

# Technologie bezwykopowe pomagają zmniejszyć emisję CO<sub>2</sub>

■ dr inż. Emilia Kuliczowska, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, Politechnika Świętokrzyska  
■ Jerzy Kuliczowski, Politechnika Świętokrzyska

W ostatnich latach coraz większą wagę przywiązuje się do redukcji emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. Do znaczącego zmniejszenia emisji tego gazu może doprowadzić stosowanie – zamiast tradycyjnych technologii wykopowych – technologii bezwykopowych, zarówno przy budowie, jak i odnowie przewodów infrastruktury podziemnej.

Z dotychczasowych analiz wynika, że technologie bezwykopowe są w większości przypadków bardziej efektywne kosztowo od technologii wykopowych, przy jednocześnie korzystniejszym oddziaływaniu na środowisko. Znacząca redukcja emisji CO<sub>2</sub> to kolejny argument na rzecz powszechniejszego stosowania technologii bezwykopowych.

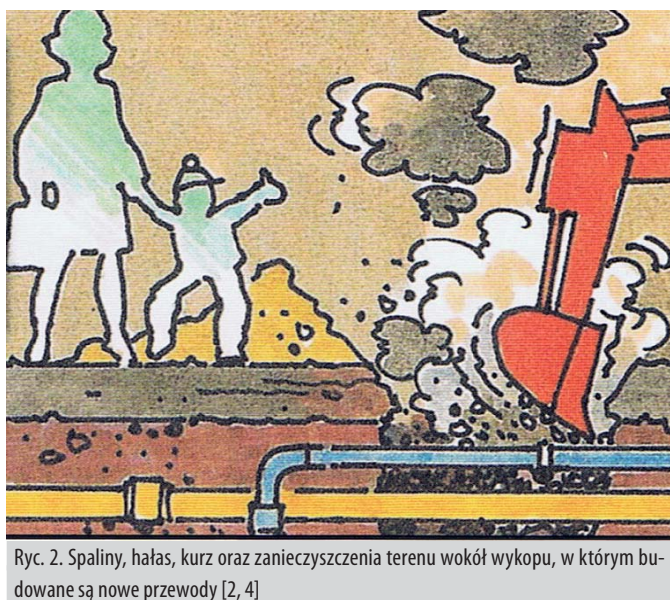
## Technologie wykopowe

Budowa nowych przewodów infrastruktury podziemnej metodą tradycyjną w wykopie stwarza szereg uciążliwości opisanych m.in. w [4, 7], a zilustrowanych w tym artykule rycinami 1–4.

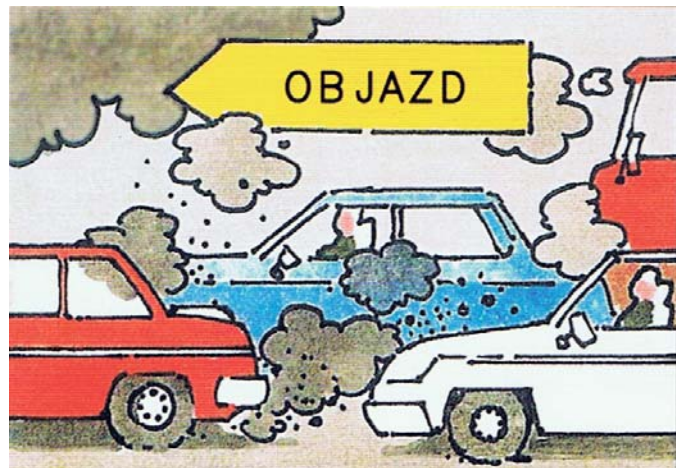
Czynnikiem niebranym dotychczas pod uwagę w analizie zalet technologii bezwykopowych, wymienianych m.in. w [4, 5, 6, 7], jest problem emisji CO<sub>2</sub>, występujący w trakcie stosowania technologii wykopowych.



