



Dr inż. Wojciech Kocot*)

Wykorzystanie wyników obserwacji wiaduktu podczas ujawniania się wpływów górniczych do analizy sposobu podparcia jego przęsła

The application of results of observations of an overpass bridge performed during the occurrence of mining impacts for the analysis of the method of its span support

Treść: Przedmiotem przedstawionych rozważań jest wiadukt drogowy nad dwoma torami kolejowymi, wzniesiony w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Wobec braku jakiegokolwiek do-kumentacji technicznej podstawową trudnością okazało się szczegółowe rozeznanie zastosowanego schematu ułożyskowania przęsła. Referat omawia założenia przyjęte w tym zakresie podczas analizy odporności obiektu na wpływy górnicze oraz weryfikację tych założeń na podstawie wyników obserwacji obiektu podczas ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej. Opisane pomiarami zachowanie się wiaduktu pozwoliło na poznanie faktycznego schematu ułożyskowania przęsła. Przy okazji przekonano się, że terenie Górnego Śląska w dalszym ciągu znajdują się obiekty wykonane nie tylko niezgodnie z zasadami budownictwa na terenach górniczych, ale również wbrew zasadom sztuki budowlanej

Abstract: The subject of the presented considerations is an overpass bridge over two railroad tracks, constructed in the 60's of the last century. In the absence of any technical documentation, a detailed specification of the applied span bearing design was a fundamental difficulty. This paper discusses the assumptions made in this regard during the analysis of the structure resistance to mining impacts, as well as verification of these assumptions based on the results of the observations performed when the effects of the mining exploitation have been revealed. Behavior of the overpass bridge described by the measurements allowed to identify the actual scheme of the span bearings. At the same time, it was discovered that in the Upper Silesia there are structures which are not only non-compliant with the principles of construction in mining areas, but also against the best building practice.

Słowa kluczowe:

mosty na terenach górniczych, szkody górnicze, eksploatacja górnicza

Key words:

bridges in mining areas, mining damage, mining exploitation

1. Wprowadzenie

Przedmiotem rozważań jest wiadukt drogowy nad dwoma torami kolejowymi, wzniesiony w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Wobec braku jakiegokolwiek dokumentacji technicznej podstawową trudnością okazało się szczegółowe rozeznanie zastosowanego schematu ułożyskowania przęsła. Referat omawia założenia przyjęte w tym zakresie podczas analizy odporności obiektu na wpływy górnicze oraz weryfikację tych założeń na podstawie wyników obserwacji obiektu podczas ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej.

2. Opis konstrukcji obiektu

Analizowany wiadukt (rys. 1) przeprowadza jedną z ulic Górnego Śląska nad dwoma torami kolejowymi. Kąt skrzyżowania ulicy z przeszkodą wynosi około 83° i taki też jest skos całego obiektu (rys. 2). Jest to wiadukt żelbetowy monolityczny, o schemacie statycznym belki wolnopodpartej z dwoma przewieszzeniami – wspornikami (rys. 3). Całość została podzielona dylatacją podłużną na dwie bliźniacze części, zwane dalej przęsłem wschodnim (E) i zachodnim

