



Technologie bezwykopowe ekologiczną alternatywą dla tradycyjnych metod budowy i odnowy infrastruktury podziemnej

tekst: **prof. dr hab. inż. ANDRZEJ KULICZKOWSKI**, Politechnika Świętokrzyska

Przy podejmowaniu decyzji, czy zastosować technologię wykopową budowy lub odnowy przewodów infrastruktury podziemnej, czy bezwykopową nie zawsze uwzględniane są wszystkie zalety technologii bezwykopowych, stąd też ich zestawienie i uporządkowanie może w dużym stopniu przyczynić się do częstszego niż dotychczas stosowania technologii bezwykopowych.

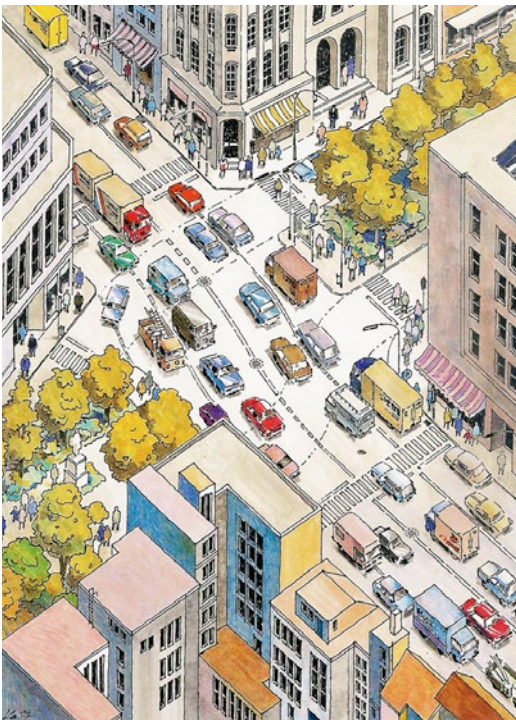
Poniżej opisano zalety technologii bezwykopowej budowy i bezwykopowej odnowy, obejmującej naprawy, uszczelnienia, renowację, rekonstrukcję i wymiany przewodów infrastruktury podziemnej. Następnie podano propozycję ich uporządkowania według zaproponowanych kryteriów.

Technologie wykopowe i bezwykopowe w ulicach miejskich o dużym natężeniu ruchu

W ciągach lub na skrzyżowaniach ulic miejskich o dużym natężeniu ruchu (ryc. 1) trudno sobie wyobrazić budowę lub odnowę sieci podziemnych wykonywaną metodą tradycyjną

w wykopach (ryc. 2). Taka realizacja stanowiłaby bardzo poważne utrudnienie zarówno dla pieszych, jak i ruchu komunikacyjnego. Dodatkowym czynnikiem przemawiającym za stosowaniem w takiej sytuacji technologii bezwykopowych jest gęsta sieć różnych przewodów podziemnych z ich przyłączami i przykanalikami (ryc. 3).

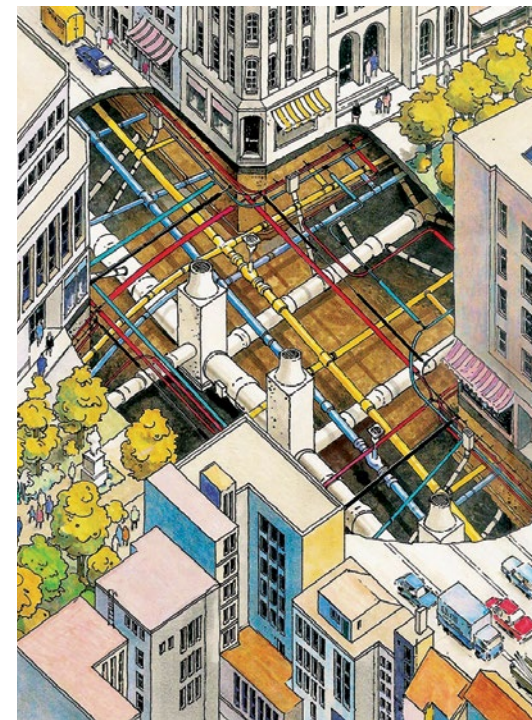
W przypadku zastosowania technologii bezwykopowych w ulicy o dużym natężeniu ruchu ulicznego i gęstej sieci różnych przewodów podziemnych efekty takiej decyzji są szczególnie korzystne (ryc. 4), a jedyną konsekwencją są niewielkie utrudnienia komunikacyjne w obszarze wykopów (początkowego,