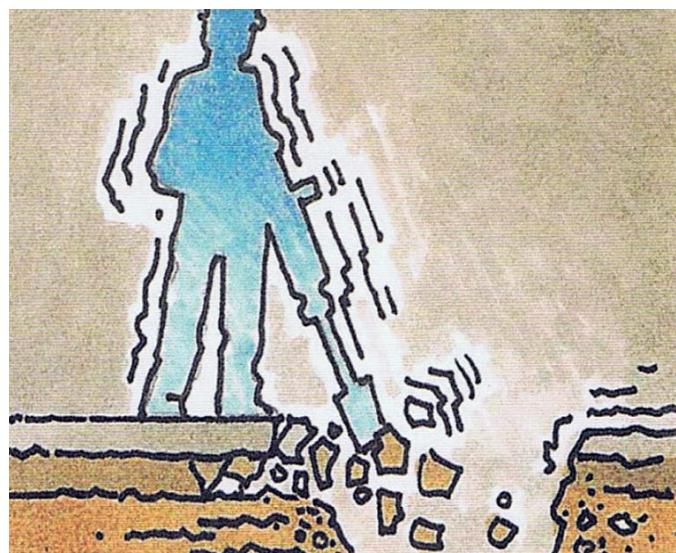
Ryc. 1. Wywożenie i ponowne przywożenie gruntu, kolejno w trakcie rozpoczynania robót ziemnych i po zakończeniu wbudowania rurociągu, przy budowie nowych przewodów tradycyjną metodą wykopową [2, 4]



Ryc. 2. Spaliny, hałas, kurz oraz zanieczyszczenia terenu wokół wykopu, w którym budowane są nowe przewody [2, 4]



Ryc. 3. Objazdy w trakcie robót wykopowych przyczyniające się do wzrostu emisji spalin, a także kosztów eksploatacji pojazdów, kosztów straty czasu podróżujących pasażerów, kosztów związanych ze zwiększeniem wskaźnika wypadkowości i kosztów organizacji objazdów [2, 4]



Ryc. 4. Hałas i drgania terenu w trakcie niszczenia nawierzchni ulicznych przy stosowaniu metod wykopowych [2, 4]

## Technologie bezwykopowe

Technologie bezwykopowej budowy (m.in. mikrotunelowanie, przeciski hydrauliczne, przewiertki sterowane, przeciski pneumatyczne) i bezwykopowej odnowy (napraw, uszczelnień, renowacji, rekonstrukcji i wymian) stosowane są coraz powszechniej dzięki ich licznym zaletom technicznym oraz wysokiej efektywności ekonomicznej.

W wyniku stosowania technologii bezwykopowych unika się szeregu niekorzystnych czynników, stanowiących specyfikę technologii wykopowych, m.in. tych, które zilustrowano na zamieszczonych obok rycinach.

Technologie bezwykopowej budowy umożliwiają budowę przewodów infrastruktury podziemnej na długich odcinkach, np. w metodzie przewiertu sterowanego na odcinkach o długości nawet ponad 3 km. Dostępne są również liczne technologie bezwykopowej odnowy przewodów infrastruktury podziemnej. Dobór najodpowiedniejszej dla danej inwestycji przyczyni się do dalszej, wieloletniej i bezpiecznej eksploatacji sieci.

Najnowsze technologie bezwykopowej budowy i odnowy przewodów infrastruktury podziemnej zostały szczegółowo opisane w [7].

### Redukcja emisji CO<sub>2</sub> przy stosowaniu technologii bezwykopowych

W [1] zamieszczono informacje o opracowaniu w USA kalkulatora emisji CO<sub>2</sub>, który umożliwia dokonywanie oceny oszczędności w zakresie emisji CO<sub>2</sub> przy stosowaniu technologii bezwykopowych. Kalkulator zaprojektowano do analizowania typowych liniowych projektów z zastosowaniem przewodów o średnicach równych lub większych niż 50 mm. Dzięki niemu można szacować ilość emitowanego CO<sub>2</sub>, który pojawia się podczas stosowania tradycyjnej technologii wykopowej, i czterech rodzajów technologii bezwykopowych: bezwykopowej budowy według technologii kierunkowego wiercenia (HDD), bezwykopowej odnowy uszkodzonego rurociągu w technologii długiego reliningu, czyli tzw. metody rura w rurę, technologii bezwykopowej wymiany przewodów (pipe bursting) oraz technologii renowacji i rekonstrukcji z zastosowaniem utwardzanych in situ powłok żywicznych (CIPP). Technologie te ujęto w trzech grupach, biorąc pod uwagę ilość emitowanego CO<sub>2</sub>.

