

# Wraz z budową autostrad na terenach górskich pojawiły się w Polsce tunele



Z **prof. dr. hab. inż. ANTONIM TAJDUSIEM**, kierownikiem Katedry Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, rektorem tej uczelni w latach 2005–2012, rozmawia **MARIUSZ KARPIŃSKI-RZEPA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

## Jak Pan ocenia tempo rozwoju budownictwa tunelowego w Polsce?

Ta gałąź budownictwa rozwija się bardzo intensywnie. Rozpoczęła się budowa autostrad na terenach górskich, w związku z czym pojawiają się tunele. Zaczęto drążenie dwóch tuneli o długości 2058 m każdy pomiędzy Naprawą a Skomielną Białą, na nowo budowanej drodze S7 prowadzącej z Krakowa w kierunku Zakopanego. Na odcinku S19 Rzeszów – Bar-

winek mają zostać wybudowane cztery tunele. Na S3 w okolicy Legnicy powstaną dwa. Mówi się także o budowie dwóch tuneli w okolicy Żywca. Moim zdaniem tunele powinny powstać także w rejonie Krynicy-Zdroju, ponieważ obecnie cały ruch odbywa się przez centrum miasta. Wyprowadzenie ruchu z centrum w mojej opinii nie jest możliwe bez budowy co najmniej dwóch, o ile nie trzech tuneli. Jadąc od strony Nowego Sącza, pierwszy tunel miałby rozpoczynać się przed wyjazdem na wzniesienie Krzyżówka, a wylot z tunelu byłby w Słotwinach – liczyłby ok. 4 km długości. Następny tunel, o długości ok. 2,7 km, biegłby ze Słotwin, a wylot byłby u podnóża góry Jaworzyna. Opcjonalnie trzeci tunel rozpoczynałby się u podnóża Jaworzyny i wylot miałby w okolicy miejscowości Jastrzębik.

W ostatnich latach wykonano również wstępne studium budowy tunelu w Jordanowie w ciągu drogi krajowej nr 28, przebiegającej przez centrum miasta. Wraca także pomysł budowy połączenia kolejowego z podkrakowskiego Podłęża do Tymbarku i Mszany Dolnej. Z uwagi na uwarunkowania geograficzne w ramach tego przedsięwzięcia z pewnością powstaną kilka tuneli. Wstępne studium szacuje wybudowanie na trasie kolejowej Kraków – Piekiełko ok. 9–11 tuneli. Wiadać więc, że budownictwo tunelowe się rozwija. Do tej pory odnosiłem wrażenie, że inżynierowie, budowniczowie dróg niejako bali się tuneli. Objawiało się to w ten sposób, że wszędzie, gdzie tylko było to możliwe, budowano coś zamiast tunelu, np. estakadę czy też prowadzono drogę prawie po szczycie góry, zamiast wchodzić w jej środek. Sądzę, że takie działania wynikało z kilku powodów. Jedną z przyczyn był brak edukacji na poziomie akademickim w zakresie budowania tuneli podziemnych metodą inną niż odkrywkowa. Mechanika skał była traktowana, mówiąc kolokwialnie, po macoszemu. To jest oczywiście moje zdanie. Na świecie buduje się rocznie setki kilometrów tu-

neli drogowych i kolejowych, ponieważ to się zwyczajnie opłaca. Nadszedł czas, aby w Polsce na znacznie większą skalę rozwinęło się budownictwo tunelowe, zwłaszcza na terenach górskich.

## Z czego wynika taka dysproporcja w liczbie budowanych tuneli na świecie i w Polsce?

Na świecie ten obszar nauki bardzo intensywnie się rozwijał i rozwija. W 2000 r. byłem na konferencji w australijskim Melbourne, gdzie wygłoszono ponad 2 tys. referatów dotyczących zagadnień, które wymagały znajomości mechaniki skał. W Polsce natomiast koncentrowano się na mechanice gruntu, co wynikało z wielu przyczyn, m.in. wykonywania większości budowli właśnie w gruntach. Powodami, dla których budownictwo tunelowe nie było popularne, był także brak specjalistów od projektowania i budowy tuneli, niechęć inwestorów wynikająca z wysokich kosztów czy też brak dobrych przepisów dotyczących np. wymiarów tuneli.

