



# IX Międzynarodowa Konferencja Technologie Bezwykopowe NO-DIG POLAND 2022

część 1



tekst: **ANNA BIEDRZYCKA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, zdjęcia i film: **nbi med!a**

W Krakowie od 27 do 29 września 2022 r. odbywała się IX Międzynarodowa Konferencja Technologie Bezwykopowe NO-DIG POLAND. Jej organizatorami byli Politechnika Świętokrzyska – Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki oraz Wydział Budownictwa i Architektury, Polska Fundacja Technik Bezwykopowych (PFTT), a także Wydawnictwo nbi med!a, wydawca czasopisma „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” i właściciel portalu BudownictwoInzynieryjne.pl. W roli współorganizatora nasze wydawnictwo wystąpiło po raz trzeci, ale patronem medialnym jest już od pierwszej edycji konferencji. W przedstawionych prezentacjach nacisk położono przede wszystkim na dostosowanie infrastruktury podziemnej do zmian klimatu oraz zmieniających się uwarunkowań gospodarczych i ekonomicznych w kraju. W tym numerze publikujemy relację z pierwszego dnia konferencji (28 września) i poprzedzających go warsztatów (27 września), natomiast w następnym numerze (styczeń – luty 2023) – z drugiego, równie ciekawego dnia konferencji.

NO-DIG POLAND jest jedną z najważniejszych konferencji promujących technologie bezwykopowe do budowy i odnowy sieci infrastruktury podziemnej oraz innowacyjne rozwiązania na rynku infrastruktury podziemnej. Podejmuje zagadnienia dotyczące projektowania, budowy i odnowy przewodów infrastruktury podziemnej w branżach wodociągowo-kanalizacyjnej, gazowej, drogowej, kolejowej i tunelowej.

Uczestnikami NO-DIG POLAND są przedstawiciele środowiska naukowego, przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, firm projektowych i wykonawczych oraz producentów materiałów i urządzeń stosowanych w technologiach bezwykopowych z kraju i zagranicy. Konferencja jest organizowana od 2005 r. w cyklu dwuletnim. W 2022 r. odbyła się z dwuletnim opóźnie-

niem w stosunku do planowanego terminu z powodu pandemii COVID-19. Nowością tegorocznej edycji było, że po raz pierwszy została zorganizowana nie w Kielcach, lecz w Krakowie, do którego można dolecieć samolotem, jest też więcej połączeń kolejowych. Partnerem konferencji było również miasto Kraków. Ponadto konferencję poprzedziły warsztaty (27 września) zorganizowane przez PFTT oraz Wodociągi Miasta Krakowa SA.

Obrady konferencji odbywały się w hotelu Novotel City West. W korytarzach prowadzących do sali konferencyjnej ustawiono stoiska wystawiennicze firm: Aarsleff Sp. z o.o., BAUER MAT Slurry Handling Systems Zweigniederlassung der BAUER Maschinen GmbH, Eutit Polska Sp. z o.o., FHU Artem Artur Krawczak, IMS Robotics GmbH, GGT Solutions SA, Hydro-Partner Sp. z o.o., nodigmarket 24 Damian Sobczak, PORR SA, Steinzeug-Keramo Sp. z o.o., Wavin Polska SA, Hermes Technologie GmbH & Co.KG, HABA-Beton Johann Bartlechner Sp. z o.o., Tracto Technik GmbH & Co. KG oraz Titan Polska Sp. z o.o.

## Inauguracja konferencji

Uczestników konferencji przywitał **prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski z Politechniki Świętokrzyskiej, były prezes zarządu PFTT i przewodniczący Komitetu Naukowego konferencji**. Poinformował, że podczas konferencji zostaną zaprezentowane referaty z sześciu ośrodków akademickich: Krakowa, Wrocławia, Zielonej Góry, Poznania, Warszawy i Kielc. Aż 6 referatów przygotowały Wodociągi Miasta Krakowa SA i, jak podkreślił profesor, z podobną aktywnością przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego, włączywszy w to organizację warsztatów, nie mieliśmy dotąd do czynienia w historii NO-DIG POLAND. Podziękował również firmom, które przygotowały referaty i prezentują swoje wyroby na wystawie.



prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, przewodniczący Komitetu Naukowego konferencji



Piotr Ziętara, prezes zarządu Wodociągów Miasta Krakowa SA



Marcin Łukaszewicz, Wodociągi Miasta Krakowa SA

Politechnika Świętokrzyska już po raz dziewiąty jest współorganizatorem konferencji. Wspecjalizowała się w problematyce technologii bezwykopowych. Począwszy od 1991 r., jako jedyna uczelnia w kraju wykonywała badania przewodów kanalizacyjnych nieomal na obszarze całej Polski, łącznie to ponad 200 km przebadanej sieci. Zaowocowało to ponad 300 publikacjami dotyczącymi stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych w kraju. Wykonywała też liczne ekspertyzy konstrukcyjne, m.in. trwającą ponad rok ekspertyzę przyczyn awarii syfonu warszawskiej Czajki. Ekspersi z Politechniki Świętokrzyskiej napisali pierwszy i jedyny jak dotąd w Polsce podręcznik poświęcony technologiom bewykopowym *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Międzynarodowym sukcesem było otrzymanie przyznawanej przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych (ISTT) nagrody NO-DIG Award w 2008 r. za zorganizowanie pierwszego na świecie rocznego studium podyplomowego Techniki Bezwykopowe w Inżynierii Środowiska. Kierownikiem studium był prof. dr hab. inż. Andrzej Kulickowski. Na zakończenie profesor przypomniał krótko historię konferencji NO-DIG organizowanych corocznie przez ISTT, którego członkiem jest PFTT.

