

Marcin POPCZYK*, Rafał JENDRUŚ**

Wybrane aspekty geotechniczne posadawiania obiektów powierzchniowych na terenach objętych eksploatacją złóż węgla kamiennego

STRESZCZENIE. Na obszarach, gdzie nie ma eksploatacji górniczej zwykle warunki geotechniczne, w tym hydrogeologiczne, są wystarczające do oceny przydatności terenu do zabudowy. Wszędzie natomiast tam, gdzie istnieje bądź istniała intensywna eksploatacja górnicza, jak w przypadku pokładów węgla kamiennego, dla potrzeb projektowania nowych i ochrony istniejących obiektów budowlanych, muszą zostać sprecyzowane warunki geotechniczno-górnice. Warunki te powinny zawierać opis najbardziej niekorzystnych sytuacji i oddziaływań, jakim może podlegać obiekt z uwagi na dokonaną bądź projektowaną eksploatację górniczą oraz panujące warunki gruntowo-wodne z uwzględnieniem analiz geotechnicznych. W referacie zagadnienie to omówione zostało na przykładzie rozpoznania geotechnicznego oraz górniczego dla nowo powstającej inwestycji budowlanej przy ulicy Ligockiej w Katowicach. W referacie wykazano również, że pomimo prowadzenia na terenie rozpatrywanej inwestycji intensywnej działalności górniczej, bezpośrednią przyczyną determinującą ostateczny charakter inwestycji budowlanej może być związana z obecnością słabonośnych i ściśliwych gruntów.

SŁOWA KLUCZOWE: eksploatacja górnicza, warunki geotechniczno-górnice

* Dr inż. – Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii; e-mail: Marcin.Popczyk@polsl.pl

** Dr inż. – Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii; e-mail: Rafal.Jendrus@polsl.pl; GeoRock firma projektowo-wykonawcza georock@georock.pl

Wprowadzenie

W wyniku prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej węgla kamiennego następują przemieszczenia elementów górotworu powodujące deformacje powierzchni. W zależności od uwarunkowań geologiczno-górnich mogą to być deformacje o charakterze ciągłym lub nieciągłym. Przemieszczenia elementów górotworu mogą prowadzić także do zmiany stosunków wodnych w górotworze i na powierzchni. Eksploatacja górnicza może też być związana z powstawaniem zjawisk sejsmicznych w górotworze, zwanych wstrząsami górniczymi, które na powierzchni objawiają się w postaci drgań podłoża. Zjawiska tego rodzaju są charakterystyczne dla terenów górniczych, czyli obszarów objętych wpływami prowadzonej eksploatacji górniczej. Mogą jednak występować także jako efekt przeprowadzonej w przeszłości eksploatacji na terenach pogórnich, to znaczy w obszarach, gdzie wygasła koncesja na wydobywanie złoża i teren górniczy jest zniesiony, a zakład wydobywczy zlikwidowany (www.grss.gig).

Na obszarach, gdzie nie ma eksploatacji górniczej, określenie podstawowych parametrów geotechnicznych i hydrogeologicznych jest wystarczające do oceny przydatności terenu do zabudowy. Natomiast w przypadku obszarów objętych wpływami eksploatacji górniczej, przydatność ta w bardzo istotnym zakresie zależy także dodatkowo od warunków górniczych, przez które należy przede wszystkim rozumieć głębokość i charakter wybieranego (lub wybranego) pokładu, oraz budowę geologiczną nadkładu. W referacie przedstawiono decydujące o ewentualnym zagrożeniu projektowanych i istniejących obiektów budowlanych czynniki górnicze i geotechniczne na przykładzie nowo budowanego budynku kilkunastokondygnacyjnego.

1. Charakterystyka terenu pod planowaną inwestycję

Lokalizacja budowy rozpatrywanego obiektu położona jest na terenie objętym obecną oraz przyszłą eksploatacją podziemną pokładów węgla kamiennego i znajduje się w południowej części Katowic przy ul. Ligockiej w obrębie terenów zagospodarowanych przez Park Naukowo-Technologiczny. Teren opracowania sąsiaduje od zachodu z linią kolejową a od północy z pawilonem handlowym. Szczegółową lokalizację terenu zabudowy przedstawiono na załączonej mapie orientacyjnej (rys. 1).

Zaprojektowany budynek będzie posiadał charakter budynku montażowo-usługowego, trzykondygnacyjnego, bez podpiwniczenia. Budynek spełniać będzie wymogi budynku niskoenergetycznego. Dla dokonania pełnej oceny możliwości lokalizacyjnej projektowanego obiektu budowlanego należy rozpatrzeć dwie grupy problemów: problematykę związaną z oddziaływaniem przyszłej i bieżącej eksploatacji pokładów węgla kamiennego oraz problematykę geotechniczną związaną głównie z przeprowadzeniem wierceń oraz badań dla oceny obecnego stanu gruntu.



