

## Historyczny żuraw na przekonstruowanym fragmencie oryginalnej estakady jako pomnik Stoczni Gdańskiej

Jacek Chróścielewski<sup>1</sup>, Mikołaj Miśkiewicz<sup>2</sup>, Łukasz Pyrzowski<sup>3</sup>

*Katedra Mechaniki Budowli i Mostów, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, e-mail: <sup>1</sup> jacek.chroscielewski@wilis.pg.gda.pl, <sup>2</sup> mikolaj.miskiewicz@wilis.pg.gda.pl, <sup>3</sup> lukasz.pyrzowski@wilis.pg.gda.pl*

**Streszczenie:** W pracy omówiono wybrane zagadnienia z przeprowadzonych badań mających na celu ocenę możliwości pozostawienia historycznego żurawia 642-24 na estakadzie B-5 w obecnej lokalizacji po modyfikacji jej schematu statycznego. Zmiana miałaby polegać na skróceniu konstrukcji jedenastoprzęsłowej do dwóch lub jednego przęsła. W referacie zawarto: ocenę aktualnego stanu technicznego obiektu, prezentację zakresu obliczeń MES, opis przyjętych schematów obciążeń, przedstawienie wyników obliczeń statycznych i wymiarowania elementów ustroju, sprawdzenie globalnej i lokalnej stateczności oraz charakterystyk dynamicznych konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** dźwig, Stocznia Gdańska, MES, ekspertyza.

### 1. Wprowadzenie

Stocznia Gdańska jest symbolem nie tylko miasta, w którym jest zlokalizowana, ale również przemian które miały swój początek w sierpniu 1980 roku. W ostatnich dekadach była kilkakrotnie restrukturyzowana i przekształcana, co miało i ma nadal wpływ zarówno na samo przedsiębiorstwo jaki i na przemysłowy krajobraz Gdańska, w którego panoramę od dawna wtopione są żurawie stoczniowe. Niestety w ciągu kilku ostatnich lat wiele z tych charakterystycznych dźwigów zostało zdemontowanych. Do przykładów można zaliczyć zełomowany największy, 150-tonowy żuraw Kone przy pochylni nr 2, czy też jedyny w swoim rodzaju pływający dźwig Jurand.

Obecnie zagospodarowanie dużej części terenów stoczniowych i bezpośrednio z nimi sąsiadujących obszarów się zmienia. Największy wpływ mają na to już realizowane dwa duże projekty: dzielnica Młode Miasto oraz trasa Nowa Wałowa.

Jednym z zamierzeń dążących do zachowania w tożsamości wizualnej dziedzictwa portowego Gdańska (stocznia i dźwigi portowe) jest opracowanie w 2012r. przez Biuro Rozwoju Gdańska „*Studium krajobrazowego Młodego Miasta ze szczególnym uwzględnieniem dźwigów*” [1]. W treści tego studium określono obiekty stoczniowe o wartościach kulturowych oraz strefy ochrony ekspozycji. Dodatkowo wyszczególniono dźwigi zakwalifikowane jako najczęściej postrzegane z większości punktów widokowych Gdańska. We wnioskach dokumentu określono najważniejsze obiekty tworzące charakterystyczną panoramę miasta. Zaliczono do nich między innymi, analizowany w pracy, pomarańczowy dźwig 642-24 usytuowany na estakadzie B-5, stwierdzając [1] iż tworzy on integralną grupę widokową z budynkiem dawnej traserni na którym widnieje napis „Stocznia Gdańska”.

Aktualnie nieeksploatowana od lat estakada, na której znajduje się historyczna dźwignica długości 278m, blokuje znaczny teren, któremu przypisane są już nowe funkcje. UM Gdańsk w poszukiwaniu kompromisowego rozwiązania powierzył zespołowi z Katedry Mechaniki Budowli i Mostów Politechniki Gdańskiej opracowanie odpowiedniej ekspertyzy [2]. Głównym jej celem miała być odpowiedź, czy jest możliwe bezpieczne skrócenie konstrukcji z ustroju 11-przęsłowego do 2- lub 1-przęsłowego. W opinii ekspertów UM Gdańsk zabieg ten pozwoliłby na zachowanie walorów widokowych przy znacznym mniejszych gabarytach nieeksploatowanej estakady.

