



Temat specjalny

Przydatność przestrzeni podziemnej

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Od dawna trwa rywalizacja o to, kto zbuduje najwyższą konstrukcję na świecie. Im wyższy budynek, tym bardziej imponujący. Ale nie wszystkie osiągnięcia inżynierii idą w górę. Coraz więcej dzieje się także pod powierzchnią ziemi. Mimo że ich nie widać, pod naszymi stopami znajdują się często niesamowite obiekty, a korzyści płynące z wykorzystania przestrzeni pod powierzchnią ziemi są coraz istotniejsze nie tylko dla społeczeństwa, ale także z punktu widzenia środowiska i gospodarki.

fot. bannafarsai, Adobe Stock



Ludzie od zawsze potrafili docenić zalety obiektów znajdujących się pod ziemią. Początkowo wykorzystywali te powstałe w sposób naturalny w postaci kraterów czy jaskiń i przystosowywali je dla własnych celów i potrzeb. Część z tych obiektów była miejscem kultu religijnego, inne dawały schronienie w niesprzyjającym klimacie lub stanowiły bezpieczną kryjówkę w czasie wojen. Wykorzystanie podziemnych obiektów w epoce nowożytnej ma przede wszystkim na celu nadążanie za wzrostem liczby ludności. Odpowiedzią na te wyzwania jest zwłaszcza zagospodarowanie przestrzeni podziemnych dużych miast. Budowanie infrastrukturalnych obiektów podziemnych uwalnia powierzchnię terenu, która może pełnić inne funkcje, np. rekreacyjne, lub może zostać wykorzystana pod innego rodzaju zabudowę. Nowe potrzeby, takie jak oszczędność energii i ochrona środowiska, nadają konstrukcjom podziemnym nowe znaczenie.

Wielowariantowe rozpoznanie wstępne

Ze względu na wysokie koszty budowy podziemnych i konieczność rozwiązywania złożonych technicznie problemów podczas ich realizacji decyzję o uruchomieniu inwestycji należy poprzedzić szeroko zakrojonymi pracami studyjno-projektowymi. Tylko właściwe rozpoznanie warunków budowy obiektu oraz uzasadnienie celowości jego realizacji może zagwarantować, że budowla będzie trafnym przedsięwzięciem ekonomiczno-technicznym. Nieprzemysłane czy pochopne decyzje mogą doprowadzić po pierwsze do nieudanych rozwiązań technicznych, po drugie – spowodować duże straty kapitału, a nawet stworzyć zagrożenie o charakterze awaryjnym.

Studia przygotowawcze przed podjęciem decyzji o rozpoczęciu inwestycji powinny uwzględniać przede wszystkim:

- analizę ekonomiczną uzasadniającą potrzebę realizacji budowy podziemnej,
- rozpoznanie terenu w zakresie budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych i geotechnicznych,
- wszechstronne studia dotyczące zarówno zagrożeń dla budowy podziemnej, jak i odwrotnie – zagrożeń ze strony budowy dla otoczenia,
- studia nad ukształtowaniem i realizacją budowy podziemnej.

