

## BEZWYKOPOWA RENOWACJA

# HISTORIA BUDOWY I RENOWACJI SIECI KANALIZACYJNEJ W KRAKOWIE

Przewody zaczęto układać pod ulicami oraz pod podwórzami. Kanały nazywano kanałami blokowymi – stanowiły one charakterystyczne rozwiązanie dla miasta Krakowa. Kanalizacja taka pracowała grawitacyjnie dzięki wykorzystaniu naturalnego ukształtowania terenu, opadającego z północnej części miasta w kierunku obecnego Placu na Groblach oraz Stradomia i Wielopola.

Przełomowym dla systemu odprowadzania ścieków w Krakowie był 1906 r., kiedy to ówczesne władze austriackie przystąpiły do realizacji programu ochrony przeciwpowodziowej. Opracowano wtedy projekt kanalizacji, który przewidywał odprowadzenie ścieków i wód opadowych z Krakowa oraz północnej części Podgórza kanałami ułożonymi wzdłuż Wisły. Ujścia kanałów do rzeki zaprojektowa-

ne były poniżej obecnego stopnia wodnego Dąbie.

Obecnie coraz to bardziej rosnące oczekiwania dotyczące świadczenia wysokiej jakości usług w zakresie zbiorowego odprowadzania ścieków wymuszają konieczność wprowadzania i stosowania najnowszych technologii służących eksploatacji systemu, a także podejmowania działań dla zapewnienia niezawodności funkcjonowania systemu kanalizacyjnego. Oczekuje się przy tym, że prace związane z modernizacją odcinków sieci kanalizacyjnej nie będą powodowały przerw w świadczeniu usług, a jednocześnie nie wpłyną negatywnie na funkcjonowanie miasta. W obecnie już mocno obciążonych ruchem kołowym centrach miast prowadzenie prac w wykopach otwartych niechybnie pro-

wadziłoby do ich całkowitego zablokowania. Konieczna stała się zmiana podejścia do renowacji sieci kanalizacyjnej: należało przejść ze strategii „gaszenia pożaru” do strategii służącej ograniczaniu potencjalnych awarii kanalizacji poprzez prowadzenie inspekcji TV, monitoring sieci oraz bieżące typowanie do remontu odcinków kanalizacji mogących potencjalnie ulec awarii w najbliższym czasie.

W przypadku miasta jakim jest Kraków, utrzymanie sieci kanalizacyjnej we właściwym stanie technicznym i użytkowym ma zasadnicze znaczenie i traktowane jest priorytetowo. Na obszarze ścisłego centrum miasta nadal funkcjonują kanały powstałe jeszcze w XIX w., a ich przebudowa lub renowacja tradycyjnymi metodami ze względu na zabytkowy charakter miasta jest często niemożliwa.



**MARCIN ŁUKASZEWICZ**  
Wodociągi Miasta Krakowa

Początki kanalizacji Stołecznego Królewskiego Miasta Krakowa sięgają XVI w. To wtedy powstały pierwsze przesklepione kanały wykonane z ciosów kamiennych łączonych zaprawą wapienną. Służyły one do odprowadzania zanieczyszczeń oraz wody z centralnej części miasta do fosy oraz, co ciekawe, umożliwiały wydostanie się z obłożonego miasta. Dopiero w XIX w. nastąpiła znacząca rozbudowa systemu kanalizacyjnego, który zaczął przypominać obecną sieć

## STAN TECHNICZNY KANAŁÓW

Największy boom inwestycyjny w branży wod-kan przypadał na lata 60. i 70. ub. wieku. Dziesiątki bloków na nowo powstających osiedlach mieszkaniowych oraz nowe zakłady przemysłowe musiały być podłączone do miejskiej sieci kanalizacyjnej. Niestety, dostęp do dobrej jakości materiałów instalacyjnych był znikomy, a jakość wykonywanych w tamtych latach prac pozostawiała wiele do życzenia.

