

Adam KRISTOWSKI<sup>1</sup>

## **EKONOMICZNE ASPEKTY ZASTOSOWANIA WYBRANYCH TECHNOLOGII MONTAŻU W BUDOWNICTWIE TRANSPORTOWYM**

*W artykule przedstawiono ideę zastosowania zintegrowanych konstrukcji budowlanych w świetle współczesnych rozwiązań technologii wznoszenia obiektów budowlanych. Ze względu na ciągły postęp technologii robót w wielu przypadkach odchodzi się od idei konstrukcji zintegrowanych, w innych natomiast powraca się do rozwiązań konstrukcyjnych sprzed wielu lat. Zmiany, jakie zaszły w tym obszarze, są obiektem zainteresowań autora szczególnie w kontekście technologiczno – ekonomicznym i z możliwością szybkiego tempa prac np. podczas odbudowy infrastruktury transportowej.*

## **THE ECONOMIC ASPECT ERECTION OF BUILDING TRANSPORT STRUCTURES AND THE MODERN CONSTRUCTIONAL SOLUTIONS**

*The article presents idea of the integrated building constructions in present solutions of erection process. In many cases there is a tendency to give up the integrated construction methods because of continuous progress of technology of building works, in other cases there is a trend to come back to the old constructional solutions from many years before. Such investigations are object of authors' interests, especially in the technological - economic aspect.*

### **1. WSTĘP**

Poszukiwanie rozwiązań pozwalających wyeliminować uciążliwy transport pionowy a także niebezpieczną pracę na wysokości, od wieków jest przedmiotem zainteresowań budowniczych. Niedostatek odpowiednich środków technicznych był przeszkodą nie do pokonania, chociaż były podejmowane takie próby. Sposoby poziomego przemieszczania ciężkich elementów budowlanych znane były już w starożytności. Montaż masztów, słupów przy użyciu pomocniczych masztów „padających” też był stosowany od dawna. Prawdziwe początki montażu zintegrowanego wiążą się z wynalezieniem ciężkiego sprzętu montażowego: wysięgniki, maszty montażowe, wielokrążki, wciągarki ręczne i żurawie.

Pierwszą budowlą, gdzie zastosowano metody montażu zintegrowanego, był pawilon wystawienniczy Crystal Palace, o konstrukcji stalowo – szklanej (560 m długości i 33 m wysokości), wzniesiony w Londynie w 1851 roku przez Joseph'a Paxtona.

---

<sup>1</sup>dr inż. Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

## 2. ISTOTA MONTAŻU ZINTEGROWANEGO

Zintegrowana konstrukcja [1] to taki fragment obiektu, który może być podniesiony pionowo, obrócony lub przemieszczony w poziomie na projektowane miejsce jego wbudowania i tam umiejscowiony niezależnie od wszystkich dalszych, pozostałych części tej budowli. Typowe przykłady konstrukcji zintegrowanych stosowane w budownictwie od początku XX w to:

- element przestrzenny składający się z płyty stropowej i ścian,
- płyty przekryć stropowych i stropodachów o pełnych wymiarach budynku lub części międzydylatacyjnych,
- fragmenty przekryć obiektów halowych,
- betonowe przekrycia cienkościennie montowane na matrycach,
- przeszła ustrojów nośnych mostów lub wiaduktów,
- fragmenty masztów.

Wymienione przykłady charakteryzują się wykonywaniem fragmentów konstrukcji w dogodnych warunkach, na poziomie terenu lub na nieznacznych wysokościach. W dalszej kolejności następuje łączenie tych elementów w postaci konstrukcji monolitycznych, a następnie przemieszczanie w pionie, obracanie, względnie przesuwanie na miejsce wbudowania. Przy tych procesach montażowych stosowane są zespoły prostych urządzeń mechanicznych takich jak: dźwigniki hydrauliczne, podnośniki mechaniczne, wciągarki. Przed wielu laty istocie stosowania konstrukcji zintegrowanych przyświecała idea eliminacji ciężkiego i kosztownego sprzętu montażowego, co w obecnych czasach nie zawsze się sprawdza pod względem ekonomiki budownictwa. Duża konkurencja wykonawcza i dostępność na rynku żurawi wieżowych dużego udźwigu i zasięgu sprawiły, że wykorzystuje się tego typu maszyny podczas montażu konstrukcji zintegrowanych także w ujęciu uwzględniającym optymalizację kosztów.

