

Kazimierz Flaga, Karol Ryz**

**OBSZARY AKTYWNOŚCI DYDAKTYCZNEJ
KATEDRY BUDOWY MOSTÓW I TUNELI
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
W ZAKRESIE KOMUNIKACYJNYCH BUDOWLI PODZIEMNYCH**

1. Wstęp

Politechnika Krakowska została utworzona po II wojnie światowej najpierw jako Wydziały Politechniczne Akademii Górniczej. Status taki miała w latach 1945–1954, począwszy od dekretu z mocą ustawy Rady Ministrów z dnia 03.02.1947 r., z mocą obowiązującą wstecz od 01.04.1945 r., aż do dnia 07.07.1954 r., gdy Rada Ministrów podjęła uchwałę o przekształceniu dotychczasowych Wydziałów Politechnicznych Akademii Górniczo-Hutniczej w samodzielną Politechnikę Krakowską, składającą się z 4 Wydziałów: Architektury, Budownictwa Lądowego, Budownictwa Wodnego i Mechanicznego.

W pierwszym okresie istnienia, w latach 1945–1954, na Wydziale Inżynierii Lądowej i Wodnej istniało 16 katedr, wśród nich Katedra Budowy Mostów. W dniu 31.07.1953 r. wydział ten został rozdzielony na 2 wydziały: Budownictwa Lądowego i Budownictwa Wodnego. W nowej strukturze organizacyjnej na Wydziale Budownictwa Lądowego istniało wówczas 10 katedr, wśród nich Katedra Budowy Mostów.

Po utworzeniu samodzielnej Politechniki Krakowskiej, w latach 1954–1970, wśród 11 katedr mamy dalej Katedrę Budowy Mostów, kierowaną nieprzerwanie od początku jej istnienia przez prof. dra inż. Stanisława Andruszewicza.

Od 01.10.1970 r. Politechnika Krakowska rozpoczęła pracę w ramach nowej struktury organizacyjnej na wydziałach. Na Wydziale Budownictwa Lądowego utworzono 4 instytuty, wśród nich Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej, w składzie którego znalazł się Zakład Budowy Mostów i Tuneli, w miejsce dawnej Katedry Budowy Mostów. W ten sposób podkreślone zostało znaczenie budowy tuneli w procesie dydaktycznym i naukowo-badawczym zreorganizowanej jednostki. Dla podkreślenia wagi problemów, którymi zaj-

* Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska, Kraków

mował się ten zakład, od 01.09.1972 r. zmieniono nazwę instytutu na Instytut Dróg, Kolei i Mostów. Zakład Budowy Mostów i Tuneli funkcjonował w ramach tego instytutu do 31.10.1982 r. pod kierownictwem kolejno prof. dra hab. inż. Stanisława Andruszewicza (do 30.09.1973 r.), prof. dra hab. inż. Juliusza Koreleskiego (do 30.09.1979 r.) i doc. dra hab. inż. Kazimierza Flagi (od 01.10.1972 r. do dziś). W tym czasie w roku 1987 Wydział Budownictwa Lądowego został przekształcony w Wydział Inżynierii Lądowej.

Zakład Budowy Mostów i Tuneli został decyzją władz uczelni w dniu 01.11.1982 r. przeniesiony do Instytutu Materiałów i Konstrukcji Budowlanych; od 01.02.1993 r. został on przekształcony w Katedrę Budowy Mostów i Tuneli, funkcjonującą w tym układzie do dziś.

Z zestawień powyższych wynika, że od 37 lat na Politechnice Krakowskiej funkcjonuje najpierw Zakład, a później Katedra Budowy Mostów i Tuneli, która para się w procesie dydaktycznym — oprócz budowy mostów — również problematyką budowy tuneli i innych podziemnych obiektów komunikacyjnych (przejścia podziemne, tunele metra, garaże itp.). Problematyka ta była i jest szczególnie rozwijana na specjalizacjach i specjalnościach konstrukcyjnych i komunikacyjnych dawnego Wydziału Budownictwa Lądowego (WBL), a obecnie Wydziału Inżynierii Lądowej (WIL). Od dnia 01.10.1997 r. funkcjonuje na tym wydziale oddzielna specjalność: Mosty i Budowle Podziemne (MiBP) obok głównej specjalności: Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie (KBI). Studenci obu tych specjalności wykazują duże zainteresowanie problematyką komunikacyjnych budowli podziemnych.