## Na AGH mechanika skał ma dość długą historię.

Na AGH zajmujemy się zagadnieniami związanymi z mechaniką skał od ponad 70 lat. Te zagadnienia to przede wszystkim: wykonywanie wyrobisk o przekrojach od małych, rzędu 15 m<sup>2</sup>, do bardzo dużych, rzędu 140 m<sup>2</sup>, w różnych typach

*Nadszedł czas, aby w Polsce budownictwo tunelowe rozwinęło się na znacznie większą skalę.*

obudów, deformacje powierzchni terenu i górotworu spowodowane eksploatacją górnictwem, tąpnięcia i wstrząsy, osuwiska o ogromnych rozmiarach zachodzące zarówno w gruntach, jak również w skałach, ratowanie podziemi miast zabytkowych (zabezpieczyliśmy podziemia 27 polskich miast w Polsce) itp. Z tego powodu dobrze poznaliśmy mechanikę skał i mamy udział w intensywnym rozwijaniu jej podstaw. Ponad 20 lat temu otwarliśmy kierunek budownictwo, który początkowo opierał się na dwóch głównych obszarach – były to fundamenty i związana z tym szeroko pojęta geotechnika oraz budownictwo tunelowe, głównie podziemne, wykonywane w skałach. W miarę upływu czasu powstawały nowe specjalności. Jako uczelnia mamy więc duże doświadczenie w dziedzinie budownictwa tunelowego, a nasi pracownicy biorą udział w wielu projektach tego typu.

#### **Gdzie i w jaki sposób zdobywano to doświadczenie?**

Doświadczenie nabywaliśmy przede wszystkim przy budowie kopalń, w których wykonuje się różnego rodzaju wyrobiska. Nie tylko przy samej budowie, kiedy powstają ogromne szyby o średnicach rzędu 10–12 m, ale także podczas jej eksploatacji, gdy wykonuje się na dużych głębokościach przekopy o szerokościach 6–8 m, komory itd. Rocznie w polskich kopalniach wykonuje się ok. 200 km wyrobisk. Całe to budownictwo górnicze stanowiło dla nas bazę doświadczenia. Używane w nim obudowy znajdują zastosowanie także w budownictwie tunelowym. Np. w kopalniach miedzi co roku instaluje się ponad 2 mln kotew. Mieliśmy zatem gdzie zdobywać doświadczenie. Dzięki temu specjalizujemy się w zakresie szeroko rozumianego budownictwa podziemnego, w tym właśnie tunelowego.

#### **Jednak nie było to typowe budownictwo tunelowe?**

Problem polegał na tym, że ze względu na fakt, że w Polsce budowało się mało tuneli – proszę zwrócić uwagę, że większość tuneli zbudowano przed wojną i były to głównie tunele kolejowe o niewielkich przekrojach – nie mieliśmy doświadczenia w zakresie typowego budownictwa tunelowego. Dopiero w ostatnich latach sytuacja zaczęła się powoli zmieniać. Najpierw polskie firmy górnicze zaczęły drążyć tunele w Turcji, Niemczech, Hiszpanii, a następnie zaczęto budować tunele



S7 Lubień – Rabka-Zdrój, fot. NBI Media

w Polsce, m.in. przy elektrowni szczytowo-pompowej w Porąbce-Żar, w Świnnej Porębie, w Lalikach, I i II linię metra w Warszawie, tunel pod Martwą Wisłą.

Na uczelniach temat budowy tuneli podziemnych, choć podejmowano, to jednak w sposób bardzo ograniczony. Mechanika skał, o której mówiłem, *nomen omen*, nie mogła się przebić. Była nakierowana na zagadnienia typowo górnicze, związane z tym przemysłem. Z czasem sytuacja zaczęła się zmieniać i od kilkunastu lat bierzemy udział w budowie tuneli zagranicą i w Polsce.

#### **W jaki sposób drąży się tunele podziemne?**

Są trzy metody. W pierwszej grupie, już w zasadzie zanikającej, znajdują się metody górnicze: metoda belgijska, włoska, angielska, niemiecka – z reguły bardzo żmudne, drogie i wymagające dużego nakładu pracy. Druga grupa to drążenie tuneli podziemnych z wykorzystaniem techniki górniczej. Są to metody, gdzie stosuje się już obudowę wstępną, która zrewolucjonizowała cały sposób drążenia, ponieważ w metodach górniczych stosowano obudowy tymczasowe. W tej grupie wyróżnia się nową austriacką metodę budowy tuneli i norweską metodę budowy tuneli. Trzecia metoda polega na wykorzystaniu do drążenia różnych odmian maszyn – pełnoprzekrojowych, tarczowych i wierzących TBM, TBMS. Jest ona najbliższa klasycznemu budownictwu w zakresie poziomu bezpieczeństwa podczas budowy tunelu. Natomiast pierwsze dwie grupy metod powinny, w mojej ocenie, bezwzględnie podlegać regulacjom Prawa górniczego.

