

ANALIZA PRZYCZYŃ NIERÓWNOMIERNEGO OSIADANIA PODPÓR ESTAKADY W CIĄGU DROGI DWUJEZDNIOWEJ¹

Iwona JANKOWIAK, Arkadiusz MADAJ
Politechnika Poznańska

W obiektach mostowych, budowanych zazwyczaj w trudnych warunkach gruntowo-wodnych, prawidłowe i staranne rozpoznanie podłoża jest kluczowym elementem projektowania fundamentów. Badania podłoża realizowane na etapie przygotowywania inwestycji drogowej należy traktować jedynie jako badania rozpoznawcze, które powinny stanowić materiał wyjściowy do wykonania właściwych badań, których miejsca powinny być ustalone ściśle blisko planowanych podpór. Przy ewentualnych rozbieżnościach powstałych we wstępnych obliczeniach fundamentów konieczne może się okazać przeprowadzenie dodatkowych badań uzupełniających. W niniejszym artykule przedstawiono przykład realizacji estakady zlokalizowanej w ciągu drogi dwujezdniowej, przy budowie której nieprawidłowe rozpoznanie podłoża doprowadziło do powstania dużych nierównomiernych osiadań podpór tej konstrukcji, która została wzniesiona jako pierwsza. W artykule zostaną przedstawione osiadaniami podpór oraz ich skutki (np. w postaci uszkodzenia łożysk), które powstały kilka lat po zakończeniu budowy konstrukcji wzniesionej w pierwszym etapie, jednak podczas wznoszenia konstrukcji pod drugą jezdnią. Podane zostaną również wskazówki, których przestrzeganie może zabezpieczyć konstrukcje mostowe budowane dwuetapowo przed osiadaniami podpór podobnymi do przedstawionych w niniejszym artykule.

Słowa kluczowe: obiekt inżynierski, badania geotechniczne podłoża, osiadaniami podpór, awaria łożysk.

1. WPROWADZENIE

Prawidłowe rozpoznanie podłoża jest kluczowym elementem projektowania fundamentów [1, 2]. W przypadku obiektów mostowych konieczne jest wykonywanie badań podłoża w miejscu każdej planowanej podpory (wykonania minimum dwóch otworów w miejscu planowanego posadowienia podpory). Badania podłoża realizowane na etapie przygotowywania inwestycji drogowej należy

¹ DOI 10.21008/j.1897-4007.2017.24.07

traktować jedynie jako badania rozpoznawcze, które powinny stanowić materiał wyjściowy do wykonania właściwych badań, których miejsca powinny być zlokalizowane ściśle w miejscach planowanych podpór [3,4,5]. Ponadto, jeśli we wstępnych obliczeniach fundamentów podpór okażą się, że konieczne jest wykonanie fundamentów głębszych, poniżej rzędnej wykonanych badań, to bezwzględnie konieczne jest przeprowadzenie badań uzupełniających. Sytuację, do której może doprowadzić nieprawidłowe rozpoznanie podłoża, przedstawiamy w prezentowanym artykule, na przykładzie budowy estakady zlokalizowanej w ciągu drogi dwujezdniowej. Charakterystyczną cechą omawianego przykładu jest to, że inwestycja była realizowana etapami. Najpierw wybudowano obiekt w ciągu jednej jezdni i po oddaniu jej do eksploatacji, po kilku latach, przystąpiono do budowy estakady w ciągu drugiej jezdni. Przedstawione w artykule wyniki dotyczą przemieszczeń podpór, które pojawiły się w konstrukcji eksploatowanej kilka lat po zakończeniu budowy, ale podczas wznoszenia nowej konstrukcji pod drugą jezdnią.

