



MOST-PROJEKT



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

**PROJEKT „NOWEGO” MOSTU LECHA W POZNANIU O TZW.
PODWÓJNIE ZESPOLONEJ, STAŁOWO-BETONOWEJ KONSTRUKCJI
PRZĘSEŁ**

Jakub Kozłowski
Arkadiusz Madaj

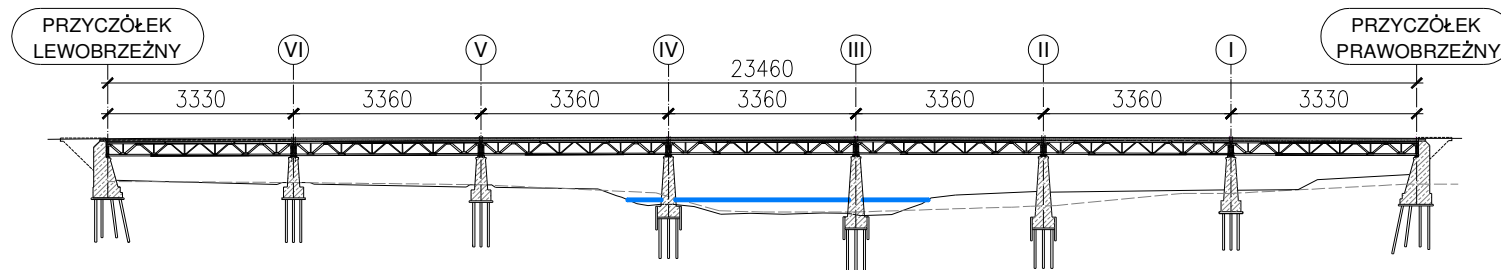
MOST-PROJEKT S.C., Poznań
Politechnika Poznańska

WPROWADZENIE

- Cel referatu :
 - omówienie projektu nowego mostu Lecha przez rz. Wartę w Poznaniu,
 - wskazanie problemów na etapie projektowania oraz wprowadzonych rozwiązań,
 - analiza podstawowych wyników obliczeń dot. projektowanego mostu zgodnie z normami PN i PN-EN,
 - zwrócenie uwagi na problemy dotyczące analizy obiektów mostowych w ujęciu dwóch systemów norm – polskimi PN oraz europejskimi PN-EN.

STAN ISTNIEJĄCY

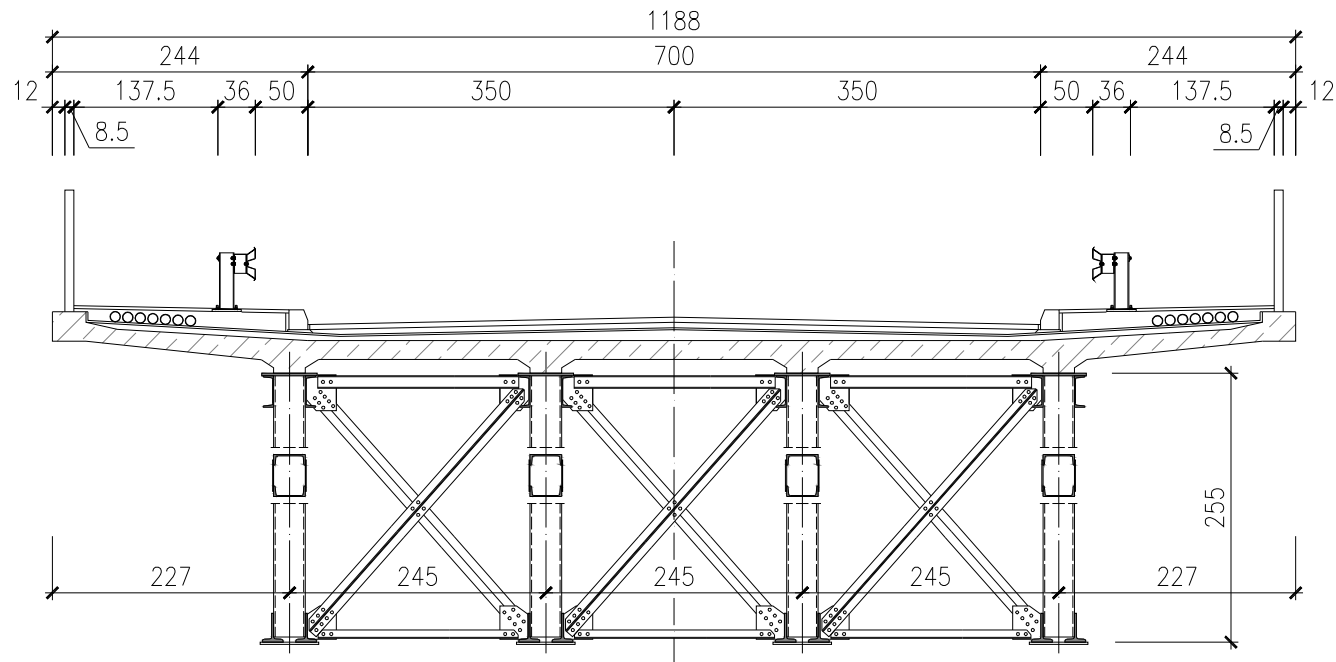
- Północną konstrukcję mostu Lecha wybudowano w latach 1952 – 1953,
- Jest to jedna z podstawowych przepraw mostowych przez rzekę Wartę w Poznaniu,
- Ukształtowanie podłużne obiektu istniejącego:



- 7 przęseł o równych rozpiętościach – 33 metry,
- Schematy statyczne – belka swobodnie podparta,
- Długość całkowita obiektu – 235,40 m,
- Podpory mostu – filary i przyczółki – są betonowe monolityczne,
- Wysokość filarów nad terenem zmienna w zależności od usytuowania – od 5,50 do 11,20 m,
- Przyczółki masywne mają szerokość 11,50 m.

STAN ISTNIEJĄCY

- Ukształtowanie poprzeczne obiektu istniejącego:



- Ustrój niosący – przęsła kratowe z żelbetową płytą pomostu,
- 4 dźwigary kratowe z kratą typu „W”,
- Wysokość dźwigarów – 2,55 m, rozstaw – 2,45 m.

STAN ISTNIEJĄCY



WYMAGANIA DOTYCZĄCE NOWEJ PRZEPRAWY

WYMAGANIA DOTYCZĄCE NOWEJ PRZEPRAWY

- Zalecenia Zamawiającego dotyczące nowej konstrukcji:
 - Ustrój nośny – zespolony, stalowo-betonowy o schemacie statycznym belki ciągłej,
 - Ograniczenie liczby przęseł w celu eliminacji podpór nurtowych.
- Dodatkowe ograniczenia przy kształtowaniu mostu:
 - Brak możliwości zmiany niwelety drogi,
 - Zachowanie co najmniej takich samych parametrów skrajni żeglownej jak w poprzedniej konstrukcji.

Nałożone wymagania wymusiły na projektantach zastosowanie układu statycznego w postaci belki trójprzęsłowej o rozpiętościach przęseł 66,9 : 100,8 : 66,9 [m] (1:1,51:1).

ANALIZOWANE ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE

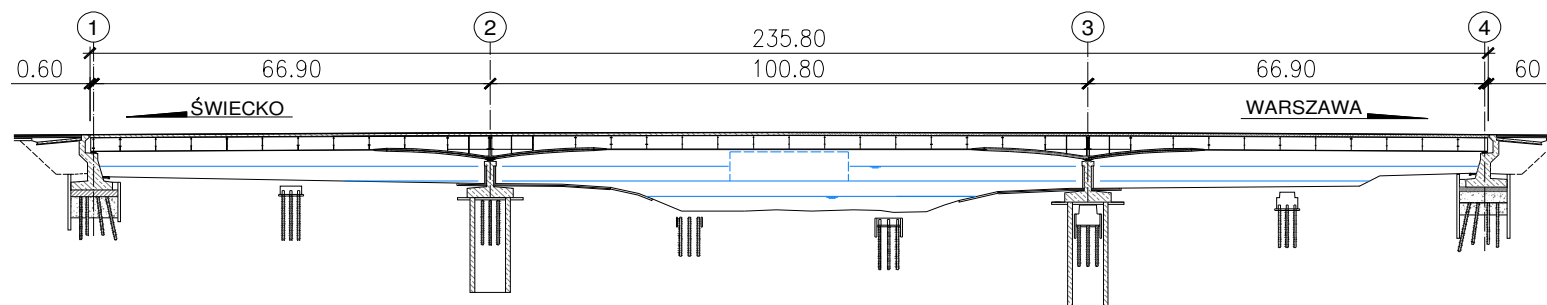
ANALIZOWANE ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE

- Maksymalne wysokości konstrukcyjne mostu w strefie nurtowej i podporowej:
 - Przęsło nurtowe – wysokość konstrukcyjna wynosi **3,16 [m]**, co stanowi **1/32** rozpiętości przęsła środkowego,
 - Przęsła skrajne – wysokość konstrukcyjna nad podporą wynosi **4,80 [m]**, co stanowi **1/21** rozpiętości przęsła środkowego.
- W dążeniu do zastosowania „klasycznego” zespolenia tylko płyty pomostu poddano analizie różne warianty ukształtowania i wykonania konstrukcji:
 - Wykonanie konstrukcji stalowej zespolonej z żelbetową płytą pomostu, z zastosowaniem sprężenia przez obniżenie konstrukcji po zespoleniu nad podpory pośrednie,
 - Wykonanie konstrukcji stalowej zespolonej z żelbetową płytą pomostu sprężoną w strefie podpór pośrednich.

Powyższe rozwiązania wykazały małą efektywność. Wybrano wariant konstrukcji z tzw. przekrojem podwójnie zespolonym w strefach podpór pośrednich.

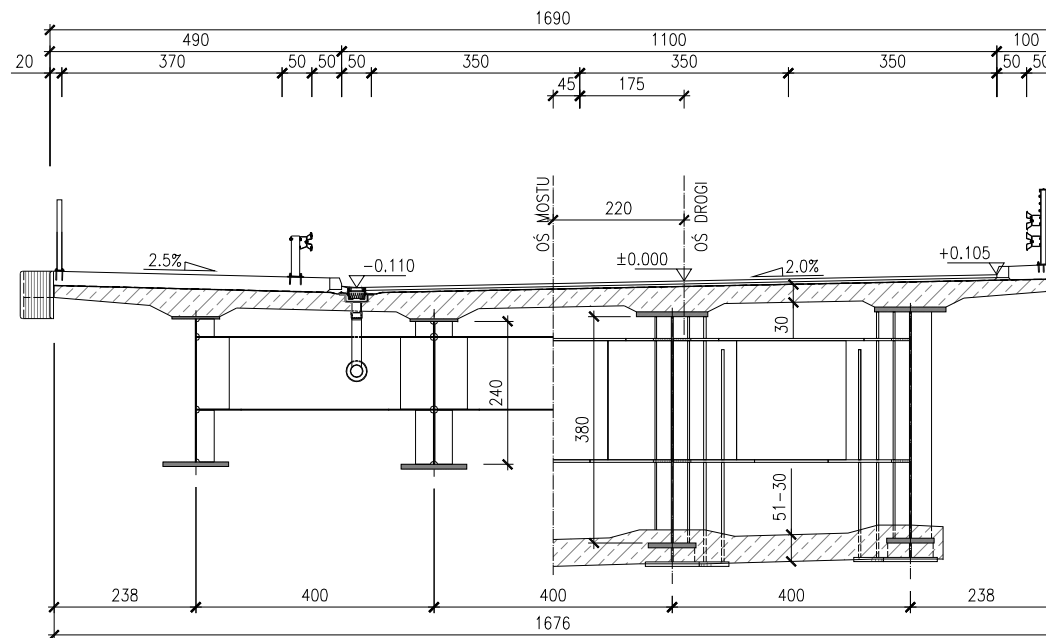
CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA PROJEKTOWANEGO MOSTU

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA PROJEKTOWANEGO MOSTU



- 3 przęsła o rozpiętościach 66,9+100,8+66,9 [m],
- Schematy statyczne – belka ciągła,
- Długość całkowita obiektu – 235,80 [m],
- Podpory mostu – filary i przyczółki – są żelbetowe, posadowione na ścianach szczelinowych wykonywanych po obrysie istniejących pali fundamentowych,
- Przyczółki wykonane po rozbiórce istniejących i posadowione na kolumnach powstałych na palach w technologii jet-grouting.