Rys. 1. Fragment mapy sytuacyjnej powierzchni OG KWK „Wujek” z naniesionym obszarem wschodni uskoku kłodnickich (Informacja KWK Wujek)

Fig. 1. The map section of “Wujek” mine with bearing of area kłodnickie faults [Information KWK Wujek]

2. Obecna oraz planowana eksploatacja górnicza w rozpatrywanym rejonie

W kontekście prowadzonej pod terenami Katowic eksploatacji górniczej pokładów węgla kamiennego, ulica Ligocka wraz z przyległymi zabudowaniami znajduje się na obszarze górniczym kopalni węgla kamiennego „Wujek-Śląsk”. Ruch „Wujek” posiada koncesje na prowadzenie eksploatacji w dwóch obszarach górniczych:

- ✧ obszar „Katowice-Brynów”, stanowiący macierzysty obszar górniczy kopalni „Wujek”, którego centrum stanowi rejon szybów głównych, zaś jego południowa granica przebiega wzdłuż linii uskoku kłodnickich. Rozpatrywany rejon zlokalizowany jest w odległości około 250 m na północ od linii uskoku i południowej granicy obszaru górniczego. W chwili obecnej, z uwagi na zagrożenie dla obiektów powierzchniowych w silnie zurbanizowanej centralnej części Katowic, na tym obszarze nie są prowadzone prace eksploatacyjne;
- ✧ obszar Wujek „Stara-Ligota” rozciągający się na południe od linii uskoku kłodnickich, w których prowadzona jest aktualna oraz będzie przyszła eksploatacja. Jakkolwiek rozpatrywany teren nie znajduje się bezpośrednio nad miejscami prowadzenia robót górniczych, jest on jednak w zasięgu oddziaływania wpływów głównych eksploatacji.

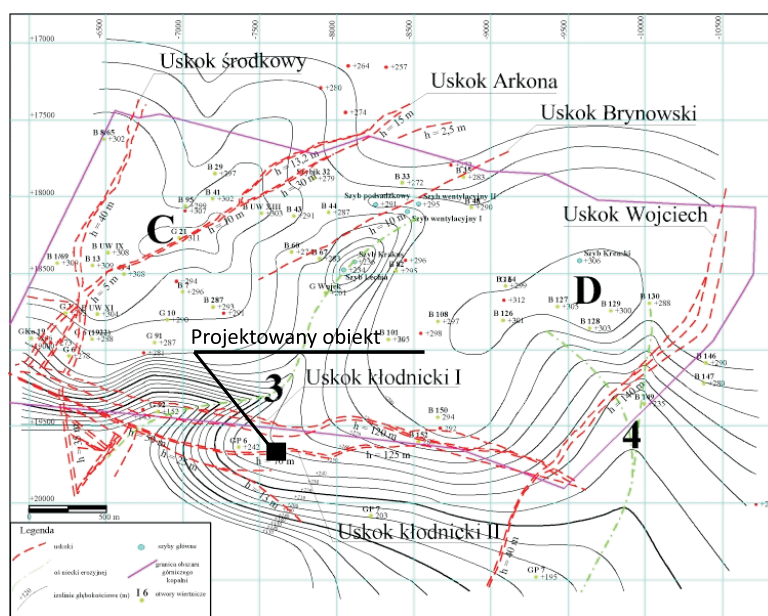
Na chwilę obecną kopalnia „Wujek-Śląsk” w obszarze „Stara-Ligota” prowadzi eksploatację w pokładzie 405 i 404/5. Równolegle trwają roboty udostępniające i przygotowawcze

celem uruchomienia eksploatacji w pokładzie 407/4 oraz w pokładzie 350. Łącznie w obszarze „Stara Ligota” przewiduje się przeprowadzenie eksploatacji za pomocą 10 ścian prowadzonych w systemie z podszadką hydrauliczną. Głębokość aktualnie prowadzonej eksploatacji wynosi od około 370 do 740 m.

2.1. Warunki tektoniczne i ich wpływ na deformację powierzchni terenu

Złoże węgla kamiennego eksploatowane przez KWK „Wujek-Śląsk” pocięte jest licznymi nieciągłościami, wśród których regionalnym charakterem i wielkością zrzutu odznacza się uskok kłodnicki, rozdzielający obszar górniczy tej kopalni na dwie partie eksploacyjne: północną (pole macierzyste) i południową, wydzieloną z obszaru rezerwowego. Strefa uskoku kłodnickiego o przebiegu zbliżonym do W-E zrzuca utwory karbońskie o około 125 m w kierunku południowym. W jej skrzydle wiszącym występują głównie uskoki o kierunku biegu zbliżonym do NNE-SSW, NE-SW oraz NWW-SEE. Dzielią one północną część obszaru badań na kilka bloków tworzących zręby i rowy tektoniczne. Wielkość zrzutu omawianych uskoku oscyluje w granicach od kilku do 130 m (rys. 2).

