

# Wkład firmy PERI w unowocześnienie polskiego budownictwa



Mgr inż. Piotr Dzięgielewski, mgr inż. Wiktor Piwkowski, PERI Polska

## 1. Wprowadzenie

Od czasu, kiedy zaczęto używać deskowań do betonu, nawet w postaci deski, myślano, jak zracjonalizować zużycie materiału. Użytkownicy deskowań mieli świadomość, że jednokrotne użycie wspomnianej wyżej deski jest marnotrawstwem, a kilkakrotne jej użycie przynosi korzyść. W ślad za takim podejściem pojawiły się na budowach blaty deskowaniowe, prymitywne formy dostosowane do konkretnego, ale powtarzalnego kształtu elementu betonowego będącego przedmiotem deskowania. Tak narodziło się pierwsze deskowanie systemowe. Z upływem czasu deskowania systemowe stały się coraz bardziej skomplikowane, przechodziły różne mutacje, aż w końcu zwyciężyła idea ich systematyzowania w postaci modułarnych elementów, z których można dobierając odpowiednią konfigurację, zbudować prawie dowolną formę dla betonu. Prawie dowolną, bo zawsze istnieje jakiś margines, który wymaga całkowicie indywidualnego podejścia. Wydawało się w tym momencie, że osiągnięto granicę rozwoju deskowań systemowych. Okazało się jednak, że za tą granicą pojawił się nowy obszar rozwoju – maszyny formujące.

Samo pojęcie maszyny wymaga komentarza. Maszyną nazywamy takie urządzenie, które w procesie technologicznym samodzielnie się porusza, mając odpowiedni napęd: silnik spalinowy, elektryczny, pneumatykę lub hydrauliczną. Cokolwiek, co tę samodzielność ruchu zapewnia. Tak więc martwa bryła metalu i drewna, stanowiąca dotychczas stosowane, nawet najbardziej wyrefinowane deskowanie, została ożywiona. Zaczęła się poruszać samodzielnie przy wykorzystaniu własnego napędu, a z reguły także budowanej przez siebie konstrukcji.

Zaczęło się od ruchu pionowego, a potem nastąpiło przejście na ruch poziomy. Mało tego, w trakcie tegoż ruchu, maszyna zaczęła wykonywać różne ewolucje, wyginając się i przechylając według potrzeb obiektu i jakby jeszcze było mało, zaczęła dźwigać na sobie różne dodatkowe systemy technologiczne tak, aby na końcu pozostawić np. nie tylko wykonany szyb windowy, stanowiący trzon konstrukcji wysokościowca, ale szyb uzbrojony w instalacje windowe, technikę sanitarną i elektryczną.

Taką właśnie historię, rozwoju maszyn formujących w Polsce chcemy opowiedzieć.

## 2. ACS (Automatic Climbing System)



Obserwując przyrodę, możemy trafić na przypadek gąsienicy, która wspina się po łodydze rośliny. Najpierw jest wyprostowana na całą swoją długość, trzymając się łodygi przednimi i tylnymi odnóżkami. Po chwili podciąga tylne do góry, wyginając ciało w podkowę i kiedy wykona tę figurę, opiera się na tylnych, prostuje ciało w górę, łączy łodygę przednimi odnóżkami i powraca w ten sposób do początkowej pozycji, wyprostowana wzdłuż łodygi. To bardzo prosty sposób, jak powtarzając wielokrotnie jedną sekwencję ruchu, wspinać się po łodydze. Na tej właśnie zasadzie, podpatrzony u gąsienicy, zbudowano system deskowań ACS, czyli system samoczynnego wspinania się po konstrukcji wznoszonego obiektu.

Opracowanie systemu ACS można przypisać inżynierowi-technologowi PERI GmbH, Wernerowi Brunnerowi.



**Werner Brunner** – inżynier mechanik ze specjalizacją spawalnictwo, absolwent Uniwersytetu Technicznego w Ulm. Zatrudniony w PERI GmbH od 1988 roku na stanowisku technologa deskowań. Od 2004 roku dyrektor działu Zarządzania Produktami i działu Konstrukcji Specjalnych. Obecnie kieruje działem Projektów Kluczowych,

k którego zadaniem są projekty nietypowe i trudne. Jeden z najzdolniejszych i najbardziej kreatywnych inżynierów PERI.

