

Inwestycje tunelowe są nie tylko potrzebne, ale i niezbędne

Z dr. hab. inż. STANISŁAWEM NAWRATEM, prof. AGH, mgr. inż. SEBASTIANEM NAPIERAJEM oraz mgr inż. NATALIĄ SCHMIDT-POŁOŃCZYK z Katedry Górnictwa Podziemnego na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej rozmawiają MARIUSZ KARPIŃSKI-RZEPA oraz JOANNA MICIĄK, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Obecnie w Polsce buduje się coraz więcej tuneli – wiele już powstało, drążone są nowe, a sporo inwestycji z tego zakresu jest jeszcze w planach. Czy można powiedzieć, że polskie budownictwo tunelowe przeżywa prawdziwy rozkwit?

Stanisław Nawrat: Mamy na pewno do czynienia ze znacznym przyspieszeniem w dziedzinie budownictwa podziemnego. Wydaje się, że w Polsce rozumiano już – choć trwało to długo i wciąż jeszcze wiele jest osób, które nie wierzą w potrzebę i sens drążenia tuneli – jak istotne znaczenie dla rozwoju gospodarczego miast i regionów ma wyprowadzenie części ruchu z zatłoczonej powierzchni pod ziemię. Obecnie, w związku ze wzrostem zamożności naszego społeczeństwa i z uwagi na fakt, że ponad 60% populacji żyje w aglomeracjach miejskich, codziennie na ulice polskich miast wyjeżdża tak duża liczba pojazdów, że zaczyna brakować dla nich miejsca – tworzą się korki, rośnie liczba wypadków, a te powodują dodatkowe utrudnienia w ruchu. Tych problemów już nie jesteśmy w stanie rozwiązać bez zlokalizowania części ciągów komunikacyjnych pod ziemię. W Polsce bardzo długo nie budowano tuneli. Nadrabiać zaległości w tej dziedzinie zaczęliśmy tak naprawdę dopiero na początku XXI w., dlatego nasze doświadczenia w tym zakresie nie są duże, ale – co ważne – wzrasta liczba

projektantów, budowniczych, inżynierów specjalizujących się w szeroko rozumianym tunelowaniu. Ich wiedza i umiejętności, postęp technologiczny, a także nowoczesne metody budowy umożliwiają sprawne i ekonomiczne realizowanie inwestycji oraz wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, które pozwolą wielu miastom odżyć.

Jakie są najważniejsze zalety tuneli komunikacyjnych?

Sebastian Napieraj: Korzyści wynikających z posiadania odpowiednio rozwiniętej, stworzonej w sposób planowany i przemyślany infrastruktury podziemnej jest bardzo wiele. Przede wszystkim w znacznym stopniu przyczynia się ona do poprawy warunków życia mieszkańców miast. Dzięki dobrze zagospodarowanej przestrzeni pod ziemię można rozwiązać szereg problemów utrudniających właściwe funkcjonowanie na jej powierzchni – zwiększyć przepustowość ulic, odciążać trasy przelotowe, usprawnić codzienną komunikację czy wreszcie ograniczyć liczbę wypadków. Możliwość skorzystania z tunelu czy metra oznacza zatem większy komfort podróżowania dla wszystkich użytkowników ruchu drogowego. Trzeba także pamiętać, że inwestycje te są przyjazne środowisku. Uwolnienie przestrzeni przez poprowadzenie części tras podziemnymi korytarzami pozwala

znacząco ograniczyć emisję toksycznych gazów zawartych w spalinach, zmniejszyć zapylenie, hałas i wibracje wywołane ruchem. Tunele stanowią również wyjątkowo skuteczne rozwiązanie problemów infrastrukturalnych w trudnych górskich warunkach – tam są często jedynym możliwym sposobem pokonania przeszkody terenowej i zapewnienia ciągłości szlaków komunikacyjnych. O tym, jak bardzo opłacalne są to projekty, świadczą imponujące światowe osiągnięcia w dziedzinie tunelowania oraz przykłady najtrudniejszych przedsięwzięć zrealizowanych z sukcesem w wielu krajach.