### Sesja 1. Wodociągi Miasta Krakowa. 121 lat jesteśmy z Wami. Każdego dnia!

Sesję patrona merytorycznego konferencji rozpoczął **Piotr Ziętara, prezes zarządu Wodociągów Miasta Krakowa SA**, prezentacją *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie wod.-kan. na przykładzie Wodociągów Miasta Krakowa SA*. Jak podkreślił, szeroko rozumiana energia jest wyzwaniem dla wszystkich organizacji w aspekcie wypracowania wyniku zerowego, czyli zrównania przychodów z kosztami, ponieważ o zyskach coraz trudniej dziś mówić. Kraków ma unikatową strukturę zarządzania usługami publicznymi – tylko w Krakowie istnieje grupa kapitałowa, będąca też grupą podatkową, skupiająca spółki miejskie – Krakowski Holding Komunalny SA. Kraków jest jedynym miastem w kraju, który ma kompletny łańcuch infrastruktury technicznej w zakresie gospodarki komunalnej. Ostatnimi ogniwami tego łańcucha są spalarnia odpadów stałych i STUO dla osadów ściekowych. W skład Holdingu wchodzi Wodociągi Miasta Krakowa SA, które działają na rynku regulowanym (PGW Wody Polskie).

Prelegent skupił uwagę na kilku ryzykach. Od 2002 r., kiedy pojawiły się pierwsze środki unijne, Wodociągi Miasta Kra-

kowa SA przeprowadziły wiele inwestycji związanych ze zmianą systemu zaopatrzenia Krakowa w wodę. Dzisiaj z dumą prezentuje wodę kranową jako wodę o najwyższych parametrach jakościowych, badaną w kranach i w dziesiątkach punktów na terenie miasta, obalając mity na temat wpływu instalacji wewnętrznych na jakość wody dostarczanej mieszkańcom.

W kolejnej prezentacji **mgr inż. Marcin Łukaszewicz** omówił rozwój infrastruktury wod.-kan. w kontekście adaptacji do zmian klimatu. Spółka w ostatnich 20 latach przeznaczyła na rozwój infrastruktury blisko 3 mld zł, a dalszy rozwój musi być ściśle skorelowany z wyzwaniami klimatycznymi. Przyjęta w przedsiębiorstwie koncepcja rozwoju infrastruktury wpisuje się w cel 11 agendy 2030, by uczynić miasta i osiedla ludzkie bezpiecznymi, stabilnymi, zrównoważonymi oraz sprzyjającymi włączeniu społecznemu. Również Kraków stworzył plan adaptacji do zmian klimatu, w czym aktywnie uczestniczyły spółki miejskie, także Wodociągi Miasta Krakowa SA. Dokument ten upoważnia do starań o dofinansowanie ze środków krajowych i europejskich.

Jak poinformował prelegent, przedsiębiorstwo dysponuje 310 tys. m<sup>3</sup> pojemności zbiorników wodociągowych i ma cztery zakłady uzdatniania wody, co zapewnia bezpieczeństwo w okresach upałów i suszy. Przy produkcji średniodobowej 160–170 tys. m<sup>3</sup> latem rozbiory popołudniowe i wieczorne są na poziomie aż 200–230 tys. m<sup>3</sup>. Rozwój infrastruktury magazynowej wody jest więc uzasadniony, a nawet niezbędny.

Od 2005 r. do 2021 r. zrealizowano sześć etapów projektu *Gospodarka wodno-ściekowa w Krakowie*. Pozyskano na ten cel ok. 660 mln zł ze środków zewnętrznych. Prócz rozbudowy infrastruktury liniowej rozwijana była kogeneracja. Po modernizacji gospodarki osadowej w obu dużych oczyszczalniach uzyskano możliwość pozyskiwania biogazu i produkcji energii z biogazu. W 2030 r., a może nawet wcześniej oczyszczalnia Kujawy powinna być samowystarczalna energetycznie. Dużo zainwestowano w technologie bezwykopowe, jeżeli chodzi o renowację kanalizacji. Udało się wyremontować wszystkie główne kolektory ściekowe wzdłuż rzek, aby poprawić ich wydajność hydrauliczną. Budowa kolektora dolnej terasy Wisły umożliwiła połączenie zlewni obu oczyszczalni ze sobą, dzięki czemu można przekierowywać ścieki z jednej zlewni do drugiej. Co ważne, projekt został wykonany w technologii bezwykopowej, a ponieważ jest to kolektor DN 1000, był to trudny projekt jak na ówczesne czasy i bodaj pierwszy taki zrealizowany w Polsce.



dr inż. Tadeusz Żaba, Wodociągi Miasta Krakowa SA

Ostatnią prezentację w tej sesji przedstawił **dr inż. Tadeusz Żaba**. Nosiła tytuł *Na miarę czasów*, gdyż, jak na wstępie podkreślił prelegent, Wodociągi Miasta Krakowa SA wykorzystują wszystkie najnowsze zdobycze techniki. Systematycznie przeprowadzają modernizację obiektów technologicznych zarówno w zakresie procesów uzdatniania wody, jak i oczyszczania ścieków. Działania te mają na celu zapewnienie wysokiej jakości wody oraz spełnienie wszystkich wymagań w zakresie oczyszczania ścieków. Istotną kwestią jest również ochrona środowiska oraz ograniczenie kosztów prowadzonej działalności. Jednym z elementów redukcji kosztów jest zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Można to osiągnąć przez stosowanie nowoczesnych technologii, energooszczędnych urządzeń oraz zaawansowanych rozwiązań technicznych.