Jak widać na rysunku 2, główne strefy uskukowe definiują w naturalny sposób granice obszarów górniczych oraz granice ewentualnych robót eksploatacyjnych. Obiekt przy ul.



Rys. 2. Obszar górniczy macierzysty KWK „Wujek-Śląsk” ruch Wujek wraz z systemem głównych uskuków oraz lokalizacją rozpatrywanego obiektu (Nizicki i in.)

Fig. 2. The mining area KWK “Wujek-Śląsk” with major faults and location of the considered object (Nizicki et al...)

Ligockiej znajduje się w strefie wychodni uskoków kłodnickich (uskok kłodnicki I oraz II), która w tym rejonie przebiega wzdłuż linii kolejowej łączącej stację rozrządową Katowice Muchowiec z rejonem KWK „Śląsk”.

W rozpatrywanym rejonie obserwuje się występowanie w budynkach (szczególnie starszych) zjawisk deformacyjnych (poszerzanie się szczelin dylatacyjnych, odchylenie od pionu ścian budynków). Stanowią one skutki oddziaływania wpływów eksploatacyjnych zakończonej eksploatacji w obszarze górniczym „Stara-Ligota”, dodatkowo zniekształconych przez oddziaływanie uskoków tektonicznych, stanowiących główne źródło aktualnie zachodzących zjawisk deformacyjnych.

Ogólnie w budownictwie na terenach górniczych lokalizację obiektów w strefach oddziaływań dużych uskoków uważa się za niekorzystną z uwagi na następujące czynniki:

- ✧ uskoki mogą w znaczny sposób zakłócać naturalny przebieg niecek osiadania wywołanych eksploatacją oraz prowadzić do lokalnego występowania parametrów deformacyjnych znacznie przewyższających wielkości prognozowane dla danej głębokości zalegania złoża, miąższości warstwy wybranej i mechanicznych własności nadkładu. Tego typu zakłócenia w przebiegu niecek osiadania są zwykle trudne zarówno do prognozowania ich wystąpienia, jak i oszacowania ich wielkości. Deformacje generowane przez uskoki mogą mieć formę lokalnych zaburzeń przebiegu niecek osiadania w postaci deformacji nieciągłych (progów terenowych, szczelin, rowów itp);
- ✧ płaszczyzny dużych uskoków stanowią często miejsca akumulacji energii sprężystej wywołanej naprężeniami generowanymi przez przemieszczające się pod wpływem prowadzonej eksploatacji masy górotworu. Nagromadzona energia uwalnia się okresowo w formie wstrząsów sejsmicznych. Wstrząsy sejsmiczne wywołane działalnością górniczą, szczególnie te o dużej energii, mogą być również przyczyną uszkodzeń obiektów powierzchniowych, a projektant powinien zapewnić obiektowi odporność na określoną wielkość akceleracji podłoża.

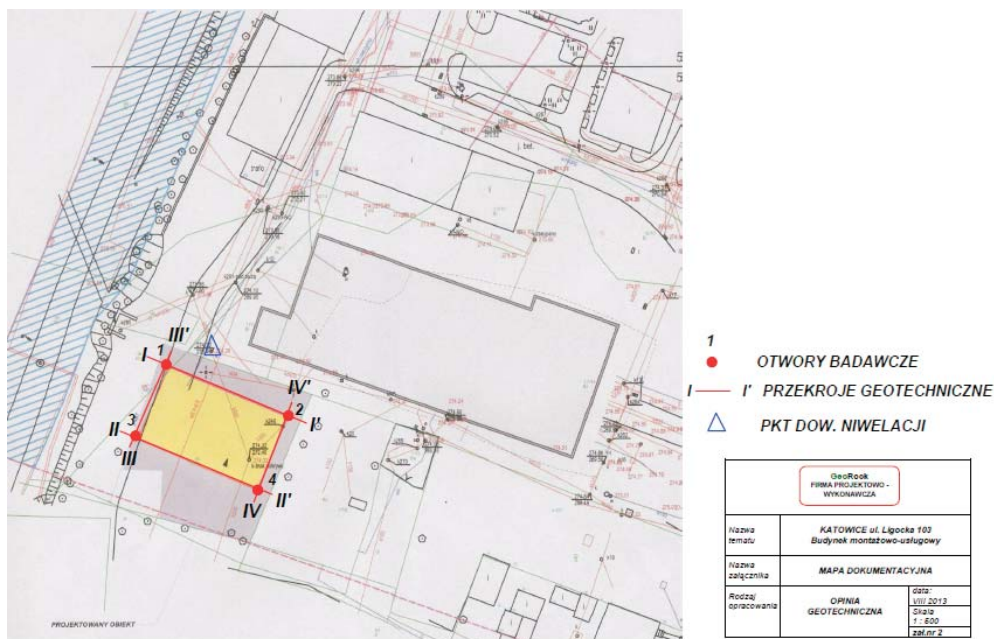
3. Warunki geotechniczne terenu pod planowaną zabudowę

Celem rozpatrzenia możliwości posadowienia obiektu budowlanego szczególnie na terenach objętych wpływami eksploatacji podziemnej należy wykonać szereg prac geodezyjnych, badań geotechnicznych oraz określić, na podstawie danych z otworów wiertniczych, warunki gruntowe.