Mimo to społeczna potrzeba wdrożenia innowacyjnych, zaawansowanych technologicznie rozwiązań także w Polsce wciąż nie jest jeszcze wystarczająco duża. Zwolennicy metod tradycyjnych zwracają uwagę na fakt, że niewiele polskich firm zajmuje się projektowaniem i wykonawstwem nowoczesnych obiektów infrastruktury podziemnej. Powstałe już i nowo budowane w kraju tunele tworzone są głównie z wykorzystaniem wiedzy i umiejętności ekspertów oraz technologicznych możliwości zagranicznych przedsiębiorstw. Innym argumentem podnoszonym przez przeciwników tunelowania są koszty inwestycji. Porównanie środków potrzebnych do sfinansowania pracy pod powierzchnią ziemi z wydatkami poniesionymi w związku z budową drogi naziemnej rzeczywiście przemawia na niekorzyść tuneli. Często jednak, dokonując analizy ekonomicznej, nie uwzględnia się dodatkowych czynników, które znacząco wpływają na ostateczny koszt całego przedsięwzięcia. Rozwiązania tunelowe pozwalają wyeliminować np. konieczność wykupu działek, przenoszenia niektórych istniejących już elementów (kabli, rurociągów, linii wysokiego napięcia itp.), nakłady potrzebne na utrzymanie i eksploatację drogi, szczególnie

Tab. 1. Zestawienie tuneli komunikacyjnych w Polsce o długości powyżej 500 m

Nazwa	Funkcja	Długość	Rok	Lokalizacja
Tunel Wisłostrada	drogowy	ok. 930 m	2003	Warszawa
Tunel pod rondem gen. J. Ziętki	drogowy	ok. 660 m	2006	Katowice
I linia metra	metro	23 000 m	2008	Warszawa
Tunel Krakowski Szybki Tramwaj	kolejowy	ok. 1500 m	2008	Kraków
Tunel Emilia	drogowy	ok. 678 m	2010	Laliki

Tab. 2. Zestawienie inwestycji tunelowych w Polsce, będących w fazie budowy – wybrane przykłady

Nazwa	Funkcja	Długość	Rok oddania	Lokalizacja
II linia metra	metro	9000 m	2014	Warszawa
Tunel pod Martwą Wisłą	drogowy	1377,5 m	2015	Gdańsk
Łódź Fabryczna	kolejowy	1500 m	2015	Łódź
Gliwice DTŚ	drogowy	493 m	2015	Gliwice

zimą, a także na zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa w warunkach górskich. Ponadto możliwość ujęcia i utylizacji spalin wewnątrz tunelu oraz oszczędność energii i paliwa zużywanych przez poruszające się po trasie pojazdy, oznaczają redukcję trudnych do oszacowania kosztów związanych z ochroną środowiska. Budownictwo podziemne jest zatem pod wieloma względami działaniem o wiele bardziej opłacalnym w dłuższej perspektywie czasowej.

Jak przebiega proces budowy tunelu?

Stanisław Nawrat: To przedsięwzięcie trudne i złożone, które – by się powiodło – musi być odpowiednio przygotowane na podstawie planów uwzględniających szereg istotnych czynników oraz potencjalnych problemów do rozwiązania. Zasadniczo składa się ono z czterech etapów. Pierwszy obejmuje realizację studium wykonalności – w tym czasie prowadzi się wszystkie niezbędne badania terenowe i analizy. Pozyskane w ten sposób dane, szczególnie geologiczne, hydrogeologiczne i lokalizacyjne, stanowią podstawę pierwszych koncepcji obiektu oraz szacunkowego kosztorysu całej inwestycji. Drugi etap polega już na tworzeniu właściwego projektu z uwzględnieniem studium wykonalności – zestawianiu różnych wariantów i dokładnym opracowaniu budżetu. Na tym etapie należy wziąć pod uwagę obowiązujące przepisy BHP, regulacje z zakresu ochrony środowiska oraz wszelkie pozyskane zgody i pozwolenia. To także dobry moment na organizowanie konsultacji publicznych w celu poznania opinii społeczeństwa na temat przygotowywanego projektu, wyjaśnienie

