



## Opinie geologiczno-górnice – dobra praktyka przy projektowaniu obiektów mostowych

### Geological-mining evaluation – good practice in the design of bridge structures

Dr inż. Izabela Bryt-Nitarska\*)

**Treść:** Opinię opracowuje się w oparciu o przegląd map nadkładu i map stropu karbonu, przegląd map pokładowych w zakresie eksploatacji dokonanej i eksploatacji planowanej do podjęcia, przegląd profili otworów wiertniczych i map przekrojów geologicznych. W toku prac gromadzi się również dane dotyczące zarejestrowanej aktywności dyslokacji tektonicznych, w strefach wychodni uskoków geologicznych, a także wyniki pomiarów prowadzonych na terenowych liniach obserwacyjnych. Na podstawie dokumentacji określa się budowę nadkładu i warstw karbonu produktywnego, głębokości zalegania, litografię i stratyografię pokładów węgla. Wykonuje się analizy map pokładowych w zakresie lokalizacji stwierdzonych robotami górnictwymi przebiegów dyslokacji tektonicznych. Określa się lokalizację uskoków w stosunku do dotychczas wybieranych parcel eksploatacyjnych. Na podstawie analizy ww. materiałów przeprowadza się szczegółową ocenę wpływu projektowanej eksploatacji górniczej obiektu. W szczególności na zmianę geometrii obiektu, konieczny do uwzględnienia w projekcie wzrost sił wewnętrznych możliwy wpływ na warunki użytkowania. Dopiero wyniki tego typu analiz dają pełen pogląd na zagrożenia wynikające z możliwości wystąpienia odkształceń konstrukcji, przemieszczeń w łożyskach, czy zagrożeń wynikających z sąsiedztwa wychodni uskoków.

**Abstract:** An evaluation is elaborated on the basis of the overburden and roof maps for the carbon, review of strata maps with both finished and planned exploitation, review of borehole profiles and geological cross-section maps. During work, data on the registered tectonic dislocation activity in the area of fault outcrops is collected and the results of measurements taken in the local observation lines obtained. This documentation allows to determine the structure of the overburden and layer of productive carbon, deposition of strata, lithography and stratigraphy of coal beds. Strata map analyses focused on areas of tectonic dislocations found during mining works. The location of faults in relation to exploitation lots mined so far is determined. Basing on the analysis a detailed evaluation of the influence of the planned mining exploitation on an object is performed. Particularly the influence on the object's geometry change, increase of internal forces and potential impact on service conditions. Only such results give complete image on the hazards resulting from the possibility of occurrence of structure deformation, bearing dislocation or hazards deriving from the neighbouring fault outcrops.

#### Słowa kluczowe:

górnictwo, deformacja terenu, monitoring

#### Key words:

mining, area deformation, monitoring

## 1. Wprowadzenie

Opinia geologiczno-górnicza stanowi opracowanie ukierunkowane na określenie lokalnych uwarunkowań geologicznych i górniczych, decydujących o zakresie zabezpieczeń konstrukcji na wpływ ich oddziaływań. Z założenia opinia stanowi rozwinięcie wydawanych przez przedsiębiorców górniczych informacji, w sprawie warunków górniczo-geologicznych ustalanych na potrzeby planowania przestrzennego [1]. Informacje zawarte w miejscowym palnie zagospodarowania przestrzennego zawierają bowiem końcowe wartości wskaźników opisujących prognozowaną deformację powierzchni, określone kategorią terenu górniczego oraz prognozowane

obniżenia terenu, końcowe dla okresu uzyskanej koncesji. W sposób ogólny informują o obecności płytkich pustek poeksploatacyjnych, możliwości wystąpienia nieciągłych deformacji powierzchni czy przewidywanej zmianie stosunków wodnych. Dla poprawnego zaprojektowania obiektu mostowego na terenie górniczym konieczna jest jednak dokładna znajomość tych warunków.