## Sesja 2. Bezwykopowa budowa

W tej sesji jako pierwsza wystąpiła **Justyna Michalla z PORR SA** z prezentacją o przewiertach wykonywanych dla Gaz-Systemu SA. Prelegentka zwróciła szczególną uwagę na organizację prac związanych z przekroczeniami bezwykopowymi w ramach prowadzonych kontraktów gazociągowych. Zakres prac PORR SA obejmuje prace przygotowawcze, organizację placu budowy, spawanie, izolacje, wstępne próby ciśnieniowe, połączenie przekroczenia z częścią liniową, próby ciśnieniowe, odbiory i nagazowanie. Przekroczenia bezwykopowe w zasadniczej części wykonywane są przez firmy specjalistyczne. Firmy te są wybierane przez PORR na podstawie dotychczasowych dobrych doświadczeń. Ścisła współpraca ma na celu usprawnienie realizacji, zwłaszcza że niekiedy trzeba dokonać zmian projektowych. Ustalenie harmonogramu prac odbywa się według kolejności wykonania prac układowych. Przekroczenia bezwykopowe muszą być wykonywane z odpowiednim wyprzedzeniem, aby zostały ukończone w momencie, gdy część liniowa (wykopy liniowe) będzie dochodziła do miejsca połączenia. Okazuje się, że chociaż przejścia bezwykopowe stanowią tylko ok. 5% całkowitej długości budowanych gazociągów, to realizacja tych prac pochłania porównywalny okres co pozostałych 95% długości rurociągu.

Na budowie gazociągu DN 700 Polska – Litwa wykonano 49 przekroczeń bezwykopowych. Najdłuższe wykonywała firma GGT Solutions SA: przez Narew – 886 m metodą Direct Pipe, przez Brok – 632 m metodą HDD oraz przez Brok Mały – 504 m metodą HDD. Całkowita długość przekroczeń bezwykopowych



Justyna Michalla, PORR SA

wyniosła 4,11 km na 85 km długości całego rurociągu. Przejście DP przez Narew zostało zaprojektowane w dość niekorzystnym miejscu, przez co stało się wąskim gardłem całej budowy, ponieważ jego wykonanie limitowało pobór wody do prób ciśnieniowych dla całego odcinka. Wszystko jednak skończyło się dobrze i gazociąg został ukończony w terminie.

W ramach przekroczeń bezwykopowych na budowie gazociągu DN 700 Przywodzie – Dolna Odra najdłuższe przekroczenia również wykonuje GGT Solutions. Są to przejścia przez Płonię – 1437 m metodą HDD (właśnie rozpoczynane), Tywę – 557 m metodą HDD (zakończone w sierpniu br.) i 10 przecisków o łącznej długości 256 m. Są też dwa mikrotunele wykonywane przez firmę Inkop oraz przewiert i przeciski (ZRI Chrobok). Całkowita długość przekroczeń to 3,109 km na 63 km długości gazociągu. Na potrzeby instalacji rurociągu pod Tylwą należało przekroczyć nie tylko rzekę, ale dodatkowo pokonać przeszkodę w postaci drogi wojewódzkiej.

Projektowi i budowie tunelu w Świnoujściu poświęcona była kolejna prezentacja autorstwa **Wojciecha Nowaka, kierownika ds. projektowania tuneli w biurze projektowym PORR SA i kierownika zespołu projektowego tunelu w Świnoujściu**.

Tunel, zlokalizowany na końcu DK3 łączącej północ z południem naszego kraju, jest tunelem miejskim położonym w całości na terenie Świnoujścia i łączącym dwie wyspy: Uznam po zachodniej stronie cieśniny Świny i Wolin po wschodniej. Będzie to pierwsze połączenie drogowe w Świnoujściu, do tej pory komunikacja odbywa się za pomocą dwóch przepraw promowych. Całkowita długość odcinka wynosi 3,4 km, tunelu – 1,78 km, z czego drążonego TBM – 1,48 km. Budowa odbywa się w formule projektuj i buduj. Inwestorem jest miasto Świnoujście, inwestorem zastępczym GDDKiA, a wykonawcami PORR SA, Gülermak i PORR Bau GmbH. Projektowanie rozpoczęto we wrześniu 2018 r. i zajęło ono 10 miesięcy. Otrzymanie decyzji ZRID i rozpoczęcie robót nastąpiło w październiku 2019 r. Pod względem geotechnicznym jest to projekt wielkoskalowy, bezwykopowy, więc jedną z podstawowych kwestii było rozpoznanie budowy podłoża geologicznego. Podłoże to jest dość jednorodne, ale warunki są skomplikowane, silnie nawodnione. W najgłębszej części tunel przechodzi przez trzy typy gruntu: piaski, gliny i kredę, co stanowiło znaczne utrudnienie.