#### **Czy któraś z tych metod stosowana jest najczęściej?**

W rejonie Lubonia Małego drążone są dwa tunele o średnicy niemal 18 m każdy we fliszu karpackim. Z powodu budowy geologicznej warunki są niekorzystne dla drążenia metodą z wykorzystaniem maszyn TBM. Górotwór fliszowy jest uwarstwiony, spękany, zaś TBM lepiej sobie radzą w materiale jednolitym lub gruntowym, gdzie opory urabiania nie są aż tak duże. Przy drążeniu tuneli wykorzystuje się zasady nowej austriackiej metody budowy tuneli (NATM) połączone z metodą obserwacyjną, której przesłanie brzmi: „Ucz się wraz z postępem drążenia”. Aby stosować tę metodę, należy ustalić dopuszczalne wartości przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w obudowie wstępnej i ostatecznej. Podczas drążenia należy tak dobierać obudowę, by nie przekroczyć wartości dopuszczalnych. Metoda obserwacyjna w ostatnich kilkunastu latach była rozwijana przez Hoeka, Cherna, Lunardię i Kovarięgo. Ponad 10 lat temu Lunardi opracował metodę obserwacyjną, którą nazwał A.DE.CO.-R.S (metodę kontroli przemieszczeń i odkształceń w skałach i gruncie), i właśnie tę metodę wykorzystuje się przy drążeniu tuneli w Lubieniu.

W Polsce najczęściej stosowana jest właśnie metoda drążenia tuneli wykorzystująca techniki górnicze NATM połączona z metodą obserwacyjną. Tak powstał tunel w Lalikach, tak będą budowane cztery tunele z Rzeszowa do granicy. Idealnie byłoby, gdyby inżynierowie odpowiedzialni za takie inwestycje posiadali wiedzę zarówno w zakresie budownictwa podziemnego,



Prace przy drążeniu tunelu od strony portalu północnego w Naprawie, fot. NBI Media

jak i budownictwa górniczego. Na AGH staramy się tego studentów nauczyć. Z uwagi na specyfikę prac budowlanych związanych z drążeniem tuneli być może warto by pomyśleć o nadawaniu osobom je wykonującym odpowiednich uprawnień. Wszystko to oczywiście w trosce o bezpieczeństwo podczas budowy tuneli.

#### **Jak wygląda kwestia nadzoru nad tunełami, czy obowiązuje tu Prawo górnicze?**

Kwestie bezpieczeństwa są bardzo dobrze rozwiązane w górnictwie, gdzie pieczę nad tym obszarem działalności sprawuje Wyższy Urząd Górniczy. Wiele tuneli na świecie było drążonych przez polskich specjalistów, którzy wywodzili się z górnictwa, gdzie zdobywali doświadczenie. Dzisiaj, gdyby zdarzyła się katastrofa podczas budowy tunelu, to jedyną, moim zdaniem, wyspecjalizowaną jednostką, która wie, jak w takiej sytuacji się zachować z racji ponad stuletniego doświadczenia, jest Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego SA w Bytomiu – kadra CSRG to wyspecjalizowani w tym zakresie fachowcy. Dlatego tunele podziemne powinno się wykonywać na podstawie Prawa górniczego. Miałoby to uzasadnienie także z powodu kwestii własności gruntów w sytuacji ewentualnych odszkodowań. Obecnie część tuneli

jest w ten sposób budowanych, np. metro warszawskie. Są one wówczas wyłączone spod nadzoru budowlanego na czas budowy. Później są włączane w ciąg drogi i podlegają przepisom Prawa budowlanego.