3.1. Prace geodezyjne

W ramach prac geodezyjnych wytyczono w terenie otwory badawcze metodą domiarów prostokątnych, biorąc pod uwagę istniejącą sytuację topograficzną. Niwelację techniczną otworów wykonano w dowiązaniu do występującej w bezpośredniej bliskości pokrywy studzienki

kanalizacyjnej o rzędnej $H=274,20$ m n.p.m. odczytanej z planu sytuacyjno-wysokościowego w skali 1:500 otrzymanej z Wydziału Geodezji. Punkt dowiązania niwelacji oraz rozmieszczenie otworów badawczych, zaznaczono na załączonej mapie dokumentacyjnej (rys. 3).



Rys. 3. Schemat rozmieszczenia otworów badawczych oraz punkt dowiązania niwelacji

Fig. 3. Scheme of distribution of boreholes

3.2. Prace wiertnicze oraz sondowanie statyczne CPT

Dla rozpoznania warunków gruntowo-wodnych wykonano cztery małośrednicowe otwory badawcze o głębokości 10,0–12,0 m o łącznym metrażu 42,0 mb. W trakcie wierceń przeprowadzono badania makroskopowe gruntów oraz obserwacje wód gruntowych. Po zakończeniu wierceń otwory zlikwidowano urobkiem z zachowaniem kolejności przepierczanych warstw. Na podstawie uzyskanych profili w dwóch punktach przeprowadzono sondowanie statyczne CPT, które pozwoliło na:

- ❖ określenie stanu gruntów (wyznaczenie stopnia plastyczności I_L dla gruntów spoistych i stopnia zagęszczenia I_D dla gruntów niespoistych);
- ❖ oszacowanie wielkości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntów w warunkach „in situ” takich jak wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez drenażu S_u [kPa] dla gruntów spoistych, wartość kąta tarcia wewnętrznego ϕ [°] gruntów niespoistych oraz moduły ścisłości M [MPa].

Sondowania statyczne typu CPT są jednymi z najbardziej efektywnych badań polowych, które umożliwiają określenie miąższości warstw i rodzaju gruntu, ocenę geotechnicznych

parametrów podłoża oraz oszacowanie nośności i osiadania w przypadku fundamentów bezpośrednich oraz fundamentów głębokich. Sondowania są wykonywane dla naturalnego stanu naprężenia, uziarnienia, przy zachowaniu istniejących warunków wilgotnościowych. Umożliwia to osiągnięcie bardziej wiarygodnych wyników w stosunku do klasycznych badań laboratoryjnych. Sondowanie prowadzono stożkiem mechanicznym Begemann'a. W sumie wykonano sondowania w 2 punktach do głębokości 10,0–10,2 m.

4. Warunki gruntowe

Na podstawie przeprowadzonych robót wiertniczych uzyskano rdzenie gruntu, dla których wykonano analizę morfologiczną. W podłożu badanego terenu występują grunty nasypowe i rodzime, które podzielono na warstwy geotechniczne o zróżnicowanych parametrach fizyko-mechanicznych.

Warstwa I – obejmuje nasypy zbudowane w strefie przypowierzchniowej z mieszaniny piasków średnich, kamieni, gruzu, okruchów cegły, humusu i gliny. Nasypy te mają charakter gruntów niespoistych. Z głębokością nasypu zmieniają swój charakter, w ich składzie dominują grunty spoiste w postaci glin, pyłów, pyłów próchnicznych i piasków gliniastych o konsystencji twar doplastycznej i lokalnie plastycznej. Jako domieszki występują piasek średni, kamienie, gruz, okruchy cegły i humus. Według normy są to nasypy niebudowlane, a więc nieodpowiadające wymaganiom budowlanym. Miąższość nasypów w punktach wierceń jest bardzo zróżnicowana i wynosi od 1,4 do 4,8 m.

Warstwa IIa – to grunty rodzime spoiste reprezentowane przez pyły i gliny pylaste o konsystencji plastycznej i średnim stopniu plastyczności $IL = 0,45$.

Warstwa IIb – to grunty rodzime niespoiste wykształcone jako piaski średnie z wkładkami pyłu i piasku gliniastego. Są one wilgotne, a poniżej zwierciadła wody gruntowej nawodnione, średnio zagęszczone o średnim stopniu zagęszczenia $ID = 0,50$.