2. Rodzaje zajęć dydaktycznych związanych z komunikacyjnym budownictwem podziemnym na poszczególnych specjalnościach

Struktura zajęć dydaktycznych prowadzonych na Wydziale Inżynierii Lądowej w zakresie komunikacyjnego budownictwa podziemnego dostosowana jest do specjalności, w obrębie której ta problematyka jest przewidziana programem studiów. Przyjęto zasadę, że każdy absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej powinien zetknąć się z podstawami budownictwa podziemnego w obszarze komunikacyjnym. Zakres zredukowanej problematyki towarzyszy zawsze kursowym wykładom dotyczącym obiektów mostowych. Zakres pełny zagadnień komunikacyjnego budownictwa podziemnego prezentowany jest dla studentów specjalności Mosty i Budowle Podziemne w ramach odrębnego wykładu. Studenci tej specjalności uczestniczą również w zajęciach projektowych, przygotowujących ich do czynnego działania w omawianym obszarze. Studenci pozostałych specjalności, w miarę potrzeb i zainteresowania, mogą poszerzać wiedzę, uczestnicząc w stosownych wykładach w ramach przedmiotów wybieralnych.

Poniżej przedstawiono specyfikację zajęć na poszczególnych specjalnościach w obrębie studiów dziennych. Podkreślić należy, że tematyka budownictwa podziemnego przedstawiana jest również na specjalnościach w ramach studiów zaocznych.

- Wykłady kursowe — nazwy przedmiotów według programu studiów oraz przynależna specjalność:
 - Konstrukcje mostowe — Budownictwo Ogólne, studia inżynierskie,
 - Mosty — Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie, studia magisterskie,
 - Mosty — Technologia i Organizacja Budownictwa, studia magisterskie,
 - Budownictwo Inżynierskie — Budownictwo Ogólne, studia inżynierskie,
 - Mosty i Budowle Podziemne — Drogi Kolejowe, studia magisterskie,
 - Mosty i Budowle Podziemne — Drogi, Ulice i Autostrady, studia magisterskie,
 - Mosty — Teoria Konstrukcji, studia magisterskie,
 - Tunele — Mosty i Budowle Podziemne, studia magisterskie,
 - Wybrane problemy mostownictwa — Mechanika Komputerowa, studia magisterskie,
 - Konstrukcje Mostowe — Zarządzanie i Marketing, studia magisterskie,
 - Seminarium dyplomowe — Mosty i Budowle Podziemne, studia magisterskie.
- Wykłady z przedmiotów wybieralnych, nazwy przedmiotów według programu studiów oraz przynależna specjalność:
 - Tunele i budowle podziemne — Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie, studia magisterskie (prowadzone systematycznie od kilku lat),
 - Tunele i budowle podziemne — Mosty i Budowle Podziemne, studia magisterskie (uzupełniająco, co kilka lat).
- Ćwiczenia projektowe — nazwy przedmiotów według programu studiów oraz przynależna specjalność:
 - Projekt podziemnego przejścia dla pieszych — Mosty i Budowle Podziemne, studia magisterskie.
- Seminaria dyplomowe — przynależna specjalność:
 - Mosty i Budowle Podziemne, studia magisterskie.

3. Podstawowa problematyka wykładów

Zasadnicza problematyka wykładów z zakresu komunikacyjnego budownictwa podziemnego związana jest przede wszystkim z zagadnieniami kształtowania geometrycznego, komunikacyjnego, konstrukcyjnego oraz z technologiami budowy podstawowych typów obiektów. Mniejszy nacisk kładziony jest na mechanikę górotworu i zagadnienia o charakterze typowo górniczym.

Poniżej przedstawiono wiodącą problematykę wykładów, która, w nawiązaniu do bieżących potrzeb rynku polskiego, jest poszerzana lub modyfikowana w poszczególnych obszarach.