#### **Widoczny wzrost zainteresowania budownictwem tunelowym będzie szansą dla firm budowlanych?**

W tej chwili w Polsce budowę tuneli powierza się firmom zagranicznym. Mają one większe doświadczenie w drążeniu tuneli, a co za tym idzie, odpowiedni sprzęt i wykształconą kadrę. Polskie firmy raczej nie wygrywają przetargów, których przedmiotem jest budowa tuneli, z kilku powodów. Po pierwsze, wynika to z konstrukcji przetargów, które moim zdaniem eliminują podmioty z mniejszym doświadczeniem. Drugą kwestią jest posiadanie przez firmę wykonawczą odpowiedniego zaplecza finansowego na zrealizowanie inwestycji. Po trzecie, firmy zagraniczne korzystają zwykle z usług biur projektowych, z którymi współpracują przy realizacji tuneli. O ile jeszcze są w Polsce przedsiębiorstwa mogące się podjąć samego drążenia, o tyle nie ma, przynajmniej obecnie, biur projektowych specjalizujących się w tego rodzaju budowlach. Szkoda, że nie możemy własnym sumptem zrealizować całego procesu budowy tunelu, od rozpoznania terenu po wydrążenie. My Polacy wcale nie jesteśmy gorsi. Brakuje nam tylko odpowiedniego zaplecza. A są to o tyle istotne sprawy, że każdy etap budowy to realne pieniądze, które mogłyby zarobić polskie podmioty, np. realizując przedsięwzięcie w formule zaprojektuj i zbuduj.

#### **Co może się okazać największym problemem podczas drążenia tunelu?**

Odpowiem na przykładzie tuneli w rejonie Lubonia Małego. Jeden tunel ma

2100 m. Przed drążeniem na podstawie rozpoznania (tylko 14 otworów) trasę tunelu podzielono na szereg odcinków o różnej jakości masywu skalnego (od średniego do bardzo słabego). Dla każdego odcinka dobrano odpowiedni rodzaj obudowy wstępnej i ostatecznej. Podczas drążenia wraz z postępem sprawdzamy, z jakim rodzajem masywu skalnego mamy do czynienia. Jeżeli okaże się, że zmienia się jakość masywu skalnego (czasami na niedużym odcinku), musimy zmienić rodzaj obudowy wstępnej i ostatecznej. Przejście z jednego rodzaju obudowy na inny jest zwykle bardzo skomplikowane i może wiązać się z zatrzymaniem robót na jakiś czas, wzrostem kosztów wykonania. Flisz karpacki, w którym drążone są tunele, nie jest wdzięcznym masywem. Jego budowa i własności są ciągle słabo rozpoznane, a często zmieniają się na małych odcinkach. W Luboniu drążenie rozpoczęto od strony Krakowa, gdzie natrafiono na początku na bardzo dobry materiał skalny – przeważały piaskowce. W miarę posuwania się prac będzie malał udział piaskowców na rzecz łupków. Według mojej analizy, im dalej na południe, tym będzie ich więcej i co się z tym wiąże, drążenie będzie coraz trudniejsze.

#### **Na koniec chciałbym zapytać o wznowienie książki *Geomechanika w budownictwie podziemnym. Projektowanie i budowa tuneli*, której jest Pan głównym autorem. Kiedy ukaże się publikacja i jakich zmian w stosunku do pierwszego wydania można się spodziewać?**

Książka powinna się ukazać w połowie 2018 r. Umieścimy w niej nowe treści, które będą stanowiły ok. 30% zawartości podręcznika. Wiąże się to z tym, że pojawiło się wiele nowych materiałów i rozwiązań w budownictwie podziemnym, które zresztą bardzo szybko się rozwija, tak jak mechanika skał, o czym wcześniej wspominałem. Trzeba więc było uzupełnić wiedzę w tym zakresie. Kolejną kwestią jest fakt, że pierwsze wydanie książki powstało ponad 10 lat temu. Opisałem w niej 10 najdłuższych na tamten czas tuneli na świecie. Jakież było moje zdziwienie, kiedy postanowiłem zrewidować stan ówczesny z teraźniejszością. Okazało się, że tylko cztery obiekty mogą nadal widnieć na liście najdłuższych tuneli świata, ponieważ w ostatniej dekadzie zdążyło powstać sześć dłuższych. Czyż to nie jest najlepszy dowód na to, jak dynamicznie rozwija się ta gałąź budownictwa podziemnego?

**Dziękuję za rozmowę.**



*Mamy wszelkie predyspozycje, by realizować budowę tuneli kompleksowo.*