Pierwotnie ACS był systemem deskowań przenoszonych przy użyciu żurawia, potem dla usprawnienia jego pracy wprowadzono siłowniki hydrauliczne, które zapewniły systemowi funkcję maszyny, czyli samoczynnego wspinania się po konstrukcji. Od tego momentu rozpoczęła się wielka kariera systemu, który nie ma równych w budowie wysokich, pionowych konstrukcji.



**1999–2000. Pylon mostu Świętokrzyskiego w Warszawie.**

Pierwsze zastosowanie systemu samoczynnego wspinania ACS w Polsce.



**2002–2003. Hotel Intercontinental w Warszawie.**

Pierwsze zastosowanie systemu samoczynnego wspinania dla całej konstrukcji budynku. Jednoczesne formowanie trzonu i ścian zewnętrznych za pomocą ACS pozwalało realizować pełną kondygnację powtarzalną w tempie 3–4 dni. Takiego tempa budowy, do tej pory, nigdy nie osiągnięto w polskim budownictwie.



**2004–2005. Budynek „Rondo 1” w Warszawie.**

Pierwsze zastosowanie systemu ACS w wersji umożliwiającej montaż dodatkowej konstrukcji stalowej otwartych szybów windowych. Efektem tego rozwiązania było wykonanie i uzbrojenie szybów razem z budową konstrukcji. Pierwsze w Polsce użycie pomostów i osłon zwiększających wydajność pracy na wysokości.



**2012–2013. Residential Tower – Złota 44 w Warszawie.**

Pierwsze użycie ACS w połączeniu z systemem teleskopowych, samoczynnie wspinających się pomostów osłonowych o zmiennej geometrii – dopasowujących się do skomplikowanego kształtu fasady budynku. Projekt arch. Daniela Libeskinda miał innowacyjną realizację dostosowaną do projektu.



Przedstawione wyżej przykłady wdrożenia ACS w Polsce obrazują drogę od aplikacji do innowacyjnego, skomplikowanego zastosowania, które nastąpiło przy udziale inżynierów z PERI Polska.

### 3. „Czerwony Smok” (metoda sekcja po sekcji)



Metoda budowy mostów poprzez wykonywanie kolejno całych przęseł ma w PERI historię, która zaczyna się w Portugalii. Zespół inżynierów opracował ją na potrzeby budowy mostów w warunkach, gdzie dostęp do gruntu, dla podparcia deskowań koniecznych dla uformowania przęsła, jest trudny lub wręcz niemożliwy. Ma to miejsce nad głębokimi dolinami, nad bagnami, drogami, kolejami lub tam, gdzie są inne powody, które ograniczają taki dostęp. Istota maszyny formującej, nazwanej w Polsce „Czerwony Smok”, polega na tym, że wielka, kratowa konstrukcja nośna najjeżdża na kolejne przęsła, a deskowanie oparte na tej konstrukcji je formuje, sekcja po sekcji. W Portugalii deskowanie było opuszczane i podnoszone za pomocą skomplikowanego układu ciągów i wciągarek. Polski wariant tego systemu miał deskowanie, które było samoczynnie, hydraulicznie zamykane i otwierane oraz miało możliwość przechylania się i wyginania na zakrętach. Raz zbudowane formowało wszystkie i różnorodne przęsła. To było zasadnicze nowum w rozwoju tego systemu.



**Piotr Borucki** – mgr inż. budownictwa, absolwent Politechniki Śląskiej w Gliwicach, kierunek konstrukcje budowlane i inżynierskie, specjalność mosty (promotor – prof. Józef Głomb). Od 1998 roku zatrudniony w PERI Polska na stanowisku inżyniera technologa. Członek zespołu projektowego i wykonawczego „Czerwonego Smoka”. Od 2007

roku kieruje zespołem technologów w oddziale Katowice. Jego zaangażowanie i kreatywność przyczyniły się głównie do sukcesu pierwszego wdrożenia „Czerwonego Smoka” na budowie Drogowej Trasy Średnicowej w Katowicach, a następnie do upowszechnienia tej technologii w Polsce.



**2001–2003. Wiadukt nad ul. Bracką w ciągu Drogowej Trasy Średnicowej w Katowicach.** Przechodzi nad wieloma przeszkodami terenowymi, które uniemożliwiają zastosowanie technologii tradycyjnego podparcia. To było pierwsze wdrożenie „Czerwonego Smoka” w Polsce. Podjęto bardzo ryzykowną decyzję użycia deskowania, pasującego do obiektu o kształcie litery „S”.