- Specyfikacja obiektów budownictwa podziemnego stanowiących główny przedmiot zainteresowania:
 - tunele dla pojazdów samochodowych,

- tunele dla pojazdów szynowych (kolej, metro, tramwaj),
 - przejścia podziemne dla pieszych,
 - garaże i parkingi.
- Kształtowanie geometryczne obiektów liniowych, powierzchniowych i kubaturowych,
 - Projektowanie komunikacyjne,
 - Układy konstrukcyjne i ich analiza statyczno-wytrzymałościowa w warunkach interakcji z ośrodkiem gruntowym,
 - Obciążenia budowli podziemnych płytkich i głębokich,
 - Technologie budowy:
 - odkrywkowe
 - wykopy szeroko- i wąskoprzestrzenne,
 - półodkrywkowe
 - metoda mediolańska i stropowa (w różnych wariantach),
 - drażeniowe
 - metody górnicze,
 - metody tarczowe,
 - metoda NATM,
 - specjalne
 - przecisk, zatapianie,
 - metoda kesonowa,
 - Odwodnienie wykopów i wyrobisk,
 - Wyposażenie obiektów,
 - Bezpieczeństwo przeciwpożarowe,
 - Utrzymanie i remonty (wzmacnianie).

W chwili obecnej szczególny nacisk w tematyce wykładów ukierunkowany jest na technologię budowy obiektów płytkich obejmującą:

- technikę ścian berlińskich,
- technikę ścian szczelinowych,
- technikę ścian palisadowych,
- technikę ścian szczelnych (stalowych),
- technikę stropową (*top & down*),
- technikę *jet grouting*,
- technikę kotwi gruntowych.

Wszystkie wymienione technologie i techniki są powszechnie wykorzystywane obecnie w Polsce na wielu budowach, we wszystkich działach budownictwa.

4. Prace dyplomowe

Istotnym obszarem aktywności dydaktycznej w obrębie komunikacyjnego budownictwa podziemnego są prace dyplomowe realizowane systematycznie od wielu lat w Katedrze Budowy Mostów i Tuneli. Podejmują je głównie studenci wiążący swą przyszłość zawodową z tym obszarem inżynierii lądowej. W ostatnim czasie daje się zaobserwować znaczne zainteresowanie tą problematyką, co jest dość zrozumiałe w kontekście żywiołowo postępujących zmian w tej dziedzinie budownictwa w Polsce.

Realizowane prace mają najczęściej charakter projektowo-koncepcyjny, uzupełniony o część studialną, pokazującą osiągnięcia i dorobek w przedmiotowym zakresie w Polsce i za granicą. Część prac dotyczy zagadnień analityczno-teoretycznych związanych na przykład z optymalizacją doboru technologii stosowanych w budownictwie podziemnym. Podkreślić należy, że w wykonywanych pracach dyplomowych wykorzystywana jest najnowocześniejsza technika obliczeniowa, pozwalająca analizować obiekty budownictwa podziemnego w warunkach interakcji z ośrodkiem gruntowym lub górotworem.

Najczęściej podejmowana tematyka prac dyplomowych dotyczy:

- podziemnych garaży i parkingów realizowanych w różnych technologiach (odkrywkowo, półodkrywkowo, techniką stropową — *top & down*, mieszanych),
- przejść podziemnych dla pieszych,
- tuneli płytkich, zarówno drogowych, jak i dla pojazdów szynowych,
- zagadnień interakcji budowli z ośrodkiem gruntowym.

Najpopularniejsza jest w chwili obecnej tematyka związana z podziemnymi garażami i parkingami, zarówno samodzielnymi, jak i związanymi z naziemnymi obiektami kubaturowymi, która wychodzi naprzeciw szybko rosnącym potrzebom w tym zakresie w Polsce.

5. Wycieczki dydaktyczne na budowy komunikacyjnych budowli podziemnych oraz na obiekty zrealizowane

Integralną częścią procesu dydaktycznego w obszarze budownictwa podziemnego, realizowanego w Katedrze Budowy Mostów i Tuneli, jest zapewnienie studentom, zwłaszcza ze specjalności Mosty i Budowle Podziemne, stałego kontaktu z obiektami budowanymi, remontowanymi, wzmocnianymi lub już wykonanymi. Kontakt ten umożliwiają zorganizowane wycieczki dydaktyczne na budowy oraz praktyki wakacyjne w przedsiębiorstwach wykonawczych.