Opracowaną metodę po raz pierwszy przetestowano na przykładzie instalacji rurociągu o długości 305 m i średnicy 300 mm, ułożonego pod nawierzchnią asfaltową. W obliczeniach uwzględniono grubość nawierzchni asfaltowej, głębokość zasyпки i parametry podłoża. Odwadnianie nie było konieczne. Dienne natężenie ruchu pojazdów oszacowano na 10 tys. pojazdów po wcześniejszej, sześciodniowej kontroli ruchu. Określono czas przejazdu pojazdów od miejsca budowy do fabryki produkującej asfalt, zakładając, że usunięty asfalt ma ulec recyklingowi lub być przetransportowany na wysypisko, oraz czas przejazdu od miejsca, skąd nowe materiały są transportowane na miejsce budowy, a także szereg innych parametrów.

W opisywanej metodzie oblicza się emisję CO<sub>2</sub> dla tradycyjnej metody wykopowej, dla ruchu ulicznego uwzględniającego pojazdy budowlane, maszyny, urządzenia i różne materiały (asfalt, żużel, materiały do wypełniania), określając ostatecznie całkowitą emisję CO<sub>2</sub>.

W analizowanym przykładzie okazało się, iż stosując tradycyjną metodę wykopową, emisja CO<sub>2</sub> do atmosfery wynosi 708,4 t. W przypadku technologii bezwykopowych wykazano natomiast znaczącą redukcję emisji CO<sub>2</sub> (wyniki podano w tabeli 1).

Tab. 1. Wielkość emisji CO<sub>2</sub> przy stosowaniu technologii bezwykopowych oraz oszczędności w emisji CO<sub>2</sub> w stosunku do metod wykopowych podane liczbowo i procentowo [1]

Rodzaj technologii bezwykopowej	Emisja CO <sub>2</sub> [tony]	Oszczędności CO <sub>2</sub>	
		[tony]	[%]
HDD	35,4	673,0	95
Długi relining Pipebursting	70,8	637,6	90
CIPP	14,1	694,3	98

Analizując podany przykład, należy zwrócić uwagę na fakt, iż dotyczy on niewielkiej inwestycji. Można się zatem spodziewać w przypadku większych projektów zdecydowanie wyższych redukcji emisji CO<sub>2</sub>.

### Redukcja emisji CO<sub>2</sub> na przykładzie technologii utwardzanych in situ powłok żywicznych

Analizy redukcji emisji CO<sub>2</sub> dokonano także na przykładzie technologii z grupy utwardzanych in situ powłok żywicznych o nazwie starline [7, 8]. Jest ona stosowana w bezwykopowej odnowie przewodów wodociągowych i gazowych o średnicach dochodzących do 600 mm i ciśnieniach do 4 MPa. Jednorazowo może być ona stosowana na odcinkach o długości do 500 m. W zależności od rodzaju zastosowanej tkaniny powłoka może bez powstawania fałd pokonywać łuki o kącie dochodzącym do 90°.

Opisywany przykład dotyczył bezwykopowej odnowy silnie skorodowanej magistrali wodociągowej DN 500 w Berlinie, wykonanej w 1926 r. [8] z rur z żeliwa szarego. Trasa rurociągu o długości 520 m przebiegała wzdłuż budynków szkolnych, a następnie czterech boisk sportowych. Istniejąca lokalizacja rurociągu miała wpływ na poszukiwanie szybkiej w realizacji technologii, którą można by zastosować w okresie przerwy wakacyjnej. Biorąc pod uwagę lokalne warunki, w tym armaturę rurociągu, odnowę wykonano na dwóch odcinkach o długości 220 m i 300 m, łącznie przy pięciu wykopach.

Stosując technologię bezwykopową uzyskano wielokrotnie krótszy czas realizacji i znaczące oszczędności finansowe, ponosząc jedynie 50–60% kosztów w stosunku do tych, jakie okazałyby się niezbędne przy zastosowaniu tradycyjnej technologii wykopowej. Uzyskano także szereg innych korzystnych efektów ekologicznych, zobrazowanych wcześniej pokazanymi ilustracjami.

Dokonano także analizy stopnia redukcji CO<sub>2</sub> do atmosfery, wynikającego z zastosowania technologii bezwykopowej. w porównaniu z tradycyjną metodą wykopową wielkość robót ziemnych zmniejszyła się w analizowanym przykładzie do ok. 3%. Biorąc pod uwagę wyłącznie transport wywożonej przez ciężarówkę ziemi, obliczono, że zastosowanie technologii bezwykopowej zredukowało emisję CO<sub>2</sub> o 27,9 t.