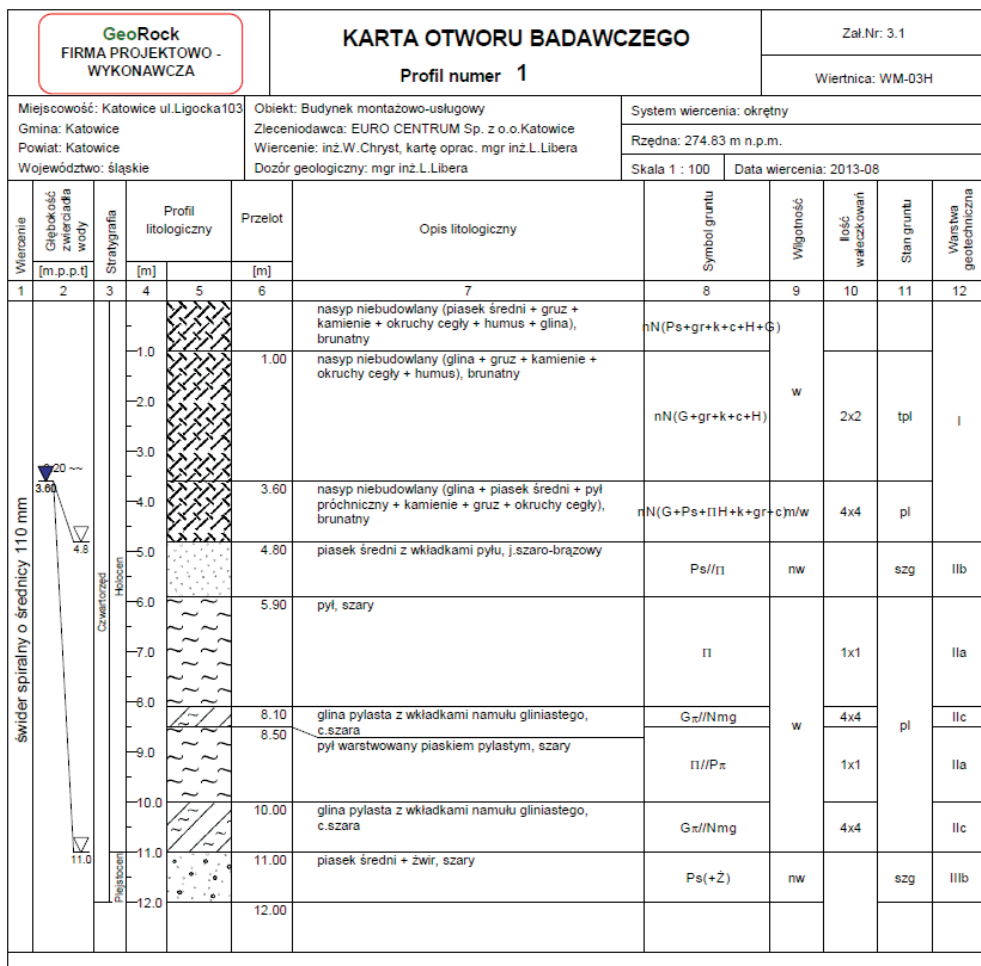
Warstwa IIc – to grunty rodzime spoiste reprezentowane przez gliny pylaste z wkładkami namulów gliniastych o konsystencji plastycznej i średnim stopniu plastyczności $IL = 0,45$. Wkładki namulów gliniastych nadają im charakter gruntów organicznych o zawartości części organicznych $I_{om} = 3,3\%$ przy wilgotności naturalnej $W_n = 30,8\%$.

Warstwa IIIa – to grunty spoiste reprezentowane przez gliny pylaste zwięzłe i gliny piaszczyste na pograniczu glin piaszczystych zwięzłych z okruchami wapienia o konsystencji twar doplastycznej i średnim stopniu plastyczności $IL = 0,15$.

Warstwa IIIb – to grunty niespoiste wykształcone jako piaski średnie ze żwirem. Są one nawodnione, średnio zagęszczone o średnim stopniu zagęszczenia $ID = 0,50$.

Uzupełnieniem opisu warstw geotechnicznych są załączone karty dokumentacyjne otworów badawczych. Przykład karty otworu badawczego przedstawiono na rysunku 4, natomiast przykład przekroju geotechnicznego przedstawiono na rysunku 5.