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA PROJEKTOWANEGO MOSTU

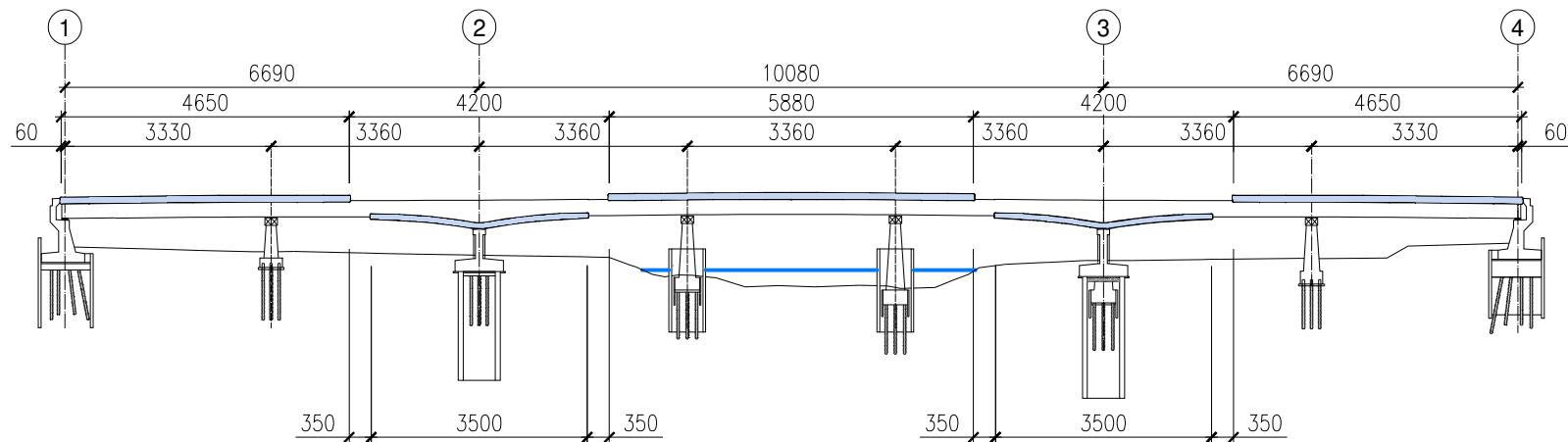


- 4 dźwigary stalowe zespolone z żelbetową płytą pomostu,
- Dodatkowe zespolenie z dolną płytą żelbetową w rejonie podpór pośrednich,
- Wysokości dźwigarów:
 - Przęsło nurtowe: dźwigar stalowy o wysokości 2,50 [m],
 - Przęsło skrajne: dźwigar stalowy o wysokości 4,20 [m] przy zespoleniu tylko z płytą pomostu, 3,95 [m] przy podwójnym zespoleniu.

