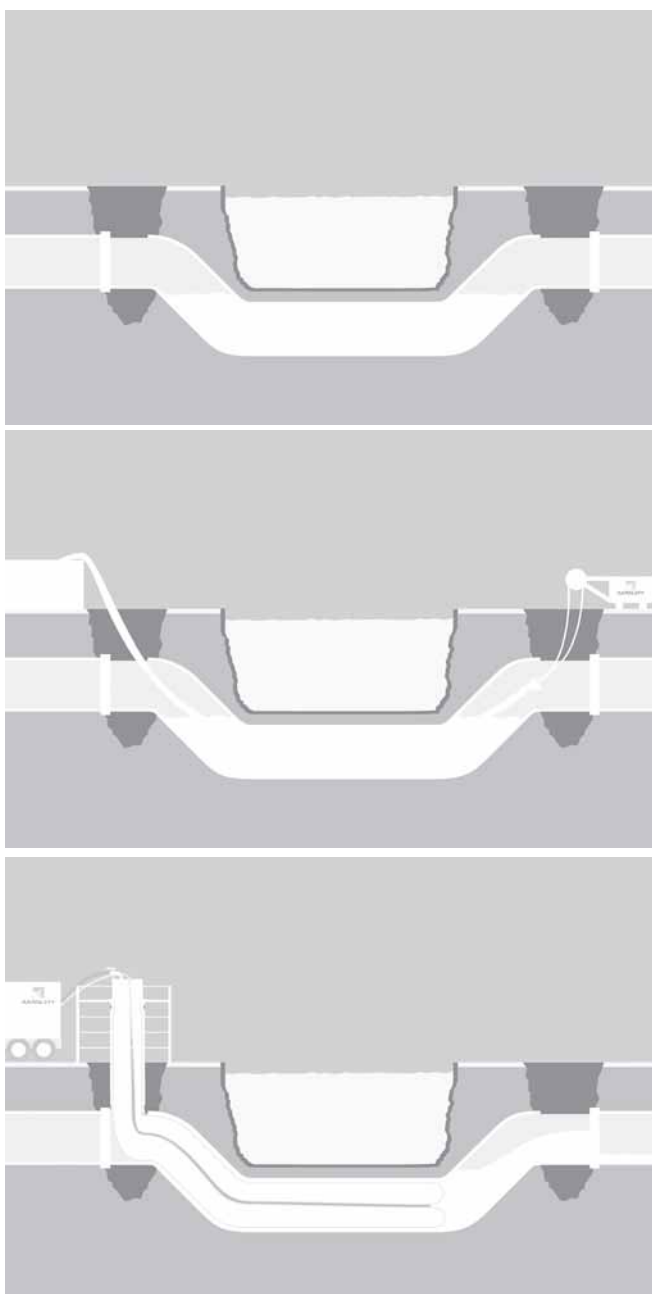
Instalację rozpoczęło wypełnienie kolumny inwersyjnej wodą z sieci wodociągowej. Ciśnienie wywierane na czoło rękawa przez około siedmiometrowy słup wody, powoli odwracało go na drugą stronę i wprowadzało do wykopu, a następnie w odcinek poziomy do otwartego *prelinera*, zainstalowanego wcześniej w poddawany renowacji syfonie. Cały proces kontynuowano bez przerywania dostarczania wody. Rękaw powoli odwracał się i rozwijał w *prelinerze*, a ciśnienie wody powodowało jego ściśnięcie przyleganie do ścian syfonu. Woda znajdująca się w syfonie i zabezpieczająca go przed wyporem została wypchnięta przez rozwijające się czoło rękawa do wykopu końcowego, a stamtąd odpompowana. Syfon w sposób ciągły był zabezpieczany przed siłami wyporu przez zastąpienie wody wypychanej wodą wypełniającą rękaw, dzięki której przeprowadzano proces jego inwersji.

Koniec rękawa o długości ponad 300 m został połączony z kilkoma węzłami, które wraz z rękawem wprowadzono do syfonu, aż do przeciwległego końca. Inwersja i instalacja rękawa były procesami ciągłymi i zajęły ok. 38 godzin. Po zakończeniu procesu instalacji węże wprowadzane wraz z rękawem zostały podłączone do pieca grzewczego o mocy 3000 kW. W celu utwardzenia żywicy, którymi nasączony był rękaw, w ciągu ok. 40 godzin podgrzano ponad 4600 m<sup>3</sup> wody do temperatury 85 °C. Po zakończeniu procesu utwardzania i schłodzeniu wody wystające z syfonu końce rękawa zostały odcięte, a rękaw o gładkiej powierzchni zastąpił skorodowaną rurę stalową. Ostatnią fazą prac było przywrócenie kanału do eksploatacji wraz z odtworzeniem nawierzchni i terenu w miejscach komór.

Syfon Savinskij jest jednym ze stu syfonów w Moskwie i jest częścią ogromnej, liczącej 10 tys. km sieci rurociągów, kanałów ściekowych, przepompowni i oczyszczalni ścieków, które są eksploatowane przez miejskie przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne Mosvodokanal. Syfon Savinskij jest częścią południowo-zachodniego głównego kanału ściekowego miasta,



Opisywany projekt został nagrodzony statuetką Expert 2008 w kategorii bezwykopowa odnowa poza granicą. Statuetki otrzymują firmy, które wniosły istotny wkład w rozwój technik bezwykopowych w Polsce i za granicą



Schemat instalacji rękawa Aarsleff w syfonie



Stoisko wystawiennicze Per Aarsleff sp. z o.o. na targach WOD-KAN 2008

który zbiera ścieki z południowo-zachodniej części Moskwy od stacji przepompowni Savinskaja i transportuje do oczyszczalni ścieków Kurianovskaja.

