

# Rola badań i innowacji w rozwoju polskiego mostownictwa

– CZ. II

**W numerze 1/2015 zapoczątkowaliśmy dyskusję nt. poziomu innowacyjności i roli badań w polskim mostownictwie. O opinie na ten temat zapytaliśmy specjalistów i ekspertów z branży i udzieliliśmy głosu zarówno przedstawicielom nauki – prof. Tomaszowi Siwowskiemu z Zakładu Dróg i Mostów Politechniki Rzeszowskiej oraz prof. Wojciechowi Radomskiemu z Politechniki Łódzkiej i Politechniki Warszawskiej – jak i przedstawicielowi biznesu – kierownikowi Działu Badań i Rozwoju firmy Mostostal Warszawa SA Juliuszowi Żachowi. Zapraszamy do lektury drugiej części dyskusji.**



**Janusz Szelka**

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki we Wrocławiu, Uniwersytet Zielonogórski

O zastosowaniu innowacyjnych technologii w budowie mostów stałych wypowiedzieli się już wcześniej w „Mostach” profesorowie Wojciech Radomski i Tomasz Siwowski oraz kierownik Działu Badań i Rozwoju Mostostalu Warszawa SA Juliusz Żach.

Jako saper i przedstawiciel szkolnictwa wojskowego postaram się przybliżyć technologii wprowadzone w najnowszych konstrukcjach mostów wojskowych, które poza typowo militarnym zastosowaniem mogą być i są dość często wykorzystywane do budowy mostów doraźnych w sytuacjach kryzysowych (np. po przejściu fali powodziowej lub awarii mostów) oraz innych stanach wyższej konieczności (remonty i przebudowa mostów stałych). Rozwój mostów wojskowych ukierunkowany jest głównie na wprowadzanie zmian konstrukcyjnych i technologicznych zapewniających wzrost nośności, długości oraz szerokości użytkowej. Konieczność, aby konstrukcja była maksymalnie mobilna z punktu widzenia logistyki, powinna być lekka i ograniczona gabarytowo, to z kolei implikuje konieczność stosowania nowoczesnych, bardziej wytrzymałych i lekkich materiałów. Dodatkowymi wymaganiami są: prostota konstrukcji, trwałość użytkowania i zmniejszenie kosztów eksploatacji.

Główne cele innowacji w budowie mostów wojskowych to:

- budować szybciej większe mosty przy zaangażowaniu mniej licznej obsługi, zapewniając im jednocześnie bezpieczeństwo działań,
- zdolność do przerzutu drogą powietrzną,
- wielofunkcyjność i zdalne sterowanie procesem montażu i demontażu.

Opracowywane są symulatory budowy przepraw mostowych, jak w przypadku niemieckiej amfibii M3, lub układowania, jak w przypadku polskiego mostu MS-20 Daglezja. W celu zwiększenia trwałości obiektów mostowych i wydłużenia ich przydatności eksploatacyjnej prowadzi się obecnie poszukiwania nowych tworzyw, które mogłyby zastąpić stal, a nawet stosunkowo „młode” aluminium. Znane są powszechnie zastosowania materiałów kompozytowych z włóknami węglowymi, szklanymi i arami-

dowymi do budowy i modernizacji mostów cywilnych i wojskowych.

W kraju szczególnie zauważalny postęp występuje w dziedzinie mostów pływających. Model nowego bloku pontonowego w różnych konfiguracjach materiałowych opracował Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej wspólnie z Politechniką Wrocławską.

Z uwagi na trójdzielność konstrukcji koncepcji pojedynczego bloku pontonowego (ponton środkowy i dwa boczne), jeden ponton boczny wykonano wyłącznie z aluminium, natomiast drugi wyłącznie z kompozytu. Ponton środkowy wykonano w wersji aluminiowo-kompozytowej. Części dziobowe bloku pontonowego, z uwagi na brak przenoszenia obciążeń od ruchu, mogą być w całości wykonane z kompozytów. Dodatkowo ich wypełnienie pianką poliuretanową pozwala na zachowanie wyporności nawet w przypadku ich przestrzelenia. Zastosowano także opływowy kształt części dziobowej bloku pontonowego, zapewniając jednocześnie kompromis między wypornością i oporami wody.