Techniki bezwykopowe zagościły na dobre w Krakowie wraz z przemianami ustrojowymi na początku lat 90. XX w. W latach 1993–2007 wykonywano około 6000–8000 m renowacji kanałów przełazowych oraz nieprzełazowych rocznie.

Mając na uwadze powyższe, oraz w oparciu

o długoletni okres doświadczeń, można powiedzieć, że głównymi przyczynami uszkodzeń i degradacji kanałów są:

- zwiększony ruch kołowy na drogach nieprzygotowanych do tego zarówno konstrukcyjnie, jak i technicznie i przenoszenie zwiększonych obciążeń na rurociągi;
- błędy na etapie wykonawstwa, ujawniające się niejednokrotnie po wielu latach eksploatacji;
- uszkodzenia kanałów w trakcie budowy obecnej infrastruktury (kable energetyczne, sieci gazowe, itp.)
- korozja siarczanowa;
- przerosty korzeni drzew w miejscach nieuszczelnienia na połączeniach rur.

Podstawą do oceny stanu technicznego kanału jest stosowanie do diagnostyki kanałów

sprzętu służącego inspekcji TV oraz wozów ciśnieniowych. Wykorzystywanie nowoczesnych narzędzi oraz sprzętu znacznie przyspieszyło i ułatwiło prawidłową eksploatację kanalizacji. Prawidłowa ocena stanu technicznego kanałów jest wynikiem prowadzonej na bieżąco eksploatacji wraz z wizualną oceną stanu technicznego armatury kanalizacyjnej, inspekcji TV, analizy ilości i przyczyn powstawania zatorów. Sprawdzany jest również poziom zalegania osadów, co ma bezpośredni wpływ na korozję siarczanową kolektorów betonowych. Szczególną uwagę przy ocenie stanu technicznego należy zwrócić na nieszczelności, przeszkody powodujące zakłócenia hydrauliki, zapadnięcia (kołyski), wszelkie pęknięcia i ubytki, deformacje profilu, uszkodzenia powłok, korozję.

## KRYTERIA WYBORU TECHNIK RENOWACYJNYCH

Realizacja prac remontowych i modernizacyjnych w mocno zurbanizowanych miastach, takich jak Kraków, metodą tradycyjną w otwartym wykopie jest bardzo kosztowna, a w wielu wypadkach wręcz niemożliwa. Dlatego też od wielu lat z powodzeniem stosowana jest modernizacja rurociągów metodami bezwykopowymi. Technologie te doskonale sprawdzają się jako sposób przywracania pełnej sprawności starym przewodom, zarówno kanalizacyjnym, jak i wodociągowym, zapewniając im drożność, szczelność i odpowiednią wytrzymałość – w zależności od metody zastosowanej dla danego przypadku. Technologie te umożliwiają wykonanie niezbędnych napraw przy znacznej redukcji kosztów przedsięwzięcia ze względu na unikanie prowadzenia kosztownych prac ziemnych. Nazwa technologia bezwykopowa w przypadku renowacji dużych kolektorów przełazowych może być nieco myląca: wyko-

py co jakiś czas są bowiem potrzebne, w celu wprowadzenia do starego rurociągu elementów nowej wykładziny.