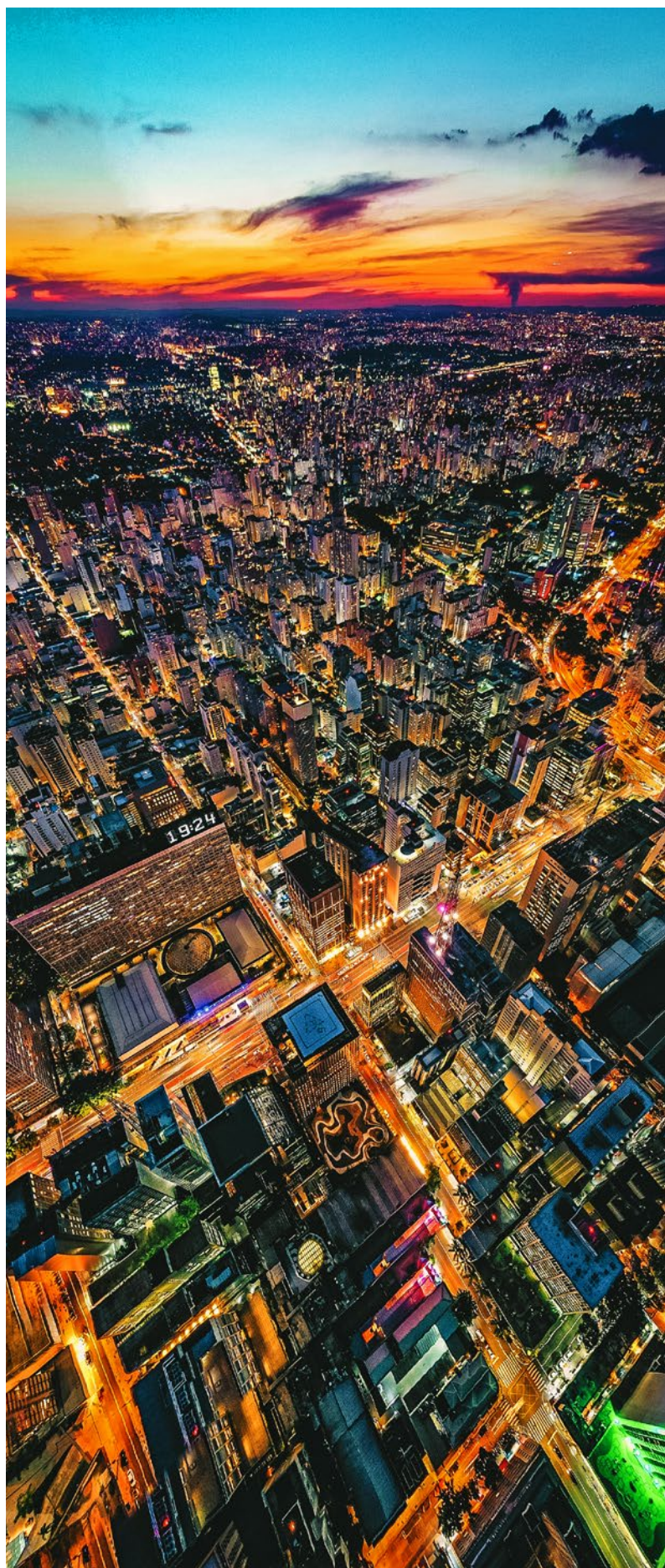
Dopiero wzięcie pod uwagę tych aspektów może doprowadzić do optymalnego wyboru ekonomicznie korzystnych rozwiązań projektowo-technicznych [1].

Przegląd metod wykonywania budowy podziemnych

Kształt budowy podziemnej wynika z warunków technicznych jej realizacji, uwzględnia cele, jakim ma służyć, oraz spełnia wymagania środowiskowe. Różnorodność technik i dostępnych technologii posadowienia obiektów umożliwia dokonanie wyboru najbardziej optymalnej. Pod uwagę bierze się wiele czynników, np. poprawność i bezpieczeństwo przenoszenia obciążeń z budynku w istniejących warunkach gruntowych, konstrukcję obiektu, jego lokalizację, warunki realizacji, koszty itd. [2].

Od najdawniejszych lat aż do dzisiaj przy budowie tuneli w różnym stopniu wykorzystywane są metody górnicze. Do powszechnie znanych metod górniczych zalicza się:

- system angielski (z końca XVIII w.), stosowany przede wszystkim w gruntach stabilnych;
- system belgijski (pierwsze zastosowanie w 1828 r. przy budowie tunelu Charleroi w Belgii), przy czym najlepsze wyniki



W wielkich miastach zaczyna brakować przestrzeni, fot. Pexels



Jeden z wielu tuneli drogowych w centrum Stambułu, fot. Freepik.com

otrzymuje się, stosując tę metodę w gruntach spoistych, od stanu twaroplastycznego do zwartego:

- system niemiecki (z początku XIX w.), służący do budowy tuneli o dużych przekrojach i przy znacznych naciskach górotworu;
- system austriacki (z początku XIX w.), z urabianiem górotworu praktycznie na całej powierzchni przekroju poprzecznego, zaczynając od sztolni spągowej, z której następuje wdzierka pod strop, poszerzenie jej na boki i wybieranie warstw ku spągowi,
- system włoski, stosowany w słabym górotworze (rumosz skalny), słabych gruntach (piaski, żwiry) oraz w gruntach nasypowych.

Wraz z rozwojem wiedzy na temat budowy masywu skalnego i jego własności, a także dzięki pojawieniu się nowoczesnych kombajnów i tarcz wiertniczych, wprowadzono nowe metody wykonywania budowli podziemnych, zdecydowanie zmieniając sposób drążenia i wykonywania obudowy w porównaniu z dotychczas stosowanymi. Są nimi nowa austriacka metoda budowy tuneli (*New Austrian Tunneling Method – NATM*) oraz norweska metoda budowy tuneli (*Norwegian Method of Tunneling – NMT*). Metody te nie podają dokładnych schematów postępowania podczas drążenia, ale polegają na konieczności przestrzegania ogólnych zasad. Ich istotną zaletą jest możliwość uzyskiwania znacznych postępów drążenia (najczęściej podczas drążenia całym przekrojem) z wykorzystaniem aktualnie dostępnych

maszyn urabiających oraz zmniejszenie grubości obudowy. W miejsce obudowy tymczasowej zaczęto stosować obudowę wstępną, która w odróżnieniu od tej pierwszej nie jest rozbiierana i stanowi część obudowy ostatecznej. Wzrost tempa wykonywania tuneli oraz zmniejszenie grubości obudowy pozwoliły na znaczne zmniejszenie kosztów wykonania tuneli oraz czasu ich drążenia [3].