2. CHARAKTERYSTYKA KONSTRUKCJI

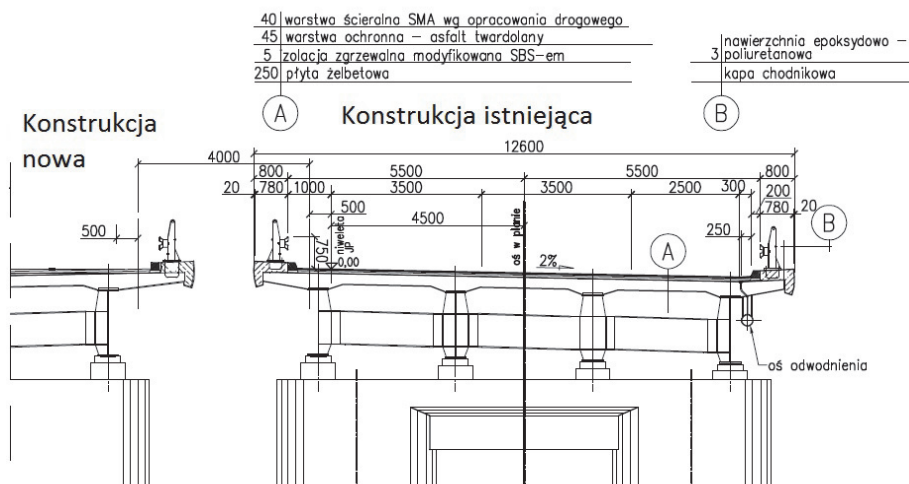
Analizowany obiekt jest ustrojem 9-cio przęsłowym, o schemacie statycznym belki ciągłej. Rozpiętość teoretyczna przęseł wynosi: $27,5\text{m} + 7 \times 35,0\text{m} + 27,5\text{m}$. Ustrój nośny przęseł jest wykonany z czterech blachownic stalowych zespolonych z płytą żelbetową (Rys. 1). Blachownice mają stałą wysokość. Rozstaw osiowy dźwigarów wynosi $3,20\text{m}$. Na obiekcie znajduje się jezdnia o całkowitej szerokości $10,0\text{m}$ ($0,5\text{m} + 2 \times 3,50\text{m} + 2,50\text{m}$). Całkowita szerokość pomostu wynosi $12,60\text{m}$. Przęsła oparte są na podporach za pośrednictwem łóżysk garnkowych.

Filary mostu są dwusłupowe. Słupy mają kształt owalny i są połączone rygłem. Szerokość słupów wynosi $3,70\text{m}$, a grubość $1,20\text{m}$. Wysokość filarów jest zmienna. Filary są posadowione na palach wierconych o średnicy $1,20\text{m}$.

Przyczółki są pełnościennie, posadowione na palach wierconych o średnicy $1,20\text{m}$. Z protokołu odbioru wynika, że zaniechano iniekcji podstawy pali.

Budowę obwodnicy, w ciągu której znajduje się estakada będąca przedmiotem artykułu, oddano do użytku 9 lat przed rozpoczęciem budowy sąsiedniej „nowej” konstrukcji zachodniej pod drugi kierunek ruchu. W protokole końcowym odbioru przedmiotowego „starego” mostu zawarta jest informacja, że nie stwierdzono wad trwałych konstrukcji.

Dostępne autorom artykułu protokoły z próbnych obciążeń pali estakady zachodniej („nowej”) wykazały, że pale miały wymaganą nośność. Nie były znane natomiast autorom artykułu wyniki badań nośności pali estakady wschodniej („starej”).



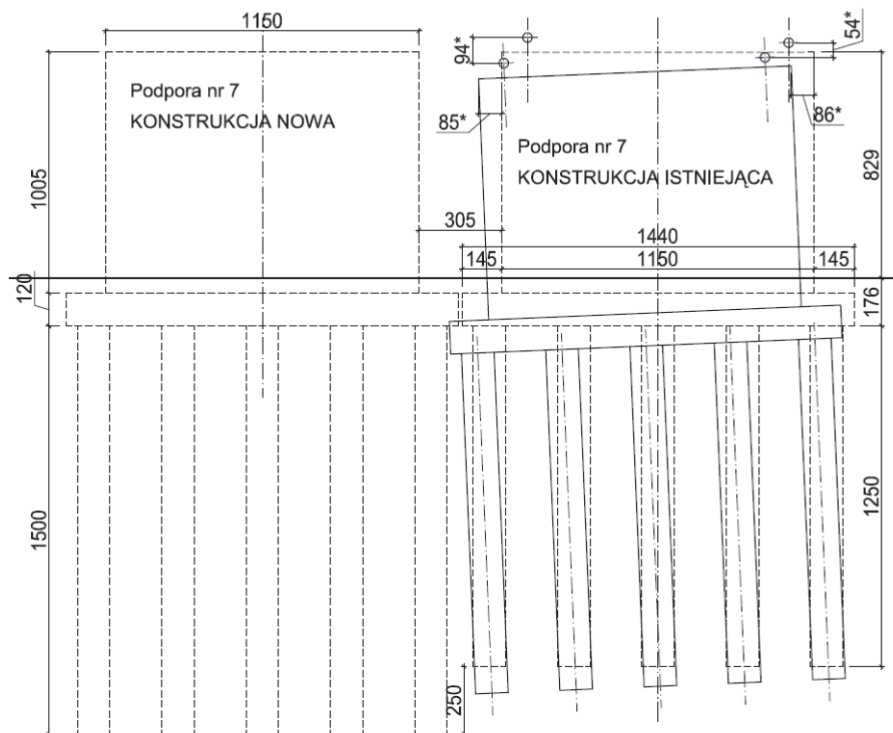
Rys. 1 Przekrój poprzeczny konstrukcji istniejącej