Nie ulega wątpliwości, że w pierwszej kolejności należy jednak ustalić, z jakiego rodzaju uszkodzeniem mamy do czynienia, a co za tym idzie – określić technologię renowacji. Przy wyborze samej technologii należy również podkreślić, że zastosowanie każdej wykładziny do renowacji zapewnia dodatkowe korzyści, polegające m.in. na poprawie hydrauliki przewodu, obniżeniu kosztów eksploatacyjnych oraz ograniczeniu infiltracji wód gruntowych i eksfiltracji ścieków z uszkodzonego kanału. W praktyce istotnymi kryteriami decydującymi o wyborze technologii renowacji, poza aspektem kosztowym, jest także kwestia utrzymania ciągłości pracy systemu kanalizacyjnego oraz możliwości technicznych samej realizacji, wynikające z lokalizacji uszkodzonego przewodu. Sytuacje takie mają miejsce w przypadku lokalizacji kolektora np. bezpośrednio pod torowiskiem tramwajowym, co wyklucza wykonanie renowacji za pomocą modułów GRP ze względu na brak możliwości wykonania wykopów montażowych. Istotne są również: minimalna średnica rurociągu oraz jego drożność, a także liczba koniecznych wykopów pośrednich (w miejscach występowania łuków, zmian średnicy itp.). Należy również sprawdzić możliwość organizacji placu budowy stosownie do wymagań wybranej technologii. Z dotychczasowych doświadczeń jednoznacznie wynika, że w przypadku konieczności wykonania prac w ścisłym centrum miasta, techniki bezwykopowe są jedynymi możliwymi do zastosowania.

Podjęcie decyzji o konieczności przeprowadzenia renowacji to jednak dopiero początek. Szeroka dostępność technologii bezwykopowych pozwala na bardzo precyzyjny dobór konkretnej technologii dla osiągnięcia wymaganych efektów. Techniki bezwykopowe renowacji kanalizacji w Krakowie stosowane

są od blisko 30 lat. Śmiało można powiedzieć, że w tym okresie zastosowano praktycznie wszystkie dostępne rozwiązania:

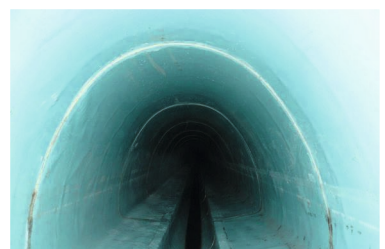
- naprawy punktowe za pomocą tzw. pakarów – umożliwiają wykonanie miejscowych napraw rurociągu w przypadku ich punktowego uszkodzenia lub rozszczelnienia połączenia pomiędzy rurami. Pakary są to urządzenia o kształcie cylindrycznym, składające się z korpusu wykonanego przeważnie ze stali kwasoodpornej oraz umieszczonej na jego zewnętrznej stronie powłoki gumowej. Średnica i kształt pakera dostosowane są do średnicy wewnętrznej rurociągu, który ma zostać poddany naprawie, jednak jest odpowiednio mniejsza, co umożliwia wprowadzenie pakera do przewodu. Potocznie pakarami nazywane są również wykładziny i maty będące materiałem naprawczym i uszczelniającym wykorzystywanym w tej metodzie;
- technologie rur ciasno pasowanych (ang. *close fit*) – zaliczają się do nich metody odnowy przewodów, w których po zakończeniu renowacji powłoka renowacyjna ściśle przylega do wewnętrznej powierzchni odnawianego przewodu;
- technologie z zastosowaniem tzw. rękawów (CIPP) – renowacje rurociągów z zastosowaniem technologii CIPP (ang. *Cured In Place Pipe* – rury utwardzane na miejscu) polegają na formowaniu wewnątrz istniejącego przewodu nowej utwardzonej powłoki. Wydajność tej technologii pozwala na efektywną rehabilitację długich odcinków uszkodzonych i nieszczelnych przewodów, o średnicach DN200–3000. Ograniczenie

wynika jedynie z dużego ciężaru rękawa. Grubość wykładziny wynosi od kilku do kilkudziesięciu milimetrów i wynika z obliczeń statyczno-wytrzymałościowych. Metoda przeznaczona jest do bezwykopowej renowacji rurociągów wykonanych z rur: kamionkowych, żelbetonowych, betonowych, żeliwnych, stalowych lub tworzyw sztucznych. Rękawy wykonane są z materiału kompozytowego składającego się z włókniyny syntetycznej lub tkaniny z włókien szklanych, nasyczonej żywicą poliestrową (UP), epoksydową (EP) lub winyloestrową (VE). Technologie te można podzielić ze względu na stosowane rękawy (ich skład i budowę):

- rękawy z włókniyny poliestrowej o strukturze filcowej nasączone żywicami,
  - rękawy z włókna szklanego nasączone żywicami,
- oraz ze względu na sposób utwardzania rękawów:
- rękawy utwardzane termicznie (gorącą wodą lub parą),
  - rękawy utwardzane promieniami UV.