Dlatego też, dla obiektów mostowych projektowanych do wzniesienia lub modernizacji na terenie górniczym, opinia geologiczno-górnicza powinna stanowić źródło informacji dla **założeń projektowych** i określenia warunków użytkowania, w tym szczególnie dla określenia **zakresu monitorowania** stanu obiektu w warunkach ujawniania się górniczej deformacji terenu [2,5].

\*) Instytut Techniki Budowlanej

## 2. Podstawa formalna wykonywania opinii geologiczno-górnich

Chociaż samo pojęcie *opinii geologiczno-górnich* nie funkcjonuje w aktach prawnych określających zakres dokumentacji projektowej dla obiektów lokalizowanych na terenach podlegających wpływowi eksploatacji górniczej [3÷5], konieczność jej wykonania wywieść należy z wymaganego zakresu dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [5] wykonywanej dla obiektów budowlanych trzeciej kategorii geotechnicznej. Obiekty budowlane położone na terenach **szkod górniczych** znajdują się bowiem w **skomplikowanych warunkach gruntowych, trzeciej kategorii geotechnicznej** [6]. Z faktu tego wynika, że poza wymaganą opinią geotechniczną, dokumentacją badań podłoża gruntowego i projektem geotechnicznym, dla obiektów tych wymagane jest dodatkowo sporządzenie dokumentacji **geologiczno-inżynierskiej**, zgodnie z przepisami ustawy Prawo geologiczne i górnicze [7]. Określa ona w szczególności budowę geologiczną, warunki geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne podłoża budowlanego lub określonej przestrzeni, a także przydatność badanego terenu do realizacji zamierzonych przedsięwzięć.

Zakres opinii geologiczno-górnich definiuje w szczególności pojęcie *przydatność terenu*, z uwagi na lokalizację obiektu na terenie, w którym prowadzono w przeszłości lub/i planuje się dalsze prowadzenie eksploatacji górniczej. Dodatkowo wnioski z opinii stanowią wypełnienie wymagania, mówiącego, że usytuowanie obiektu inżynierskiego na terenach podlegających wpływowi ruchu zakładu górniczego powinno uwzględniać w szczególności niekorzystne oddziaływanie, które bądź występują bądź mogą wystąpić w kolejnych etapach eksploatacji górniczej [2].

Na podstawie analizy materiałów zgromadzonych w toku realizacji opinii przeprowadza się szczegółową ocenę wpływu eksploatacji górniczej na obiekt. Dopiero wyniki tego typu analiz dają pogląd na zagrożenia wynikające przykładowo z możliwości wystąpienia dużych przemieszczeń w łóżyskach, czy zagrożeń wynikających z sąsiedztwa wychodni uskoków.

Dobre rozeznanie warunków lokalnych, dla obiektów mostowych stanowi podstawę niezawodnej ich pracy i ciągłości ruchu na obiekcie w trakcie prowadzenia eksploatacji górniczej w sąsiedztwie ich lokalizacji.

## 3. Cel i zakres opinii geologiczno-górnich – dane do projektowania

Celem działań podjętych w ramach wykonywania opinii jest ustalenie warunków górniczych panujących w lokalizacji objętej inwestycją i ocena możliwych ich przeszłych i przyszłych skutków na powierzchni terenu. W szczególności na konstrukcję obiektu mostowego w objętej prognozą górniczą perspektywie czasowej.

Opinię opracować należy w oparciu o przegląd map nadkładu i map stropu karbonu, przegląd map pokładowych w zakresie eksploatacji dokonanej i eksploatacji planowanej do podjęcia, przegląd profili otworów wiertniczych i map przekrojów geologicznych. Na podstawie dokumentacji określa się budowę nadkładu i warstw karbonu produktywnego, głębokości zalegania, litografię i stratygrafię pokładów węgla. Wykonuje się analizy map pokładowych w zakresie lokalizacji stwierdzonych robotami górniczymi przebiegów dyslokacji tektonicznych. Określa się lokalizację uskoków w stosunku do dotychczas wybieranych parcel eksploatacyjnych. W toku prac gromadzi się również dane dotyczące zarejestrowanej aktywności dyslokacji, w strefach wychodni

uskoków geologicznych, a także wyniki pomiarów prowadzonych na terenowych liniach obserwacyjnych. Na podstawie tych analiz prognozuje się możliwość wystąpienia i oddziaływania na ustrój konstrukcyjny deformacji podłoża.