Urządzenia w budowlach podziemnych

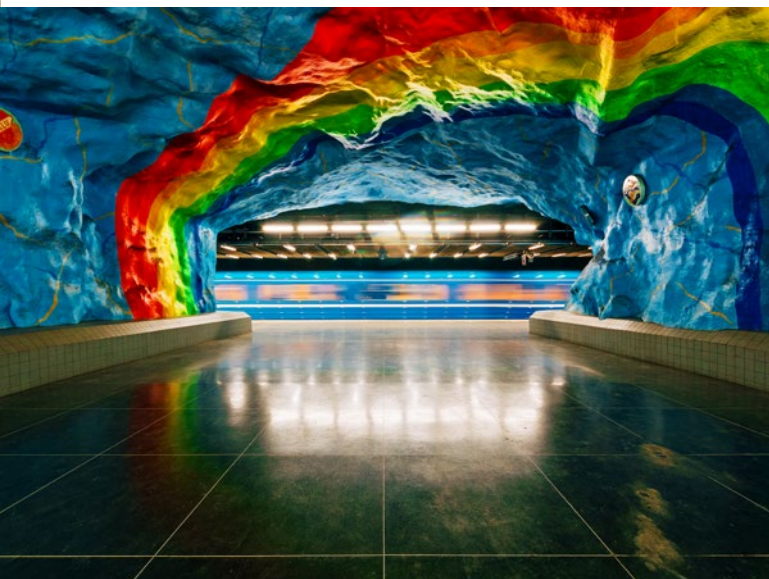
Budowle podziemne, aby właściwie pełniły swoje funkcje, wymagają wyposażenia w odpowiednie urządzenia. Jedną z istotnych kwestii jest wentylacja budowli podziemnych, naturalna lub sztuczna. Zadaniem urządzeń wentylacyjnych jest usuwanie zanieczyszczeń powietrza gazami i spalinami, pyłami i dymami, nadmiaru ciepła oraz nadmiernego zawilgocenia powietrza. Oświetlenie budowli podziemnej zależy od jej przeznaczenia i potrzeb architektoniczno-plastycznych. W przypadku tunelu komunikacyjnego oświetlenie musi zapewnić należyłą widoczność kierowcy, nie oślepiać, uwzględniać zmienność natężenia światła na terenie otwartym i umożliwiać akomodację oka do zmieniającej się jasności oświetlenia. W budownictwie podziemnym sporo uwagi poświęca się zabezpieczeniu budowli przed działaniem wody, co sprowadza się do rozwiązania dwóch zagadnień: ujęcia wody i odprowadzenia jej poza granicę wpływu na obiekt podziemny oraz wykonania izolacji przeciwwodnej lub szczelnej zabudowy [4].



Przykład wykonywania tunelu, fot. Pixabay.com



Stacja metra w Kolonii, fot. Pixabay.com



Stacja metra w Sztokholmie, fot. Freepik.com



Lowline, pierwszy podziemny park na świecie, Nowy Jork, wizualizacja: Lowline

Budownictwo podziemne jako czynnik zrównoważonego rozwoju

Budowle podziemne pozwalają na umieszczenie w nich niektórych rodzajów działalności człowieka oraz infrastruktury, co niesie ze sobą określone korzyści. Jedną z nich jest uwolnienie powierzchni terenu. Zamiast sytuować niektóre budowle na powierzchni, lepiej jest zejść z nimi pod ziemię, a powierzchnię terenu przeznaczyć na inne cele. Ważnym aspektem przemawiającym za tym, że budownictwo podziemne może się przyczyniać do zrównoważonego rozwoju, jest wykorzystanie izolacyjnych właściwości nadkładu gruntu nad budowlą podziemną. Biorąc pod uwagę te właściwości, budowle podziemne zapewniają jednocześnie ochronę przed ekstremalnymi klimatami i istotną oszczędność energii. Ponadto stanowią osłonę przed różnymi zjawiskami klimatycznymi, jak np. burze, huragany czy tornada. Świadomość społeczeństwa dotycząca wszystkich rodzajów negatywnych wpływów na ekosferę stale wzrasta. Pod względem ochrony środowiska budowle podziemne wypadają korzystnie na tle innych rozwiązań. Uwolnienie powierzchni terenu, zwłaszcza w miastach, i przeniesienie ruchu samochodowego do tuneli zdecydowanie zmniejsza w powietrzu poziom szkodliwych, toksycznych gazów zawartych w spalinach. Redukuje też zapylenie, hałas i wibracje spowodowane ruchem. W wielu przypadkach budowla podziemna jest jedyną opcją dla zachowania obszarów zielonych, co korzystnie wpływa na lokalny