wątpliwości czy przekonanie sceptycznie nastawionych środowisk. Po zakończeniu tej fazy ruszają prace budowlane. Przebieg tego stadium warunkowany jest współdziałaniem wielu zmiennych, które mają wpływ na postęp robót, długość ich trwania oraz siłę roboczą niezbędną do realizacji zlecenia. Cały proces budowy tunelu kończy się uruchomieniem obiektu. Sprawdzana jest wówczas zgodność efektów prac z założeniami projektantów, a wszelkie zastosowane systemy i rozwiązania techniczne poddawane są weryfikacji pod względem bezpieczeństwa określonego w odpowiednich przepisach.

Jak przedstawia się stan polskiej infrastruktury tunelowej na tle osiągnięć budowniczych z zagranicy?

Natalia Schmidt-Polończyk: Mimo iż doświadczenia Polski w tym zakresie nie są duże, obiekty tunelowe powstają zgod-

nie ze standardami europejskimi. W innych krajach rozwiązania podziemne są przyszłością komunikacji, czego dowodzą konkretne przykłady: korytarze pod Alpami połączyły Włochy z Francją, Szwajcarią i Austrią, Eurotunel pod kanałem La Manche już 20 lat temu stał się 35-minutową alternatywą dla kilkugodzinnej przeprawy promem, a hiszpański tunel M-30 umożliwił szybki i sprawny przejazd przez zatłoczone centrum Madrytu. Podczas gdy budownictwo tunelowe u nas dopiero raczkowało, na świecie realizowano już najtrudniejsze i najbardziej skomplikowane projekty, dzięki którym dziś podróżuje się szybciej, wygodniej i bezpieczniej.

Początki tunelowania w Polsce sięgają XIX w., kiedy to zaczęły powstawać pierwsze obiekty w ciągach kolejowych – najdłuższym z nich jest ponad półtora-

Początki tunelowania w Polsce sięgają XIX w., kiedy to zaczęły powstawać pierwsze obiekty w ciągach kolejowych. Natomiast tunele drogowe zaczęto drążyć zaledwie kilkanaście lat temu. Od tego czasu powstało kilka obiektów tunelowych o różnym przeznaczeniu, liczących więcej niż 500 m. Do najdłuższych należą ukończona w 2008 r. I nitka warszawskiego metra (23 km) oraz tunel Krakowskiego Szybkiego Tramwaju (1,5 km), a także oddana do użytku pięć lat wcześniej w stolicy Wisłostrada (930 m).



Ryc. 1. Maszyna TBM wraz z tarczą o średnicy ok. 13 m na placu budowy tunelu pod Martwą Wisłą, fot. archiwum WGiG AGH

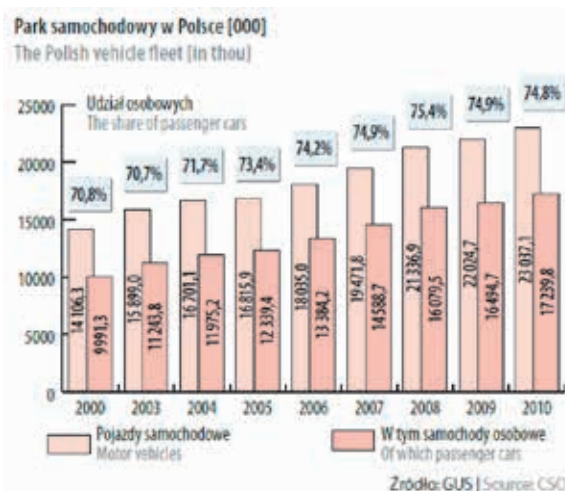
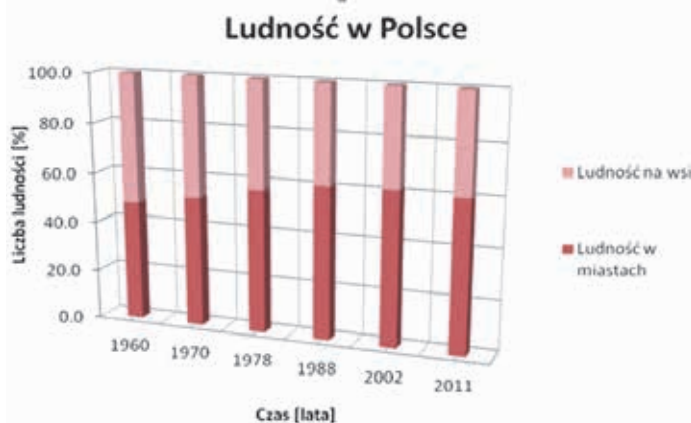