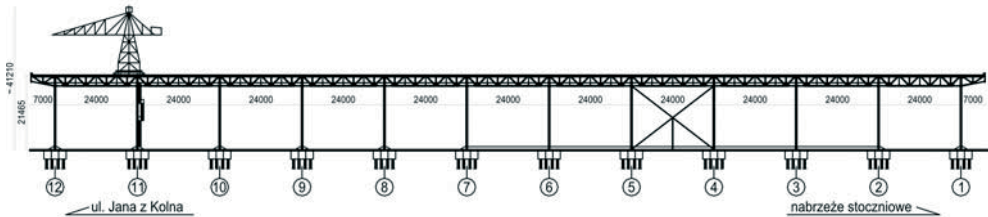
Praca przedstawia ocenę możliwości pozostawienia żurawia 642-24 na estakadzie B-5 w obecnej lokalizacji po modyfikacji schematu statycznego. W ramach zrealizowanego

zadania szczegółowo zinventaryzowano cały obiekt i oceniono jego stan techniczny. Wykonano obliczenia sprawdzające wykorzystując formalizm MES oraz przeprowadzono wariantowe wymiarowanie na podstawie norm PN i PN-EN, ogólnobudowlanej i mostowej.

## 2. Lokalizacja i charakterystyka obiektu

Estakada B-5 oraz znajdująca się na niej dźwignica zlokalizowane są na terenie nabrzeża Stoczni Gdańskiej przy ul. Jana z Kolna.

Aktualnie konstrukcję nośną estakady stanowi 11-przęsłowy nitowany stalowy ustrój kratowy z jazdą górą o długości całkowitej  $278\text{m}$  ( $7\text{m} + 11 \times 24\text{m} + 7\text{m}$ ) oparty na wykratowanych stalowych słupach o wysokości około  $20\text{m}$  (rys. 1, 2). W dokumentacji archiwalnej określono mianem „części starej” konstrukcję pomiędzy podporami 1 a 9 oraz „części nowej” pomiędzy podporami 9 a 12. Obie części są niemalże identyczne, różnią się tylko detalami w przekrojach prętów. Termin powstania estakady wg. dostępnej dokumentacji archiwalnej [3, 4] oszacowano na około 1946 r, niestety nie znaleziono komentarza odnośnie roku budowy „części nowej”.



Rys. 1. Schematyczny widok z boku konstrukcji



Rys. 2. Estakada B-5 oraz dźwignica od strony ul. Jana z Kolna (fot. Ł. Pyrzowski)

Konstrukcję przęseł estakady stanowią dźwigary kratowe. Pasy górne dźwigarów wykonane są z nitowanego przekroju złożonego blachownicowego, natomiast krzyżulce, słupki i pasy dolne zbudowane są z zestawu kątowników. Poszczególne kształtowniki połączone są przewiązkami. Dźwigary połączone są ze sobą przy pomocy wykratowań poziomych (wiatrownicy). W płaszczyźnie równoległej do dźwigarów głównych znajdują się wykratowania drugorzędne, które wspólnie z konstrukcją główną tworzą strukturę przestrzenną. W pojedynczym przęśle estakady znajdują się dwa stężenia poziome oraz dwa stężenia pionowe łączące dźwigary główne. Pomiędzy słupami nr 4 i 5 usytuowane są stężenia pionowe całej estakady w płaszczyźnie równoległej do jej osi. W poziomie szyn zamontowane są dwa pomosty drewniane. Poniżej tego poziomu przy dźwigarze lewym (patrzac od strony podpory 1 w stronę podpory 12) zlokalizowany jest trzeci pomost drewniany. Do estakady głównej od słupa nr 4 do 9 przymocowana jest konstrukcja małej estakady. Przy słupach nr 6 i 11 znajdują się schody drabiniaste.

Podpory obiektu stanowią stalowe, nitowane słupy o wysokości ok. 20m i szerokości ok. 5m. Składają się one z dwóch gałęzi skratowanych ze sobą w płaszczyźnie poprzecznej do osi estakady. U szczytu słupy łączą się z dźwigarami, a dołem są zamocowane w żelbetowych stopach fundamentowych łączonych parami przewiązką. Podpory posadowione są na żelbetowych stopach fundamentowych usytuowanych na palach Franki.