W praktyce, opinia geologiczno-górnich, stanowi podstawę merytoryczną dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [4], w zakresie:

- opisu budowy geologicznej rejonu, w którym ma być zlokalizowany projektowany obiekt budowlany,
- charakterystyki wydzielonych zespołów gruntów, w tym serii litologiczno-genetycznych,
- ustalenia głębokości położenia pierwszego poziomu wód podziemnych, amplitudy wahań i maksymalnego położenia poziomu zwierciadła wód podziemnych, na podstawie badań, wywiadu terenowego i analizy materiałów archiwalnych,
- opisu wyrobisk badawczych wykonanych w rejonie projektowanego obiektu budowlanego i obserwacji terenowych przeprowadzonych w tym rejonie,
- prognozy zmian warunków geologiczno-inżynierskich mogących wystąpić podczas budowy, użytkowania i rozbioru projektowanego obiektu budowlanego,
- wskazania sposobu posadowienia projektowanego obiektu budowlanego,
- oceny warunków geologiczno-inżynierskich na obszarach objętych działalnością górniczą,
- wskazania wyboru metody wzmocnienia podłoża gruntowego,
- zakresu i sposobu prowadzenia monitoringu projektowanego obiektu budowlanego, z uwzględnieniem jego kategorii geotechnicznej.

W nawiązaniu do wymagań dotyczących dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, w opinii geologiczno-górnich określaniu podlegają:

- budowa geologiczna i tektoniczna podłoża,
- cechy górotworu charakterystyczne dla danego rejonu tj. obecność wyrobisk płytkiej eksploatacji kopalni, szczeliny, zapadliska, występujące deformacje nieciągłe z opisem ich charakteru i aktywności, lokalizacja blisko położonych szybów, szybków, otworów wiertniczych, zwałowisk, hałd - określone na podstawie przeglądu map wyrobisk górniczych, również archiwalnych oraz innych danych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego,
- zakres eksploatacji dokonanej, z uwzględnieniem wielkości, wysokości i położenia parcel wybierkowych,
- wpływ eksploatacji dokonanej, określone na podstawie ujawnionych pomierzonych obniżień i odkształceń powierzchni oraz stwierdzone i przewidywane zmiany stosunków wodnych,
- prognozowany poziom wód gruntowych,
- charakterystyka wstrząsów indukowanych eksploatacją górniczą, w tym prognozowane przyspieszenia drgań powierzchni terenu, wyrażone w  $\text{mm/s}^2$ , określane zwykle na podstawie oceny sejsmiczności rejonu objętego analizą,
- spodziewane wielkości wskaźników opisujących deformacje ciągle powierzchni prognozowane od eksploatacji projektowanej (obniżenia –  $w$ , odkształcenia –  $\epsilon$ , krzywizny –  $K$ , nachylenia –  $T$ ), w rozwinięciu czasowym, w miejscu lokalizacji obiektu, oraz informacje o możliwym rozrzucie statystycznym tych wskaźników, tzw. współczynniki zmienności, określone dla konkretnej lokalizacji,
- kategoria deformacji terenu z uwzględnieniem warunków geologiczno-górnich, w tym sumowanie się wpływów eksploatacji górniczej i aktywacja starych zrobów,

#### 4. Ogólne wytyczne do projektowania

Z uwagi na charakter konstrukcji obiektów mostowych warunkiem prawidłowej pracy ustroju na deformującym się podłożu jest zapewnienie swobody wzajemnych przesunięć i obrotów brył budujących ustrój nośny. Spełnienie tego postulatów zapewnia podział obiektu, tj. podpór i przęseł, dylatacjami oraz sposób podparcia przęseł na podporach. Zakres podziału dylatacjami i rozwiązania w zakresie ułożyskowania powinny być dostosowane do przewidywanych górniczych deformacji podłoża, z uwzględnieniem tzw. ciągłych i nieciągłych deformacji powierzchni oraz prognozowanych wstrząsów górniczych.