Parametry geotechniczne gruntów określono na podstawie powszechnie stosowanych zależności korelacyjnych, biorąc jako cechę wiodącą stopień plastyczności dla gruntów spoistych



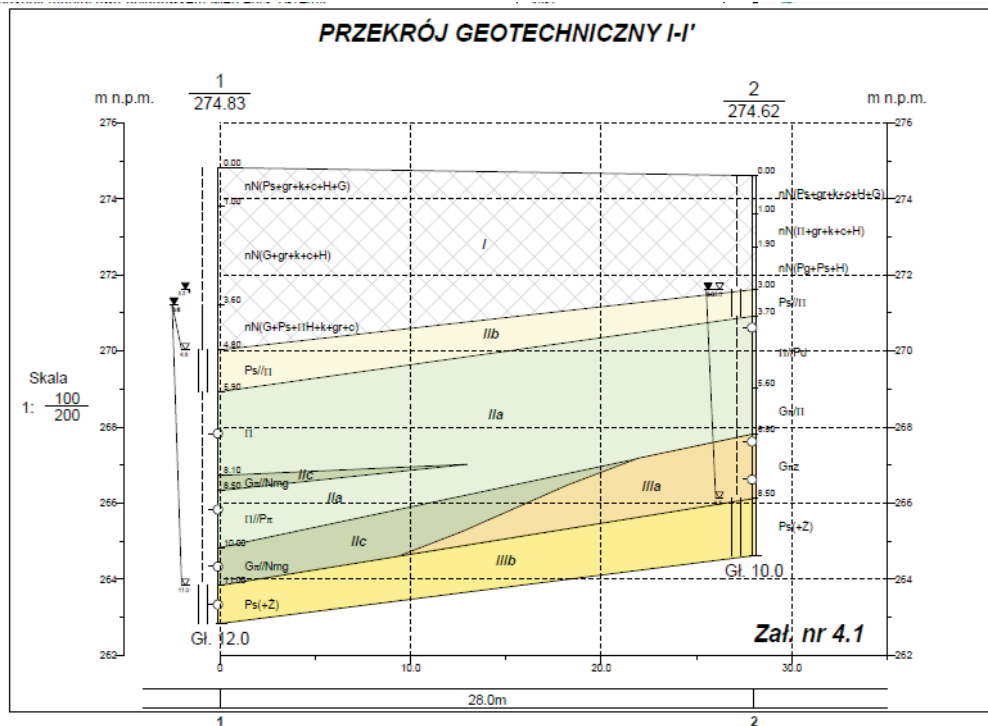
Rys. 4. Przykład karty otworu badawczego z otworu nr 1

Fig. 4. Example of borehole cards, No. 1

i stopień zagęszczenia w przypadku gruntów niespoistych [EN ISO 22476-1, EN ISO 22476-12, PN-59/B-03020, PN-81-B-03020, PN-EN ISO14688 1 i 2].

5. Analiza geotechniczna i górnicza

W referacie przedstawiono wybrane aspekty geotechniczne oraz górniczne, które należy rozpatrzyć celem posadowienia nowo powstałych budynków na terenach będących w zasięgu wpływów eksploatacji podziemnej złóż węgla kamiennego. Analizę warunków górnicznych oraz



Rys. 5. Przykład przekroju geologicznego

Fig. 5. Example of the geological section

geotechnicznych wykonano na przykładzie nowo budowanego budynku biurowego trzykondygnacyjnego na terenie głównych wpływów deformacyjnych ze strony wieloletniej eksploatacji górniczej pokładów węgla kamiennego KWK „Wujek-Śląsk”. Eksploatacja ta prowadzona była i jest w tzw. obszarze macierzystym kopalni oraz w obszarze górniczym „Stara-Ligota” na południe od linii uskoku kłodnickiego I. Roboty górnicze prowadzone były i są z zastosowaniem podsadzki hydraulicznej ograniczającej w znacznym stopniu oddziaływanie na obiekty powierzchniowe. Jednak z uwagi na obecność serii uskoków o znacznych zrzutach w pobliżu rozpatrywanego obiektu można oczekiwać lokalnych wystąpień zwiększonych wartości wskaźników deformacyjnych. Biorąc to pod uwagę przy projektowaniu budynku przy ul. Ligockiej zaleca się przyjęcie warunków dla pierwszej kategorii deformacji terenu górniczego (Informacja KWK „Wujek”; Kwiatek 2005). Biorąc pod uwagę szereg uskoków występujących w rozpatrywanym terenie, istnieje groźba pojawienia się zjawisk o charakterze deformacji nieciągłych w postaci progów terenowych, rowów lub szczelin. Bliska lokalizacja dużego zespołu uskoków tektonicznych może powodować występowanie wstrząsów mogących generować drgania gruntu o maksymalnych przyspieszeniach wielkości 90 mm/s^2 (Hotłós i in. 2011; Informacja KWK Wujek; Wiłun 2003). Według GSI-GZWKW-V w odniesieniu do budynków są to wstrząsy nie powodujące żadnych szkód w budynkach. Parametry drgań od wstrząsów w budynkach są porównywalne z poziomem lokalnych drgań wywoływanych przez codzienną

aktywność życiową (poruszanie się po mieszkaniu, zamykanie drzwi, wiercenie w ścianach itp.) a parametry drgań gruntu są porównywalne z poziomem drgań wywoływanych ruchem pojazdów. Dla silnych wstrząsów z dużej odległości epicentralnej budynki podlegają drganiom (kołysaniu) w kierunku poziomym, jednak bez negatywnego wpływu na budynek.