Na konstrukcję tunelu składają się: odcinek TBM, odcinki C&C na portalach, 4 + 2 wyjścia awaryjne. Odcinek TBM to tunel jednonawowy o ruchu dwukierunkowym, średnica wewnętrzna



Wojciech Nowak, PORR SA

wynosi 12 m, grubość obudowy segmentowej 50 cm, na jeden pierścień obudowy składa się osiem segmentów układanych przez maszynę TBM typu Mixshield (zawieszinowa, średnica zewnętrzna 13,48 m, długość całkowita 103,8 m, masa 1700 t) w trakcie drążenia. Tarcza rozpoczęła drążenie od strony wyspy Uznam w marcu 2021 r. i po 198 dniach dotarła na drugą stronę cieśniny do komory odbiorczej na wyspie Wolin, a odchylenie czasowe w stosunku do pierwotnego harmonogramu wyniosło jedynie osiem dni, co było wielkim sukcesem.

W kolejnej prezentacji **Marcin Firkowski, kierownik projektu w GGT Solutions SA**, przedstawił najciekawsze projekty i zakończone kontrakty firmy GGT Solutions SA w zakresie technologii bezwykopowych. Prelegent przypomniał, że firma niedawno świętowała 30-lecie istnienia, zmienił się też właściciel firmy. Obecnie należy do UOS Group. W jej skład wchodzi m.in. UOS Drilling, która rozpocznie w tym roku w Szaflarach wykonywanie najdłuższego odwiertu pionowego w Polsce, geotermalnego, liczącego 7 km.

GGT Solutions SA specjalizuje się w przewiertach poziomych we wszystkich dostępnych technologiach bezwykopowych. Jest liderem w stosowaniu technologii Direct Pipe. Od 2016 r. rokrocznie pobija swój własny rekord długości przekroczenia przeszkody przy użyciu tej technologii, a w 2022 r. wykonała najdłuższy przewiert w Europie – 1440 km pod Wartą.

W ramach 1. etapu Baltic Pipe Goleniów – Ciecierzycze firma zrealizowała cztery przekroczenia w technologii Direct Pipe na odcinku lądowym o długości od 657 m do 1440 m (rurociąg DN 1000) oraz 14 wierceń krótkich w technologiach mikrotunelowania i sterowanego przewiertu poziomego. Do tej pory nie został wykonany w naszym kraju przewiert o długości ponad 1 km w technologii Direct Pipe. Rurociąg DN 1000 z racji swojej długości został podzielony na cztery odcinki po 360 m. Do instalacji użyto dwóch urządzeń pchających Pipe Thruster o łącznej sile 1000 t, które są w posiadaniu spółki.

Aż dziewięć przekroczeń o łącznej długości 3,5 km wykonano na budowie gazociągu Strachocina – Pogórska Wola. Jak podkreślił Marcin Firkowski, było to bodaj jedno z największych nagromadzeń technologii Direct Pipe w jednym odcinku gazociągu. Rurę o średnicy 1000 mm należało zainstalować we fliżu karpackim. Z kolei jedną z ciekawszych realizacji w technologii HDD były wiercenia pod instalację wiązki rur osłonowych dla linii kablowej 110 kV. Dwa wiercenia miały powyżej 900 m i przebiegały pod terenem leśnym. Do przewiertów HDD firma



Marcin Firkowski, GGT Solutions SA

posiada dwie wiertnice: 100- i 250-tonową. W ramach budowy farmy wiatrowej Jasna wykonano dwa wiercenia HDD: pod Nogatem – 732 m, i pod Wisłą – 1426 m. Projekt był wyjątkowy, ponieważ zainstalowano rurę osłonową DN 500 o grubości ścianki zaledwie 6 mm, do której następnie włożono rury PE pod kable. Tak cienka ścianka rury przy tak długim otworze wymagała nadzwyczaj precyzyjnego przekroczenia HDD, gdyż wiercenie limitowały siły instalacyjne, jakie można było przyłożyć.

Zastosowanie tarcz zmechanizowanych TBM do budowy tuneli technicznych omówił **dr Rafał Kuszyk z Wydziału Inżynierii Łądowej Politechniki Warszawskiej**, który przygotował prezentację wraz z prof. dr hab. inż. Anną Siemińską-Lewandowską. Prelegent przedstawił budowę tarczy zmechanizowanej, wyszczególniając jej elementy konstrukcyjne, oraz klasyfikację tarcz (według Wojciecha Grodeckiego). Zasada działania tarcz zmechanizowanych jest w wielu przypadkach podobna, różnią się średnicą. Obecnie tarcze zmechanizowane typu TBM wyparły wiele innych metod drążenia, dzielą się na zawieszinowe (SS – slurry shield) i wyrównanych ciśnień gruntowych (EPB – earth pressure balance shield). Tarcza zawieszinowa (Mixshield) wykorzystywana w mikrotunelingu jest przeznaczona do gruntów jednorodnych, silnie przepuszczalnych, z dużym ciśnieniem wody gruntowej. Średnice tuneli komunikacyjnych drążonych tymi tarczami sięgają do 19 m. Tarcze EPB nadają się do gruntów spoistych, słabo przepuszczalnych, średnice budowanych tuneli dochodzą do 16 m.