## 3. PRZEMIANY TECHNOLOGII MONTAŻU WYBRANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Przemiany w technologii budownictwa, jakie miały miejsce na przestrzeni kilkudziesięciu lat pod kątem zastosowania metod montażu zintegrowanego, należy rozpatrywać w ujęciu kompleksowym uwzględniając informacje o tendencjach, walorach użytkowych i wymaganiach potencjalnych inwestorów [5]. Technologie stosowane w Polsce do początku lat 90 – tych należy określić jako nadmiernie materiałochłonne i nie wykorzystujące efektywnie cech stosowanych materiałów i tworzyw. Próba łączenia konstrukcji nośnych elementów prefabrykowanych z monolitycznymi zakończyła się, w wielu przypadkach, zwiększonym zużyciem betonu do 30% i stali do 70% w stosunku do typowych konstrukcji szkieletowych o tych samych parametrach eksploatacyjnych. Już w latach 70 – tych XX w stwierdzono, że poprawnie zaprojektowana hala o konstrukcji stalowej wymaga mniejszych nakładów na konstrukcję nośną, aniżeli np. betonowe konstrukcje nośne sprężone [1]. Innym przykładem jest bezdyskusyjna obecnie efektywność ekonomiczna obiektów o konstrukcji szkieletowej. Konstrukcje szkieletowe zapewniają niższą materiałochłonność i ciężar obiektów, stwarzają wiele możliwości architektonicznych przy projektowaniu funkcji użytkowych. Połączenie wyżej wymienionych walorów nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych z optymalizacją

kosztów produkcji budowlanej zaowocowały „przesunięciem pojęcia” montaż zintegrowanych konstrukcji budowlanych do używania określenia montaż zintegrowany urządzeń formujących. W obecnych kilku ostatnich latach to technologie nowoczesnych deskowań inwentaryzowanych minimalizują kapitałochłonność w stosunku do analogicznych konstrukcji technologii budownictwa prefabrykowanego wznoszonych poprzez montaż zintegrowanych konstrukcji budowlanych. Stosowanie nowoczesnych deskowań pozwala skrócić cykl realizacji obiektów budowlanych, szczególnie na etapie wznoszenia stanu surowego. Nie zawsze prefabrykacja zapewnia to skrócenie a nowoczesne technologie wytwarzania i układania mieszanki betonowej zdają się tylko potwierdzać tę tezę.

#### 4. PRZYKŁADY ZINTEGROWANYCH KONSTRUKCJI DESKOWAŃ I KONSTRUKCJI SKŁADANYCH

Deskowania inwentaryzowane opracowano z myślą o:

- zwiększeniu wielokrotności użycia elementów deskowania,
- zmniejszeniu pracochłonności robót ciesielskich (koszt robocizny w deskowaniu zwykłym jest do 5 razy większy od kosztu materiałów),
- zmniejszeniu masy jednostkowej deskowania,



Fot. 1 Przykład deskowania inwentaryzowanego ([www.peri.pl.pl](http://www.peri.pl.pl))

- zaoszczędzeniu drewna. Uwaga ogólna [3]: Na 1000m<sup>3</sup> konstrukcji betonowej lub żelbetowej potrzeba ok. 9000 m<sup>2</sup> deskowań, na które zużywa się, w jednorazowym rozwiązaniu tradycyjnym, ok. 350 m<sup>3</sup> drewna tartego plus ok. 300 m<sup>3</sup> drewna na stemple, rusztowania i konstrukcje pomocnicze. Pracochłonność robót ciesielskich wynosi ok. 50% przy 20% pracochłonności robót zbrojarskich i 30% pracochłonności robót betoniarskich. Koszt deskowań i rusztowań w wersji tradycyjnej wynosi 25 – 45% kosztu ogólnego robót monolitycznych

Powyższe uwarunkowania przemawiają w sposób oczywisty na korzyść deskowań inwentaryzowanych, których montaż należy zaliczyć do montażu zintegrowanego konstrukcji. Wykorzystanie zalet montażu zintegrowanego w przypadku tych deskowań w sposób zasadniczy wpływa na obniżenie kosztów robocizny (na podstawie własnych badań stwierdzono, że do 30%).