### Uwagi końcowe

Zainteresowanie problemem emisji CO<sub>2</sub> przy stosowaniu technologii bezwykopowych pojawiło się niemal jednocześnie w USA i Niemczech. Przykład niemiecki ogranicza się do analizy emisji CO<sub>2</sub> w trakcie wykonywania robót ziemnych, amerykański z kolei dotyczy całego procesu technologicznego. Stąd też znacznie większe oszczędności dotyczące redukcji emisji CO<sub>2</sub> uzyskano w przykładzie amerykańskim. Różnice w uzyskiwanych wartościach emisji CO<sub>2</sub> mogą być znaczne w zależności od bardzo wielu czynników, takich jak np. głębokość wykopu i średnica rurociągu (mające wpływ na wielkość robót ziemnych), fakt występowania wód gruntowych oraz rodzaj zastosowanej technologii odwadniania wykopów, lokalizacja rurociągu (pod nawierzchnią uliczną czy w terenie zielonym), natężenie ruchu pojazdów, odległości wywożenia gruntu z wykopu.

W dotychczasowych analizach porównawczych, dotyczących technologii budowy przewodów infrastruktury podziemnej [3] z zastosowaniem technologii wykopowych i bezwykopowych, brano pod uwagę:

- bezpośrednie koszty robót, np. koszty robót ziemnych, odwodnieniowych, deskowania wykopu, zagęszczania gruntu itp.
- koszty wynikające ze specyfiki robót w warunkach miejskich, np. koszty zniszczenia, a następnie odtworzenia

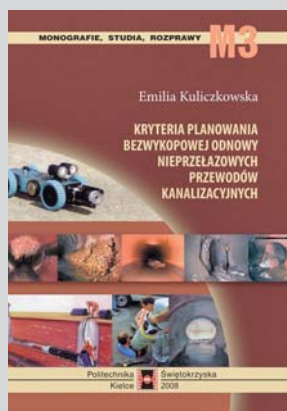
nawierzchni ulicznej, koszty budowy tymczasowych kładek i zabezpieczeń wykopów itp.

c) koszty społeczne, w tym m.in. koszty objazdów związane z dodatkowym zużyciem paliwa, stratą czasu przez podróżujących pasażerów, zwiększone koszty wypadkowości.

Jak wykazała powyższa analiza, kolejnym ważnym argumentem za stosowaniem technologii bezwykopowych, a jednocześnie czynnikiem, który powinien być dodatkowo uwzględniany w analizach kosztowych, jest redukcja emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery.

## Literatura

1. Griffin J.: *Carbon Calculator Determines Trenchless Benefits*, informacja techniczna.
2. GSTT: *Und was passiert mit dieser herrlichen Baumallee, wenn Sie hier Erdleitungen verlegen oder sanieren lassen*, informacja techniczna.



Monografia *Kryteria planowania bezwykopowej odnowy nieprzelazowych przewodów kanalizacyjnych* jest pierwszą w kraju zwartą publikacją podejmującą problem planowania bezwykopowych napraw, uszczelnień, renowacji, rekonstrukcji i wymian przewodów kanalizacyjnych uszkodzonych bądź niespełniających stawianych im aktualnie wymagań.

W związku z dynamicznym rozwojem oraz powszechnym stosowaniem bezwykopowych technologii odnowy

3. Kuliczkowski A.: *Optymalizacja kolektorów kanalizacyjnych przebudowywanych w warunkach miejskich*. Monografia nr 12. Politechnika Wrocławska. Wrocław 1988, s. 122.
4. Kuliczkowski A.: *Zalety bezwykopowych technik budowy i odnowy sieci podziemnych*. „Inżynieria Bezwykopowa” 2007, nr 1, s. 57–61.
5. Kuliczkowski A.: *Technologie bezwykopowe budowy i odnowy sieci podziemnych*. „Rynek Instalacyjny” 2009, nr 11, s. 57–59.
6. Kuliczkowski A.: *Zalety technik bezwykopowych na przykładzie przewodów wodociągowych*. „Przegląd Komunalny” 2009, nr 5, s. 83–85.
7. Kuliczkowski A. et al.: *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Warszawa 2010, s. 735.
8. Mattson B.: *High Performance Fabric in Old Piping. Quick, Durable Restoration of Operational Safety*, informacja techniczna.

przewodów kanalizacyjnych, szczególnie ważny jest początkowy etap przygotowania odnowy przewodów, polegający na wytypowaniu do odnowy tych przewodów kanalizacyjnych, które z uwagi na sformułowane w monografii kryteria wymagają takiej odnowy w pierwszej kolejności.

Książka jest wartościowym poradnikiem w zakresie dokonywania poprawnej oceny stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych, a następnie typowania analizowanych odcinków tych

przewodów do odnowy według ustalonej kolejności.