### Sesja 3. Bezwykopowa rehabilitacja

W tej sesji jako pierwszy zabrał głos **mgr inż. Piotr Kosz, główny inżynier sprzedaży w firmie Steinzeug-Keramo Sp. z o.o.**, który zaprezentował systemy rur kamionkowych oraz elementów do renowacji DURA.PC. Firma Steinzeug-Keramo posiada w swojej ofercie rury kamionkowe do budowy sieci kanalizacyjnych metodą rozkopową, a także rury stosowane w technologiach bezwykopowych – rury przewiertowe ceramiczne zarówno w technologii przewiertu sterowanego trójfazowego, jak i w technologii mikrotunelowania. Uzupełnienie oferty stanowią elementy z polimerobetonu przeznaczone do renowacji kolektorów i studni. Prelegent skupił się na elementach z polimerobetonu. Jak podkreślił, problemem wielu eksploatorów są nieszczelne studnie, zniszczone przez korozję siarczanową. Steinzeug-Keramo oferuje produkty do częściowej renowacji kanału (kineta lub kineta wraz ze spocznikiem), całkowitej



Piotr Kosz, Steinzeug-Keramo Sp. z o.o.



Paweł Nurzyński, Aarsleff Sp. z o.o.



Mirosław Cecuga, Sezam Instal Sp. j.

renowacji kolektora i elementy do renowacji studni betonowych DN 1000 i DN 1200.

Bezwykopowa renowacja infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej to temat prezentacji **Pawła Nurzyńskiego z Aarsleff Sp. z o.o.** Międzynarodowy koncern Aarsleff z siedzibą w Danii obchodzi w 2022 r. 75-lecie istnienia. W Polsce cztery lata temu nastąpiło połączenie Per Aarsleff Polska Sp. z o.o., specjalizującej się w typowej renowacji, i Aarsleff Sp. z o.o., zajmującej się hydrotechniką i geotechniką. Działalność firmy można ująć

w trzech słowach na literę w: Aarsleff wierci, wzmacnia, wbija. W tym roku firma obchodzi 30-lecie obecności na rynku polskim. Jej sztandarowy produkt to dobrze znany rękaw filcowy utwardzany wodą lub parą wodną.

Prelegent omówił kilka projektów renowacyjnych obecnie realizowanych przez spółkę. I tak jedną z ciekawszych prac, którą udało się ukończyć w 2022 r., była renowacja kanalizacji na terenie Zielonej Góry w technologii rękawa termoutwardzalnego – ponad 4,2 km kanałów, 100 studni i 200 przyłączy.

Następnie wystąpił **Mirosław Cecuga z firmy Sezam Instal Sp. j.**, przedstawiając prezentację *Technologia CIPP City Liner w rękawach polskich przedsiębiorstw wod.-kan. Elitarne rozwiązanie segmentu premium w wersji komunalnej*. Od 22 lat Sezam Instal zajmuje się renowacjami sieci kanalizacyjnej za pomocą rękawa jedno- lub wielowarstwowego filcowego, pokrytego powłoką poliuretanową na zasadzie spiekania (stopiony poliuretan), nasączonego żywicami epoksydowymi i utwardzanego gorącą wodą lub parą wodną. Technologię tę oferuje firmom wodociągowym do samodzielnego zastosowania. Wykonywanie instalacji rękawów we własnym zakresie przez przedsiębiorstwo wod.-kan. ma według firmy Sezam Instal wiele zalet, jak elastyczność procesu inwestycyjnego – nie ma przetargów, odwołań itp., najwyższa jakość – pracownicy nie podlegają odpowiedzialności kontraktowej, odpowiadają na zasadzie odpowiedzialności zawodowej, nieograniczona i bezwarunkowa kontrola nad procesem remontu bezwykopowego.

Zagranicznym wystąpieniem była prezentacja poświęcona zastosowaniu technologii bezwykopowych w renowacji kanałów jajowych w praskiej sieci kanalizacyjnej, którą przedstawiła **Michaela Stehlíková z Praskich Vodociągów (Pražská Vodohospodářská Společnost a.s.)**. Założycielem i projektantem praskiej kanalizacji, podobnie jak kanalizacji londyńskiej, wiedeńskiej, berlińskiej, warszawskiej czy krakowskiej, był Sir. William Heerlein Lindley i choć infrastruktura ta ma ponad 100 lat, to jest nadal eksploatowana. Lindley zaprojektował kanały ceglane o profilu jajowym i Praga nie zamierza zmieniać tego profilu. Każda renowacja będzie zachowywać system kanałowy jajowy ze względu na jego dobre właściwości hydrauliczne. Dużym problemem jest wycieranie dna, stąd zaleca się, aby w dolnej części znajdowała się rynna albo kształtka ceramiczna lub bazaltowa. Jedną z najczęściej stosowanych metod renowacji kanalizacji o profilu jajowym w praskiej sieci kanalizacyjnej jest odtworzenie sieci kanalizacyjnej z usunięciem pierwotnego rurociągu. Wykorzystywana jest w tym celu metoda górnicza. Są trzy sposoby odbudowy kolektora o kształcie jajowym: murowanie z cegły (metoda coraz rzadziej stosowana z braku rąk do pracy), prefabrykowana rura jajowa (beton, żelbet) zabezpieczona wykładzinami bazaltowymi albo rura jajowa z wykładziną bazaltową na całym obwodzie. Pokazano zdjęcia przedstawiające renowacje tymi sposobami w poszczególnych ulicach. Przeprowadza się również renowację sieci kanalizacyjnej z zachowaniem oryginalnych rur. Odbywa się to albo przez wykonanie rękawa naprawczego, albo rozbiórkę wytartego dna kanału owalnego i wbudowanie płytek ceramicznych lub bazaltowych – dotyczy to konstrukcji kanałów o większych profilach, albo też wklejanie segmentów bazaltowych do kanałów owalnych o małych profilach (według norm praskich, które są podwyższone w stosunku do polskich – 600/1100 i 700/1250). Prażanom bardzo zależy na zachowaniu sprawdzonego przez stulecie kształtu kanałów, dlatego podejmują wysiłki na rzecz ratowania kanałów o profilach jajowych przy użyciu technologii bezwykopowych.