i globalny cykl wegetacyjny. Roślinność, siedliska i drogi przemieszczania się zwierząt są utrzymywane na większym obszarze niż w przypadku zabudowy powierzchni [5].

Obszary infrastruktury podziemnej

Przydatność przestrzeni podziemnej docenia się szczególnie w przypadku tej infrastruktury, która ze względu na konieczność zapewnienia niezawodności musi być instalowana pod ziemią. Tam znajduje się cała infrastruktura służąca zaopatrzeniu miasta w świeżą wodę i odprowadzeniu ścieków. Przestrzeń podziemna jest też bardzo ważna dla rozmieszczenia systemów energetycznych. Z kolei opcja transportu towarów lub odpadów za pomocą systemu próżniowego ulokowanego pod powierzchnią zmniejsza zapotrzebowanie na tego rodzaju usługi naziemne i zmniejsza ruch śmieciarek. Pod ziemię przenosi się połączenia drogowe i kolejowe, co ma kolosalne znaczenie z uwagi na to, że dla wielu obszarów miejskich rosnący ruch jest poważnym problemem. System metra może w porównaniu z konwencjonalnym transportem miejskim przewozić więcej pasażerów i z większą prędkością. Zastosowanie tego rodzaju systemu transportowego ogranicza ruch w godzinach szczytu, pozwalając zaoszczędzić ogromną liczbę roboczogodzin rocznie. Coraz więcej miast na świecie decyduje się umieszczać pod ziemią takie obiekty, jak centra danych, centra handlowe, archiwa, biblioteki, galerie sztuki, baseny, centra sportowe, stacje uzdatniania wody i magazyny. W przypadku oczyszczalni ścieków dodatkową zaletą

Przykładowe budowle podziemne w Polsce i na świecie

Sudbury Neutrino Observatory w Kanadzie

To podziemne laboratorium zbudowano w kopalni niklu na głębokości 2073 m. Jest usytuowane tak, aby chronić wrażliwe eksperymenty przed promieniowaniem kosmicznym i promieniowaniem tła, co jest niezbędne do badania cząstek subatomowych, takich jak neutrino. Do laboratorium można dostać się windą kopalni, która opuszcza się w ciągu zaledwie 2 min. 2100-metrowy nakład granitowej skały odpowiada 6010-metrowemu ekwiwalentowi wody. Temperatura otoczenia skał na tej głębokości wynosi 42 °C.

CAN

Serwerownia w Szwecji

W Sztokholmie dawny bunkier atomowy został przekształcony w nowoczesne centrum przechowywania danych. Pomieszczenie obudowane granitem znajduje się 30 m pod ziemią. Do zasilania awaryjnego wykorzystywane są dwa silniki, które użytkowane w ramach swojego pierwotnego przeznaczenia, dostarczałyby energii łodziom podwodnym.

SWE

NLD

Lammermarkt Parking Garage w Holandii

Cylindryczny parking o głębokości 22,5 m składa się z siedmiu poziomów. Najgłębszy parking w Holandii został zbudowany w Lejdzie, w miejscu, w którym odbywają się coroczne targi. W związku z tym dach parkingu musi unieść ciężar stoisk targowych. To wymaganie, w połączeniu z cylindrycznym kształtem, stanowiło główne wyzwanie techniczne. Parking może pomieścić 525 samochodów.

USA

Podziemny park w USA

W nowojorskiej dzielnicy Lower East Side ma powstać pierwszy podziemny park na świecie. Celem projektu Lowline jest przekształcenie dawnego terminalu trolejbusowego w park z roślinami zasilanymi technologią słoneczną. Zakończenie budowy parku zaplanowano na 2021 r., jednak w lutym 2020 r. prace zostały wstrzymane ze względu na brak funduszy.

CHE

Tunel św. Gotarda w Szwajcarii

Budowa najdłuższego na świecie, liczącego 57,1 km, tunelu kolejowego była fenomenalnym wyczynem inżynieryjnym, z udziałem ok. 2400 pracowników. Wydobyto 28,2 mln t urobku. Do budowy zużyto ok. 4 mln m³ betonu, co odpowiada 84 budynkom Empire State. Najwyższy punkt tunelu znajduje się na wysokości 549 m, najniższy na poziomie 312 m.