Zgodnie z wymaganiami dotyczącymi obiektów inżynierskich na terenach górniczych [2], konstrukcja mostu powinna zapewnić:

- swobodę przemieszczeń poszczególnych brył konstrukcyjnych, w sytuacji oddziaływania na nie deformacji podłoża spowodowanymi robotami górniczymi,
- możliwość rektyfikacji położenia brył konstrukcji obiektu dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu pojazdów,
- wymagane skrajnie, z uwzględnieniem powyższych czynników i przewidywane możliwe zmiany niwelety jezdni i usytuowania krzyżujących się dróg, linii kolejowych i cieków wodnych.

Z uwzględnieniem wytycznych zawartych w opracowaniu [8] przy projektowaniu obiektów mostowych na terenach górniczych, możliwość oddziaływania deformacji podłoża pochodzących od eksploatacji górniczej należy uwzględnić:

- poprzez zapewnienie prawidłowej geometrii obiektu, wyznaczenie właściwych szerokości przerw dylatacyjnych uwzględniających sumaryczny wpływ ciągłych górniczych deformacji powierzchni i progno terenowego,
- przy obliczaniu sił wewnętrznych elementów konstrukcji nośnej, zakładając możliwość wystąpienia najniekorzystniejszych wzajemnych usytuowań osi trasy, osi podpór i linii frontu eksploatacji, są nimi kąty  $\alpha = 0^\circ, 45^\circ$  i  $90^\circ$ , w konstrukcji podpór, łożysk i przęseł należy przyjmować wartości ekstremalne z wymienionych najniekorzystniejszych wzajemnych usytuowań,
- wzrost sił wewnętrznych od zginania konstrukcji, w obliczeniach podpór,
- wzrost sił wewnętrznych wynikających ze skręcania konstrukcji, w obliczeniach przęseł,
- możliwe do wystąpienia zmiany nachylenia łożysk, nachylenia przęseł, w tym również zmianę spadków poprzecznych i podłużnych nawierzchni na obiektach
- w warunkach posadowienia podpór, poprzez zapewnienie podatności podpór i zastosowanie warstw przekładkowych gruntów słabszych, podatnych, niezbyt zagęszczonych [2].

W przypadku możliwości występowania nierównomiernych osiadań podpór obiektu mostowego, rozwiązaniem korzystnym jest zastosowanie układu nośnego w formie jednoprzęsłowych, wolno podpartych płyt o przekrojach pełnych.

Jak pokazuje praktyka, prawidłowe prowadzenie przęseł w trakcie ujawniających się deformacji podłoża zapewnić może rozwiązanie z zastosowaniem linii łożyska stałego i prowadzącego-jednokierunkowo przesuwne w połowie szerokości płyty przęsłowej. W konstrukcji łożysk należy również uwzględnić fakt, iż w przęsłach płyt ukośnych, w warunkach oddziaływania ukośnego frontu eksploatacji górniczej występuje zwiększenie przemieszczeń poprzecznych przęseł względem podpór.

W przerwach dylatacyjnych należy stosować wkładki pozwalające na regulację szerokości ich prześwitów w trakcie ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej, nie dopuszczając do uszkodzeń nawierzchni drogowej.

W przypadku możliwości wystąpienia nieciągłych deformacji terenu, w projektowaniu konstrukcji obiektów usytuowanych w strefach wychodni uskoków, należy rozpatrzyć sytuacje powstania progno terenowego o przebiegu równoległym do podłużnej osi obiektu i przebiegu poprzecznym do podłużnej osi obiektu. W projektowaniu podpór należy rozpatrzyć sytuacje obciążeniowe wynikające z usuwu gruntu pod częścią fundamentu (schemat wspornikowy) i pochylenia bryły przyczółków wskutek uplastycznienia się gruntu w sąsiedztwie krawędzi progno (schemat belkowy).