Ryc. 1. Ulica miejska o dużym natężeniu ruchu ulicznego [1]



Ryc. 2. Tradycyjna metoda (wykopowa) budowy lub odnowy sieci podziemnych [1]



Ryc. 3. Wizualizacja różnych sieci podziemnych na skrzyżowaniu ulic [1]

pośrednich i końcowego) lub w przypadku sieci kanalizacyjnych – przy studzienkach kanalizacyjnych.

Zalety stosowania technologii bezwykopowych

Technologie bezwykopowej budowy i odnowy przewodów infrastruktury podziemnej cechują następujące zalety:

1. Brak lub minimalizacja robót ziemnych. W przypadku bezwykopowej budowy nowych przewodów wywożona jest wyłącznie objętość gruntu równa kubaturze wbudowywanych bezwykopowo rur. Z kolei odnawiając bezwykopowo przewody kanalizacyjne, w wielu przypadkach nie wykonuje się jakichkolwiek robót ziemnych, korzystając z dostępu do przewodów przez studzienki kanalizacyjne. W przypadku niektórych technologii odnowy, stosowanych głównie w rurociągach ciśnieniowych, konieczne jest wykonanie wykopów początkowego, końcowego, a czasami także wykopów pośrednich w miejscach występowania przyłączy.

2. W przypadku stosowania technologii bezwykopowej odnowy poniżej zwierciadła wody gruntowej nie wykonuje się robót odwodnieniowych. Prace te, szczególnie w gruntach o niskim współczynniku filtracji, są bardzo kosztowne i czasochłonne. W przypadku większości technologii bezwykopowej budowy (dziesięciu spośród trzynastu [6]) możliwa jest ich realizacja również bez wykonywania robót odwodnieniowych.

3. Niewystępowanie innych czynności, niezbędnych w wykopowej budowie lub wykopowej wymianie przewodów, takich jak:

a) deskowanie ścian wykopów;

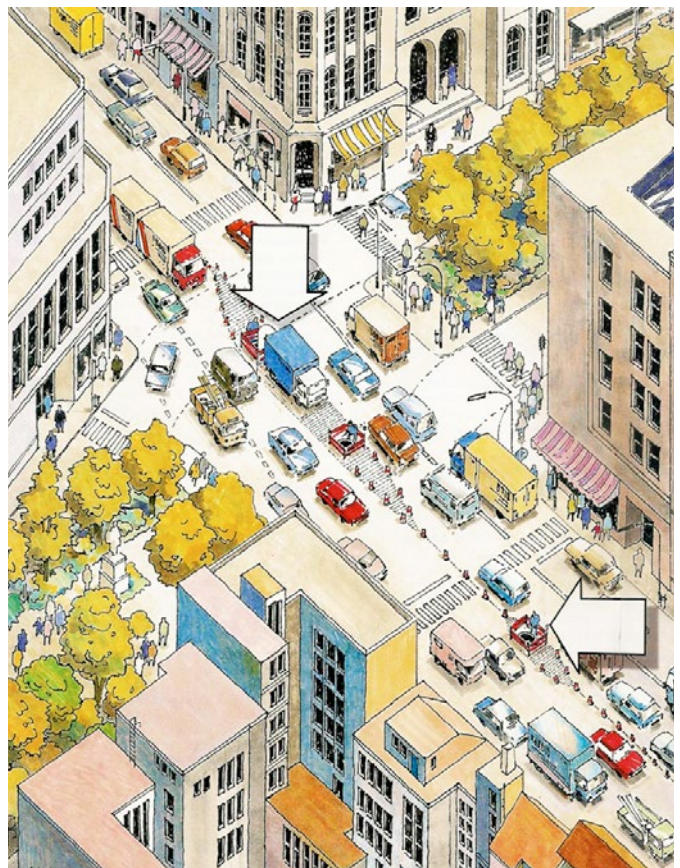
b) wykonywanie podłoża gruntowego lub betonowego pod przewodami i związana z tym oszczędność piasku i żwiru w przypadku, gdy planowane było stosowanie podłoża gruntowego, a w obrębie wykopu znajdowały się inne grunty niż piasek i żwir, lub oszczędność piasku, kruszywa, cementu i wody, gdy planowano wykonanie podłoża betonowego;

c) zasypanie i zagęszczenie gruntu w wykopie;

d) rozbiórka deskowania ścian wykopów;

e) wywożenie przewodów wymienianych na nowe.