Tunel średnicowy w Łodzi

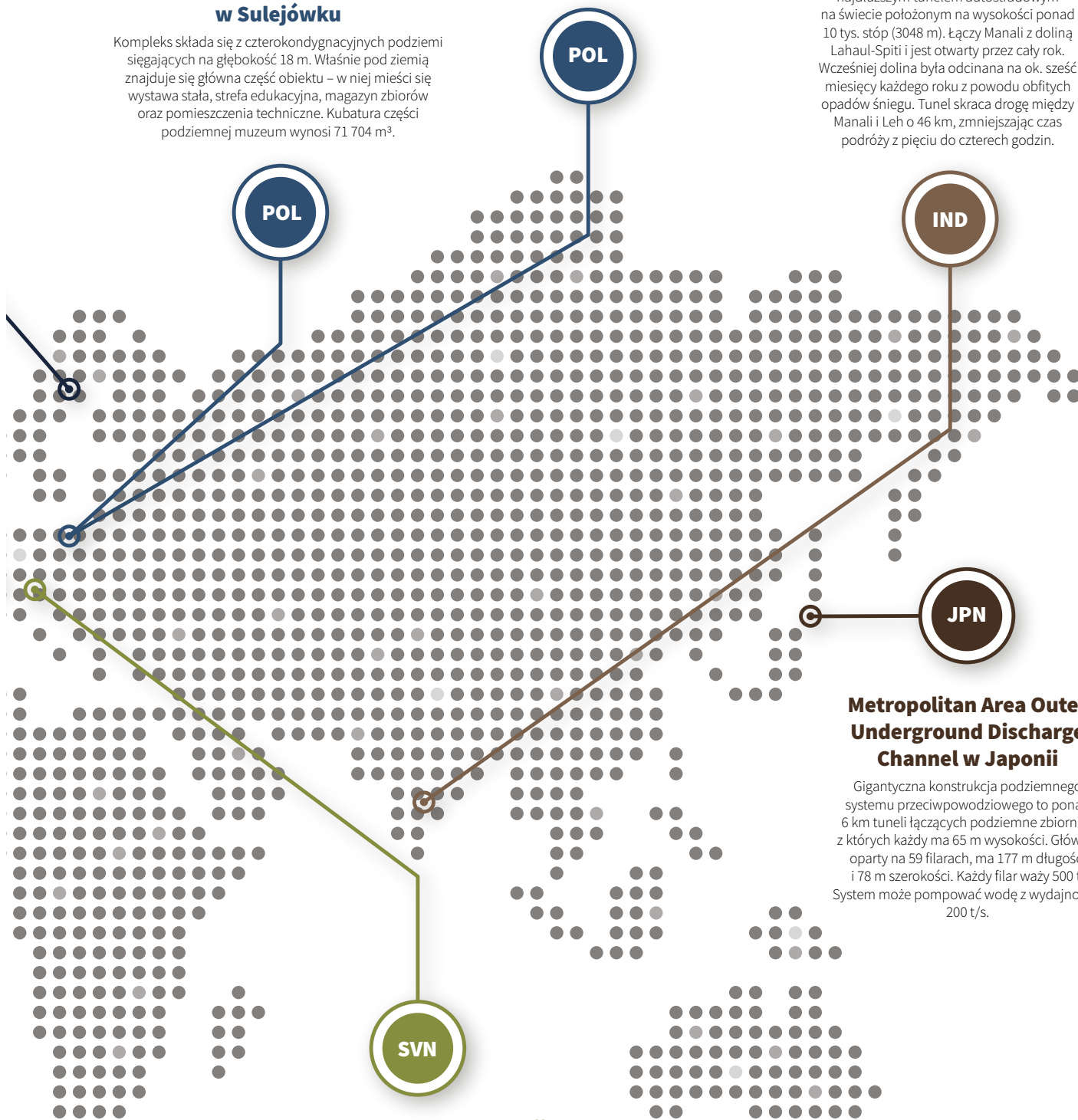
W najgłębszym miejscu budowanego tunelu tory będą przebiegać ok. 26 m pod powierzchnią ziemi. Przystanki będą miały dwie i trzy kondygnacje. Tunele i przystanki podziemne będą budowane metodą tarczową i odkrywkową.

Muzeum Józefa Piłsudskiego w Sulejówku

Kompleks składa się z czterokondygnacyjnych podziemi sięgających na głębokość 18 m. Właśnie pod ziemią znajduje się główna część obiektu – w niej mieści się wystawa stała, strefa edukacyjna, magazyn zbiorów oraz pomieszczenia techniczne. Kubatura części podziemnej muzeum wynosi 71 704 m³.