Technologia CIPP sprawdza się najlepiej w miejscach, gdzie konieczne jest podniesienie nośności kanału przy jednoczesnym braku możliwości zmniejszenia średnicy (włókno szklane posiada bardzo dobre parametry konstrukcyjne);

- technologie luźno pasowane (relining) – w odróżnieniu od metody ciasno pasowanej, renowacja rurociągów w technologii luźno pasowanej polega na wsunięciu bądź wciągnięciu do rurociągu poddawanego



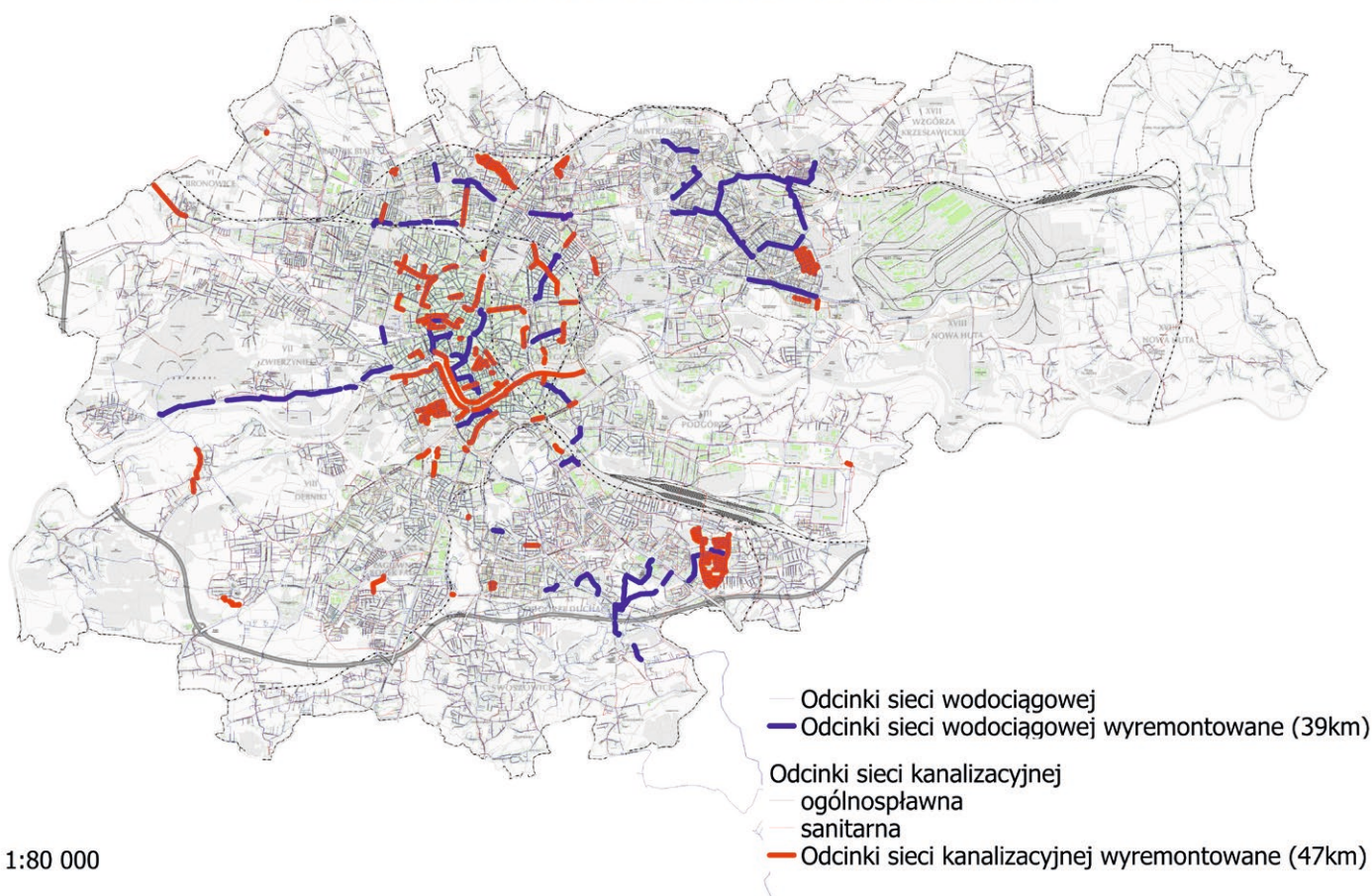
renowacji nowych rur w krótkich odcinkach. Następnie powstają w ten sposób przestrzeń międzyrurową pomiędzy starą rurą (zewnątrzną – istniejącą) a nową (wewnętrzną) rurą wypełnia się odpowiednio dobranym iniektem, dzięki czemu nowe rury zostają unieruchomione, a tak powstała konstrukcja przejmuje obciążenia statyczne i dynamiczne remontowanego rurociągu. Metoda ta może być wykorzystywana przy renowacji rurociągów kanalizacyjnych, wodociągowych, gazowych i instalacji przemysłowych, bez większych ograniczeń w zakresie średnic i długości odcinków. Jednak podstawowym warunkiem umożliwiającym zastosowanie technologii ciasno pasowanej jest możliwość lub konieczność redukcji przekroju poprzecznego remontowanego rurociągu;