W rejonie podpory 11 znajduje się na estakadzie unieruchomiona na stałe dźwignica (rys. 2), tj. stoczniovy żuraw wieżowy o ciężarze własnym 85.76 t, której nadano numer inwentarzowy 642-24.

### 3. Aktualny stan techniczny obiektu

W listopadzie 2012 r. wykonano szczegółowe oględziny techniczne tzw. „części nowej” estakady – typowanej do pozostawienia, tj. pomiędzy podporami 9 a 12.

Ogólnie mówiąc, na stalowych dźwigarach kratowych, słupach i konstrukcyjnych elementach dźwignicy stwierdzono głównie występowanie lokalnych ognisk korozyjnych i ubytków powłok malarskich (rys. 3). W przypadku stóp fundamentowych występują spękania i lokalne ubytki betonu oraz rozwarstwienia blach węzłowych. Na pomoście dla obsługi lokalnie występują przegnicia i ubytki oraz naloty organiczne. Zabytkowe stężenia w przęśle 4-5, które docelowo muszą być przeniesione do „części nowej”, są z powodu miejscowych braków powłok malarskich skorodowane w największym stopniu.



Rys. 3. Typowe stwierdzone uszkodzenia konstrukcji

Pomimo zauważonych usterek w odniesieniu do konstrukcji stalowej nie stwierdzono występowania objawów, które mogłyby świadczyć o znacznym spadku nośności czy przeciążeniu „części nowej” estakady.

Z uwagi na brak wymaganych informacji w dostępnej dokumentacji archiwalnej [3, 4] nt. materiałów, z których wykonana jest estakada wykonano szczegółowe badania materiałowe stali (skład chemiczny, ocena spawalności, własności mechaniczne), pomiary grubości powłok malarskich oraz badanie sklerometryczne betonu stóp fundamentowych.

### 4. Symulacje MES, obciążenia

Obliczenia przeprowadzono metodą elementów skończonych (MES). Ustrój potraktowano jako układ belkowo-kratowy. W dyskretyzacji MES uwzględniono daleko idącą zgodność przyjętych elementów skończonych z rzeczywistymi częściami konstrukcji w ich aktualnym zinwentaryzowanym stanie. Z uwagi na niejednoznaczny schemat statyczny, niezależnie analizowano warianty warunków brzegowych odpowiadające utwierdzeniu i przegubowemu podparciu słupów w fundamencie. Założono, że złożone z tych wariantów obwiednie będą ograniczeniami od góry i od dołu stanu wyężenia występującego w rzeczywistym schemacie podparcia.

W obliczeniach zastosowano dwa typy elementów skończonych:

- 1 – wymiarowe, 2 – węzłowe przestrzenne prętowe (belkowe) elementy skończone typu Timoszenko. Są to elementy klasy  $C^0$  o liniowych funkcjach kształtu i wzbogaconym stanem odkształceń, uwzględniające efekt ścinania oraz mimośród osi belki;
- 1 – wymiarowe, 2 – węzłowe przestrzenne elementy typu kratowego (klasy  $C^0$  o liniowych funkcjach kształtu).

Badania miały odpowiedzieć, czy zmiana schematu statycznego konstrukcji estakady nie doprowadzi do przekroczenia stanu granicznego nośności w elementach konstrukcyjnych, nie spowoduje utraty globalnej/lokalnej stateczności oraz czy nie zaburzy charakterystyk dynamicznych układu. Aby mieć porównanie pracy estakady przed i po modyfikacji w obliczeniach MES rozważano trzy niezależne schematy:

M1 - cała konstrukcja, tj. 11 przęseł w układzie przegubowym i utwierdzonym (rys. 4),

M2 - tylko dwa przęsła pomiędzy podporami 10 a 12 w układzie przegubowym i utwierdzonym (rys. 5),

M3 - pojedyncze przęsło skrajne konstrukcji pomiędzy podporami 11 a 12 w układzie przegubowym i utwierdzonym.

W schemacie M2 (2 przęsła) oraz M3 (1 przęsło) w celu zapewnienia sztywności przestrzennej konstrukcji założono wbudowanie historycznych steżeń przeniesionych z pola pomiędzy podporami 4 a 5 wraz z występującym słupkiem (rys. 5).