TECHNOLOGIA BUDOWY USTROJU NOŚNEGO

TECHNOLOGIA BUDOWY USTROJU NOŚNEGO

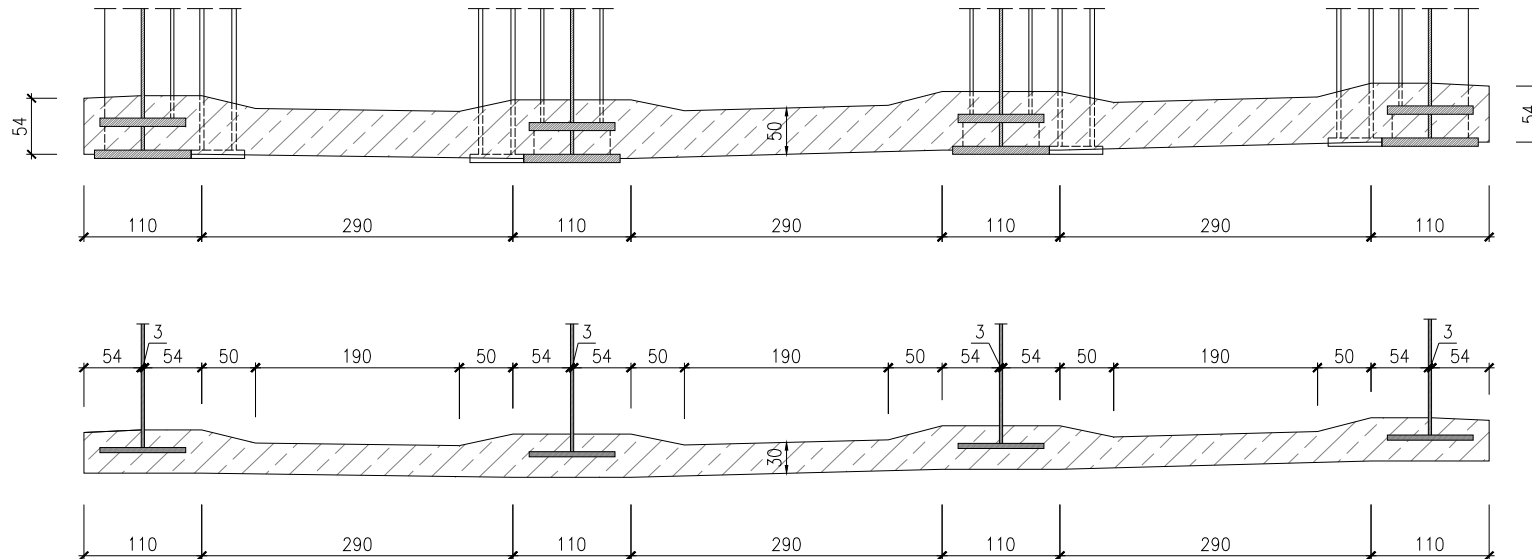
- **Etap 1** : Montaż konstrukcji stalowej z wykorzystaniem istniejących filarów.
- **Etap 2** : Wykonanie żelbetowej płyty dolnej w strefach podporowych.
- **Etap 3** : Betonowane stref przęsłowych płyty pomostu.
- **Etap 4** : Po uzyskaniu pełnej wytrzymałości betonu podpory tymczasowe zostaną zdemontowane.
- **Etap 5** : Betonowanie stref podporowych płyty pomostu.



SZCZEGÓŁY PRZYJĘTYCH WYBRANYCH
ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

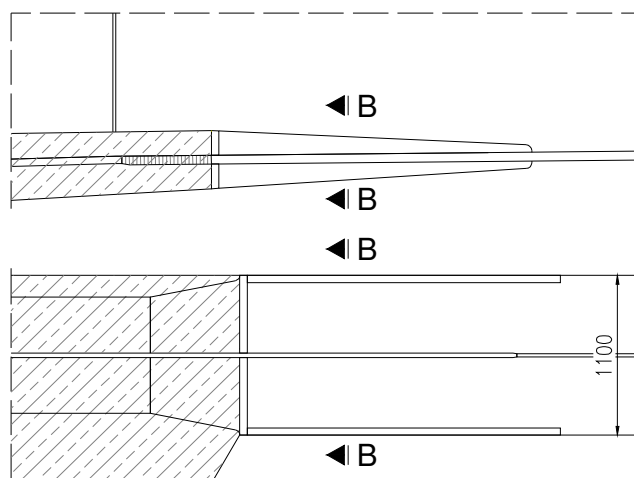
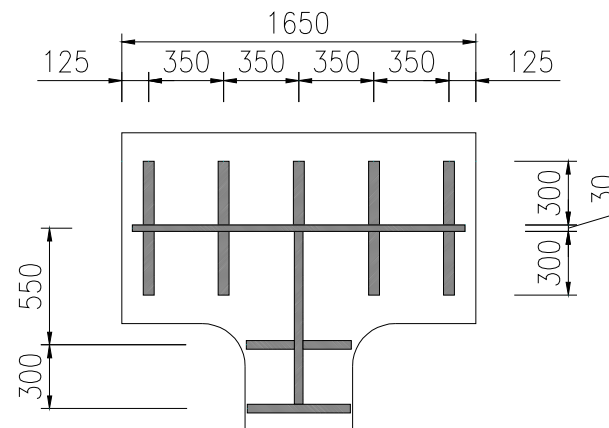
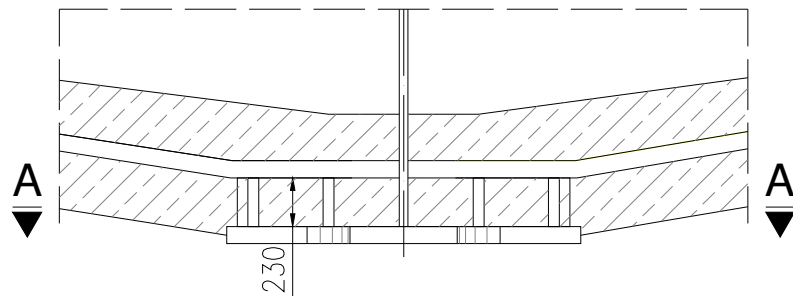
SZCZEGÓŁY PRZYJĘTYCH WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