Tunel autostradowy w Indiach

Tunel Atal o długości 9,02 km jest najdłuższym tunelem autostradowym na świecie położonym na wysokości ponad 10 tys. stóp (3048 m). Łączy Manali z doliną Lahaul-Spiti i jest otwarty przez cały rok. Wcześniej dolina była odcinana na ok. sześć miesięcy każdego roku z powodu obfitych opadów śniegu. Tunel skraca drogę między Manali i Leh o 46 km, zmniejszając czas podróży z pięciu do czterech godzin.

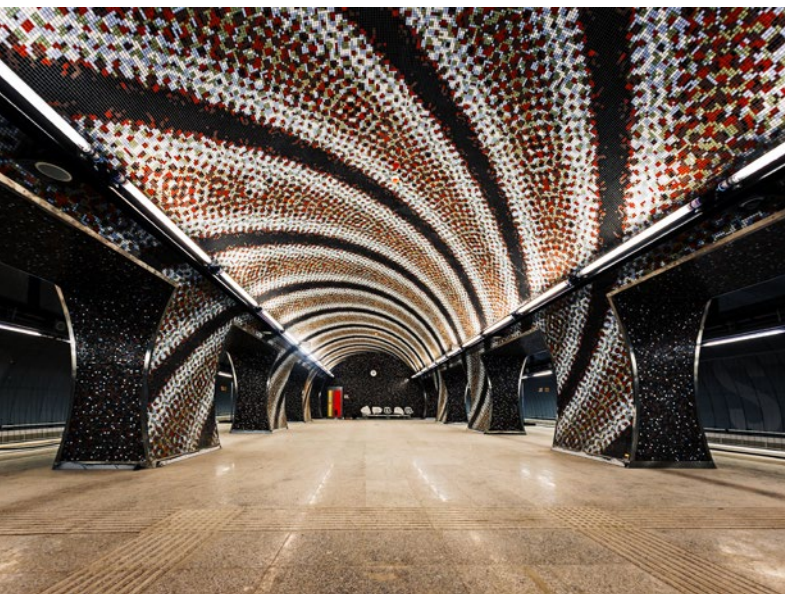


Urząd pocztowy w Słowenii

Głęboko w jaskini Postojna w Słowenii znajduje się pierwszy w historii podziemny urząd pocztowy. Placówka działa od 1899 r. Budynek poczty o wymiarach 2 x 4 m powstał w warunkach specyficznych ograniczeń – architekci mogli używać tylko materiałów na tyle małych, aby można je było przetransportować wagonikami poruszającymi się po jaskini.

Metropolitan Area Outer Underground Discharge Channel w Japonii

Gigantyczna konstrukcja podziemnego systemu przeciwpowodziowego to ponad 6 km tuneli łączących podziemne zbiorniki, z których każdy ma 65 m wysokości. Główny, oparty na 59 filarach, ma 177 m długości i 78 m szerokości. Każdy filar waży 500 t. System może pompować wodę z wydajnością 200 t/s.



Przykład wykończenia stacji metra, fot. Sved Oliver, Adobe Stock

umieszczenia jej pod ziemią jest zmniejszenie nieprzyjemnego zapachu. Budownictwo podziemne to także odpowiedź na dynamiczny rozwój aglomeracji miejskich i związany z tym problem parkowania samochodów na obszarach miejskich.



Przykład wielostanowiskowego parkingu podziemnego, fot. Freepik.com

Znalezienie terenów pod budowę parkingów jest tam zarówno bardzo trudne, jak i kosztowne. Jednym z rozwiązań tego problemu jest budowa wielostanowiskowych parkingów podziemnych. Wymienione przykłady to tylko ułamek możliwości, jakie daje budownictwo podziemne [6].

Zalety obiektów podziemnych w pigułce [5]

1

Wypadają korzystnie w porównaniu z innymi rozwiązaniami pod względem ochrony środowiska.

Zapewniają jednocześnie ochronę przed przeciwnościami ekstremalnych klimatów oraz znaczącą oszczędność energii.

2

3

Są atrakcyjne pod względem estetycznym, wtapiają się w otaczającą przestrzeń, często są w ogóle niewidoczne.

Pozwalają na wykorzystanie w dowolny sposób terenu ponad powierzchnią.

4

5

Zwiększają efektywność wykorzystania terenu na powierzchni dzięki możliwości eksploatacji przestrzeni pod ziemią.