Poniżej zestawiono kilka przykładów większych budów, których realizację obserwowali, niekiedy systematycznie, studenci edukowani w Katedrze Budowy Mostów i Tuneli Politechniki Krakowskiej:

- budowa tunelu tramwajowego dla potrzeb szybkiego tramwaju w Krakowie, w obrębie Krakowskiego Centrum Komunikacyjnego,

- budowa tunelu drogowego W-Z w obrębie KCK w Krakowie,
- budowa podziemnych garaży pod apartamentowcami przy ul. Warszawskiej w Krakowie,
- budowa tunelu drogowego w ciągu Drogowej Trasy Średnicowej w Katowicach (rondo obok Spodka),
- budowa tunelu Gotthard w ciągu tranzytowej linii kolejowej w Szwajcarii (wyprawa naukowo-dydaktyczna),
- przebudowa ronda Mogińskiego w Krakowie.

Wyżej wymienione wycieczki organizowane były między innymi w ramach działalności Koła Naukowego Konstrukcji Mostowych. Ta forma aktywności dydaktycznej cieszy się dużym zainteresowaniem wśród studentów, zwłaszcza na ostatnich dwóch latach studiów.

6. Konferencje o charakterze naukowo-techniczno-dydaktycznym

Istotnym uzupełnieniem procesu dydaktycznego są organizowane okresowo konferencje, które oprócz aspektów naukowo-technicznych spełniają również ważną funkcję dydaktyczną. Katedra Budowy Mostów i Tuneli przywiązuje dużą wagę do współuczestnictwa studentów, zwłaszcza specjalności Mosty i Budowle Podziemne oraz dyplomantów z innych specjalności, w obradach konferencyjnych, uważając, że jest to ważny element procesu kształtowania przyszłej sylwetki inżyniera — specjalisty w dziedzinie inżynierii lądowej.

Kilka lat temu wykazano w tym obszarze znaczną aktywność, organizując cykl spotkań w ramach Międzynarodowego Sympozjum Planowanie, Projektowanie i Realizacja Komunikacyjnych Budowli Podziemnych (Kraków 13.03, 10.04, 8.05. 2002 r.). W obradach udział wzięło liczne grono studentów, objawiając później zadowolenie z tej formy uczestnictwa w procesie kształcenia.

7. Uwagi dotyczące profilowania problematyki dydaktycznej na aktualne potrzeby rynku inwestycyjnego w zakresie komunikacyjnego budownictwa podziemnego

Podstawowy profil tematyczny działalności dydaktycznej Katedry Budowy Mostów i Tuneli omówiono w 3 części artykułu publikacji. W zależności od bieżących potrzeb rynku inwestycyjnego oraz reagując na zgłaszane przez studentów zapotrzebowanie, w sposób elastyczny rozszerzane są wybrane obszary tematyczne lub dołączane są nowe zagadnienia, zwłaszcza konstrukcyjno-technologiczne.

Jedną z cech dużego przyspieszenia we wszystkich działach budownictwa w Polsce, jakie obserwujemy w ostatnich latach, jest stosowanie na szeroką skalę nowoczesnych rozwiązań i technologii charakterystycznych dla budownictwa podziemnego. Stan taki wy-

musza pilna potrzeba budowy nowych dróg i autostrad, nowoczesnych węzłów komunikacyjnych, nowych linii kolejowych, metra i tramwajowych, wykorzystywania przestrzeni podziemnych na cele postojowe samochodów.

W odpowiedzi na bieżące wyzwania Katedra Budowy Mostów i Tuneli w działalności dydaktycznej kładzie szczególny nacisk na zagadnienia:

- obiektów płytkich (tunele drogowe, kolejowe, tramwajowe, metra, przejścia podziemne);
- podziemnych garaży i parkingów (wolnostojących i pod obiektami kubaturowymi);
- nowoczesnych technologii w budownictwie podziemnym (ściany szczelinowe, metoda mediolańska, metoda *top & down*, przecisk hydrauliczny, metoda *pipe roofing*, metoda *jet grouting* itd.