Prace wykonano w ramach projektu badawczego nr OR 00012309 *Lekki, odporny na oddziaływanie degradacyjne środowiska, hybrydowy ponton aluminiowo-kompozytowy do budowy mostów pływających klasy MLC 70/150*.

W Wojskowej Akademii Technicznej w ramach projektu badawczego nr OR00007909 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego została opracowana nowa koncepcja kasetowego mostu pontonowego, który jest przeznaczony do zapewnienia tymczasowej przeprawy przez przeszkodę wodną.

Podstawowy element nośny konstrukcji, pneumatyczny ponton, jest napełniany powietrzem, co powoduje, że jego wyporność jest regulowana. Maksymalna nośność pojedynczego modułu może osiągnąć wartość 80 kN, a mostu pontonowego w układzie wstęgi pojedynczej (most jednokierunkowy) – ok. 500 kN. Konstrukcja mostu umożliwia dostosowanie nośności do istniejących warunków i potrzeb, dzięki zastosowaniu wysoko wytrzymałych poduszek powietrznych. Metalowa, sztywna jezdnia pozwala na przeprawę ciężkiego sprzętu bez uszkodzenia jej nawierzchni. Zamknięta kasetka stanowi doskonałe zabezpieczenie w czasie transportu, a w fazie eksploatacji chroni elastyczną powłokę o regulowanej wyporności przed uszkodzeniami zarówno w wodzie, jak i z powietrza. Przedstawione rozwiązania mogą być stosowane jako uzupełnienie istniejącej infrastruktury w przypadkach klęsk żywiołowych, budowy czy naprawy mostów lub w obszarach, gdzie konieczne jest zapewnienie takiej przeprawy.

Mając na uwadze coraz wyższe wymagania w stosunku do wojskowych konstrukcji składanych, które mogą być także użyte w sytuacjach kryzysowych dla celów gospodarki narodowej, konieczne jest prowadzenie ciągłych badań nad zastosowaniem najnowszych rozwiązań technologiczno-organizacyjnych w polskim mostownictwie.



**Bogdan Tarnawski**

dyrektor ds. rozwoju, Promost Consulting, Rzeszów

**W**drażanie postępu technicznego w mostownictwie (nie nazywanego wówczas innowacjami) było głównym powodem powstania firmy Promost Consulting w 1995 r. Od początku firma ma ścisły kontakt ze światem nauki przez swojego szefa, pracownika naukowego Politechniki Rzeszowskiej, oraz licznych absolwentów tej uczelni. Już w 1997 r. wdrożyliśmy, po raz pierwszy w Polsce i jako jedni z pierwszych w Europie, technologię wzmacniania mostów taśmami kompozytowymi. Potem były także pierwsze aplikacje: betonu samozagęszczalnego, stopów aluminium, sprężonych taśm kompozytowych, a ostatnio pracujemy nad projektem pierwszego w Polsce mostu kompozytowego.

Od trzech lat podchodzimy do innowacji systemowo: stworzyliśmy dział rozwoju, wysłaliśmy pracowników na liczne szkolenia w zakresie R&D, organizujemy konsorcja naukowo-badawcze, których celem jest przygotowanie wniosków do programów, a w przypadku sukcesu – badanie, opatentowanie i skomercjalizowanie naszych pomysłów. Zaczęło się od projektu „Most w 3 miesiące” z IBDiM, potem był udział w projektach unijnych z 7. Programu Ramowego, programu RFCS – *Research Found of Coal and Steel*, a obecnie jesteśmy zaangażowani w projekt *ComBridge* ([www.com-bridge.pl](http://www.com-bridge.pl)), realizowany w ramach programu *Demonstrator+*. Rezultatem tego projektu będzie pierwszy w Polsce drogowy most kompozytowy, który powstanie w 2015 r. w Błażowej pod Rzeszowem. Wymierną korzyścią dla firmy będzie nie tylko patent i *know-how* w projektowaniu mostów kompozytowych, lecz także poszerzenie naszej oferty rynkowej. Już dzisiaj rozmawiają z nami inni potencjalni inwestorzy, chcący wdrożyć nasz pomysł na swoich drogach. I to nie tylko inwestorzy krajowi.