Michaela Stehlíková, Praskie Vodociáři



Tomasz Pawlak, Hydro-Partner Sp. z o.o.

Ostatnia prezentacja w tej sesji autorstwa **dr. inż. Tomasza Pawlaka z Hydro-Partner Sp. z o.o.** dotyczyła renowacji betonowych konstrukcji infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej metodą natrysku polimocznika o zwiększonej sztywności. Prelegent podkreślił, że korozja siarczanowa jest złą konstrukcji betonowych. W celu ich zabezpieczenia należy je odciąć od agresywnego środowiska, a służą do tego m.in. żywice epoksydowe, poliestrowe, poliuretanowe i polimocznikowe. Zaletą tych ostatnich jest czas utwardzania – tylko 5 sekund. Polimocznik jest najszybciej wiążącym materiałem spośród oferowanych na rynku chemii budowlanej. W 2016 r. firma zakupiła robota do renowacji kanałów rurociągów typu Crawler. Amerykanie używają tych maszyn do pokrywania stalowych rurociągów do przesyłania materiałów sypkich, np. piasku, ponieważ membrana polimocznikowa jest najmniej ścieralna. W Hydro-Partner wykorzystuje się głowicę natryskową tej maszyny, która została przystosowana do układów pionowych.

#### Sesja 4. Bezwykopowa rehabilitacja

Sesję otworzył pokaz pracy robota do napraw bezwykopowych firmy IMS-Robotics GmbH. Jego możliwości pokazali na parkingu przed hotelem **Piotr Krawczak z FHU Artem Artur Krawczak** oraz **René Hünlich z IMS Robotics**. Robot wykonał renowację przyłącza bocznego za pomocą kształtki kapeluszkowej. Cały proces instalowania rękawa utwardzanego promieniami UV zajął kilkanaście minut, a wykonana kształtka idealnie przylegała do przykanalika.

W pierwszej prezentacji tej sesji **dr inż. Justyna Lisowska z Politechniki Świętokrzyskiej, sekretarz ds. konkursu EXPERT**, przypomniała historię konkursu. Jego celem jest promowanie nowych i innowacyjnych rozwiązań na rynku technologii bezwykopowych. Statuetki przyznawane są w trzech kategoriach: 1. bezwykopowa budowa, 2. bezwykopowa odnowa, 3. innowacyjne rozwiązanie w zakresie urządzeń, produktów lub technologii stosowanych w bezwykopowej budowie lub odnowie oraz diagnostyce sieci podziemnych. W skład komisji konkursowej wchodzi przedstawiciele szeroko pojętej branży technologii bezwykopowych – praktycy i eksperci, przedstawiciele organizacji branżowych oraz autorytety środowiska naukowego. Autorem statuetki EXPERT jest Sławomir Micek, artysta rzeźbiarz, absolwent krakowskiej ASP, członek Związku Artystów Rzeźbiarzy. Statuetka wykonana jest z brązu, jej waga wynosi ok. 5 kg, a wysokość ok. 40 cm. Od 2005 r., gdy odbyła

się pierwsza konferencja NO-DIG POLAND, do obecnej przyznano łącznie 20 statuetek: w kategorii 1. – pięć, w kategorii 2. – osiem, w kategorii 3. – siedem. Statuetki przyznawane są też poza konkursem osobom i firmom najbardziej zasłużonym w promowaniu technologii bezwykopowych. Justyna Lisowska omówiła także najlepsze polskie projekty bezwykopowe nagrodzone EXPERTAMI w trakcie ostatniej konferencji.

Kolejnym prelegentem był **dr inż. Tadeusz Żaba**, który przedstawił technologie renowacji bezwykopowej trudnych odcinków sieci wodociągowej z punktu widzenia wykonawców. Jak podkreślił, niezależnie od spodziewanych trudności renowacja sieci jest nieodłącznym elementem jej prawidłowej eksploatacji. W trakcie renowacji kanałów można napotkać trudności, które nie zostały opisane w specyfikacji istotnych warunków zamówienia (SIWZ) czy programie funkcjonalno-użytkowym (PFU). Mogą one wynikać np. z niedokładnej dokumentacji archiwalnej, niedokładnych tyczeń geodezyjnych lub rozbieżności pomiędzy dokumentacją a stanem rzeczywistym. Prelegent podzielił trudności na te o charakterze organizacyjnym: brak dostępu do terenu lub utrudniony dostęp, wymagania konserwatora zabytków, przejścia przez przeszkody terenowe i załatwianie formalności, wymagania zarządcy drogi, kolizje z innym uzbrojeniem, często niezidentyfikowanym, oraz trudności techniczne: łuki, węzły i komory zasuw, przejścia przez przeszkody terenowe, lokalizacja poddawanej renowacji rurociągu w pobliżu zabudowań, które pojawiły się długo po jego zbudowaniu (ówcześnie kładziony w polu ornym, a teraz znajduje się na styk w przepisowej odległości od budynków).