Jako przykład typowej konstrukcji składanej należy wymienić mosty składane [4]. Obecnie przeżywają renesans w budownictwie komunikacyjnym i jak to wynika z licznych obserwacji, konstrukcje tego typu stosowane są na całym świecie. Dotyczy to głównie ich wykorzystania, jako mostów objazdowych podczas remontu mostów stałych, a także w celu zabezpieczenia przejazdu obciążeń ponadnormatywnych. Przykłady takich zastosowań stanowią mosty wybudowane, użytkowane przez wymagany czas, następnie zdemontowane i przetransportowane w nowe miejsce budowy. Oprócz kilkudziesięciu można wymienić rozwiązania, gdzie długość mostu wynosiła kilkaset metrów [4]. Należą do nich budowy na rzece Wiśle w Grudziądzu w roku 1999, Anopolu w roku 2000 (fot.2), Kiezmarku w roku 2003.



*Fot. 2 Nasuwania przęsła mostu z konstrukcji składanej (materiały własne)*

Mosty tego typu umożliwiają także szybką odbudowę ciągów drogowych i kolejowych w wypadku awarii lub uszkodzeń mostów stałych, np. w sytuacjach kryzysowych. Przykładem jest odbudowa tras komunikacyjnych po powodzi w 1997 roku na południu Polski i w Gdańsku po powodzi obszarów wzdłuż kanału Raduni w roku 2001. Jak wykazują własne badania autorów, zastosowanie montażu zintegrowanego budowy mostów

składanych zmniejsza nakłady robocizny do 17%, a nakłady pracy maszyn do 8%, co pozwala zmniejszyć wydatki inwestycyjne o kilka milionów złotych na jednej inwestycji.

## 5. WNIOSKI

Zastanawiający jest fakt, iż mimo tak wielu zalet, w budownictwie metody montażu zintegrowanego obecnie nie spotykają się z szerokim zainteresowaniem. Z punktu widzenia dzisiejszej techniki, technologii i oczekiwań nic nie stoi na przeszkodzie, aby zwrócić baczniejszą uwagę na te metody. Rozwój przemysłu materiałów budowlanych, budowa bardziej wydajnych i ekonomicznych maszyn budowlanych, powstawanie nowych technologii nie może być przyczyną takiego zapomnienia. Przykładowo dźwigniki hydrauliczne stosowane w tamtych czasach miały skoki tłoka w granicach 20 – 25 cm. Dzisiejsze dźwigniki mają skoki tłoka 60 do 80 cm i mogą zarówno wypychać jak i ciągnąć element.

Powodem zaniechania stosowania metod montażu zintegrowanego może być z jednej strony brak rzetelnej informacji popartej analizą opłacalności ekonomicznej inwestycji dla inwestora, a z drugiej strony niechęć do „staroci” połączona z niedoinformowaniem po stronie wykonawcy. W obu przypadkach wpływ na decyzje mogą mieć: obawa przed ryzykiem zastosowania takich „dziwnych” metod, jak i uprzedzenie do nich wynikające z braku rzetelnej wiedzy podszyte wątpliwościami, że coś musiało być „nie tak” skoro tych metod się teraz nie stosuje. Znacznie wygodniej jest posługiwać się tradycyjnymi metodami mimo ich oczywistych uwarunkowań i ograniczeń bez próby technologiczno – ekonomicznej optymalizacji rozwiązań.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] K. Fligier, L. Rowiński, J. Szwabowski, Montaż zintegrowanych konstrukcji budowlanych, PWN, Warszawa 1977.
- [2] J. Ziółko, G. Orlik, Montaż konstrukcji stalowych, Arkady, Warszawa 1980.
- [3] A. Dyżewski, Technologia i organizacja budowy, Arkady, Warszawa 1990.
- [4] A. Kristowski, Aspekty technologiczne, organizacyjne i ekonomiczne zastosowania konstrukcji mostów składanych w okresie remontu obiektów komunikacyjnych, Logistyka 3/2009.
- [5] A. Kristowski, Bezpieczeństwo planowania budowy z uwzględnieniem ryzyka, niepewności i zakłóceń”, Przegląd Budowlany Nr 4, kwiecień 2005 r.