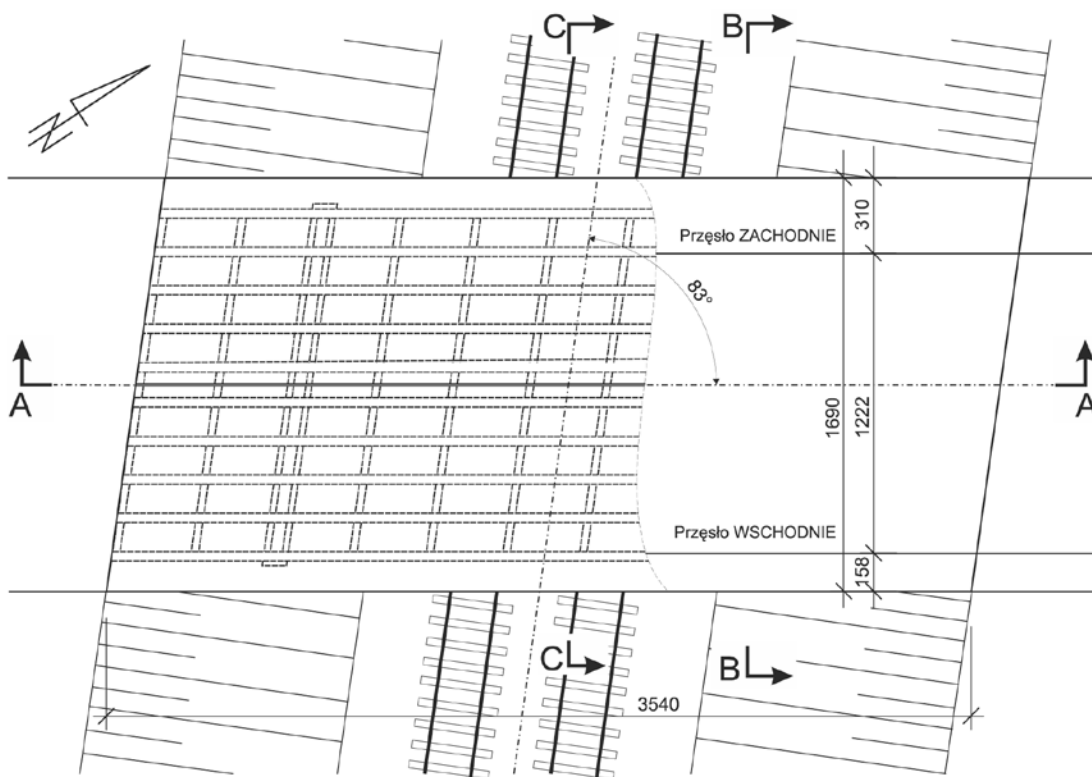
(W). Całkowita długość obiektu, mierzona równoległe do osi ulicy wynosi 35,40 m. Mierzona w ten sam sposób rozpiętość teoretyczna przęsła (w osiach łożysk) wynosi 22,00 m, a długość odcinków przewieszonych (wsporników) 6,70 m. Na wynoszącej 16,86 m szerokości przęsła mieści się jezdnia ulicy (12,18 m) oraz dwa ciągi ruchu pieszego (3,10 m po stronie zachodniej i 1,58 m po stronie wschodniej).



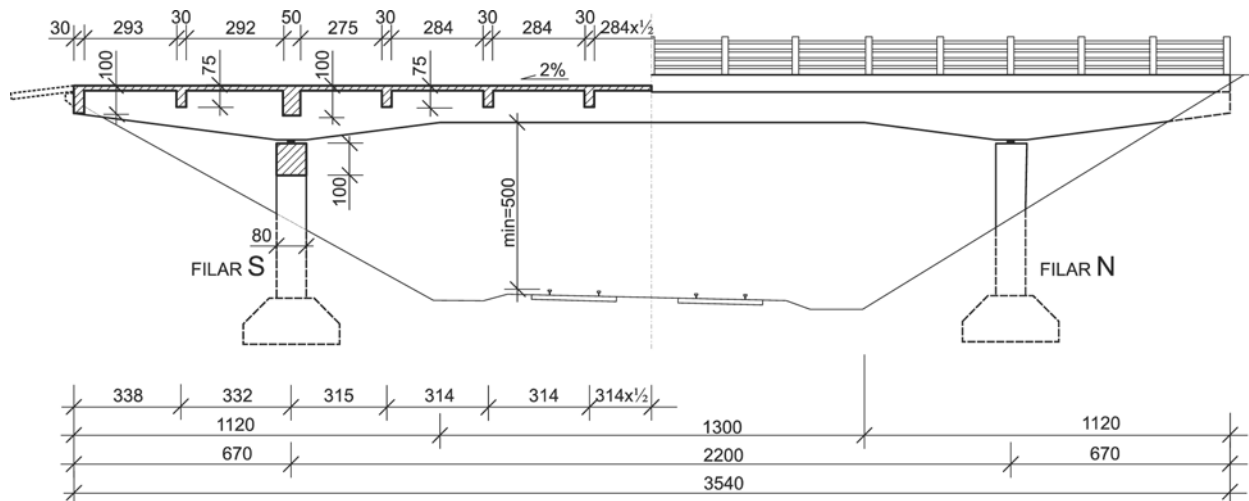
Rys. 1. Widok wiaduktu od strony południowo-wschodniej, wzdłuż torów kolejowych