- relining krótki (shortlining) – jest metodą polegającą na wprowadzeniu do wnętrza starego rurociągu krótkich samonośnych segmentów (modułów) rurowych przez istniejące studnie lub komory robocze (wykopy montażowe). W zależności od rodzaju, kształtu i wymiarów istniejącego rurociągu
- tokretowanie – jest to metoda, której celem jest ochrona skorodowanej powierzchni betonowej, np. kolektorów lub studzienek kanałowych poprzez nałożenie ręczne lub mechaniczne na wcześniej odpowiednio przygotowane podłoże zapraw siarczanoodpornych;

poddawane renowacji transport modułów w starym rurociągu odbywa się metodą przeciągania za pomocą wciągarki linowej w kierunku komory odbiorczej lub za pomocą specjalnie skonstruowanego wózka transportowego (dla dużych średnic). W zależności od dopuszczalnej redukcji przekroju kanału, moduły łączone są za pomocą połączeń kielichowych lub połączeń zlicowanych. Technologia reliningu krótkiego daje również możliwość renowacji kanałów o przekrojach niekołowych, np. jajowych, dzwonowych, z półkami czy prostokątnych. W przypadku skomplikowanych kształtów rurociągu segmenty (moduły) wykonywane są indywidualnie jako odwzorowanie kształtu rurociągu poddawane renowacji. Najczęściej stosowanym materiałem przy tego typu konstrukcjach jest GRP;



## SIEĆ WODOCIĄGOWA I KANALIZACYJNA WYREMONTOWANA METODAMI BEZROZKOPOWYMI OD STYCZNIA 2010R. DO LUTEGO 2020R.





Przed ostatecznym doбором technologii renowacji należy określić funkcje, jakie winna spełniać wykładzina w eksploatowanym rurociągu. Czy ma ona: jedynie uszczelniać istniejący rurociąg, zabezpieczając przed infiltracją wód gruntowych lub eksfiltracją ścieków przez nieszczelne połączenia, pęknięcia lub dziury, wzmacniać strukturę istniejącego rurociągu (np. gdy występuje efekt korozji siarczanowej, natomiast nie nastąpiła utrata statyki kolektora) lub też zapewnić samonośność wykładziny w rurociągu, który utracił możliwość przeniesienia obciążeń od gruntu.