Innowacje i wyzwania

Analizując aktualną sytuację budownictwa podziemnego, należy mieć nadzieję, że w ciągu najbliższych lat będziemy świadkami jego dalszego rozwoju także w Polsce. Zwłaszcza że podziemna zabudowa jest ważnym narzędziem rozwoju miast. Może łączyć miejsca oddzielone z powodu warunków topograficznych i stawia czoła wyzwaniom przyszłości. Stopniowo nowe sposoby wykorzystania przestrzeni podziemnej wykraczają poza zwykle zastosowania połączeń drogowych i kolejowych, a także infrastruktury wodnej i elektrycznej. Umieszczenie infrastruktury pod ziemią przynosi wiele korzyści, od optymalizacji przestrzeni po kwestie środowiskowe, nie pomijając aspektów związanych z ochroną dziedzictwa kulturowego.

Literatura

- [1] Gałczyński S.: *Podstawy budownictwa podziemnego*. Wrocław 2001.
- [2] Szwabowski J., Deszcz J.: *Metody wielokryterialnej analizy porównawczej. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań w budownictwie*. Gliwice 2001.
- [3] Tajduś A., Cała M., Tajduś K.: *Geomechanika w budownictwie podziemnym. Projektowanie i budowa tuneli*. Kraków 2012.
- [4] Glinicki S.P.: *Budowle podziemne*. Białystok 1994.
- [5] Grodecki W.: *Dlaczego budować pod ziemią?*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2010, nr 2, s. 12–15.
- [6] Tender M.L., Couto J.P., Bragança L.: *The role of underground construction for the mobility, quality of life and economic and social sustainability of urban regions* (online). „REM – International Engineering Journal” 2017, Vol. 70, No. 3, pp. 265–271. Dostępny w Internecie: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-167X2017000300265 (dostęp 17 października 2020).



Jakim wyzwaniom trzeba sprostać w trakcie realizacji budowli podziemnych w warunkach zabudowy miejskiej?



**prof. dr hab. inż.
ANNA SIEMIŃSKA-LEWANDOWSKA,
Politechnika Warszawska, Wydział
Inżynierii Lądowej, Instytut Dróg i Mostów**

Budowa obiektów podziemnych na obszarach silnie zurbanizowanych jest nieodłącznym elementem rozwoju miast, związanym z poprawą transportu, infrastruktury technicznej, rynkiem nieruchomości, obiektami biurowymi, hotelowymi itp. Buduje się je różnymi metodami – odkrywkowymi, górniczymi czy też z zastosowaniem tarcz zmechanizowanych TBM. Podstawowym wyzwaniem w realizacji tych obiektów w warunkach zwartej zabudowy miejskiej jest zapewnienie bezpieczeństwa zarówno robót, jak i ludzi oraz ograniczenie oddziaływania robót podziemnych na sąsiednie obiekty, powierzchnię terenu, środowisko. To ograniczenie można zdefiniować jako dążenie do minimalizacji przemieszczeń pionowych i poziomych konstrukcji oraz powierzchni terenu, fundamentów budynków sąsiadujących, zmniejszenie głębokości i zasięgu niecki osiadania nad

tarczą, niezakłócania stosunków wodnych i poziomu wód gruntowych. Należy również dążyć do zmniejszenia uciążliwości tych prac dla mieszkańców przez redukcję hałasu, zapylenia, pracy nocą. Wszystkie te działania wymagają odpowiedniego doboru metod budowy, dodatkowego wzmocnienia podłoża lub konstrukcji budynków znajdujących się w strefach oddziaływania robót podziemnych. Niezwykle istotne jest zdefiniowanie zasięgu tych stref oraz prognoza możliwych do wystąpienia zagrożeń w połączeniu z analizą ryzyka i oceną stanu technicznego obiektów w otoczeniu budowy. Kolejnym wyzwaniem jest bieżąca analiza wpływu prac na otoczenie, powiązana z monitorowaniem przemieszczeń specjalistyczną aparaturą. Działania podczas budowy powinny poprzedzać dokładne rozpoznanie warunków geologicznych, hydrologicznych i analiza geotechniczna. Trzeba też pamiętać o oddziaływaniach powstających dopiero podczas eksploatacji, np. drganiach, prądach błędzących czy spiętrzaniu wód gruntowych. Bezpieczne i bezkonfliktowe prowadzenie prac podziemnych w aglomeracjach miejskich jest bez wątpienia dużym wyzwaniem dla projektantów, wykonawców, służb miejskich oraz społeczeństwa.

Dla rozwoju budownictwa podziemnego niezwykle istotne są bazy danych, uwzględniające m.in. właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów i skał. Jak powstają takie bazy i dlaczego są tak ważne?