„Właściwie przygotowany PFU zapewni nie tylko sprawny przebieg realizacji zadania, ale także pozwoli na uniknięcie kosztów nieplanowanych” – podkreślił dr Żaba. Dlatego przy opracowywaniu wymogów przetargowych warto poświęcić czas na wizję w terenie i sprawdzenie aktualności posiadanej dokumentacji projektowej. Zwykle renowacji poddawane są odcinki sieci zbudowane dziesiątki lat temu, stąd przy większym zakresie prac bardzo trudno jest uniknąć sytuacji nieplanowanych. Systematycznie prowadzone prace renowacyjne przynoszą oczekiwane efekty. Biorąc pod uwagę postępującą urbanizację, praktycznie jedynymi dostępnymi technologiami remontowymi, szczególnie w centrach miast, są metody bezwykopowe. Dotyczy to coraz mniejszych miast z powodu natężenia ruchu, ale także oczekiwań mieszkańców, aby utrudnień było jak najmniej.

**Dr inż. Tadeusz Żaba** był również autorem kolejnej prezentacji, która dotyczyła bezwykopowej renowacji sieci wodociągowej



Pokaz pracy robota do napraw bezwykopowych firmy IMS-Robotics GmbH



Stoisko wystawiennicze firmy Eutit Polska Sp. z o.o.

jako metody ograniczenia ryzyka wystąpienia awarii. Z funkcjonowaniem systemu zaopatrzenia w wodę jest nierozłącznie związane ryzyko wystąpienia różnego rodzaju niepożądanych zdarzeń losowych, a do najczęściej spotykanych należą awarie, które są trwale związane z eksploatacją podsystemu dystrybucji. Awaryje mogą prowadzić nie tylko do przerwania funkcjonowania systemu zaopatrzenia w wodę, ale również do powstania istotnych szkód, jakie ponoszą przedsiębiorstwa wod.-kan. Wodociągi odgrywają też bardzo ważną rolę w ochronie przeciwpożarowej. Sytuacja, gdy dochodzi do awarii rury doprowadzającej wodę w trakcie akcji gaśniczej, wcale nie jest tylko teoretyczna – tak zdarzyło w Krakowie podczas pożaru filharmonii w grudniu 1991 r. Awaryje mogą dotyczyć korpusu rury, złączy lub kompensatorów, przyłączy, uzbrojenia w postaci zasuw, zaworów, hydrantów, odpowietrzników i spustów. Zakres możliwych do zidentyfikowania przyczyn awarii jest bardzo szeroki i obejmuje przede wszystkim defekty produkcyjne i wady materiałowe, błędy budowlano-montażowe, oddziaływanie środowiska gruntowo-wodnego, naciski punktowe i obciążenia zewnętrzne, zmiany temperatury, ciśnienie wewnętrzne wody.

Infrastruktura służąca do zaopatrywania mieszkańców w wodę jest kwalifikowana jako infrastruktura krytyczna i podlega zapisom ustawy z 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym. Z kolei ustawa o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa z 5 lipca 2018 r. nakłada na operatorów usług kluczowych obowiązki dotyczące m.in. szacowania ryzyka wystąpienia incydentu, stosowania właściwych środków bezpieczeństwa oraz obsługi i zarządzania incydentami. Do usług kluczowych zalicza się uzdatnianie wody i odprowadzanie ścieków. Od przedsiębiorstw wodociągowych oczekuje się zapewnienia

ciągłości dostaw wody o wysokiej jakości, zapewnienia ciągłości odbioru ścieków i ich oczyszczenia do wymaganego poziomu, zapewnienia ciągłości świadczenia usług, szybkiej reakcji na sytuacje awaryjne, akceptowalnych cen, łatwego kontaktu z przedsiębiorstwem i stworzenia poczucia bezpieczeństwa.

W kolejnej prezentacji **Rafał Żelazny z Wodociągów Miasta Krakowa SA** przedstawił zmiany w podejściu przedsiębiorstwa do renowacji kanalizacji metodami bezwykopowymi wraz z upływem lat. Jak przypomniał, łączna długość sieci kanalizacyjnej w Krakowie wynosi 1988 km, w tym przełazowa – 182 km, nieprzełazowa – 1806 km. Pierwszą bezprzewodową renowację kanału jajowego o wymiarach 60 x 90 przeprowadzono w 1993 r. metodą paneli żywicznych zbrojonych włóknem szklanym i torcretowania powierzchni powyżej kinyty. Trzy lata później miała miejsce pierwsza renowacja sieci kanalizacyjnej z zastosowaniem rękawa utwardzanego na miejscu. Operator nie zawsze był w stanie trafić robotem w miejsce przyłącza, a rękaw niezbyt dokładnie przylegał do kanału w miejscach przyłączy. Remont odcinka głównego nie wyeliminował awarii w tej ulicy, które zdarzały się często. W późniejszych latach zmieniono podejście, uzupełniając miejsca łączeń kształtkami kapeluszowymi. W okresie 2017–2018 udało się wyremontować sieć kanalizacyjną na osiedlach zbudowanych w latach 70. XX w. metodą rękawa nasączonego z żywicy poliestrowych. W 2005 r. przystąpiono do renowacji kanałów przełazowych modułami GRP. Prace te trwały do 2009 r. Nowsze renowacje polegały głównie na użyciu paneli, które mają tę zaletę, że można wykonać je w dowolnym kształcie i dopasować do każdej geometrii kanału. Wymagają jednak budowy komór startowych. Renowację studni i komór przeprowadza się przy