Dlatego w pracach projektowych rozpatrywanego obiektu budowlanego należy uwzględnić lokalną sytuację górniczą oraz warunki gruntowe. Długotrwała działalność górnicza doprowadziła w sposób pośredni do zmian antropogenicznych podłoża w rozpatrywanym obszarze inwestycyjnym. Nie zmienia to jednak faktu, iż obszar ten, jak wykazano w referacie, nadaje się do zabudowy, pomimo że znajduje się on w zasięgu wpływów głównych eksploatacji górniczej KWK „Wujek-Śląsk”. Należy nadmienić, iż dalsza eksploatacja górnicza na rozpatrywanym terenie może generować dalsze antropogeniczne i niekorzystne zmiany w górotworze, które wymuszą ich uwzględnienie w pracach konstruktorskich. Powstałe lokalne osiadania terenów będą u przyszłych inwestorów „zmuszać” do przeprowadzania zabiegów niwelacji. Jakkolwiek konieczność prowadzenia prac niwelacyjnych nie budzi wątpliwości, to sposób jej wykonania (dobór odpowiedniego materiału oraz technologii niwelacji) może być różny w zależności od uwarunkowań lokalnych oraz przyjętego projektu. W referacie przedstawiono jeden z przykładów oddziaływania eksploatacji górniczej na zmiany górotworu i jej wpływ na posadowienie obiektów powierzchniowych. Jednak nawet po wykonaniu zalecanych w referacie dla omawianego przykładu wzmocnień i niwelacji gruntu, szczególnie w czasie dalszej eksploatacji, w rozpatrywanym terenie zawsze występuje ryzyko powstania dalszych zmian w górotworze i dalej – powierzchni terenu mogących mieć wpływ na powstanie uszkodzeń budynku.

Z badań geotechnicznych wynika, że w podłożu dokumentowanego terenu pod warstwą nierównomiernie ściśliwych nasypów (warstwa I) o zróżnicowanej miąższości nawiercono grunty zróżnicowane pod względem rodzaju i stanu. Bezpośrednio pod nasypami nawiercono mało ściśliwe i nośne piaski w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIb). Poniżej od głębokości 3,6–5,9 m do głębokości 5,8–11,0 m stwierdzono słabonośne i ściśliwe grunty pylasto-gliniaste o konsystencji plastycznej (warstwa IIa) lokalnie z wkładkami bardzo ściśliwych gruntów organicznych (warstwa IIc). Na całym dokumentowanym terenie w spągu opisywanego profilu nawiercono mało ściśliwe i nośne gliny morenowe o konsystencji twaroplastycznej (warstwa IIIa) podścielone serią piasków średnioziarnistych w stanie średnio zagęszczonym (warstwa IIIb). Bezpośrednie posadowienie projektowanego obiektu w zasięgu poziomego występowania gruntów nasypowych warstwy I i słabonośnych gruntów warstw IIa i IIc może spowodować nierównomierne osiadanie w stopniu przekraczającym dopuszczalne wartości. W przedstawionej sytuacji celem posadowienia obiektu należy wykonać:

- ✧ pośrednie posadowienie obiektu np. za pomocą pali opartych w piaskach warstwy IIIb lub na gruncie wzmocnionym palami *jet grouting* ewentualnie kolumnami żwirowymi i zagęszczającymi,
- ✧ bezpośrednie posadowienie obiektu na płycie fundamentowej po wybraniu gruntów nasypowych i uzupełnieniu ubytku po nich odpowiednio zagęszczoną podsypką piaszczysto-żwirową, o ile obliczone osiadania nie przekroczą dopuszczalnych wartości (PN-59/B-03020, PN-81-B-03020).

Odrębnym problemem na dokumentowanym terenie będzie wykonanie posadzek. Nasypy stwierdzone w podłożu badanego terenu są nierównomiernie ściśliwe. W stwierdzonych warun-

kach gruntowych należałoby więc opracować plan wzmocnienia podłoża pod posadzką. W projekcie tym należy wziąć pod uwagę to, że ewentualna wymiana gruntów i dogęszczenie podłoża w strefie przypowierzchniowej, mimo pozytywnych wyników, może nie być wystarczająca i nasyp osiadać będzie nierównomiernie oraz w stopniu przekraczającym dopuszczalne wartości (ze względu na dużą i zróżnicowaną miąższość). W przedstawionej sytuacji należy zastosować następujące rozwiązania przy opracowaniu projektu wzmocnienia podłoża:

- ✧ kolumny żwirowe zagęszczające, przy czym technologia wykonania kolumn powinna być odpowiednio dostosowana, tak aby drgania wywoływane podczas ich wykonywania nie naruszyły istniejących obiektów i konstrukcji torowiska przebiegającego w pobliżu;
- ✧ częściowa wymiana gruntów i dogęszczenie nasypu oparte na próbnym badaniu płyty statycznej i dynamicznej i dogęszczeniu podłoża, przy czym nie mogą to być metody wibracyjne ze względu na istniejący obok obiekt oraz konstrukcję torowiska.