Fig. 1. View of the bridge from the south-east, along the railroad tracks

*) AGH w Krakowie



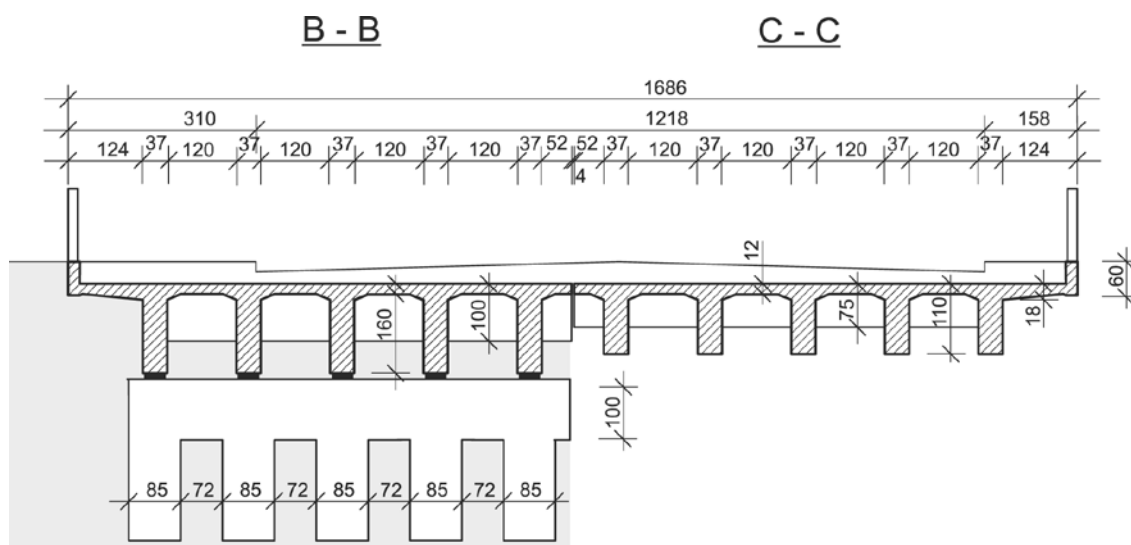
Rys. 2. Rzut poziomu wiaduktu
 Fig. 2. Horizontal projection of the bridge



Rys. 3. Przekrój podłużny A-A oraz widok
 Fig. 3. Longitudinal section A-A and the view



Rys. 4. Widok wiaduktu od spodu, od strony północnej, widoczne główne elementy konstrukcyjne: podłużne belki główne, poprzecznice oraz filary
 Fig. 4. View of the bridge from below, from the north, the main structural elements are visible



Rys. 5. Przekrój poprzeczny B-B oraz przekrój poprzeczny C-C
Fig. 5. Cross-section B-B and C-C

Przęsło wiaduktu wykonano jako monolityczne, płyto-zebrowe. Każda z dwóch równoległych do siebie części przęsła jest zbudowana z pięciu podłużnych belek głównych o zmiennej wysokości przekroju poprzecznego (rys. 4 i 5). Belki główne są ze sobą połączone dwunastoma poprzecznymi, różniącymi się od siebie wymiarami przekroju poprzecznego. Wzdłuż skrajnych zewnętrznych belek głównych wykonano zwieńczone gzymsem wsporniki chodnikowe o wysięgu około 1,24 m.

Podpory wiaduktu (to jest filar północny – N i południowy – S) także wykonano jako żelbetowe monolityczne. Podłużna dylatacja wiaduktu dzieli każdy z nich na dwie części, dzięki czemu oba przęsła są oparte na niezależnych podporach. Każda część filara złożona jest z pięciu słupów (oddzielny słup w osi każdej belki głównej) zwieńczonych wspólnym monolitycznym oczepem (rys. 4 i 5). Najprawdopodobniej słupy każdej z dwóch części filara zostały posadowione bezpośrednio, na wspólnej belce fundamentowej.