4. Brak lub ograniczenie do minimum powierzchni nawierzchni ulicznych koniecznych do rozbiórki, a następnie ich



Ryc. 4. Bezwykopowa budowa lub odnowa sieci podziemnych [1]

odtworzenia, ponieważ większość technologii wymaga jedynie wykonania wykopów początkowych i końcowych, a niektóre stosowane w odnowie kanalizacji nie wymagają żadnych wykopów. Przyczynia się to także do zmniejszenia obszaru nawierzchni zagrożonej w przyszłości ryzykiem osiadania oraz wystąpienia innych uszkodzeń.

5. Ograniczenie transportu z uwagi na redukcję zakresu niektórych robót (np. wykopowych) bądź eliminację innych robót (niewykonywanie deskowania wykopu, zagęszczenia gruntu, niewykonywanie podłoża itp.). Poza oszczędnością kosztów uzyskuje się dodatkowo istotną minimalizację uciążliwości środowiskowych, związanych z ograniczeniem ilości wytwarzanych spalin, hałasu, kurzu oraz zanieczyszczeń, które pojawiają się w przypadku stosowania robót wykopowych.

6. Niezanieczyszczanie wód gruntowych w obszarze stosowania technologii bezwykopowych.

7. Niestwarzanie zagrożeń dla zieleni miejskiej. W trakcie realizacji robót wykopowych uszkodzenie korzeni drzew i krzewów często jest przyczyną ich wysychania.

8. Eliminacja ryzyka wystąpienia uszkodzeń budowli znajdujących się w sąsiedztwie budowanych lub odnawianych przewodów. W przypadku stosowania technologii wykopowych często ma miejsce przesuszenie terenów znajdujących się w sąsiedztwie budynków, co może powodować ryzyko wystąpienia zarysowań ich konstrukcji. Niekorzystne mogą być także drgania, spowodowane np. wbijaniem w grunt stalowych deskowań czy osuwania się gruntu spoza wykopu w kierunku do wykopu.

9. Eliminacja ryzyka uszkodzenia innych sieci lub kabli znajdujących się w pobliżu planowanych wykopów lub ułożonych w poprzek bądź wzdłuż wykopów, szczególnie przewodów niezainwentaryzowanych albo ułożonych inaczej, niż zaznaczono na planie sytuacyjnym, nieuwzględniającym dokumentacji powykonawczej.

10. Niezakłócanie jakości urbanistycznej obszarów w obrębie wykonywanych robót.

11. Brak uciążliwości w sąsiedztwie wykonywanych robót zarówno dla mieszkańców, jak i klientów znajdujących się tam sklepów, biur czy urzędów. Oprócz wymienionych wcześniej uciążliwości nie występuje konieczność wykonywania kładek dla pojazdów oraz pieszych, umieszczanych w poprzek wykopów.

12. Brak ewentualnych wniosków od właścicieli sklepów lub obiektów usługowych, np. gastronomicznych czy hotelarskich, znajdujących się w sąsiedztwie planowanych wykopów, a dotyczących wypłaty odszkodowań z tytułu zmniejszonych dochodów z prowadzonej przez nich działalności gospodarczej.

13. Brak lub ograniczenie do minimum uciążliwości związanych z koniecznością wykonywania objazdów [4] dla osób poruszających się pojazdami w trakcie trwania robót wykonywanych metodą wykopową oraz ponoszenia następujących kosztów:

a) związanych ze wzrostem kosztów eksploatacyjnych pojazdów wskutek wydłużenia drogi ich przejazdu objazdem oraz powstania utrudnień na trasie ich przejazdu;

b) związanych ze stratą czasu kierowców i podróżnych;

c) związanych ze zwiększeniem się liczby wypadków (wskutek wydłużenia drogi przejazdu i spowodowanych utrudnieniami w ruchu);

d) związanych ze zmianą organizacji ruchu (np. brak kosztów wykonania, umieszczenia, a następnie usunięcia nowych znaków drogowych i tablic informacyjnych).