- W klasycznym ujęciu płyta dolna w konstrukcjach podwójnie zespolonych oparta jest na górnej powierzchni pasów dolnych,
- W omawianym obiekcie pas dolny dźwigara jest zabetonowany w płycie dolnej, dzięki czemu:
 - Zredukowano przekrój pasa dolnego,
 - Zwiększono płaszczyzny zespolenia możliwości rozmieszczania łączników na obu powierzchniach pasa,
- Ukształtowanie płyty dolnej:

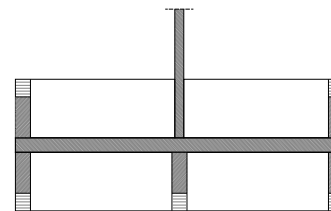


SZCZEGÓŁY PRZYJĘTYCH WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

- Konieczne było zaprojektowanie sposobu podparcia łożyska oraz strefy przejścia płyty dolnej w pas stalowy:



PRZEKRÓJ B-B



ANALIZA OBLICZENIOWA. PORÓWNANIE
PODSTAWOWYCH WYNIKÓW OBLICZEŃ
WYKONANYCH W OPARCIU O SYSTEM NORM PN
Z OBLICZENIAM I WYKONANYMI WG EUROKODÓW.

ANALIZA OBLICZENIOWA. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH WYNIKÓW OBLICZEŃ WG PN ORAZ PN-EN.

- Nowy obiekt mostowy został zaprojektowany na obciążenia klasy A zgodnie z PN-85/S-10030,
- Analiza stanów granicznych nośności i użyteczności zgodnie z systemem norm PN-EN

- Wartości współczynników dostosowawczych:

i=1	$\alpha_{q1}=0,8$	$\alpha_{Q1}=0,8$
i=2	$\alpha_{q2}=1,0$	$\alpha_{Q2}=1,0$
i=3	$\alpha_{q3}=1,0$	$\alpha_{Q3}=1,0$
	$\alpha_{qr}=1,0$	

- *Przyjęte wartości są wartościami minimalnymi określonymi wg ogólnych zaleceń normy PN EN 1991-2. Wartości te powinny być podane w załączniku krajowym i zależeć od przewidywanego ruchu i klasy drogi.*

ANALIZA OBLICZENIOWA. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH WYNIKÓW OBLICZEŃ WG PN ORAZ PN-EN.

- Zestawienie wartości momentów charakterystycznych w poszczególnych fazach pracy konstrukcji:

Przekrój obliczeniowy	Momenty charakterystyczne PN-85/S-10030		Momenty charakterystyczne PN-EN 1991	
	[kNm]		[kNm]	
	Podpora pośrednia	Przęsło środkowe	Podpora pośrednia	Przęsło środkowe
Dźwigar stalowy	-1 914	875	-1 914	875
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową obc. długotrwałe	-58 927	34 007	-56 746	32 749
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową obc. zmienne	-	13 797	-	14 091
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową (zespolenie podwójne) obc. długotrwałe	-10 650	-	-10 255	-
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową (zespolenie podwójne) obc. dmienne	-20 769	-	-24 077	-
Σ	-92 260	48 679	-92 992	47 715

ANALIZA OBLICZENIOWA. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH WYNIKÓW OBLICZEŃ WG PN ORAZ PN-EN.