W dodatku, konstrukcja nośna zrobiona w Hiszpanii, zaczęła pękać przy pierwszym betonowaniu. Mimo to budowa została ukończona w terminie. Polscy inżynierowie ponownie przeliczyli i stosownie wzmocnili konstrukcję urządzenia. Od tej pory niezawodnie służyła budowie kolejnych obiektów mostowych.



**2004. Wiadukt na drodze ekspresowej S1 w miejscowości Ogródziona k. Cieszyna.** Jest to przykład operacji budowlanej, która nie naruszyła dóbr środowiska naturalnego. To dzięki „Czerwonemu Smokowi” zbudowano wiadukt, a równocześnie zachowano unikatowe walory przyrodnicze jego otoczenia. Na zdjęciu można zauważyć harmonię techniki i przyrody. To jest istotna zaleta tej technologii budowy.



**2005–2006. Estakada w ciągu drogi ekspresowej S69 w miejscowości Milówka k. Żywca.**

Główny problem stanowiła duża wysokość konstrukcji. Tu też miał miejsce niebezpieczny incydent, bo 600-tonowa maszyna na ostatnim przęśle „urwała” się spod kontroli operatora, który nie docenił spadku konstrukcji. Od tego czasu wdrożono specjalne procedury zabezpieczające.

Opanowanie metody „sekcja po sekcji” stanowi sukces na skalę światową. Na sukces ten składa się rozwój maszyny formującej, z prostej, ograniczonej do budowy prostoliniowych przęseł z deskowaniem podwieszonym na cięgnach, do wyrafinowanej maszyny dźwigającej stałe deskowanie sterowane hydraulicznie, która nie tylko może wykonywać przęsła krzywolinijne, ale także przechyłki jezdni. Pokonanie problemów, które miały miejsce w trakcie budowy wiaduktu DTŚ w Katowicach oraz wiaduktu w Milówce, pozwoliły wyszkolić zespół specjalistów, który uzyskał jako jedyny w PERI GmbH (poza Niemcami) uprawnienia do samodzielnego stosowania „Czerwonego Smoka”.

**4. VBC (Variokit Balanced Cantilever)**



Budowanie mostów nad przeszkodami wodnymi, dolinami lub liniami komunikacyjnymi była zawsze związana z dużym ryzykiem lub trudnością. To w ślad po sukcesach, które uzyskano w Polsce w aplikacji „Czerwonego Smoka”, zachęciło naszych inżynierów do podjęcia projektu VBC. Kryptonim ten oznacza maszynę formującą mosty metodą nawisową. Tym razem polsko-

niemiecki zespół opracował projekt, na podstawie którego zbudowano prototyp, poddano go próbom i wyprodukowano maszynę do budowy mostów tą metodą. Trzeba podkreślić, że wiodącą rolę w tym zespole sprawowali Polacy, a prototyp i maszyna powstały w Polsce. VBC jest ukoronowaniem rozwoju wielkiej serii maszyn formujących jakie są specjalnością PERI, a światowy sukces maszyny VBC jest wizytówką polskiej myśli technologicznej w dziedzinie deskowań do betonu. To osiągnięcie pokazuje, jak od aplikacji zagranicznych rozwiązań, które niewątpliwie bardzo unowocześniły budownictwo w Polsce, osiągnęliśmy światowy poziom rozwoju technologicznego i technicznego, potrafiliśmy wychować i wykształcić kadry inżynierów na najwyższym poziomie.



**Dipl.-Ing. (FH) Paweł Gułak**, który był kreatorem projektu VBC i kierował zespołem realizacyjnym, zaczął pracę w PERI Polska po studiach w ramach programu kadrowego PERI Polska – „zginiesz lub zwyciężysz” od budowy pylonu metodą ACS na moście Świętokrzyskim w Warszawie. Jego osobisty rozwój wpisał się w rozwój firmy na przestrzeni minionych

15 lat. Podejmował trudne wyzwania. Jego udziałem były wszystkie wielkie projekty innowacyjne w Polsce, jakie realizowała PERI Polska. Osiągnął niezwykle wysoką pozycję w koncernie PERI GmbH i jest proszony do udziału w najtrudniejszych projektach, jakie koncern wykonuje na świecie.



**2011–2012. Most przez rzekę Dunajec w ciągu autostrady A4, Tarnów, Polska.** Długość max przęsła: 110 metrów. Deskowanie środków i spodu ustroju było po wykonaniu pierwszej nitki cofnięte, w całości (bez demontażu) opuszczone i przetoczone na łożyskach na drugą nitkę mostu.