Mosvodokanal traktuje opisywany projekt jako próbę i ocenę możliwości firmy Aarsleff oraz technologii rękawa w perspektywie możliwości przyszłego zastosowania do napraw innych syfonów. Przedsiębiorstwo planuje w kolejnym roku poddać naprawie cztery podobne syfony. Moskiewski syfon jest jednym z wielu kanałów, jakie firma Aarsleff poddała renowacji przy zastosowaniu technologii rękawa Aarsleff. W historii firmy wykonywano renowację kanałów o różnych kształtach i wymiarach, począwszy od średnicy 150 mm, a skończywszy na bliźniaczych rurach syfonu DN 2000 mm, o długości 240 m każdy, w hamburskim porcie.

„Projekt moskiewski, tak jak tego oczekiwaliśmy, zakończył się sukcesem” – ocenił Hans Christensen, dyrektor działu Aarsleff Technologie Rurowe. – „Zaprosiliśmy inżynierów z Moskwy i St. Petersburga, by zobaczyli nasz wcześniejszy, większy projekt renowacji syfonu w Hamburgu. Pragniemy im pokazać, jak działa system rękawa Aarsleff i co możemy zaoferować, by pomóc w naprawie syfonu Savinskiego w Moskwie. Alternatywą dla władz miejskich Moskwy było zastąpienie syfonu całkowicie nową rurą, co wiązałoby się z pracami hydrotechnicznymi



Budowa wieży inwersyjnej do wprowadzenia rękawa

w korycie rzeki, byłoby znacznie droższe i o wiele bardziej nieprzyjemne dla środowiska i otoczenia. Ten pierwszy projekt renowacji syfonu w Moskwie wykonaliśmy chcąc udowodnić władzom miejskim, że naprawę można wykonać w taki sposób, by nie była problemem dla miasta”.

„Metodę rękawa – kontynuował Hans Christensen – stosowaliśmy już wielokrotnie dla rur w zakresie średnic od 50 mm do 2200 mm. Potencjał dla naszej pracy w przyszłości jest ogromny, istnieje wiele syfonów potrzebujących naprawy, nie tylko w Moskwie, ale na całym świecie. Wiemy, że nasza technologia została z powodzeniem wykorzystana wielokrotnie i jest również idealna do naprawy syfonów. Istnieją firmy, które mogłyby te prace wykonać, ale nie ma firmy równie dobrze przygotowanej pod względem specjalistycznego sprzętu, właściwych ludzi oraz doświadczenia i umiejętności, które Aarsleff Technologie Rurowe zdobyły i rozwinęły przez ostatnie 25 lat”.

Firma Aarsleff z siedzibą w Aarhus w Danii rozpoczęła stosowanie technologii rękawa utwardzanego na miejscu pod koniec lat 70. XX w. Firma posiada własną linię produkcji rękawów, fabrykę impregnacji żywicami i laboratorium badawcze. Niektóre z procesów linii produkcyjnej są chronione przez Aarsleff patentami. Firma posiada dużą specjalistyczną wiedzę w zakresie technologii rękawa utwardzanego na miejscu (CIPP) i znajduje się bez wątpienia w czołówce firm operujących tą technologią. Firma stale rozwija się, o czym świadczy m.in. niedawno zakończona rozbudowa, kosztem ok. 18 mln koron duńskich, nowego skrzydła fabryki produkcji i impregnacji rękawa, umożliwiająca przygotowanie rękawa do renowacji przewodów do średnicy 2,2 m.

Per Aarsleff A/S składa się z kilkunastu oddziałów na całym świecie. Firma działa oprócz Danii, m.in. w Szwecji, Finlandii, Niemczech, Tajwanie, Rosji, Włoszech, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii, krajach nadbałtyckich oraz w Polsce.

Per Aarsleff Polska Sp. z o.o. istnieje już od 14 lat i ma na swoim koncie kilkaset kilometrów renowacji przewodów zarówno w dużych aglomeracjach, jak i w mniejszych miejscowościach. Per Aarsleff Polska Sp. z o.o. jest firmą specjalizującą się w bezwykopowej renowacji rurociągów oraz pracach z nią związanych, czyli inspekcji telewizyjnej i czyszczeniu. Technologia rękawa Aarsleff utwardzanego na miejscu (CIPP) proponowana w Polsce przez Per Aarsleff Polska Sp. z o.o. umożliwia bardzo szybką, bezwykopową naprawę przewodów, praktycznie bez naruszania nawierzchni, przy minimalnych uciążliwościach dla ruchu drogowego i mieszkańców. Szczególnie bezwykopowa technologia rękawa jest idealna dla przewodów znajdujących się pod drogami, w terenie gęsto uzbrojonym, posiadających na dużych głębokościach. Firma Per Aarsleff Polska była i jest zaangażowana w wiele kontraktów finansowanych z udziałem środków europejskich i prowadzonych w oparciu o procedury Fidic, m.in. w Poznaniu, Bydgoszczy, Warszawie, Krakowie, Gdyni, a także w wiele prac realizowanych ze środków własnych przedsiębiorstw wodociągowych, np. w takich miejscowościach, jak: Głogów, Olsztyn, Rzeszów, Garwolin, Ostrowiec Świętokrzyski, Tarnowskie Góry.