Ryc. 2. Plac budowy II linii metra w Warszawie (z lewej strony TBM Maria, z prawej wydrążona linia metra), fot. archiwum WGiG AGH

o czym świadczą liczba i zasięg realizowanych inwestycji. Jeszcze w tym roku ma zostać uruchomiony ok. sześciokilometrowy centralny odcinek II linii metra w Warszawie, którego fragment będzie 7–8 m pod dnem Wisły. Do drążenia podwójnych korytarzy dla poziomej kolejki użyto czterech specjalistycznych tarcz TBM. W Gdańsku powstaje długi na 1377,5 m tunel pod Martwą Wisłą w ramach budowy Trasy Słowackiego, który w najniższym położonym miejscu sięga 35,2013 m poniżej lustra wody. Obie nitki pierwszej w Polsce podwodnej przeprawy dla kierowców zostały już wydrążone i teraz prowadzone są pozostałe prace. Ich zakończenie planowane jest na 2015 r. Także w przyszłym roku do użytku oddany zostanie półtorakilometrowy tunel, który ma doprowadzać pociągi do podziemnego dworca Łódź Fabryczna. To obecnie największa inwestycja kolejowa realizowana w naszym kraju.

kilometrowy tunel na odcinku Wałbrzych Główny – Jedlina Górna, wybudowany w 1880 r. Rozwój metra przypada dopiero na lata 80. XX w. Właśnie wtedy wbito pierwszy pał stalowy na trasie wykopu I linii stołecznego metra. Natomiast tunele drogowe zaczęto drążyć na początku tego wieku, czyli zaledwie kilkanaście lat temu. Od tego czasu powstało

w naszym kraju kilka obiektów tunelowych o różnym przeznaczeniu, liczących więcej niż 500 m. Do najdłuższych należą ukończona w 2008 r. I nitka metra (23 km) oraz tunel Krakowskiego Szybkiego Tramwaju (1,5 km), a także oddana do użytku pięć lat wcześniej Wisłostrada (930 m). Obecnie rozwój rodzimego budownictwa podziemnego nabiera tempa,



Ryc. 3. Rozkład ludności oraz park samochodowy w Polsce, źródło: GUS, 2013

Tab. 3. Perspektywy budownictwa tunelowego w Polsce – wybrane przykłady

Tunele drogowe	Długość	Etap	Data otwarcia	Miejsce
Tunel na drodze ekspresowej S69 Bielsko-Biała – Żywiec – Zwardoń, odcinek Przybędza – Miłówka (obejście Węgierskiej Górki)	1575 m	projektowy	b.d.	Przybędza – Miłówka
Tunel na drodze S7 Lubień – Rabka	2100 m	etap projektowy zakończony	2017	pod Lubniem Małym
Tunel na odcinku węzeł Modlnica – węzeł Nowohucki	500 m	konceptyjny	b.d.	Zielonki
Trzy tunele – węzeł Mistrzejowice	200 m, 140 m, 150 m	konceptyjny	b.d.	Kraków
Tunel na trasie Zwierzynieckiej	2800 m	konceptyjny	2017	Kraków
Cztery tunele na trasie Łągiewniki	400 m, 600 m, 700 m, 250 m	konceptyjny	b.d.	Kraków
Tunele na drodze S19 Świlcza – Barwinek	najdłuższy 1700 m	projektowy	2017	okolice Strzyżowa
Dwa tunele na drodze S3 Legnica – Lubawka	2290 m 310 m	etap projektowy zakończony	b.d.	Stare Bogaczowice, Gostków
Tunel pod Ursynowem	2700 m	projektowy w przetargu	2018	Warszawa
Tunel na Pradze	800 m	konceptyjna	b.d.	Warszawa
Tunel pod Świną	1820 m	projektowy	b.d.	Świnoujście
Tunel w Krynicy	4000 m	konceptyjny	b.d.	Krynica
Metro w Krakowie	17 000 m	konceptyjny	b.d.	Kraków