**2012–2013. Most autostradowy przez dolinę rzeki Czaczienka w ciągu Wielkiej Obwodnicy Moskwy, Rosja.** Długość przęsła: 110 metrów. Różnice temperatur otoczenia w trakcie trwania projektu dochodziły do 50°C. Na budowie wykorzystywano jednocześnie 8 urządzeń VBC.



**2014–2015. Wiadukt linii Krakowskiego Szybkiego Tramwaju Miejskiego nad stacją kolejową Kraków-Płaszów.**

Dwa (126 metrów długości) przęsła wiaduktu o konstrukcji extradossed przekraczają 23 równoległe tory kolejowe o dużym natężeniu ruchu. Wiadukt służyć będzie dla tramwajów, rowerzystów i pieszych.



**2015. Harpe Bru przez rzekę Lågen, So Form, Norwegia.**

Most extradossed o długości 230 metrów i przęsła długości 130 metrów. W dniu, kiedy pisaliśmy ten tekst, otrzymaliśmy informację, że odebrano system gotowy do pierwszego betonowania. Jest to trzecie wdrożenie poza granicami Polski (Rosja, Węgry, Norwegia).

Projekt i wdrożenie VBC to zasługa polskich inżynierów. Technologia została opracowana w Polsce, poczynając od projektu, poprzez prototyp, próby testowe, wykonanie maszyny roboczej i wreszcie wdrożenie na szeroką skalę: Wielka Obwodnica Moskwy (wielokrotnie), budowa drugiej nitki wiaduktu w Budapeszcie, mostu na Dunajcu, wiaduktu nad koleją w Krakowie, mostu Harpe Bru w Norwegii. Co więcej, polscy specjaliści wdrażali skutecznie tę technologię na budowach w innych krajach, szkoląc tam swoich zagranicznych kolegów. Ten przykład pokazuje, jak długą drogę przeszliśmy.

## 5. Podsumowanie

Przedstawiając historię wprowadzenia do polskiego budownictwa technologii deskowań w postaci maszyn formujących, które stanowią najbardziej innowacyjny kierunek rozwoju w dziedzinie budownictwa betonowego, chcieliśmy pokazać, jak firma przyczyniła się do unowocześnienia budownictwa w Polsce. Trzeba tutaj podkreślić, że kiedy firma w 1990 roku wchodziła na rynek, byliśmy prawie technologiczną pustynią. Dominowały bardzo prymitywne deskowania Acrow sprowadzone w latach 70. XX wieku z Anglii, nieliczne wdrożenia krajowe (system Opole, SBM) i zagraniczne (Utinord). Podstawowym wkładem firmy PERI Polska w nowoczesność budownictwa pozostaje upowszechnienie deskowań systemowych różnego typu, bez których obecnie trudno wyobrazić sobie budowy, poczynając od największych, a kończąc na małych budowanych przez rzemieślników obiektach. Firma zbudowała wielki system obsługi deskowaniowej, oparty na bazach logistyczno-remontowych i znakomitej obsłudze budów zarówno pod względem logistycznym, jak i technologicznym. To totalne podejście stało się fundamentem powszechnej dostępności deskowań systemowych, praktycznie w każdym zakątku kraju. Od początku istnienia PERI na polskim rynku przyjęto za cel dążenie do najwyższej jakości i nowoczesności. Trzeba było wielu odważnych, czasami nawet ryzykownych decyzji, żeby przez 25 lat utrzymać ten kierunek działania. Przytoczone przykłady pokazują, osiągnięcia firmy takie jak rozwój maszyn formujących, od aplikacji (ACS), poprzez doskonalenie systemów (ACS, „Czerwony Smok”), do samodzielnego projektowania, wdrożenia i światowego upowszechnienia nowych systemów (VBC). Działania te były możliwe tylko poprzez wychowanie i wykształcenie kreatywnych inżynierów. Przykładem jest Paweł Gulak. Zaczynał od mostu Świętokrzyskiego w Warszawie, potem poprowadził do sukcesu projekt VBC, obecnie kieruje budową 250-metrowego wieżowca w Nowym Jorku. Jest on symbolem pokolenia młodych inżynierów, którzy stworzyli sukces PERI Polska i polskiego budownictwa monolitycznego.

Referat przedstawiono na II Konferencji Naukowo-Technicznej TECH-BUD 2015.