#### 5. Ogólne zasady geodezyjnej kontroli stanu konstrukcji

Zakres i sposób prowadzenia monitoringu projektowanego obiektu mostowego powinien być dostosowany do zagrożeń ustalonych w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, z uwzględnieniem wniosków z opinii geologiczno-górniczej. W warunkach ujawniania się wpływów deformacyjnych powierzchni terenu wskutek prowadzenia wydobywania kopalni, obiekty mostowe można objąć programem geodezyjnej kontroli zmiany geometrii ustroju.

Szczegółowy zakres kontroli dostosować należy do klasy drogi na obiekcie lub/i klasy drogi stanowiącej przeszkodę. Przy uwzględnieniu wielkości prognozowanych oddziaływań górniczych i możliwości ich przejścia przez ustrój nośny obiektu. W przypadku obiektów już istniejących, ustalenie programu kontroli powinna poprzedzać analiza możliwości przejścia przez konstrukcję obiektu prognozowanych wpływów górniczych.

Kontrolą geodezyjną objąć należy:

- zmiany szerokości przerw dylatacyjnych pomiędzy przęsłami wydzielonymi bryłami podpór,
- zmiany spadków podłużnych i poprzecznych ciągów komunikacyjnych, kołowych i pieszych na moście,
- wielkość osiadań podpór i zmian odległości pomiędzy podporami,
- wielkość przesunięć w łożyskach,
- wychylenia korpusów podpór i przyczółków,
- zmiany pochylenia linii łożysk,
- zmiany wysokości skrajni dla przekraczanej przeszkody i na samym obiekcie.

Zalecenia odnośnie częstotliwości prowadzenia pomiarów kontrolnych, należy ustalić na podstawie określonych warunków górniczych, w tym prognozowanej dynamiki ujawniania się deformacji powierzchni w sąsiedztwie lokalizacji obiektu objętego wpływami.

#### 6. Podsumowanie

Realizacja inwestycji na terenie górniczym wymaga szczególnego trybu postępowania na etapie projektowania, wznoszenia i utrzymania każdego obiektu budowlanego. Prace projektowe poprzedzić należy rozeznaniem warunków środowiskowych. Wczesne określenie potencjalnych ryzyk projektowych, w tym geotechnicznych pochodzących z eksploatacji górniczej, daje szansę na przygotowanie konstrukcji na moment ich wystąpienia. Wykonanie opinii geologiczno-górniczej dla konkretnej lokalizacji i wdrożenie jej wniosków przy projektowaniu podnosi stopień spełnienia przez konstrukcję postulatów niezawodności, w tym w szczególności w zakresie przenoszenia skrajnie dużych oddziaływań i ciągłości użytkowania w sposób ekonomiczny.

Po szczegółowym przeanalizowaniu aktów prawnych, określających zakres wymaganej dokumentacji projektowej, można stwierdzić, że wykonywanie opinii geologiczno-górniczych

dla obiektów projektowanych do wzniesienia na terenach górniczych, to nie tylko dobra praktyka projektowa.

#### Literatura

1. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717).
2. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz.U. 2000 nr 63 poz. 735).
3. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. prawo budowlane (Dz.U. 2010 Nr 243 poz. 1623).
4. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 Nr 0 poz. 462).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2011 Nr 291 poz. 1714).
6. Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 Nr 0 poz. 463).
7. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. Nr 163 poz. 981).
8. Wytyczne techniczno-budowlane projektowania i wykonywania obiektów mostowych na terenach eksploatacji górniczej. Instytut Dróg i Mostów Politechniki Śląskiej. Warszawa 1977.

---

---

## ***Zwiększajmy prenumeratę najstarszego – czołowego miesięcznika Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa!***

Liczba zamawianych egzemplarzy określa zaangażowanie jednostki gospodarczej w procesie podnoszenia kwalifikacji swoich kadr!