Można się zatem spodziewać dynamicznego rozwoju tej dziedziny budownictwa?

Natalia Schmidt-Polończyk: Coraz bardziej zatłoczone miasta, zakorkowane ulice, przeciążone trasy przelotowe, a do tego unoszący się w powietrzu smog – to tylko kilka powodów, dla których inwestycje tunelowe są nie tylko potrzebne, ale i niezbędne. Brak wolnej przestrzeni na powierzchni powoduje, że jedynym sposobem rozwiązania wszystkich komunikacyjnych czy szerszej – społecznych i cywilizacyjnych – bolączek jest zejście pod ziemię i tworzenie alternatywnych możliwości dla ruchu samochodowego. Autorzy realizowanego na mocy uchwały Rady Ministrów nr 10/2011 z 25 stycznia 2011 r. wieloletniego *Programu budowy dróg krajowych na lata 2011–2015* za warunek konieczny do spełnienia wymagań Drogowej Transeuropejskiej Sieci Transportowej TEN-T uznali właśnie poprawę infrastruktury tunelowej i budowę kolejnych podziemnych połączeń. Obecnie zarówno w kręgach naukowych, jak

i na poszczególnych szczeblach władzy publicznej toczą się dyskusje na temat nowych tuneli komunikacyjnych. Jedną z najgłośniejszych w ostatnim czasie spraw dotyczy Krakowa i planowanych trzech linii metra. Gotowa jest już koncepcja pierwszej z nich – ok. 20-kilometrowej trasy łączącej Nową Hutę z Bronowicami, której ok. 10-kilometrowy odcinek ma biec pod ziemią. O tym, że miasto potrzebuje tej inwestycji, mo-

gliśmy przekonać się 25 maja br., kiedy to krakowianie w lokalnym referendum opowiedzieli się za budową metra w stolicy Małopolski. Część funduszy na realizację tego celu miałyby pochodzić z nowej perspektywy unijnej 2014–2020. Kolejnym ciekawym projektem jest dwukomorowy tunel w ciągu drogi ekspresowej S7 pomiędzy Lubniem a Rabką Zdrój. Całkowita długość korytarza wydłużonego pod górą Luboń Mały ma



Ryc. 4. Tunel M-30 w Madrycie, archiwum WGiG AGH

Choć nasze osiągnięcia w dziedzinie tunelowania nie są tak imponujące, jak dorobek państw wysoko rozwiniętych pod względem gospodarczym i technologicznym, to jednak inwestycje realizowane oraz te będące dopiero w fazie planowania pozwalają z nadzieją myśleć o przyszłości polskiego budownictwa podziemnego. Możliwości są nieporównywalne z tymi sprzed lat zarówno w zakresie dostępności nowoczesnych technologii, jak i pozyskiwania środków finansowych.

wynosić 2,1 km, a każda z jego komór będzie wyposażona w dwa pasy ruchu o szerokości 3,5 m wraz z opaskami oraz dwupółmetrowy pas postojowy. W planach jest również najdłuższy – jak dotąd – tunel drogowy w Polsce. Projektowany obiekt o długości 2290 km stanowi fragment drogi ekspresowej S3 i przecina pasmo Gór Wałbrzyskich, którego w inny sposób obejść nie można, na wysokości wsi Stare Bogaczowice. Choć nasze osiągnięcia w dziedzinie tunelowania nie są tak imponujące, jak dorobek państw wysoko rozwiniętych pod względem gospodarczym i technologicznym, to jednak inwestycje realizowane oraz te będące dopiero w fazie planowania pozwalają z nadzieją myśleć o przyszłości polskiego

budownictwa podziemnego. Możliwości są nieporównywalne z tymi sprzed lat zarówno w zakresie dostępności nowoczesnych technologii, jak i pozyskiwania środków finansowych. Polska powinna je w stopniu maksymalnym wykorzystać, by móc dążyć do standardów obowiązujących w Europie.