Charakterystyki opracowanych modeli MES przedstawia tabela 1.



Rys. 4. Wizualizacja schematu obliczeniowego konstrukcji M1 (cała estakada)



Rys. 5. Wizualizacja schematu obliczeniowego konstrukcji M2 (po modernizacji, podpory 10-12)

Zabytkowy charakter istniejącej konstrukcji i docelowa jej modernizacja spowodowały, iż obliczenia przeprowadzono w dwóch wersjach, tj. z wykorzystaniem normatywów ogólnobudowlanych oraz mostowych. Ponieważ, wraz z modernizacją i zmianą schematu pracy układu, nastąpi także zmiana jego funkcji, potraktowano obiekt jako nową budowlę i pominięto jego wymiarowanie z uwzględnieniem norm archiwalnych. Nowy ustrój, który powstanie w wyniku modyfikacji istniejącego, powinien spełniać wymogi aktualnie obowiązujących przepisów. Obliczenia desygnowanej do pozostawienia części konstrukcji przeprowadzono z uwzględnieniem aktualnego stanu jej poszczególnych elementów.

Tabela 1. Charakterystyki modeli MES

Element modelu MES	model M1	model M2	model M3
Węzły	11 186	2 367	1 432
Elementy skończone	13 989	2 937	1 760
Więzy kinematyczne	72	18	12
Warunki podporowe	78 lub 156	24 lub 48	18 lub 36

W analizach przyjęto przypadki obciążenia obejmujące: ciężar własny, wyposażenie, dźwignicę, oblodzenie, wiatr oraz temperaturę. Do zebrania obciążenia posłużono się następującymi normami ogólnobudowlanymi: obciążenia stałe – PN-EN-1991-1-1,



oblodzenie – PN-87/B-02013, wiatr – PN-B-02011:1977/Az1:2009 oraz normą mostową: PN-85/S-10030. W obliczeniach uwzględniono wszystkie wskazane w przepisach związanych układy obciążeń z odpowiednimi współczynnikami obliczeniowymi i scenariuszami oddziaływania.

Ostatecznie po dokonaniu szczegółowego przeglądu „części nowej” tj. przeszłę pomiędzy podporami 9 a 12 i inwentaryzacji całej konstrukcji w tym po rozpoznaniu aktualnej lokalizacji dźwigni odrzucono schemat M3 (1-przesłę) jako niemożliwy do realizacji ze względu na narzucone uwarunkowania poza konstrukcyjne.

## 5. Rezultaty obliczeń statycznych

W analizach uwzględniono różny sposób podparcia słupów oraz różną liczbę przeszłę estakady (w istniejącym układzie 11-przesłowym oraz w docelowym 2-przesłowym). Wyniki przedstawiono dla wybranych, najbardziej wyężonych, elementów konstrukcyjnych estakady. Zaliczają się do nich elementy dźwigara takie jak: pas górny (PG) w przekroju przywęzłowym i przesłowym, pas dolny (PD), krzyżulec (K) skrajny i przedskrajny, wieszak (W) i słupek (S) oraz dla słupa pojedyncza gałąź w przekrojach przypodporowym oraz na wysokości 6,57m od podstawy. Poglądowe rezultaty wyrażone naprężeniami wyznaczonymi zgodnie z hipotezą HMH bezpośrednio z programu obliczeniowego zaprezentowano w tabeli 2 dla kombinacji powodującej największe wyężenie: 100% wiatr, 25% oblodzenie.

Tabela 2. Naprężenia HMH [ $MPa$ ] z programu obliczeniowego, obciążenia wg. normy ogólnobudowlanej dla kombinacji 100% wiatr 25% oblodzenie

Element konstrukcji	Słupy utwierdzone w podstawie		Słupy oparte w sposób przegubowy	
	Cała estakada	Dwa przesła	Cała estakada	Dwa przesła
PG (p. przywęzłowy)	93	93	93	93
PG (p. przesłowy)	105	104	103	103
PD	64	63	65	64
K skrajny (rozciągany)	56	57	56	57
K przedskrajny (ściskany)	60	60	60	60
W (rozciągany)	30	30	30	30
S (ściskany)	38	38	38	38
Słup (p. przypodporowy)	140	139	94	71
Słup (p. na wys. 6,57m)	70	68	95	102