W dalszym rozwoju firmy zdecydowanie stawiamy na innowacje i ich finansowanie z krajowych i/lub unijnych projektów badawczo-rozwojowych. Przy dość ciężkiej sytuacji rynkowej firm konsultingowych widzimy w tym dużą szansę na dalszy, dynamiczny rozwój firmy, pomimo niskich cen na nasze podstawowe usługi. Dlatego rozmawiamy z partnerami biznesowymi i naukowymi z wielu krajów europejskich nt. wspólnych konsorcjów w programie H2020. Naszymi krajowymi partnerami strategicznymi są: Politechnika Rzeszowska – co jest dość oczywiste – oraz Mostostal Warszawa SA., firma która w europejskich programach badawczo-rozwojowych ma już uznaną markę. Szukamy także innych partnerów krajowych, zarówno w biznesie, jak i w nauce, którzy chcą zainwestować (oraz zarobić) na innowacjach w mostownictwie. O dziwo, nie jest to wcale łatwe zadanie. Po prostu panuje przekonanie, zwłaszcza w firmach mostowych działających na polskim rynku, że projekty R&D to bezsensowne wydawanie pieniędzy. Także w wielu ośrodkach naukowych panuje duży sceptycyzm w angażowaniu się w projekty R&D w programie H2020 (krajowe zasady nie są korzystne dla nauki). Dużo łatwiej jest znaleźć partnerów z Europy Zachodniej, którzy, wypaleni z innowacyjnych pomysłów w ciągu kilkunastu lat realizacji Programów Ramowych UE, czekają na takich jak my – aby służyć swoim *know-how* w zarządzaniu projektami. Liczymy jednak na to, że znajdziemy także partnerów krajowych.



**Zbigniew Turek**

Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych UE

**M**ost jest bardzo ważnym elementem liniowej infrastruktury transportowej. Od jego stanu zależy nie tylko jakość usług transportowych i ich bezpieczeństwo,