Które z wybudowanych na świecie obiektów tunelowych uznałoby Państwo za projekty przełomowe?

Stanisław Nawrat, Sebastian Napieraj: Oprócz tych wymienionych wcześniej, czyli tunelu pod kanałem La Manche czy podziemnego fragmentu obwodnicy Madrytu, warto tu wspomnieć jeszcze choćby o rekordziste wśród tuneli kolejowych – Seikan Tunnel w Japonii,

który łączy wyspy Honsiu i Hokkaido. W korytarzu długości na 53,85 km, z czego 23,3 km znajduje się pod wodą, kursuje pociąg osobowy poruszający się z prędkością do 300 km/h. Ważnym wydarzeniem w historii światowego tunelowania było także niedawne otwarcie międzykontynentalnego połączenia kolejowego pod Bosforem. Między europejską a azjatycką częścią Stambułu powstał tunel o długości 13,5 km. Pod samą cieśniną biegnie prawie półtorakilometrowy odcinek posadowiony na głębokości 56 m. Dzięki zastosowaniu odpowiednich rozwiązań obiekt jest odporny na trzęsienia ziemi. Według prognoz, z nowego, wygodnego połączenia ułatwiającego przemieszczanie się pomiędzy obiema częściami miasta korzystać będzie ok. 1,5 mln osób dziennie.

Mówiąc o przełomowych przedsięwzięciach w zakresie budownictwa podziemnego, nie sposób pominąć tych, które znajdują się obecnie w fazie realizacji bądź są dopiero opracowywane. Londyński Crossrail, którego tunele są już gotowe w 70%, to największy projekt infrastrukturalny w Europie. Podziemna kolej ma poruszać się po korytarzach o łącznej długości 42 km. Na rok 2017 planowane jest otwarcie Szybkiej Kolei Miejskiej w Kuala Lumpur. Na trasie o długości 51 km, z czego 9,5 km będzie poprowadzona w tunelach, umieszczonych zostanie 31 stacji, w tym siedem podziemnych. W Nepalu realizowana jest właśnie jedna z kluczowych inwestycji komunikacyjnych, czyli budowa trzech

Tab. 4. Najdłuższe tunele na świecie – wybrane przykłady, źródło: <http://en.wikipedia.org>

Nazwa	Funkcja	Długość	Rok	Lokalizacja
Delaware Aqueduct	wodny	137 000 m	1945	Nowy Jork
Päijänne Water Tunnel	wodny	120 000 m	1982	Finlandia
Dahuofang Water Tunnel	wodny	85 320 m	2009	Chiny
Guangzhou Metro: Line 3	metro	60 400 m	2005–2010	Chiny
Beijing Subway: Line 10	metro	57 100 m	2008–2010	Chiny
Seoul Subway: Line 5	metro	47 600 m	1995	Korea Południowa
Laerdal	drogowy	24 510 m	2000	Norwegia
Zhongnanshan	drogowy	18 040 m	2007	Chiny
Jingpingshan	drogowy	17 500 m	2008	Chiny
Seikan Tunnel	kolejowy	53 850 m	1998	Japonia
Channel Tunnel	kolejowy	50 450 m	1994	Wielka Brytania – Francja
Lötschberg Base Tunnel	kolejowy	34 577 m	2007	Szwajcaria

Tab. 5. Najdłuższe, planowane tunele na świecie – wybrane przykłady, źródło: <http://en.wikipedia.org>