Uwzględniając wyznaczone siły wewnętrzne we wskazanych powyżej elementach konstrukcyjnych przeprowadzono wymiarowanie na podstawie normatywów ogólnobudowlanych (PN-EN 1990:2004, PN-EN 1993-1-1:2006, PN-EN 1993-1-5:2008, PN-EN 1993-3-1:2008). Stopnie wyężenia najbardziej obciążonych elementów estakady przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyężenie najbardziej wykorzystanych elementów wg normy ogólnobudowlanej

Element konstrukcji	Słupy utwierdzone w podstawie		Słupy oparte w sposób przegubowy	
	Cała estakada	Dwa przesła	Cała estakada	Dwa przesła
PG (p. przywęzłowy)	65%	64%	64%	64%
PG (p. przesłowy)	93%	89%	92%	88%
PD	25%	24%	25%	24%
K skrajny (rozciągany)	23%	24%	23%	24%
K przedskrajny (ściskany)	37%	37%	37%	37%
W (rozciągany)	6%	6%	6%	6%
S (ściskany)	2%	2%	2%	2%
Słup (p. przypodporowy)	99%	97%	72%	74%
Słup (p. na wys. 6,57m)	38%	37%	52%	52%

Wyniki obliczeń zgodnie z normatywnymi mostowymi zaprezentowano analogicznie jak w tab. 2 i 3. Pierwsze są to rezultaty poglądowe bezpośrednio z programu obliczeniowego w postaci naprężeń zredukowanych zgodnie z hipotezą HMM (tab. 4). Z kolei w tab. 5 przedstawiono stopnie wyężenia najbardziej obciążonych elementów konstrukcji estakady z procedury wymiarowania wg. PN-82/S-10052.

Na podstawie analizy stanu naprężeń stwierdzono, że w schemacie docelowym (2 przęsa rys. 5), uwzględniając różne schematy podparcia słupów, w żadnym z analizowanych, najbardziej wyężonych elementów estakady nie dochodzi do przekroczenia nośności użytego do jej budowy materiału.

Tabela 4. Naprężenia HMM [ $MPa$ ] z programu obliczeniowego, obciążenia wg. normy mostowej

Element konstrukcji	Słupy utwierdzone w podstawie		Słupy oparte w sposób przegubowy	
	Cała estakada	Dwa przęsa	Cała estakada	Dwa przęsa
PG (p. przywęzłowy)	125	126	123	127
PG (p. przęsłowy)	132	130	131	130
PD	83	82	84	83
K skrajny (rozciągany)	72	67	69	67
K przedskrajny (ściskany)	76	73	74	72
W (rozciągany)	57	57	57	57
S (ściskany)	38	38	38	38
Słup (p. przypodporowy)	287	229	151	152
Słup (p. na wys. 6,57m)	128	113	163	159

Tabela 5. Wyężenie najbardziej wykorzystanych elementów wg normy mostowej

Element konstrukcji	Słupy utwierdzone w podstawie		Słupy oparte w sposób przegubowy	
	Cała estakada	Dwa przęsa	Cała estakada	Dwa przęsa
PG (p. przywęzłowy)	68%	68%	69%	67%
PG (p. przęsłowy)	78%	74%	77%	76%
PD	54%	57%	55%	55%
K skrajny (rozciągany)	34%	31%	33%	32%
K przedskrajny (ściskany)	50%	50%	50%	49%
W (rozciągany)	46%	44%	46%	45%
S (ściskany)	16%	16%	16%	16%
Słup (p. przypodporowy)	120%	79%	61%	61%
Słup (p. na wys. 6,57m)	53%	47%	72%	72%

## 6. Stateczność konstrukcji

W celu oszacowania lokalnej i globalnej stateczności estakady w zmienionym schemacie pracy, niezależnie od wymiarowania zgodnego z normami, przeprowadzono analizę nieliniową geometrycznie i materiałowo. Wyznaczono tzw. ścieżki równowagi opisujące nieliniowe zachowanie się konstrukcji w formie zależności wybranego parametru kontrolnego, tutaj pewnej składowej wektora przemieszczenia  $q_n$ , od parametru obciążenia konstrukcji  $\lambda$ .