## REALIZACJE BEZWYKOPOWYCH RENOWACJI KOLEKTORÓW NA TERENIE KRAKOWA.

W latach 2014–2018 na terenie Krakowa zostało wyremontowanych blisko 48 km sieci kanalizacyjnej, sanitarnej oraz ogólnospławnej. Wybrano trzy metody renowacji:

- relining krótki (shortlining) z zastosowaniem modułów GRP,
- technologie z zastosowaniem „rękawów” (CIPP) utwardzanych promieniami UV,
- torkretowanie oraz wykładziny bazaltowe.

Opracowany w latach ubiegłych plan renowacji zakładał poddanie renowacji głównego szkieletu sieci kanalizacyjnej miasta Krakowa – wszystkie główne kolektory ściekowe w Krakowie przebiegające wzdłuż głównych rzek miasta. Prowadzono również prace

w zakresie sieci rozdzielczej budowanej w latach 60.–70. XX w.

W roku 2015 zakończono renowację kolektora prawobrzeżnego rzeki Wisły na odcinku od ul. Czarodziejskiej do stopnia wodnego na Dąbiu. Renowację przeprowadzono w technologii reliningu krótkimi modułami GRP w zakresie średnic: od 700/1050 mm do 3000/2350 mm. Ze względu na kształt oraz funkcję odcinka kolektora w rejonie ul. Port Solny zdecydowano się na przeprowadzenie renowacji za pomocą wykładziny okładziny z płytek bazaltowych.

W listopadzie br. zakończony został remont czterech nitek syfonu pod rzeką Wisłą na wysokości stopnia wodnego na Dąbiu. Zadanie obejmowało renowację trzech nitek DN1500 i jednej nitki DN1200 o długości 277 m każda. Należy tu podkreślić, że była to jedna z największych renowacji na świecie i pierwsza taka renowacja w Europie. Prace zostały zrealizowane w technologii CIPP (ang. *Cured in Place Pipe*), a rękaw został utwardzony promieniowaniem ultrafioletowym. Wykładzinę użytą do renowacji wyprodukowała firma Brandeburger Liner. Jej transport do Krakowa z niemieckiego Landau trwał dwie doby. Właściwy proces utwardzania trwał 23 godziny, a sam rękaw – o grubości ścianki 21 mm i wadze 48 ton – wprowadzany był do kanału przez około cztery godziny.

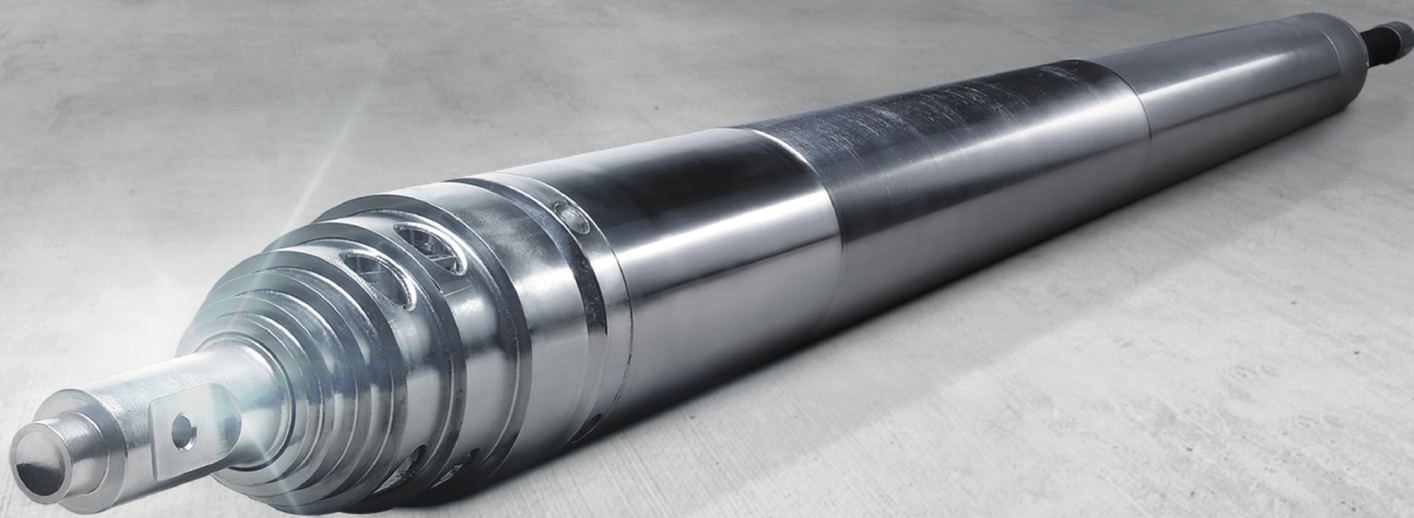
W bieżącym roku rozpoczęła się renowacja kolektora lewobrzeżnego rzeki Wisły. Jest to jeden z najważniejszych elementów krakowskiej sieci kanalizacji ogólnospławnej. Swój