Metodykę obliczania wyżej wymienionych kosztów podano w [4], a opisano m.in. w [2, 3].

14. Znaczne, nieraz wielokrotne skrócenie okresu robót w stosunku do ich trwania w przypadku stosowania alternatywnych robót wykopowych.

15. Istotne zwiększenie gwarancji dotrzymania zaplanowanego terminu realizacji robót z uwagi na ograniczenie czynności współtworzących zakres robót.

16. Uniezależnienie prowadzonych robót od warunków atmosferycznych oraz pór roku (okres zimowy jest szczególnie niekorzystny dla robót wykopowych).

17. Znaczący wzrost efektywności kosztowej robót bezwykopowych w przypadku rurociągów lub kanałów głęboko posadowionych w gruncie z uwagi na całkowitą lub niewielką niezależność tych kosztów od głębokości, na której stosowane są technologie bezwykopowe, także w przypadku ich stosowania poniżej zwierciadła wód gruntowych w obszarach pod ulepszonymi nawierzchniami ulicznymi.

Propozycja uporządkowania zalet technologii bezwykopowych

Bardzo często przy prezentacji określonych technologii bezwykopowej budowy lub odnowy sieci podziemnych podawane są niektóre z wymienionych wyżej zalet, będące aktualne również dla innych technologii.

Stąd też dla prezentacji zalet określonej technologii – aby nie powtarzać wielu z wymienionych wcześniej zalet – istotny byłby ich podział według **kryterium nr 1, uwzględniającego cechę powszechności poszczególnych zalet**. Dla tak sformułowanego kryterium zalety technologii można ująć w trzech następujących grupach:

a) zalety wspólne dla wszystkich technologii. Do tej grupy można wliczyć np. zaletę związaną z brakiem lub minimalizacją robót ziemnych;

b) zalety wspólne wyłącznie dla pewnej grupy technologii. Do tej grupy można wliczyć np. technologie odnowy ciasno pasowane Swage-Lining, Roll-Down czy Compact-Pipe [5], w wyniku zastosowania których nowa powłoka szczelnie dociska do wewnętrznej ściany odnawianego przewodu;

c) zalety specyficzne tylko dla danej technologii, odróżniające ją od innych np. jakością parametrów w zastosowanych rurach, tolerancją wymiarową przy uzyskiwaniu profilu podłużnego układanych rur, określonymi zaletami wykonawczymi, np. tempem robót itp.

Innym przydatnym kryterium uporządkowania zalet technologii bezwykopowej budowy i odnowy sieci jest **kryterium nr 2, uwzględniające wymiar kosztowy poszczególnych zalet**. Dla tak sformułowanego kryterium zalety technologii bezwykopowych można ująć w następujących trzech grupach:

a) zalety, które mają bezpośredni wymiar kosztowy i związane są z poszczególnymi czynnościami współtworzącymi proces technologii budowy lub odnowy przewodu w wykopie. Do tej grupy można włączyć zaletę związaną z niestosowaniem robót odwodnieniowych (o ile zwierciadło wody gruntowej znajduje się nad wierzchołkiem przewodu). W zależności od rodzaju przyjętej techniki odwodnieniowej, istniejących warunków hydrogeologicznych, czasu odwadniania i kilku innych czynników istnieje możliwość obliczenia uzyskiwanych



foto: Fotokoll, Adobe Stock



foto: Drone in Warsaw, Adobe Stock

oszczędności związanych z niestosowaniem określonej techniki odwodnieniowej;

b) zalety, których wymiar kosztowy odnoszony jest do tzw. kosztów społecznych [2, 3, 4], ponoszonych nie przez inwestora czy wykonawcę, ale np. prywatnych użytkowników samochodów przemieszczających się dłużej, po dłuższej trasie, objazdami oraz w warunkach zwiększających ryzyko wypadkowości;

c) zalety, których wymiar kosztowy jest trudny lub niemożliwy do oszacowania. Dotyczy to takich zalet, jak np. eliminacja ryzyka uszkodzenia sąsiadujących budowli, niezanieczyszczanie wód gruntowych czy niezakłócanie jakości urbanistycznej wokół trasy realizowanej inwestycji.