Wiadukt nie posiada przyczółków. Ciągłość jezdni jest zapewniona za pośrednictwem żelbetowych płyt przejściowych, opartych jednostronnie na skrajnej poprzecznicy przęsła.

Przęsło zostało oparte na podporach za pośrednictwem dwudziestu łożysk stycznych – osobne łożysko w osi każdej belki podłużnej, na obu jej końcach. Wszystkie łożyska wykonano jako styczne, z ogranicznikami przesuwu w kierunku poprzecznym. Od zewnątrz wszystkie wyglądały jednakowo (np. rys. 6), niektóre z nich mogły jednak wewnątrz skrywać trzpień blokujący możliwość przesuwu. Wobec braku dokumentacji technicznej, bez uniesienia przęsła nie było możliwe rozeznanie funkcji poszczególnych łożysk. Za najbardziej prawdopodobny uznano wariant, że wiadukt został zaprojektowany i wykonany zgodnie z zasadami budowy mostów na terenach górniczych. Oznaczałoby to, że wiadukt posiada dwa łożyska stałe (styczne, unieruchomione wewnątrz stalowym trzpieniem), podpierające środkową belkę każdego przęsła na jednej z podpór (północnej lub południowej), a pozostałe łożyska przesuwne – bez trzpienia. Mając na względzie czas budowy wiaduktu wzięto także pod uwagę możliwość, że wszystkie łożyska na jednym z filarów wykonano jako stałe (zablokowane trzpieniem), a wszystkie na drugim jako przesuwne (bez trzpienia).

3. Przygotowanie wiaduktu do przejścia wpływów górniczych

Plan ruchu zakładał eksploatację kolejno dwóch ścian w bezpośrednim sąsiedztwie obiektu. Miały one rozpocząć swój bieg w odległości około 150 m na zachód od niego i postępując oddalać się w kierunku zachodnim. Średnia głębokość eksploatacji prowadzonej z zawałem stropu miała wynosić 1030 m, a grubość wybieranego pokładu 2,5 m. Prognozy przewidywały wystąpienie w miejscu lokalizacji wiaduktu stosunkowo małych wpływów górniczych, a to:

- w kierunku równoległym do osi podłużnej obiektu poziome odkształcenia ściskające $\varepsilon_1 = -0,7$ mm/m oraz krzywizna o promieniu $R_1 = 250$ km,
- w kierunku prostopadłym do osi podłużnej obiektu poziome odkształcenia rozciągające $\varepsilon_2 = +1,4$ mm/m oraz krzywizna o promieniu $R_2 = 100$ km.

Z uwagi na wysokie koszty oraz trudności logistyczne związane z ewentualnym podnoszeniem przęsła (zamknięcie ruchu, zorganizowanie objazdów itp.), biorąc jednocześnie pod uwagę niewielkie wartości wskaźników deformacji od planowanej eksploatacji górniczej, ostatecznie zrezygnowano



Rys. 6. Jedno z łożysk stycznych przed usunięciem ograniczników przesuwu poprzecznego

Fig. 6. One of the contact bearings before removing lateral movement stoppers

z tego zabiegu. W ramach przygotowania wiaduktu do przejścia wpływów górniczych zdecydowano się na usunięcie ograniczników przesuwu poprzecznego na wszystkich łożyskach, za wyjątkiem łożysk belek środkowych (E3 i W3). Przy założeniu opisanego w pkt 2 prawdopodobnego układu łożysk, uzyskano by wówczas poprawny schemat łożyskowania każdego z przęseł (por. rys. 7), a to:

- pod środkową belką każdej części wiaduktu, na jednej z podpór (północnej lub południowej) łożysko stałe,
 - na przeciwległym końcu tej samej belki łożysko jednokierunkowo-przesuwne (z pozostawionymi ogranicznikami przesuwu poprzecznego),
 - wszystkie pozostałe łożyska wielokierunkowo-przesuwne.
- Konsekwencje ewentualnego błędu, co do przyjętych założeń odnośnie do istniejącego układu łożysk, przy tak małych prognozowanych wskaźnikach deformacji nie mogły być duże.