Po wstępnym zagęszczeniu nasypu należałoby ponownie przeprowadzić badania płyty statycznej i dynamicznej oraz kontrolnie wykonać pomiary osiadania nasypu. Nasypy stwierdzone w podłożu dokumentowanego terenu nie nadają się do zabudowy w strefie przemierzania gruntów. Przytoczone rozważania mają charakter zapoznawczy z punktu widzenia geotechnicznego. Ostateczną jednak decyzję w sprawie posadowienia obiektu budowlanego podejmuje konstruktor oraz projektant.

Podsumowanie

Podsumowując, należy stwierdzić, że na terenach będących w strefie oddziaływań wpływów eksploatacji podziemnej złóż węgla kamiennego możliwe jest posadowienie nowobudowanych budynków po wykonaniu prac związanych ze wzmacnianiem podłoża jak przedstawiono w artykule. Jak również wykazano – przy projektowaniu budynków w tych warunkach nie wystarczy standardowa analiza parametrów odkształceniowych powierzchni terenu wynikająca z pomiarów geodezyjnych zaliczających dany teren do odpowiedniej kategorii górniczej. Dodatkowo należy wykonać szereg badań geotechnicznych gruntu, wśród których możemy wymienić jako podstawowe:

- ✧ sondowanie statyczne CPT pozwalające na określenie stanu gruntów i stopnia zagęszczenia,
- ✧ wykonanie otworów wiertniczych celem określenia stopnia rozluźnienia gruntu,
- ✧ oszacowanie wielkości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntów w warunkach *in situ*.

Literatura

- [1] EN ISO 22476-1: Geotechnical investigation and testing – Field testing. Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test, 2013.

- [2] EN ISO 22476-12: Geotechnical investigation and testing - Field testing. Part 12: Mechanical cone penetration test (CPTM), 2009.
- [3] HOTŁOŚ, H. i MIELCARZEWICZ, E. 2011. *Warunki i ocena niezawodności działania sieci wodociagowych i kanalizacyjnych na terenach górniczych*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
- [4] Informacja KWK „Wujek” dotycząca warunków górniczo-geologicznych dla inwestycji przy ul. Ligockiej w Katowicach L.dz.TMG-MGM-13 5225/114/489/13.
- [5] KAWULOK, M. 2009. *Górnictwo i geotechniczne problemy budownictwa na terenach górniczych*. Wiśła, praca niepublikowana.
- [6] KWIATEK, J. (red.) 2005. *Problemy eksploatacji górniczej pod terenami zagospodarowanymi*. Katowice: Wydawnictwo GIG.
- [7] NIZICKI i in. 2004 – NIZICKI, R., PASZE, D. i BORÓWKA, B. 2004. Morfologia powierzchni stropu Karbonu w OG KWK „Śląsk” i OG KWK „Wujek”. *Mat. XXVII Symp. Geologia Formacji Węglonośnych Polski*. Kraków: Wyd. AGH.
- [8] PN-59/B-03020, Grunty budowlane – Wytyczne wyznaczanie dopuszczalnych obciążeń jednostkowych.
- [9] PN-81-B-03020, Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- [10] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis.
- [11] PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [12] Strona internetowa <http://www.grss.gig.eu/pl/a43/opis/> [dostęp: 15.08.2014].
- [13] WIŁUN, Z. 2003. *Zarys geotechniki*. Warszawa: WKŁ, wydanie 6.

Marcin POPCZYK, Rafał JENDRUŚ

Selected geotechnical-mining building problems in the areas affected by energetic coal mining

Abstract

In areas where there is no mining operation, the understanding of geotechnical conditions – including hydrogeological – is usually insufficient to assess the suitability of land for development. Geotechnical analyses could be conducted to assess the state of the ground for a planned investment. The type of research, and its extent, depends on the agreement among the investor, constructor, and geotechnics. Wherever there is, or was, intensive mining operations, in order to design new and preserve existing buildings, geological (geotechnical) and mining conditions must be specified. These conditions should include a description of the most adverse situations and interactions, which may be due to the object made or proposed mining exploitation and the prevailing conditions of soil and water. This issue is considered in

the article using the example of geotechnical and mining factors affecting a construction project on Ligocka Street in Katowice. It has been shown, among other things, that in spite of the present investment's intensive mining activity, the direct cause of any adverse changes in the subsurface, determining the final shape and nature of the investments' construction, may be connected to the presence of compressible and anthropogenic soils.

KEY WORDS: Mining, geotechnical – mining conditions