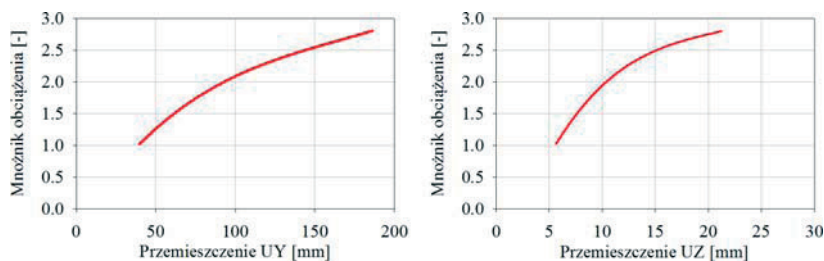
W rozwiązaniu nieliniowym sterowano parametrem wzrostu obciążenia wiatrem  $\lambda$  ujętym w następującej regule opisującej wektor obciążenia całkowitego układu

$$\mathbf{g} + \lambda \mathbf{p}_{ref} \quad (1)$$

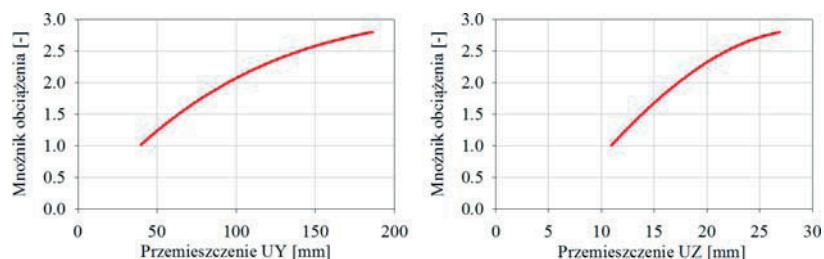
gdzie wektor  $\mathbf{g}$  reprezentuje obciążenia stałe układu, wektor  $\mathbf{p}_{ref}$  ujmuje obciążenie charakterystyczne konstrukcji wiatrem, a  $\lambda$  jest mnożnikiem jego zmiany/wzrostu. Zgodnie z wytycznymi prof. K. Wysiatskiego przyjmując się w obszarze mostownictwa, że jeśli układ dla obciążenia typu (1) przy  $\lambda > 2.2$  nie wykazuje oznak i tendencji do nadmiernych deformacji, to konstrukcję można uznać jako zabezpieczoną przed utratą stateczności.



Na rys. 6 oraz rys. 7 przedstawiono uzyskane dla analizowanej konstrukcji śledzone ścieżki równowagi. Analizy wskazały, że konstrukcję można uznać za odporną na utratę stateczności ( $\lambda > 2.2$ ).



Rys. 6. Przesunięcia poziome UY i pionowe UZ punktu na szczycie słupa 11



Rys. 7. Przesunięcia poziome UY (prostopadłe do estakady) i pionowe UZ punktu na pasie górnym dźwigara 11-12 w środku rozpiętości

## 7. Charakterystyki dynamiczne układu

Aby sprawdzić dynamiczne właściwości konstrukcji przeprowadzono analizę drgań własnych wyznaczając sześć pierwszych postaci i odpowiadających im częstotliwości drgań. Rezultaty obliczeń zawarto w tabeli 6. Obliczenia wykazały, iż zmiana schematu statycznego ma tylko nieznaczny wpływ na charakterystykę dynamiczną układu, negatywny zmniejszając wartość najniższej częstotliwości drgań, zaś w przypadku kolejnych częstotliwości nawet ją poprawia podwyższając ich wartości.

Tabela 6. Częstotliwości drgań własnych konstrukcji [Hz]

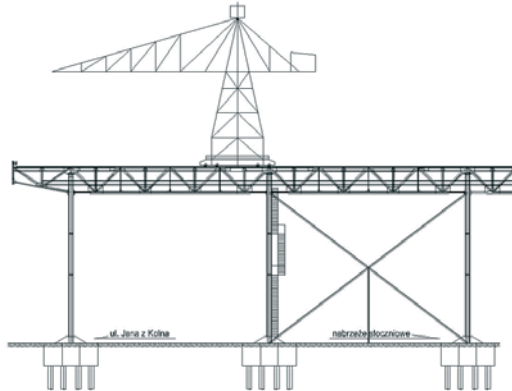
Częstotliwość	Słupy utwierdzone w podstawie		Słupy oparte w sposób przegubowy	
	Cała estakada	Dwa przęsła	Cała estakada	Dwa przęsła
$f_1$	1,71	1,72	1,52	1,52
$f_2$	2,01	3,17	1,85	2,86
$f_3$	2,67	3,32	2,31	3,41
$f_4$	2,71	3,54	2,35	5,18
$f_5$	2,82	3,88	2,45	5,30
$f_6$	2,96	4,94	2,59	5,89