- Zestawienie wartości momentów obliczeniowych w poszczególnych fazach pracy konstrukcji:

Przekrój obliczeniowy	Momenty obliczeniowe PN-85/S-10030 (układ obciążeń P)		Momenty obliczeniowe PN-EN-1990 (STR, równanie 6.10)	
	[kNm]		[kNm]	
	Podpora pośrednia	Przęsło środkowe	Podpora pośrednia	Przęsło środkowe
Dźwigar stalowy	-2 339	1 076	-2 584	1 182
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową obc. długotrwałe	-74 080	48 367	-76 607	44 211
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową obc. zmienne	-	20 695	-	19 022
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową (zespolecie podwójne) obc. długotrwałe	-17 163	-	-13 844	-
Dźwigar stalowy zespolony z płytą żelbetową (zespolecie podwójne) obc. zmienne	-31 153	-	-32 504	-
Σ	-124 735	70 138	-125 539	64 415

ANALIZA OBLICZENIOWA. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH WYNIKÓW OBLICZEŃ WG PN ORAZ PN-EN.

- W oparciu o równania kombinacyjne w PN-EN 1990 uzyskano wartości całkowite momentów:

	Momenty obliczeniowe [kNm]		
	Równanie 6.10	Równanie 6.10a	Równanie 6.10b
Całkowity moment zginający w przekroju podporowym	125 539	108 594	111 756
Porównanie z wartością z godną równaniem 6.10 [3].	100%	87%	89%

- Obliczenia zgodnie z PN-EN ze względu na klasę dźwigarów (3) przeprowadzono w zakresie sprężystym, stosując podejście i wzory analogiczne do dotychczasowych metod stosowanych w projektowaniu konstrukcji,

ANALIZA OBLICZENIOWA. PORÓWNANIE PODSTAWOWYCH WYNIKÓW OBLICZEŃ WG PN ORAZ PN-EN.

- Istotne różnice w przyjmowaniu wartości obliczeniowej wytrzymałości stali:
 - PN-82/S-10052 : obliczona z użyciem współczynnika materiałowego γ_s wytrzymałość obliczeniowa stali S355J2 wynosi 294 MPa,
 - PN-EN 1993-2 :
 - dwie wartości naprężeń obliczeniowych, zależnych od grubości elementu – 355MPa (grubość do 4cm) oraz 335 MPa (grubość 4 do 8cm)
 - Wniosek - możliwe jest zwiększenie wyężenia przekrojów w stanie granicznym nośności (STR) o 12% względem normy PN-82/S-10052.

PODSUMOWANIE

- Podstawowe ograniczenia, jakie nałożono na projektantów:
 - długość mostu i typ konstrukcji (zespolony stalowo-betonowy),
 - podział naprzęśła i proporcje ich długości,
 - wysokość konstrukcyjna, wynikająca ze skrajni pionowej pod mostem oraz rzędnymi niwelety drogi na moście,
 - uzyskanie wymaganej nośności, zgodnie z wymaganiami zarówno systemu norm PN jak i PN-EN.
- Wymagania zostały spełnione głównie dzięki zastosowaniu tzw. podwójnego zespolenia w strefie podporowej.
- Szczególnie istotne okazało się opracowanie odpowiedniego sposobu montażu.

PODSUMOWANIE

- Problem – stosowanie w praktyce systemu norm PN-EN:
 - Brak załączników krajowych wprowadza dużą dowolność przy doborze współczynników, które powinny być w nich określone,
 - Klasa nośności może być jednoznacznie wyznaczona tylko w oparciu o konsekwentne stosowanie jednego systemu norm. Nie powinno dopuszczać się do sytuacji, w której obliczenia statyczne są wykonywane zgodnie z normą PN-85/S-10030 a obliczenia wytrzymałościowe wg norm PN-EN,
 - Od dnia 01.04.2010 przestały obowiązywać Polskie Normy. Przez okres 5 lat, 2 miesięcy i 9 dni nie opublikowano żadnych załączników krajowych dotyczących projektowania mostów.