Na swych podporach wiadukt posiadał repery wysokościowe służące do pomiaru osiadań. Oprócz tego na obiekcie zabudowano punkty pomiarowe umożliwiające prowadzenie podczas ujawniania się wpływów górniczych następujących obserwacji:

- pomiar zmian rozwarości dylatacji podłużnej na obu końcach przęsła oraz na filarach,
- pomiar przemieszczeń na skrajnych łożyskach każdego przęsła,
- pomiar zmian przechyleń skrajnych słupów filarów każdego przęsła.

Jednocześnie, jeszcze przed rozpoczęciem eksploatacji górniczej wykonano tzw. pomiar zerowy.

4. Wyniki obserwacji wiaduktu podczas ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej

W wyniku przeprowadzonej eksploatacji górniczej badany wiadukt doznał osiadań o wartości średnio około 180 mm. Nierównomierne osiadania spowodowały przechylenie przęsła wiaduktu w stronę eksploatowanej ściany, o wartości około 0,7 mm/m w kierunku podłużnym i a około 2,7 mm/m w kierunku poprzecznym.

Pomiar rozwarości dylatacji podłużnej wykazał jej zwiększenie średnio o około 8 mm, co jest wartością nieco mniejszą od spodziewanej, wynoszącej 13 mm.

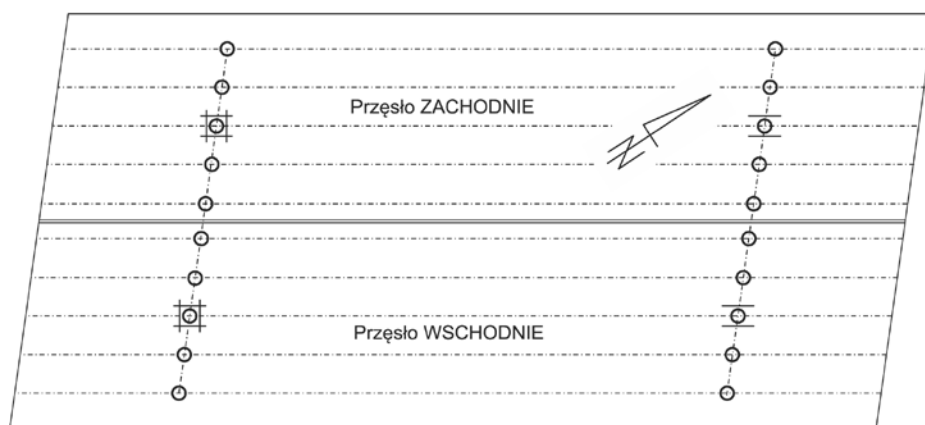
Najistotniejsze okazały się jednak pomiary przemieszczeń na łożyskach w zestawieniu z obserwacją zmian pochylenia podpór. Założone przed podjęciem eksploatacji wskaźniki przesuwu podłużnego łożysk przez cały czas obserwacji obiektu nie wykazały żadnych przemieszczeń. Jednocześnie pomiar wychylenia słupów w kierunku podłużnym wykazał, że od czasu rozpoczęcia eksploatacji nastąpiło przechylenie filara północnego w stronę północną oraz południowego w stronę południową. W obu przypadkach względna wartość przechylenia wyniosła około 1 mm/m. Przy braku przemieszczeń na łożyskach oznaczało to zmniejszenie odległości między fundamentami filarów o około 16 mm, co w przybliżeniu odpowiadało wartościom prognozowanym.