początek bierze w rejonie skrzyżowania ulic Malczewskiego i Księcia Józefa, a kończy się w pobliżu ul. Miedzianej, przed stopniem wodnym Dąbie, gdzie przechodzi syfonem pod Wisłą i dalej po połączeniu z kolektorem prawobrzeżnym prowadzi ścieki w kierunku oczyszczalni ścieków w Płaszowie. Zaplanowane prace obejmują odcinek kolektora o długości około 4,25 km i powierzchni około 24 tys. m<sup>2</sup>, a przekroje przewodów poddawanych renowacji wynoszą od 2800 x 3000 mm do nawet 4650 x 3400 mm. Ze względu na korozję siarczanową (korozja tego typu związana jest z działaniem biogenicznego kwasu siarkowego, a ulegają jej najczęściej konstrukcje betonowe), która powoduje powstawanie ubytków oraz występowanie licznych przecieków wód gruntowych, do renowacji została wykorzystana metoda torkretowania, natomiast do renowacji komór przelewów burzowych – wykładzina bazaltowa. Dzięki zastosowaniu tej metody przywrócony zostanie pierwotny stan techniczny kolektora, umożliwiający swobodny i bezpieczny przepływ ścieków oraz zabezpieczone zostaną elementy betonowe kolektora.

## PODSUMOWANIE

Wybór technologii naprawy lub modernizacji rurociągu powinien być poprzedzony kompleksową analizą stanu aktualnego i oczekiwanych wymagań w założonej perspektywie czasowej. Wybór właściwej technologii realizacji inwestycji ma kluczowe znaczenie dla jej prawidłowej i terminowej realizacji oraz przesądza o wysokości kosztów. Czynnikiem decydującymi o wyborze technologii realizacji renowacji są przede wszystkim: stan techniczny obiektu, oczekiwany efekt renowacji, szeroko rozumiane uwarunkowania wykonania (sprawy własnościowe terenów objętych zakresem planowanej realizacji, możliwości organizacji ruchu na czas prowadzenia robót, termin wykonania), a także koszt inwestycji. Z punktu widzenia czasu niezbędnego do przygotowania inwestycji można dokonać podziału na realizacje wymagające pozwolenia na budowę oraz wymagające jedynie projektu wykonawczego. W tej ostatniej grupie znajdują się metody realizacji niewymagające zmiany lokalizacji (trasy) istniejącej sieci – metody bezwykopowe. |

# NEW GENERATION



*maszyna do przecisków*

# GrundoMat

DTA - Technik Sp. z o.o. Tracto Technik w Polsce, Bachorzew, ul. Graniczna 2, 63-200 Jarocin  
tel. +48 62 505 78 78, e-mail: [przedaz@dta-technik.pl](mailto:przedaz@dta-technik.pl), [www.dta-technik.pl](http://www.dta-technik.pl)