▶ ale także poziom rozwoju cywilizacyjnego mierzony m.in. takimi elementami jak mobilność ludzi, towarów, ekologia itp. Dlatego też rozwój innowacyjności w mostownictwie zdecydowanie powinien wyprzedzać zapotrzebowanie na coraz lepsze usługi transportowe, zwiększenie mobilności, jak też mieć znaczący wpływ na koszty całego systemu transportowego. Taki rozwój powinien dotyczyć całej fazy życia mostu, począwszy od projektowania, jego wytworzenia, eksploatacji, na recyklingu skończywszy. Innowacje mostowe to nie tylko sam obiekt inżynierski, ale też procesy i technologie, które wspierają wszystkie wyżej wymienione fazy życia mostu. Dla projektanta może być to nowoczesne oprogramowanie projektowe. Mogą to być też nowoczesne materiały (np. kompozyty) czy też technologie ich wytwarzania lub technologie (procesy, narzędzia, stanowiska, urządzenia itp.) związane z wykonaniem mostu, jak też z procesem włączania go w infrastrukturę transportową. Okres eksploatacji dla innowacyjnego mostu będzie z kolei wymagać nowoczesnych narzędzi do monitorowania stanu technicznego, procesów technologicznych utrzymujących jakość (np. procesów antykorozyjnych), jak też technologii i narzędzi do wykonywania remontów, napraw mostu itp. Bardzo istotnym elementem życia mostu jest także recykling, procesy z tym związane oraz narzędzia towarzyszące temu etapowi. Tak szeroko rozumiany innowacyjny rozwój obiektu można realizować nie tylko ze źródeł własnych przedsiębiorstw uczestniczących w tym procesie, ale także może być wspierany zarówno przez krajowe źródła publiczne (np. NCBiR), jak też europejskie programy badawcze (np. Horyzont 2020). W programie H2020 można uzyskać nawet do 100% wsparcia finansowego na rozwój badań i innowacji. Wsparcie takie mogą otrzymać nie tylko jednostki naukowo-badawcze, ale także przedsiębiorstwa (w tym MŚP). Dla MŚP w H2020 dodatkowo jest uruchomiona specjalna ścieżka na wdrażanie wysoko rozwiniętych technologii (dla technologii o gotowości wdrożenia powyżej TRL 6, tj. sprawdzonych i przetestowanych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych), tzw. Instrument MŚP. Dla tego typu firm uczestniczących w rozwoju szeroko rozumianych technologii mostowych jest to dodatkowa szansa na rozwój innowacyjny firmy (mogą to być też firmy typu start-up). W ramach tego instrumentu można uzyskać ryczałtowo najpierw 50 tysięcy euro (pierwsza faza) na wykonanie analiz rynkowych swoich innowacji, a później (druga faza) do 2,5 mln euro na budowę prototypu, demonstrację w warunkach rzeczywistych i przygotowanie do wdrożenia. Również dla dużych przedsiębiorstw (w tym także MŚP) uruchomiono w H2020 specjalny instrument, tj. szybką ścieżkę wdrażania innowacji (tzw. *Fast Track To Innovation*) dla technologii z TRL nie mniejszym niż 6. Obserwując pionierskie osiągnięcia branży mostowej w Polsce (np. most kompozytowy), jak też uwzględniając potencjał naukowo-badawczy i przemysłowy (w tym wytwórczy), warto, aby innowacje w branży mostowej w Polsce prowadzić w zintegrowany sposób (w jak najszerszym zakresie i z udziałem jak najszerszego spektrum

środowiska mostowego). Takie podejście do rozwoju innowacji jest same w sobie innowacją, która stworzy realnie efekt skali i być może zbuduje silne podstawy dla krajowej inteligentnej specjalizacji w mostownictwie. Polska jest obecnie największym europejskim rynkiem inwestycyjnym rozwoju infrastruktury kolejowej i drogowej. Do 2020 roku zainwestujemy w ten obszar kilkadziesiąt mld euro. W tym samym czasie ogromne środki na rozwój infrastruktury będą przeznaczone na poziomie europejskim m.in. w ramach programu Łącząc Europę, który będzie realizowany w synergii z programem H2020 (w tym programu Shift2Rail) celem wdrożenia innowacji wartych ok. 3 mld euro.

W przededniu realizacji dużych projektów infrastrukturalnych również i w Polsce podejmuje się działania wspierające proces inwestycyjny. Dotyczy to między innymi przygotowywanego programu innowacyjnego INNOTRANSPORT na rzecz rozwoju zintegrowanego transportu w Polsce, zainicjowanego przez Polski Instytut Technologii ([www.p-i-t.edu.pl](http://www.p-i-t.edu.pl)) i Fundację Technology Partners ([www.technologypartners.pl](http://www.technologypartners.pl)).

Branża mostowa w maksymalnym stopniu powinna również innowacyjnie wspierać polskie inwestycje infrastrukturalne i podobnie jak i inni uczestnicy tego procesu powinna się włączyć w etap budowania programu INNOTRANSPORT. Program ten ma być złożony do NCBiR do końca marca 2015 roku.