Podana propozycja wyżej wymienionych dwóch kryteriów może już obecnie znaleźć zastosowanie przy zestawianiu zalet określonych technologii bezwykopowych, a także przy dokonywaniu analiz ekonomicznej efektywności ich stosowania.

Kolejnym kryterium porządkującym zestawienie zalet może być **kryterium nr 3, uwzględniające rodzaj zalet**, z ich podziałem na trzy grupy:

- a) techniczne;
- b) ekonomiczne;
- c) ekologiczne.

Następnym możliwym kryterium porządkującym zestawienie zalet technologii bezwykopowych jest **kryterium nr 4, uwzględniające specyfikę użytkowania terenu na trasie stosowania określonej technologii bezwykopowej**, obejmujące:

- a) zalety typowe dla obszarów niezainwestowanych (np. tereny zielone);
- b) zalety typowe dla obszarów specjalnych (np. parki, lasy, rzeki, strefy ujęć wody itp.);
- c) zalety typowe dla obszarów zurbanizowanych (np. inwestycje realizowane w warunkach miejskich).

W zależności od istniejących priorytetów mogą być wprowadzane także inne kryteria porządkujące zalety technik bezwykopowych, np. uwzględniające ich podział na stopień uzyskiwanych efektów ekologicznych, biorące pod uwagę tempo realizacji prac bezwykopowych itp.

Uwagi końcowe

Liczne zalety technologii bezwykopowej budowy i odnowy przewodów infrastruktury podziemnej zarówno o wymiarze technicznym, jak i ekonomicznym czy ekologicznym przyczyniają się do ich niezwykle dynamicznego rozwoju.

W przypadku technologii bezwykopowych nie potwierdza się zasada, że ekologia kosztuje. Technologie bezwykopowe,

będące ekologiczną alternatywą dla tradycyjnych technologii wykopowych, są w bardzo wielu przypadkach od nich tańsze, a w niektórych, np. bezwykopowej renowacji zaprawą cementową dużych magistrali wodociągowych, koszty renowacji wynosiły w niektórych udokumentowanych przypadkach zaledwie kilkanaście procent kosztów alternatywnego rozwiązania, jakim byłaby wymiana przewodu na nowy.

W wielu przypadkach technologie bezwykopowe są jedynymi ze względów technicznych możliwymi rozwiązaniami, jak np. bezwykopowa budowa rurociągu pod przeszkodami terenowymi, tj. rzekami, torami kolejowymi, autostradami czy lotniskami. Umożliwiają one obecnie pokonywanie bez wykopów pośrednich odległości wynoszących ponad 3,0 km.

Trudno również wyobrazić sobie tradycyjną, w wykopie, wymianę rur w centrach dużych miast, szczególnie rur ułożonych pod ulicami o dużym natężeniu ruchu komunikacyjnego lub w wąskich uliczkach starówek miejskich.

Zaproponowane zestawienie i uporządkowanie zalet, o ile uwzględnione zostanie w kompleksowej analizie, rozstrzygającej, czy należy zastosować technologię bezwykopową, czy wykopową dla określonej inwestycji, z pewnością w bardzo wielu przypadkach przyczyni się do wyboru technologii bezwykopowej – przyjaznej dla środowiska, posiadającej liczne zalety techniczne, a nierzadko również bardziej efektywnej ekonomicznie.

Literatura

- [1] Prospekt informacyjny o zaletach technik bezwykopowych, ISTT.
- [2] Kulickowski A.: *Koszty objazdów a tempo budowy obiektów inżynierskich w warunkach miejskich*. „Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej. Budownictwo” 1987, nr 24, s. 23–32.
- [3] Kulickowski A.: *Kryteria wyboru metody bezodkrywkowej dla kanałów budowanych w warunkach miejskich*. „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” 1979, nr 11, s. 323–326.
- [4] Kulickowski A.: *Możliwości optymalizacji przebudowy magistralnej sieci kanalizacyjnej na przykładzie kanalizacji lewo-brzeżnego Wrocławia*. Praca doktorska, Instytut Inżynierii Łądowej Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1978.
- [5] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. nauk. A. Kulickowski. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Warszawa 2010.
- [6] Zwierzchowska A.: *Optymalizacja doboru metod bezwykopowej budowy rurociągów podziemnych*. Monografia nr 38. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. Kielce 2003.