Dla studentów czy inżynierów po raz pierwszy zajmujących się problematyką stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych, książka ta zawiera duży zasób wiedzy, umożliwiający poznanie rodzaju możliwych uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych, a także przyczyn i konsekwencji ich występowania. Daje również sposobność do zapoznania się z bardzo szczegółową analizą wyników badań techniką wideo ponad 40 km przewodów kanalizacyjnych.



## Ocena ryzyka w technologiach bezwykopowych

**Zalety, wady, ograniczenia i elementy ryzyka w bezwykopowych technologiach napraw, renowacji, rekonstrukcji i wymian przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych – to temat szkolenia adresowanego do pracowników przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, projektantów, firm wykonawczych i inwestorów.**

Szkolenie odbędzie się w dniach 23–24 lutego 2011 r. i będzie trwać 15 godzin. Jego organizatorem jest WOD-KAN Consulting Kuliczkowski Andrzej.

### Zakres szkolenia:

1. Trwałość materiałów i poszczególnych rozwiązań stosowanych w technologiach bezwykopowych.
2. Prezentacja i ocena bezwykopowych technologii liniowej renowacji i rekonstrukcji przewodów, prezentacja eksponatów materiałowych, zalety, wady, ograniczenia i elementy ryzyka związane ze stosowaniem poszczególnych technologii.
3. Prezentacja i ocena (zalety, wady, ograniczenia, elementy ryzyka) bezwykopowych technologii lokalnych napraw i uszczelnień z prezentacjami filmowymi wybranych technologii.
4. Prezentacja i ocena (zalety, wady, ograniczenia, elementy ryzyka) bezwykopowych technologii liniowych wymian z opcją powiększania przekroju poprzecznego przewodów z prezentacjami filmowymi.
5. Najnowsze urządzenia diagnostyczne, rozwiązania materiałowe i technologie bezwykopowej odnowy przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych, nieznane w Polsce, a zaprezentowane na wystawach

i konferencjach bezwykopowych w Toronto (2009), Chicago (2010) i Singapurze (2010).

### Harmonogram szkolenia:

Pierwszy dzień: 9 godzin szkolenia:

8:30–10:00, 10:15–11:00 (11:00 – bufet kawowy), 11:30–13:00 (13:15 – obiad), 15:00–16:30 (16:30 – bufet kawowy), 17:00–18:30 (18:45 – obiadokolacja)

Drugi dzień: 6 godzin szkolenia: 8:00–9:30, 9:45–10:30 (10:30 – bufet kawowy), 11:00–12:30, 12:45–13:30 (13:45 – obiad).

Miejsce szkolenia: Hotel Lord, al. Krakowska 218, 02-219 Warszawa

Dojazd: wszelkie informacje związane z lokalizacją, dojazdem dostępne są na stronie internetowej Hotelu Lord w dziale Lokalizacja ([www.lord.hotelekrona.pl/lokalizacja](http://www.lord.hotelekrona.pl/lokalizacja))

Uczestnicy szkolenia otrzymają certyfikat jego ukończenia.

Kontakt: prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, Wod-Kan Consulting, ul. Obrońców Westerplatte 18/10, 25-120 Kielce, e-mail: [jkuli@wp.pl](mailto:jkuli@wp.pl), [www.kuliczkowski.eu](http://www.kuliczkowski.eu).

Profesor Kuliczkowski jest autorem 271 publikacji, w tym 10 książek bezpośrednio lub pośrednio związanych z problematyką



technologii bezwykopowych oraz pierwszych polskich prac doktorskiej (1978) i habilitacyjnej (1986) poświęconych technologiom bezwykopowym. Przez osiem lat (1991–1998) był wiceprezesem firmy wykonawczej, wdrażającej po raz pierwszy w Polsce nowe technologie bezwykopowe. Jest twórcą 56 wdrożonych projektów bezwykopowej odnowy przewodów wod-kan oraz ponad 300 opinii i ekspertyz. Od 2005 r. pełni funkcję prezesa zarządu Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych i zasiada w zarządzie Międzynarodowego Stowarzyszenia Technik Bezwykopowych z siedzibą w Londynie. Jest laureatem jednej z trzech corocznie przyznawanych międzynarodowych nagród NO-DIG Award 2008 za wybitne osiągnięcia z branży technologii bezwykopowych o wymiarze ogólnosiwiatowym.