**dr EDYTA MAJER,
p.o. kierownika, Zakład Geologii
Inżynierskiej, Państwowy Instytut
Geologiczny – Państwowy Instytut
Badawczy**

Baza Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych (BDGI-WFM) gromadzi dane o parametrach fizycznych i mechanicznych próbek gruntów oraz skał występujących na obszarze kraju. Bazę tworzą osoby, które wprowadzają wyniki badań laboratoryjnych z archiwalnych dokumentacji geologiczno-inżynierskich zgromadzonych w Narodowym Archiwum Geologicznym (<http://dokumenty.pgi.gov.pl/wyszukiwarka/>). Dodatkowo umieszcza się w niej informacje o lokalizacji, dacie i wykonawcy wierceń, liczbie pobranych próbek oraz ich kategorii. Obecnie w bazie znajduje się i jest udostępnionych 65 834 parametry fizyczne i mechaniczne gruntów oraz 100 parametrów fizycznych i mechanicznych skał, które pozyskano z 6682 wierceń. W latach 2018–2020 do bazy wprowadzono kolejnych 126 908 wyników badań laboratoryjnych

próbek gruntów i skał z 16 042 wierceń, które zostaną udostępnione po roku 2021. Baza BDGI-WFM jest integralną częścią Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskiej (BDGI) oraz Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG). Jest tworzona w ramach zadania państwowej służby geologicznej oraz finansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (http://geoportal.pgi.gov.pl/atlas_y_gj). Celem utworzenia bazy było zebranie oraz udostępnienie w spójnej i łatwo dostępnej formie archiwalnych wyników badań laboratoryjnych (<http://geologia.pgi.gov.pl>). Dane można wykorzystywać w badaniach naukowych, a także w opracowaniach komercyjnych dotyczących zagospodarowania przestrzennego, szacowania ryzyka geologicznego czy oceny wariantów projektowych inwestycji. Wszyscy użytkownicy mają dostęp do licznego i wciąż rozbudowywanego zbioru wyników badań laboratoryjnych, co w połączeniu z profilami litologicznymi i lokalizacją wierceń znajdujących się w bazie BDGI stwarza nowe możliwości analiz i korelacji danych przy opracowywaniu charakterystyk geologiczno-inżynierskich warstw gruntów i skał występujących w podłożu budowlanym.

Jakie są główne zalety i przewagi stosowania automatycznego monitoringu obiektów budowlanych?



ANDRZEJ KRUCZEK,
dyrektor zarządzający,
GEO-Instruments Polska Sp. z o.o.

Obserwowany w ostatnich latach dynamiczny rozwój największych ośrodków miejskich w Polsce skutkuje szybkim rozwojem infrastruktury, w tym również tej podziemnej, jak np.

linie metra, podziemne tunele tras tramwajowych czy parkingi podziemne. Tak wymagające realizacje są dużym wyzwaniem, a ich prowadzenie zawsze było związane z dużym ryzykiem. Jednym z głównych problemów podczas realizacji tych robót jest minimalizowanie ich wpływu na sąsiadujące zabudowania. Zarządzanie tym ryzykiem to obecnie bardzo ważny aspekt każdego prawidłowo nadzorowanego kontraktu. Z pomocą przychodzą tu nowoczesne technologie, m.in. automatyczny monitoring, który może służyć zarówno do nadzorowania zachowania samych obiektów budowlanych, jak i do śledzenia czynników zewnętrznych mających wpływ

na to zachowanie, np. zmian poziomu zwierciadła wody gruntowej czy odkształcenia mas gruntu. Dzięki dostępnym obecnie możliwościom technicznym z dużym wyprzedzeniem można otrzymywać potrzebne informacje. Za sprawą quasi-ciągłej rejestracji danych w znacznie szybszy sposób można rozpoznawać niepokojące trendy. Również dzięki dużej liczbie informacji można lepiej planować kluczowe etapy budowy. Ciągłe monitorowanie, np. przemieszczeń budynków, pozwala wychwytywać zmiany trendu i praktycznie każde istotne okoliczności, które mogą być niezauważone przez tradycyjną, okresową obserwację geodezyjną. Prawidłowo zaprojektowany i poprawnie dobrany system monitoringu sam poinformuje swojego użytkownika o przekroczeniu wcześniej zdefiniowanych wartości progowych, a nawet wygeneruje raport z prowadzonej obserwacji. W dobie pandemii wirusa SARS-CoV-2 w pełni zdalne prowadzenie obserwacji staje się dodatkowym atutem wpływającym na polepszenie bezpieczeństwa personelu pracującego na budowie oraz umożliwia prowadzenie pomiarów nawet wtedy, gdy dany kontrakt zostanie wstrzymany z uwagi na nałożoną kwarantannę.





Nasz monitoring w Twoich rękach