Nazwa	Funkcja	Długość	Rok	Lokalizacja
Qinling Tunnel	wodny	98 300 m	b.d.	Chiny
New York City Water Tunnel No. 3	wodny	96 560 m	2020	Stany Zjednoczone
Melamchi Water supply Development Board	wodny	26 000 m	2014	Nepal
L9/L10 Barcelona Metro Tunnel	metro	43 710 m	2016	Hiszpania
Crossrail	metro	42 000 m	2017	Wielka Brytania
Mount Ovit Tunnel	drogowy	14 700 m	2015	Turcja
Ryfast	drogowy	14 300 m	2018	Norwegia
Micangshan Tunnel	drogowy	13 810 m	b.d.	Chiny
Gotthard Base Tunnel	kolejowy	57 000 m	2016	Szwajcaria
Brenner Base Tunnel	kolejowy	55 000 m	2025	Austria – Włochy
Mont d'Ambin Base Tunnel	kolejowy	53 000 m	2023	Francja – Włochy

Tab. 6. Wybrane planowane inwestycje tunelowe na świecie, źródło: <http://en.wikipedia.org>

Nazwa	Funkcja	Długość	Rok	Lokalizacja
Bohai Strait Tunnel	kolejowy	123 000 m	2017–2023	Chiny
Mont d'Ambin Base Tunnel	kolejowy	52 000 m	2020–2023	Francja – Włochy
Line 4 (Athens Metro)	metro	33 000 m	2015 – 2025	Grecja
Rogfast	drogowy	25 000 m	po 2015	Norwegia
Barrandov Tunnel	kolejowy	24 700 m	po 2018	Czechy
Follo Line	kolejowy	19 000 m	2020–2012	Norwegia

tuneli drogowych o łącznej długości 45 km w ciągu autostrady Kathmandu – Kulekhani – Hetauda, które usprawnią łączność pomiędzy tymi miejscowościami. Prace mają potrwać jeszcze do końca grudnia br. W najbliższych latach

planowane jest uruchomienie kilku niezwykle istotnych inwestycji, które – jeśli dojdą do skutku – z pewnością okażą się projektami o przełomowym znaczeniu dla światowego budownictwa podziemnego. W 2015 r. ma się rozpocząć drążenie tu-

nelu pod wzgórzem San Cristóbal oraz rzeką Mapocho w Chile, który będzie częścią mierzącej 9,3 km autostrady Américo Vespucio Oriente w Santiago. Szacuje się, że tylko w ciągu godziny nową drogę pokonywać będzie ok. 3–8 tys. pojazdów. Przed sporym wyzwaniem infrastrukturalnym stoi także Katar. Władze planują budowę Sharq Crossing – obiektu składającego się z trzech mostów i podwodnych tuneli o łącznej długości 12 km. Inwestycja ma być gotowa przed mistrzostwami FIFA World Cup. Stukilometry tunel pod Cieśniną Beringa, wyposażony we wszystkie niezbędne rozwiązania logistyczne, miałby w przyszłości połączyć także Amerykę Północną i Azję. Gdyby to niewątpliwie unikatowe w skali globalnej przedsięwzięcie udało się z sukcesem zrealizować, skorzystać mogłyby nie tylko Stany Zjednoczone i Rosja, zyskując nowe możliwości wymiany surowców naturalnych, ale szansę na rozwój kontaktów handlowych otrzymałyby również inne kraje azjatyckie.

Dziękujemy za rozmowę.

Ważnym wydarzeniem w historii światowego tunelowania było niedawne otwarcie międzykontynentalnego połączenia kolejowego pod Bosforem. Między europejską a azjatycką częścią Stambułu powstał tunel o długości 13,5 km. Pod samą cieśniną biegnie prawie półtorakilometrowy odcinek posadowiony na głębokości 56 m. Dzięki zastosowaniu odpowiednich rozwiązań obiekt jest odporny na trzęsienia ziemi. Według prognoz, z nowego, wygodnego połączenia ułatwiającego przemieszczanie się pomiędzy obiema częściami miasta korzystać będzie ok. 1,5 mln osób dziennie.