**Kazimierz Flaga**  
Politechnika Krakowska

Zostałem zaproszony przez redakcję czasopisma „Mosty” do zabrania głosu w dyskusji na temat roli badań i innowacji w rozwoju polskiego mostownictwa. W pierwszej części dyskusji na ten temat, zamieszczonej w zeszycie 1/2015 czasopisma, mamy trzy cenne wypowiedzi. Między innymi profesora Tomasza Siwowskiego, prężnego przedstawiciela młodej generacji polskich mostowców, który osobiście uczestniczy w procesie badań i wdrażania innowacji, będąc w tym względzie wielkim optymistą i wielkim rzecznikiem postępu technicznego. Ma do tego prawo, bowiem obserwowany na Jego oczach postęp (nie tylko techniczny, ale i cywilizacyjny) w zakresie modernizacji i rozbudowy infrastruktury komunikacyjnej w Polsce w latach po transformacji ustrojowej 1989, jest olbrzymi. Wyraża się to między innymi tym, że np.

w latach 2007-2013 wybudowano ponad 3000 km dróg krajowych, w tym ponad 1800 km dróg szybkiego ruchu. W roku 2000 Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad zarządziła 3363 obiektami mostowymi, a w roku 2013 już 6162. Wiele z tych obiektów mostowych to mosty „pierwszej klasy”, których nie powstydziłby się żaden kraj europejski.

Ale prawdą też jest, że postęp ten nie byłby możliwy, gdyby po transformacji ustrojowej nie wdrożono na polskim rynku najnowszych zachodnich technologii, nowych materiałów, produktów czy też metod zarządzania. Udało się to między innymi dlatego – co słusznie zauważa profesor Wojciech Radomski – że polskie kadry techniczne były do tego należycie przygotowane tak pod względem fachowym, jak również mentalnym i psychicznym. O ile dobrze pamiętam, już od lat siedemdziesiątych XX wieku Sekcja Główna Technologii Mostowej przy ZG SITK, a od 1991 r. Związek Mostowców RP organizowały coroczne konferencje specjalistyczne, gdzie uczono się nowych technik i technologii (czasem jeszcze niedostępnych w kraju), wymieniano poglądy na temat nowych materiałów, nowych typów konstrukcji, nowych zasad i metod projektowania i realizacji konstrukcji. Stąd tak szybkie przyswojenie możliwości, które dał nam system gospodarki rynkowej. Przytoczę tu słowa wypowiedziane do mnie przez dyrektora Zygmunta Patera z firmy „Mosty Łódź” podczas IV Europejskiej Wyprawy Mostowej (1995) w Lillehammer w Norwegii. Stojąc pod pewnym, sprężonym wieloprzęsłowym mostem belkowym i widząc liczne zarysowania i zacieki, powiedział: „Panie Profesorze, taki most to ja też potrafię zbudować, i nawet lepszy”. Tak też uczyliśmy się na przykładach i eliminowaliśmy nasze uprzedzenia i kompleksy w stosunku do mostowców i mostów „zachodnich”.

Ale trzeba też wiedzieć, że te nowe techniki i technologie nie „spadły z nieba”, były one wynikiem wieloletnich, usilnych prac badawczych prowadzonych na Zachodzie w ścisłej kooperacji w układzie „biznes – nauka”, prac, na które wyłożono bardzo duże środki finansowe. Stan jest taki, o jakim np. w odniesieniu do technologii sprężania mówi w tym zeszycie, w swoim artykule mgr inż. Jan Piekarski, że w zasadzie większość problemów została rozwiązana, systemy sprężenia zostały ujednoczone i pozostaje nam tylko precyzyjne dostosowanie się do przyjętych zasad i wymagań.

Nie oznacza to, że postęp jest już niemożliwy. Ale w wielu obszarach związanych z mostownictwem jest on możliwy drogą dużych nakładów finansowych. Jest on cały czas widoczny (mosty extradosed, nowe systemy zespołu stali z betonem VTR i VFT, średniki ażurowe, średniki z blach falistych, sprzężenie zewnętrzne, nowe generacje betonów HPC i Ultra HPC, nowe rodzaje stali, stале stopowe, stале nierdzewne, ciągną i mosty kompozytowe, wzmocnienia taśmami i matami CFRP, mosty zespolone z elementami CFST, mosty z drewna klejonego, itd.). Wdrożenie nowych rozwiązań wymaga innowacyjnych pomysłów i dużych nakładów na badania, prototypy, wdrożenia.