8. Wykorzystanie zasobów internetowych w procesie dydaktycznym

Przeglądanie zasobów internetowych wskazuje na wielkie bogactwo informacyjne zawarte na stronach uniwersyteckich, instytutów naukowych, laboratoriów badawczych oraz firm wykonawczych i projektowych. Dorobek polski w tym zakresie jest jeszcze stosunkowo skromny. Aktywność w tym obszarze wymaga dużych nakładów finansowych.

Z punktu widzenia wiedzy o nowych technologiach w budownictwie podziemnym oraz o nowych zrealizowanych obiektach najwięcej informacji zawierają strony dużych firm wykonawczych. Te miejsca wskazywane są studentom przy opracowywaniu części studialnych ich prac dyplomowych.

Niektóre zagraniczne instytuty naukowe oraz uniwersyteckie zrealizowały już bardzo ciekawe i wartościowe programy dydaktyczne, związane z projektowaniem obiektów budownictwa podziemnego. Do ich wykorzystania niezbędna jest znajomość przede wszystkim technicznego języka angielskiego. W ostatnim czasie wielu studentów zrozumiało taką potrzebę również z innych, oczywistych względów, przystępując do intensywnej nauki.

W procesie nauczania technologii budowy obiektów budownictwa podziemnego dużą rolę odgrywają animacje i filmy tworzone przy realizacji dużych obiektów, np. tuneli (Gotthard). Wirtualna lub rzeczywista wizualizacja czynności i procesów technologicznych wykorzystywanych przy realizacji obiektów jest doskonałą formą ich poznania i zrozumienia. Materiały te wykorzystywane są uzupełniająco w odniesieniu do prowadzonych wykładów i przy opracowywaniu prac dyplomowych.

9. Skrypty i wydawnictwa dydaktyczne (podręczniki)

Na polskim rynku wydawniczym obserwuje się duży niedobór nowoczesnych wydawnictw z zakresu komunikacyjnego budownictwa podziemnego. Każdy wysiłek podejmowany w tym kierunku jest cenny dla studentów, nauczycieli akademickich, naukowców i inżynierów.

Współpraca profesora Furtaka z doktorem Kędrackim zaowocowała ostatnio opublikowaniem przez Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej (Kraków 2005) podręcznika dla studentów wyższych szkół technicznych pt. *Podstawy budowy tuneli*.

W dalszym ciągu odczuwa się duży brak pomocy dydaktycznych do prowadzenia zajęć z zakresu projektowania różnych typów obiektów budownictwa podziemnego.

10. Podsumowanie

Przedstawione skrótowo w referacie działania i przedsięwzięcia wskazują na dużą aktywność dydaktyczną Katedry Budowy Mostów i Tuneli w dziedzinie komunikacyjnego budownictwa podziemnego. Jak pokazano, aktywność ta przejawia się w różnych obszarach, zmierzając do doskonalenia procesu kształcenia oraz nadążania za szybkim rozwojem tej dyscypliny.

Prowadzone w Katedrze wykłady, zajęcia projektowe oraz seminaria pod względem merytorycznym w dużej mierze uwzględniają potrzeby szybko rozwijającego się w Polsce rynku inwestycyjnego w obszarze komunikacyjnego budownictwa podziemnego. W wykładach i seminariach eksponowane są najnowsze osiągnięcia realizacyjne w Polsce i na świecie. Duży nacisk kładziony jest na poznanie nowoczesnych technologii stosowanych we współczesnym budownictwie podziemnym.

Wykonywane w Katedrze prace dyplomowe o charakterze projektowym wykorzystują nowoczesne, bardzo zaawansowane narzędzia obliczeniowe (np. program *Z_Soil*), pozwalające uwzględniać w procesie projektowania wielostadiowość stosowanych technologii budowy oraz interaktywny charakter współpracy budowli z ośrodkiem gruntowym lub górotworem.

W realizowanych procesach dydaktycznych podkreśla się potrzebę ustawicznego kształcenia, gdyż obserwacja tego działu budownictwa wskazuje na jego stały, szybki rozwój.

Dobre wyniki działań dydaktycznych Katedry w obszarze komunikacyjnego budownictwa podziemnego najlepiej widać po osiągnięciach naszych absolwentów, którzy z powodzeniem sprawdzają się zarówno w firmach polskich, jak i na rynkach zagranicznych, uczestnicząc nierzadko w wielkich inwestycjach.