## 8. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej oceny stanu technicznego i wykonanych analiz statyczno-wytrzymałościowej i dynamicznej estakady B-5 zespół KMBiM PG stwierdził, że po spełnieniu wskazanych zaleceń istnieje możliwość modernizacji konstrukcji zgodnie z oczekiwaniem UM Gdańsk. Obejmuje to zmianę aktualnego schematu statycznego z układu 11-przęsłowego na 2-przęsłowy z zachowaniem lokalizacji dźwignicy w jej aktualnej pozycji oraz bezwzględną koniecznością przeniesienia zabytkowych stężeń wzdłużnych tak, aby w każdej fazie budowy zapewniona była stateczność modyfikowanego układu.

Należy jednak mieć na uwadze, że utrzymanie jednej z wizytówek Gdańska wymaga poniesienia nakładów na bezpieczną modyfikację schematu konstrukcji i jej remont. Działania te dają jednak możliwość chociaż częściowego pozostawienia historycznego obiektu, który na pewno będzie wzbogacał krajobraz powstającej nowej dzielnicy Gdańska (rys. 8) i przypominał kolejnym pokoleniom o pierwotnym charakterze tej części miasta.

Po remoncie i przystosowaniu pozostawionej części konstrukcji do założeń koncepcji architektonicznej dopuszcza się możliwość zaadoptowania obiektu do nowej funkcji, np. tarasu widokowego.



Rys. 8. Schematyczny widok z boku układu po przekonstruowaniu estakady

## Literatura

- 1 Gackowska E. Studium krajobrazowe Młodego Miasta ze szczególnym uwzględnieniem dźwigów. Biuro Rozwoju Gdańska, Gdańsk, 2012.
- 2 Ekspertyza techniczna dot. możliwości pozostawienia żurawia 642-24 na estakadzie B-5 (PK3, 291-46) w obecnej lokalizacji tj. od strony ul. Jana z Kolna po modyfikacji schematu statycznego. Opracowanie: KMBiM, Politechnika Gdańska. Gdańsk 2012.
- 3 Orzeczenie techniczne n/t możliwości przeniesienia dodatkowego obciążenia przez estakadę B-5 w przypadku zainstalowania żurawia nr 27 o ciężarze ok. 85T. Inwentaryzacja. Opracowanie: Centrum Techniki Wytwarzania Przemysłu okrętowego PROMOR. Gdańsk 1976.
- 4 Ocena stanu technicznego konstrukcji stalowej żurawia 642-24 zlokalizowanego na estakadzie PK3. Opracowanie: L. Marciniak, F. Szwałkowski. Gdańsk 1999.

## Historical crane on the redesigned original trestle bridge as a memorial of Gdansk Shipyard

Jacek Chrościelewski<sup>1</sup>, Mikołaj Miśkiewicz<sup>2</sup>, Łukasz Pyrzowski<sup>3</sup>

*Department of Structural Mechanics and Bridges, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Gdansk University of Technology, e-mail: <sup>1</sup> jacek.chroscielewski@wilis.pg.gda.pl, <sup>2</sup> mikolaj.miskiewicz@wilis.pg.gda.pl, <sup>3</sup> lukasz.pyrzowski@wilis.pg.gda.pl*

**Abstract:** The paper includes selected aspects of the study, whose goal is to hold the historical crane 642-24 in its current location after the modification of trestle bridge static scheme. The scope of the paper includes the assessment of current technical condition of the object, a presentation of FEM analyses, a description of the assumed load cases, results of the static calculations, checking the effort of construction elements, global and local structure stability and its dynamic characteristics.

**Keywords:** crane, Gdansk Shipyard, FEM analysis, expert opinion.