Mimo optymizmu prof. Tomasza Siwowskiego, środki na badania naukowe w Polsce są bardzo ograniczone. Stąd potrzeba badań nad wyselekcjonowanymi problemami, które roją nadzieje na sukces. Biorąc pod uwagę wysoki poziom wiedzy, otwartość, upór i kreatywność Polaków wierzę, że – przynajmniej w pewnych obszarach – dotrzemy kroku współczesnemu światu i dalej budować będziemy obiekty mostowe „pierwszej klasy”. Ale do tego potrzeba większych nakładów naszego państwa na badania naukowe, a przede wszystkim proinnowacyjnej działalności przedsiębiorstw mostowych, działających na naszym rynku. A o to jest bardzo trudno w sytuacji, gdy większość firm ma korzenie zachodnie i tam też transferuje swoje zyski. Trafne tu wydają się słowa prof. Wojciecha Radomskiego: „Działającym w Polsce przedsiębiorstwom mostowym, zwłaszcza tym stosunkowo dużym (...), pragnę przypomnieć tę prawdę, że jeśli nie będą inwestować w badania, to szybko stracą na konkurencyjności, bo przestaną być innowacyjne”. I dalej cytuję: „Opieranie więc rozwoju na wysoko pojętym zysku to krótkowzroczność, która zemści się na działalności tych firm”.

Dużą rolę w innowacyjności polskich rozwiązań mostowych mogą odegrać projektanci tych obiektów. Tu godzi się przypomnieć słowa Sokratesa (V w. p.n.e.), że każda rzecz stworzona przez człowieka powinna być funkcjonalna, trwała i piękna. Zapomniał on o bezpieczeństwie, ale można przyjąć, że zawiera się ono w słowie trwałość. Natomiast zwraca uwagę na estetykę, piękno, które coraz częściej występuje w obiektach mostowych i w której to dziedzinie mamy ostatnio w Polsce wiele sukcesów (np. most Rędziński we Wrocławiu, most autostradowy na węzle Mszana (A1), mosty łukowe przez Wisłę w Toruniu i Puławach, kładki: Bernatka przez Wisłę w Krakowie, przez Wartę we Wronkach, przez Dunajec w Sromowcach i wiele, wiele innych). Właściwa forma obiektu też jest innowacją, a zazwyczaj niewiele kosztuje. Po tym względem też „dorośliśmy” do społeczności światowej, a przykładem na to niech będą słowa osoby odpowiedzialnej parę lat temu za mosty w Łodzi. Podczas kolejnej, VI Europejskiej Wyprawy Mostowej (1997) usłyszałem od niego: „Jako decydujący zmieniłem zdanie i dzisiaj akceptuję tylko rozwiązania mostowe, które są piękne, chociażby miały być o 20% droższe”. W ten sposób podkreślił, że most ma nie tylko znaczenie fizyczne, ale również irracjonalne. Most stał się świadomym elementem kształtowania krajobrazu miejskiego czy pozamiejskiego, przedmiotem doznań estetycznych oraz obiektem dumy mieszkańców. Na te problemy musimy też w działaniach badawczych i innowacyjnych zwracać coraz większą uwagę. □

**Jeżeli zechcieliby Państwo zabrać głos w dyskusji nt. roli badań i innowacji w rozwoju polskiego mostownictwa, prosimy o kontakt z redakcją: tel. 32 788 51 43, lub e-mail: mosty@elamed.pl. Ponadto czekamy na Państwa propozycje tematów, które warto poruszyć na łamach magazynu „Mosty”.**