3. OPIS ZAOBSERWOWANYCH PRZEMIESZCZEŃ PODPÓR ORAZ USZKODZEŃ MOCOWANIA ŁOŻYSK

Po rozpoczęciu budowy konstrukcji estakady zachodniej zaobserwowano przemieszczenia poziome konstrukcji istniejącej (wschodniej), w kierunku prostopadłym do osi estakady. Powstanie przemieszczeń poziomych przesądziło na podstawie wzajemnych przemieszczeń elementów łożysk. Przemieszczenia zaobserwowano na podporze nr 1 (przyczółek od strony południowej mostu – fot. 1÷4) oraz na podporze nr 7 (na filarze zlokalizowanym przy brzegu rzeki – Rys. 2, fot. 7÷9) oraz na podporze nr 10 (przyczółek od strony północnej – fot. 10). W wyniku przemieszczeń doszło do ścięcia śrub mocujących łożyska jednokierunkowo przesuwne.

Ślady zabrudzenia blach ślizgowych (fot. 8) wskazują, że przemieszczenia następowały skokowo – w trzech fazach. Jest to prawdopodobnie związane z etapami zwiększania obciążenia podpór budowanej estakady zachodniej:

- faza I – wykonanie podpór,
- faza II – montaż konstrukcji stalowej,
- faza III – betonowanie płyty pomostowej.



Rys. 2. Schemat przemieszczeń pionowych i bocznych podpory nr 7 konstrukcji istniejącej (wymiary oznaczone * przedstawiają przemieszczenia podpór w [mm], pozostałe wymiary podpór podano w [cm])



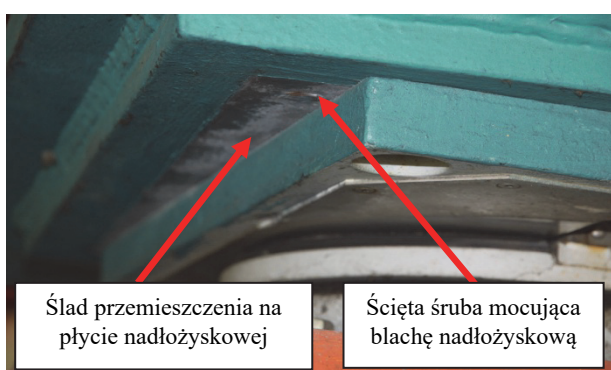
Fot. 1. Przemieszczenie poziome elementów łożyska wielokierunkowo przesuwne na podporze 1 (na przycółku)



Fot. 2. Przemieszczenie poziome elementów łożyska wielokierunkowo przesuwne na podporze 1 (na przyczółku) – zbliżenie z fot. 1



Fot. 3 Przemieszczenie poziome elementów łożyska jednokierunkowo przesuwne na podporze 1 (na przyczółku). Widoczne skrócenie blachy nadłożyskowej względem blachy klinowej spawanej do pasa dźwigara



Fot. 4 Przemieszczenie poziome elementów łożyska jednokierunkowo przesuwne na przyczółku. Ścięcia śrub mocujących blachę nadłożyskową (max. przemieszczenie 36mm) (widok ogólny łożyska pokazano na fot. 3)



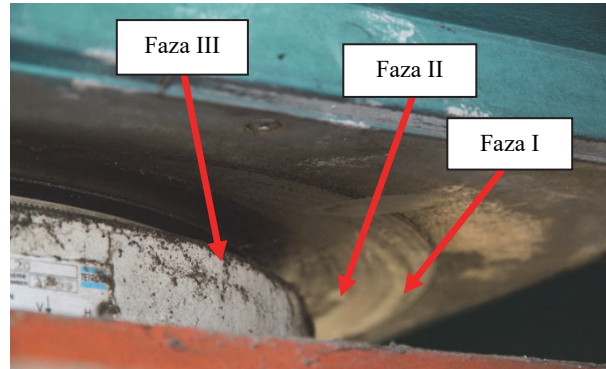
Fot. 5 Przesunięcie krawężnika (krawędzi jezdni) jako skutek przemieszczenia przyczółka (podpory nr 1)



Fot. 6 Przesunięcie poprzeczne urządzenia dylatacyjnego (krawędzi jezdni) jako skutek przemieszczenia przyczółka (podpory nr 1)



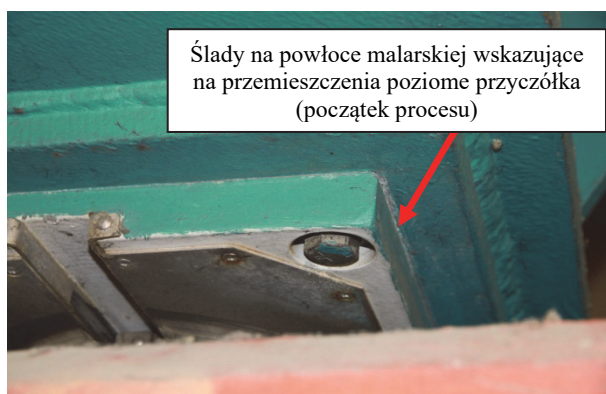
Fot. 7 Przesunięcie poziome elementów łożyska względem dźwigara na podporze 7



Fot. 8 Ślady skokowych przemieszczeń blach ślizgowych w łożysku na podporze nr 7 – szczegół łożyska pokazany na fot. 7



Fot. 9 Przesunięcie poziome elementów łożyska wielokierunkowo przesuwne na podporze 7 – przesunięcie prostopadłe do osi mostu – ok. 56mm



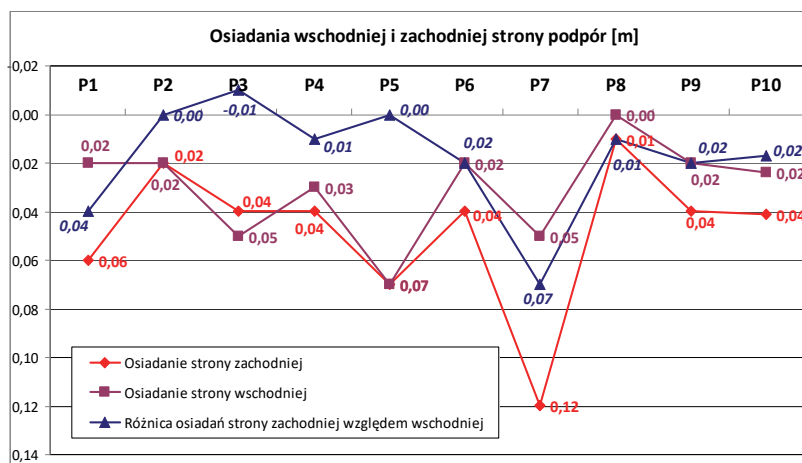
Fot. 10 Pierwsze objawy przemieszczeń poziomych podpory nr 10 (przyczółka od strony północnej)

4. PRZEMIESZCZENIA PODPÓR

Pomiary przemieszczeń pionowych podpór były realizowane z obu stron podpór na oczepach. Brak jest natomiast pomiaru przemieszczeń poziomych podpór po wykonaniu konstrukcji.

Analiza wyników pomiaru przemieszczeń pionowych podpór wskazuje, że największe różnice osiadania podpór występują w podporach P1 (4,0cm) oraz P7 (7,0cm). Są to podpory, w których zaobserwowano wyraźne wzajemne przemieszczenia poziome (prostokątne do osi mostu) elementów łożysk (podpora P1 – przemieszczenie poziome ok. 36mm, podpora P7 – przemieszczenie poziome ok. 56 mm).

Pomierzone wartości osiadania podpór przedstawiono w tabelicy 1 i na rysunku 3.



Rys. 3: Zestawienie wartości osiadań podpór konstrukcji wschodniej pomierzone dla strony wschodniej i zachodniej każdej z podpór oraz różnic w osiadaniach strony zachodniej każdej podpory względem jej strony wschodniej (wartość dodatnia oznacza większe osiadania podpory od strony nowo budowanej konstrukcji zachodniej)

W podporach, które poddano analizie, pomierzono następujące wartości przemieszczeń pionowych:

- P1 (przyczółek południowy):
 - strona zachodnia - 6,0cm; strona wschodnia – 2,0cm,
 - różnica osiadania krawędzi podpory: 4,0cm (przechył w kierunku estakady zachodniej).
- P7 (filar):
 - strona zachodnia – 12,0cm; strona wschodnia – 5,0cm,
 - różnica osiadania krawędzi podpory: 7,0cm (przechył w kierunku estakady zachodniej).

- P10 (przyczółek północny)
 - strona zachodnia - 4,0cm; strona wschodnia – 2,0cm,
 - różnica osiadania krawędzi podpory: 2,0cm (przechyl w kierunku estakady zachodniej).

Identyczne osiadania i różnice w osiadaniach krawędzi podpór jak w podporze P10 stwierdzono jeszcze w podporach F6 i F9. W pozostałych podporach (poza wymienionymi) różnice w osiadaniu krawędzi są rzędu 1,0cm.

Skutkiem różnicy w osiadaniu krawędzi podpór P1 i P7 są obserwowane na łożyskach przemieszczenia poziome (prostopadłe do osi estakady) i ścięcie śrub mocujących łożysko jednokierunkowo przesuwne. Natomiast w podporze P10 zaobserwowano pierwsze oznaki przemieszczeń poziomych.

Tablica 1: Rzędne wysokościowe oczepów podpór konstrukcji istniejącej (wschodniej [n.p.m.] oraz bezwzględnych wartości osiadań [m]:

Strona zachodnia estakady										
Podpory	P1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	P10
Rzędna odniesienia *)	51,10	51,55	52,10	52,66	53,22	53,71	54,07	54,23	54,30	54,25
Rzędna po wybudowaniu konstrukcji zachodniej **)	51,04	51,53	52,06	52,62	53,15	53,67	53,95	54,22	54,26	54,21
Osiadanie	0,06	0,02	0,04	0,04	0,07	0,04	0,12	0,01	0,04	0,04

Strona wschodnia estakady										
Podpory	P1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	P10
Rzędna odniesienia *)	51,10	51,55	52,11	52,66	53,22	53,70	54,06	54,23	54,30	54,25
Rzędna po wybudowaniu konstrukcji zachodniej **)	51,08	51,53	52,06	52,63	53,15	53,68	54,01	54,23	54,28	54,23
Osiadanie	0,02	0,02	0,05	0,03	0,07	0,02	0,05	0,00	0,02	0,02

*) – na podstawie dokumentacji powykonawczej podpór konstrukcji wschodniej.

***) – na podstawie pomiaru wykonanego po wybudowaniu konstrukcji zachodniej (po 9 latach od oddania do użytku konstrukcji wschodniej)

Tablica 2: Różnica rzędnych wysokościowych krawędzi oczepów podpór konstrukcji istniejącej (wschodniej) [m]:

Podpory	Strona wschodnia estakady									
	P1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	P10
Różnica osiadań krawędzi [m]	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,07	0,01	0,02	0,02
Kąt skręcenia podpór [°]	0,24	0,00	0,06	0,06	0,00	0,12	0,42	0,06	0,12	0,12

5. ANALIZA WARUNKÓW GRUNTOWO-WODNYCH W MIEJSCU POSADOWIENIA PODPÓR NR 1, 7, 10

Na podstawie dostępnej dokumentacji archiwalnej ustalono, że projekt posadowienia obiektu wschodniego wykonano na podstawie badań geotechnicznych podłoża, które nie były wykonane bezpośrednio w miejscu posadowienia podpór. Ponadto rzędna dna niektórych otworów była mniejsza lub była równa rzędnej podstawy wykonanych pali zlokalizowanych w pobliżu wykonanych otworów. Przykładowo w przypadku podpory P4 głębokość otworu badawczego sięgała rzędnej 33,8 m n.p.m. przy rzędnej stopy pali ok 32,4 m n.p.m., w przypadku podpory P5 odpowiednio 36,0 m n.p.m. i 28,16 m, w przypadku podpory P6 odpowiednio 36,2 m n.p.m. i 29,21 m n.p.m., a podpory P7 odpowiednio 31,3 m n.p.m. i 31,51 m n.p.m.

Przed opracowaniem projektu fundamentów estakady zachodniej wykonano dodatkowe wiercenia, które zrealizowano w pobliżu projektowanych podpór i o istotnie większej głębokości. Głębsze otwory badawcze wykonano przede wszystkim w miejscach wymienionych podpór P4, P5, P6 i P7, ale również w pobliżu projektowanych pozostałych podpór, w przypadkach gdy miały one zbyt małą głębokość (te badania stanowiły podstawę do projektu posadowienia estakady zachodniej). Ponadto, w ramach realizacji badań geotechnicznych związanych z budową drogi, wykonano dodatkowe odwierty w pobliżu projektowanych podpór i badania przy wykorzystaniu sondy CPTU (naprzemiennie przy kolejnych podporach).

Porównanie wyników poszczególnych badań wykazało niekiedy istotne różnice w rodzaju i stanie gruntu w badanych miejscach. W związku z tym jako miarodajne do ustalenia rodzaju gruntu, jaki występuje w miejscu posadowienia konstrukcji, przyjęto opis gruntu zawarty w metrykach pali. Analiza wyników wszystkich badań wskazuje, że opis rodzaju gruntu w podłożu, jaki znajduje się w metrykach pali, jest najbardziej zgodny z wynikami dodatkowych badań geotechnicznych wykonanych przed przystąpieniem do budowy konstrukcji zachodniej (nowej), jakkolwiek stwierdzono pewne różnice.

Tablica 3: Zestawienie warunków gruntowych na podstawie dokumentacji projektowej znajdującej się w dokumentacji projektowej estakady wschodniej i ustalonych w oparciu o metryki wykonywanych pali estakady zachodniej

Podpora P1 (przyczółek):		
	Estakada istniejąca (wschodnia)	Estakada budowana (zachodnia)
Długość pali	15,0m	19,0m (pale dłuższe o 4 m od estakady wschodniej)
Rzędna spodu pala	31,35 n.p.m.	27,66 n.p.m.
Rodzaj gruntu pod podstawą pala	Pd/Ps, Id = 0,50	Pd/Ps, Id = 0,70
Poziom wody (nawiercony)	–	36,30 n.p.m., 33,50 n.p.m (podstawa pala poniżej)

Podpora P7 (filary):		
	Estakada istniejąca (wschodnia)	Estakada budowana (zachodnia)
Długość pali	12,5m	18,0m (pale dłuższe o 5,5 m od estakady wschodniej)
Rzędna spodu pala	31,35 n.p.m.	26,01 n.p.m.
Rodzaj gruntu pod podstawą pala	Gp/Pg, IL = 0,25, płytko nad (nominalnie ok. 10cm) Nmg/G π zH	Pd/Ps, Id = 0,60
Poziom wody (nawiercony)	–	31,20 n.p.m (podstawa pala poniżej)

Podpora P10 (przyczółek):		
	Estakada istniejąca (wschodnia)	Estakada budowana (zachodnia)
Długość pali	19,0m	19,0m (pale o tej samej długości co w estakadzie wschodniej)
Rzędna spodu pala	28,75 n.p.m.	28,75 n.p.m.
Rodzaj gruntu pod podstawą pala	P π /Pd Id = 0,60	P π /Pd Id = 0,60
Poziom wody (nawiercony)	–	34,37 n.p.m. (podstawa pala poniżej)

Na podstawie dostępnej dokumentacji stwierdzono, że w analizowanych podporach, w których odnotowano występowanie przemieszczeń poziomych:

- podstawy pali znajdują się poniżej rzędnej lub na rzędnej nawierconego poziomu wody będącej pod ciśnieniem,
- podstawy pali mostu zachodniego (nowo budowanego) i wschodniego, znajdują się na piaskach nawodnionych, za wyjątkiem pali podpory nr 7 estakady wschodniej (istniejącej), których podstawy znajdują na pograniczu warstwy namulów i piasków,
- zagęszczenie piasków, w których znajdują się podstawy pali, są na pograniczu gruntów średnio zagęszczonych i zagęszczonych.

6. ANALIZA PRZYCZYŃ PRZEMIESZCZENIA PODPÓR ESTAKADY WSCHODNIEJ

W oparciu o przeprowadzone badania konstrukcji wschodniej, udostępnioną dokumentację archiwalną związaną z budową, dokumentację związaną z realizowaną estakadą zachodnią oraz pomiary przemieszczeń estakady wschodniej wykonane w czasie budowy estakady zachodniej stwierdzono, że:

- występowały **istotne różnice w opisie warunków gruntowo wodnych**,
- biorąc pod uwagę jako najbardziej wiarygodne zapisy w tzw. metrykach wykonywania pali i konfrontując je z wynikami badań geotechnicznych ustalono, że w przypadku analizowanych podpór (P1, P7 i P8), zarówno w odniesieniu do estakady wschodniej jak i zachodniej, podstawy pali znajdowały się piaskach nawodnionych (**woda nawiercona jest pod ciśnieniem**);
- w przypadku podpory nr P7 stopa pali estakady wschodniej jest prawdopodobnie umiejscowiona w namulach,
- wzajemne przemieszczenia elementów łożysk i ścięcie śrub mocujących łożyska do konstrukcji, są spowodowane **nierównomiernym osiadaniem podpór**,
- ze względu na brak informacji o rzędnych główic podpór estakady wschodniej przed przystąpieniem do budowy estakady zachodniej, nie było możliwe ustalenie, czy aktualnie pomierzone przemieszczenia estakady wschodniej powstały w czasie budowy estakady zachodniej i czy proces osiadania podpór estakady wschodniej rozpoczął się wcześniej.

Analiza dostępnej dokumentacji projektowej, wyników badań geotechnicznych i dokumentacji związanej z wykonywaniem pali estakady zachodniej dowodzi, że prawdopodobną przyczyną względnie dużego, nierównomiernego osiadania analizowanych podpór estakady wschodniej jest **rozluźnienie gruntu pod podstawami pali** wiaduktu wschodniego, powstałe w czasie wykonywania pali fundamentowych wiaduktu zachodniego. Wskazują na to dwie przesłanki:

- w prawie wszystkich podporach stopy pali estakady zachodniej są posadowione głębiej od pali estakady wschodniej (podpora P1 o ok. 4,0m, podpora P4 o ok. 2,0m, podpora P5 o ok. 3,0m, P6 o ok. 0,5m, podpora P7 o ok. 5,5m),

- stopy pali analizowanych podpór są posadowione w gruntach nawodnionych, znajdujących się pod ciśnieniem, co w przypadku nie przestrzegania reżimów technologicznych, po dowierceniu się do warstwy wodonośnej przy wykonywaniu pali pod fundamenty podpór estakady zachodniej, mogło doprowadzić do wymywania gruntu spod pali fundamentowych estakady wschodniej.

Zwraca się również uwagę na bardzo małą odległość pali fundamentowych podpór wiaduktu wschodniego i zachodniego (ok. 1,0m).

Hipotezę, że przyczyną względnie dużego nierównomiernego osiadania podpór nr P1 i P7 jest rozluźnienie gruntu w podstawie pali, mogłyby potwierdzić badania zagęszczenia gruntu przeprowadzone w bezpośrednim sąsiedztwie analizowanych podpór. Jednak autorzy artykułu nie mają informacji, czy takie badania, pomimo zalecenia, zostały wykonane.

Dodatkową przyczyną, która prawdopodobnie doprowadziła do stwierdzonego dużego osiadania podpór estakady wschodniej mogła być zbyt mała nośność fundamentów. Zbyt małą nośność pali fundamentowych estakady wschodniej może sugerować fakt, że w podporach estakady zachodniej zostały niekiedy znacznie zwiększone długości pali fundamentów (w przypadku podpory P7 nawet o ok. 5,5m). Tak, jakby Autor projektu, już po wybudowaniu konstrukcji zorientował się, że popełnił błąd. Błąd ten mógł wynikać z błędnego rozpoznania warunków gruntowo-wodnych. Przykładowo, jak wynika z dostępnej dokumentacji archiwalnej, która była podstawą do projektowania fundamentów estakady wschodniej, w miejscu posadowienia podpory P7 nie stwierdzono namulów, których występowanie zostało ustalone w uzupełniających badaniach geotechnicznych wykonanych przed projektowaniem estakady zachodniej. Co ważniejsze, występowanie namulów zostało potwierdzone w metrykach pali. Spostrzeżenie to jest tym bardziej istotne, że na głębokości, na której występują namuły, znajdują się podstawy pali fundamentu podpory P7 estakady wschodniej.

Dodatkowo na nierównomierne osiadanie estakady wschodniej mogło mieć wpływ nie uwzględnienie przez Projektanta przy projektowaniu fundamentów estakady wschodniej **oddziaływania fundamentów estakady zachodniej wznoszonej w drugim etapie.**

7. PODSUMOWANIE

Na podstawie przedstawionego przykładu realizacji konstrukcji mostowej, która jest projektowana i wznoszona dwuetapowo, do tego w trudnych warunkach gruntowo-wodnych, można podać kilka wskazówek, których przestrzeganie może zabezpieczyć konstrukcję przed osiadaniami podpór podobnymi do przedstawionych w niniejszym artykule:

- Należy zawsze projektować fundamenty i wykonywać badania podłoża gruntowego zgodnie z obowiązującymi przepisami;

- Przestrzegać należy bezwzględnie zasady o konieczności wykonywania badań podłoża w miejscu projektowanego posadowienia podpór. Badania wstępne prowadzone na etapie planowania inwestycji mogą stanowić jedynie podstawę do opracowania bardziej szczegółowego programu badań;
- **Niedopuszczalne jest, by głębokość otworów badawczych była mniejsza lub równa głębokości posadowienia fundamentów.** W przypadku posadowienia bezpośredniego wiercenia badawcze powinny być min. 5,0m poniżej spodu fundamentów. W przypadku posadowienia na palach wiercenia badawcze powinny być min. 3,0m poniżej spodu pali;
- Konieczna jest zawsze kontrola warunków gruntowo-wodnych prowadzona w czasie wykonywania fundamentów (np. pali wierconych) lub ocena jakości gruntu w przypadku pali przemieszczeniowych. W razie stwierdzenia innych warunków gruntowo-wodnych należy dokonać korekty fundamentów;
- W przypadku realizacji dwóch równoległych konstrukcji korzystnym może się okazać takie zaplanowanie całej inwestycji, aby fundamenty pod obie konstrukcje wykonać jednocześnie. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie niekorzystnego wpływu wykonywania nowych fundamentów na istniejącą już konstrukcję;
- Ze szczególną ostrożnością i starannością należy realizować fundamenty posadowione na większej głębokości niż fundamenty sąsiadującego obiektu. Już na etapie projektowania należy zawsze uwzględniać wpływ budowanego obiektu na stany graniczne nośności i użyteczności istniejącego obiektu.

Uwaga końcowa. Autorom artykułu nie jest znany aktualny stan estakady ani jakie podjęto działania, które by zagwarantowały bezpieczną eksploatację obiektu. Nie mniej wiadomo, że aktualnie estakada jest użytkowana bez ograniczeń.

LITERATURA

1. Gwizdała K., *Fundamenty palowe. Technologie i obliczenia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010.
2. Dz.U.2012.463, Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. „W sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych”, Dz.U. z dnia 27 kwietnia 2012r.
3. PN-83/B-02482 „Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych”. Warszawa, PKN.
4. PN-EN 1997-1, Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne” Część 1: „Zasady ogólne”.
5. PN-EN 1997-2, Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne” Część 2: „Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”.

**CAUSES ANALYSIS OF SUPPORTS SUBSIDANCE OF BRIDGE
STRUCTURE ALONG DUAL CARRIAGEWAY ROAD****Summary**

In bridge structures, usually built in difficult ground and water conditions, proper and careful recognition of the ground layout seems to be a key element in the design of foundations. Substrate tests carried out at the stage of road investment preparation should only be considered as exploratory research, which should be the starting material for the appropriate study, the sites of which should be planned strictly in the locations of the supports. In case of any discrepancies in the preliminary calculations of foundations, further supplementary geotechnical research may be required. This article presents an example of a bridge structure located in a dual carriageway, where incorrect ground recognition resulted in large unequal subsidence of some supports of structure that was erected first. The article shows the subsidence of the supports and their effects (eg. in the form of damage to the bearings) that arose several years after the completion of the structure erected at the first stage, but during construction of the second structure. Finally, some guidelines will be provided in order to secure other two-stage constructed bridges against unfavorable subsidence of supports similar to those described in this article.