5. Wnioski wypływające z obserwacji wiaduktu

Przedstawione w pkt 4 spostrzeżenia prowadzą do wniosku, że faktyczny schemat ułożyskowania obiektu jest różny

Rys. 7. Schemat ułożyskowania przęseł zgodnie z przyjętymi założeniami, po usunięciu zbędnych ograniczników przesuwu poprzecznego

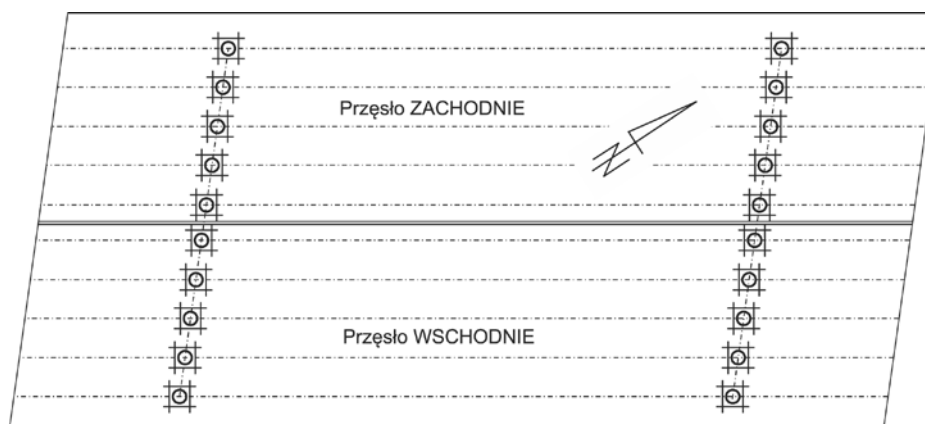
Fig. 7. Schematic span bearings in accordance with the adopted assumptions, after removing unnecessary lateral movement stoppers



- Legenda:
- - łożysko nieprzesuwne
 - - łożysko jednokierunkowo-przesuwne
 - - łożysko wielokierunkowo-przesuwne

Rys. 8. Faktyczny schemat ułożyskowania przęseł, oznaczenia łożysk jak na rys. 7

Fig. 8. The actual scheme of the span bearings, the bearings designated as in Fig. 7.



od pierwotnie zakładanego. Sugerują, że **wszystkie łożyska wiaduktu posiadają wewnątrz trzpień blokujący, czyli wszystkie pełnią funkcję łożysk nieprzesuwnych** (por. rys. 8). Z tego powodu, poziome odkształcenia ściskające ujawniające się w kierunku podłużnym obiektu, zamiast przemieszczeń na łożyskach spowodowały przechylenie filarów. Małe wartości wskaźników deformacji terenu sprawiły, że nie doszło do powstania uszkodzeń obiektu, związanych z brakiem możliwości przemieszeń na łożyskach. Jednak stan, w którym brak możliwości przemieszeń przęsła na łożyskach jest kompensowany wychyleniem filarów nie może być uznany za poprawny.

6. Podsumowanie

Opisany przypadek jest przykładem wykorzystania wyników obserwacji obiektu mostowego podczas ujawniania się wpływów górniczych do rozpoznania jego cech konstrukcyjnych, niewidocznych podczas przeprowadzonej inwentaryzacji. Opisane pomiarami zachowanie się wiaduktu na deformującym się terenie górniczym pozwoliło na poznanie faktycznego schematu ułożyskowania przęsła.

Przy okazji przekonano się, że terenie Górnego Śląska w dalszym ciągu znajdują się obiekty wykonane nie tylko niezgodnie z zasadami budownictwa na terenach górniczych, ale również wbrew podstawowym zasadom sztuki budowlanej.

Artykuł opracowano w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.150.005

Literatura

1. *Barycz S., Kocot W., Wodyński A.*: Zagrożenia dla konstrukcji mostów na terenach górniczych. Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie 1994 Nr 1(9).
2. *Barycz S., Wodyński A.*: Błędy związane z posadowieniem budynków jako przyczyna szkód pseudogórniczych. Przegląd Górniczy 1994, Nr 3.
3. Instrukcja 364/2000 – Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. ITB, Warszawa 2000.
4. Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych, praca zbiorowa pod kier. J.Kwiatka. Katowice, Wyd. GIG 1997.
5. *Rosikoń A.*: Budownictwo komunikacyjne na terenach objętych szkodami górniczymi. Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności 1979.