**ORGANIZATORZY:**



Politechnika Świętokrzyska

Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki oraz Wydział Budownictwa i Architektury



Polska Fundacja Techniki Bezwykopowych zrzeszona w Międzynarodowym Stowarzyszeniu Technologii Bezwykopowych



Wydawnictwo nbi media

**PATRONAT NAUKOWY:**



Politechnika Świętokrzyska

prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba  
Rektor Politechniki Świętokrzyskiej



prof. dr hab. inż. arch. Andrzej Białkiewicz  
Rektor Politechniki Krakowskiej



prof. dr hab. inż. Jerzy Lis  
Rektor Akademii Górniczo-Hutniczej

**PARTNER MERYTORYCZNY:**



WODOCIĄGI  
Miasta Krakowa

Wodociągi Miasta Krakowa S.A.

**PARTNER:**



Kraków

Miasto Kraków

użyciu zapraw mineralnych lub płytek bazaltowych kotwionych do podłoża. Spośród ciekawych realizacji warto wymienić renowację ok. 200-letniego kanału u stóp Wawelu w 2019 r. Początkowo 37-metrowy odcinek miał być pokryty zaprawami mineralnymi, ale dyrektor Wodociągów Miasta Krakowa uznał, że powinien zostać wyremontowany sposobem tradycyjnym. Został więc odtworzony do stanu pierwotnego z kinetą wykonaną z bazaltu.

### Sesja 5. Bezwykopowa budowa

*Standard w HDD – fanaberia czy konieczność?* – to tytuł pierwszej prezentacji tej sesji przygotowanej przez **dr. hab. inż. Jana Ziąję, prof. AGH** oraz **prof. dr. hab. inż. Rafała Wiśniowskiego z Akademii Górniczo-Hutniczej**. Prof. Jan Ziąja omówił zawartość Standardu Technicznego ST-IGG-3301:2021 *Technologie bezwykopowe. Horyzontalne przewiertki sterowane*. Standard ST-IGG-3301:2021 jest zbiorem wymagań obejmujących zagadnienia planowania i realizacji wykonania przekroczenia przeszkody terenowej w ramach budowy nowego lub przebudowy istniejącego przekroczenia przeszkody instalacją liniową. Określono w nim wymagania i zalecenia niezbędne do procesu prawidłowego projektowania i wykonania horyzontalnych przewiertów sterowanych (HPS). W szczególności zdefiniowano listę wymagań na poszczególnych etapach procesu, począwszy od wizji w terenie, przez opracowanie dokumentacji geologicznej, technicznej i wykonawczej aż po odbiór wykonanego przekroczenia. Standard opracowano z uwzględnieniem wielkości i stopnia skomplikowania przewiertów, stosując zasadę gradacji wymagań i zaleceń realizacyjnych.

Następnie **dr inż. Agata Zwierzchowska z Politechniki Świętokrzyskiej** przedstawiła zasady optymalnego doboru technologii bezwykopowej budowy przewodów podziemnych. Według Międzynarodowego Stowarzyszenia Technik Bezwykopowych (ISTT) metody bezwykopowej budowy dzielą się na przeciski pneumatyczne przebijaikiem (tzw. kretem), pneumatyczne wbijanie rur stalowych, przewiertki sterowane HDD, przeciski hydrauliczne i mikrotunelowanie. Opracowany przez autorkę bardziej szczegółowy podział obejmuje 13 technologii. Dobór technologii bezwykopowej budowy może odbywać się ze względu na parametry techniczne, dokładność wbudowania (zastosowany system sterowania i kontroli), dostępność technologii w Polsce, a także ze względu na ich zalety, wady i ograniczenia, które autorka dokładnie omówiła.

Bezwykopowe rozwiązania dla nowoczesnych przyłączy domowych oferowane przez Tracto-Technik GmbH & Co KG przedstawił **Thorsten Schulte, menedżer ds. rozwoju technologii bezwykopowych na rynkach międzynarodowych**. Wystąpienie było tłumaczone symultanicznie z języka angielskiego na polski. Tracto-



Stoiska firm

-Technik oferuje bardzo szeroką gamę różnych maszyn do różnych zastosowań bezwykopowych, takich jak krety, ubijaki poziome, systemy HDD, systemy wiercenia ślimakowego, systemy w technologii pipe bursting. Posiada maszyny do nowych instalacji rurowych o średnicach od 25 do 4000 mm, a także sprzęt do odnawiania istniejących rurociągów. Prelegent omówił wybrane rozwiązania, koncentrując się zwłaszcza na urządzeniach przeciskowych z serii GrundoMAT jako najłatwiejszych i mniej kosztownych narzędzi do instalowania rury lub kabla na krótkich odcinkach w liniach prostych, kompaktowych wiertnicach do przewiertów HDD – GrundoPIT PS40 i PS60, maszynie do przecisku kierunkowego GrundoSTEER PS130.

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



#### SPONSORZY PLATYNOWI:



#### SPONSORZY ZŁOCI:

#### SPONSORZY SREBRNI:



#### SPONSORZY BRĄZOWI: