

# Badania geotechniczne podłoża budynku głównego bloku energetycznego o mocy 910 MW w Elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II

Dr inż. Mariusz Biały, Politechnika Śląska w Gliwicach

## 1. Wprowadzenie

Projektowanie i budowa nowoczesnych bloków energetycznych jest złożonym, wieloetapowym i często wieloletnim procesem wymagającym przeprowadzenia badań polowych podłoża gruntowego już na początkowym etapie planowania inwestycji. Każdy etap badań prowadzonych od wstępnej koncepcji rozmieszczenia budowli aż do fazy projektowania posadowienia kolejnych obiektów bloku wnosi istotne informacje o budowie i rozkładzie sztywności podłoża. Zakres badań w kolejnych etapach z reguły zwiększa się, co wynika ze specyfiki projektowania tak dużych inwestycji, tj. możliwych modyfikacji położenia, kształtu, zagłębienia fundamentów obiektów i wynikającej z tego potrzeby przeprowadzenia dodatkowych, bardziej szczegółowych badań podłoża. Na końcu tego procesu badawczego ważne jest wyznaczenie parametrów gruntów w ściśle określonych punktach, które znane są geotechnikowi ze względu na wyznaczone już na tym etapie kształty obrysów fundamentów budynków, obciążenia od konstrukcji wsporczych zabudowanych instalacji i urządzeń, wymagania techniczne odnośnie redukcji różnic osiadań i inne technologiczne parametry budowli. Rodzaj badań, rozmieszczenie punktów badawczych w planie, głębokość rozpoznania powinny być adekwatne do budowy podłoża, rozmiarów fundamentów i przekazywanych na grunt nacisków.

Badania podłoża obiektów budynku głównego nowego bloku energetycznego w Elektrowni Jaworzno III – Elektrownia II, który został włączony do krajowej sieci energetycznej w końcu 2020 roku, zostały przeprowadzone w latach 2009–2015. Prowadzono je w czterech etapach, z których ostatni wykonano pod kierownictwem autora tego artykułu. Opisy tego etapu badań dotyczą głównych obiektów budynku głównego: maszynowni, kotłowni i nawy elektrycznej oraz podłoża pylonów komunikacyjnych.

## 2. Badania i właściwości podłoża gruntowego

Pierwszy, wstępny etap badań podłoża planowanego bloku w Elektrowni Jaworzno III, wykonany przez Zakład Robót Geologiczno-Inżynierskich Geotest Ostrów Wielkopolski z bazą

w Tychach obejmował analizy map geologicznych i hydrologicznych Polski, wizję lokalną, wykonanie wierceń (10 otworów o głębokości 25 m, 3 otwory do głębokości 45 m, jeden otwór do głębokości 44 m i dwa otwory do głębokości 15 m) oraz sondowania dynamiczne. W trakcie wierceń pobierano próby do badań makroskopowych. Na pobranych próbach gruntów niespoistych wykonano analizy sitowe. Ponadto dla piasków określono współczynniki filtracji. W przypadku próbek gruntów spoistych oznaczono wilgotność naturalną i granice konsystencji. Podłoże podzielono na warstwy w oparciu o wydzielenia genetyczne i parametry fizyko mechaniczne oraz określono ich parametry na podstawie normy PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Analiza map geologicznych i przeprowadzone badania pozwoliły opisać budowę podłoża. Starsze warstwy są zbudowane z utworów karbońskich reprezentowanych przez krakowską serię piaskowcową, wykształcone jako iłowce, mułowce i piaskowce zaliczane do warstw łaziskich i libiąskich. Na karbonie zalegają miejscami utwory triasowe reprezentowane przez wapienie i dolomity zaliczane do piętra wapienia muszlowego.

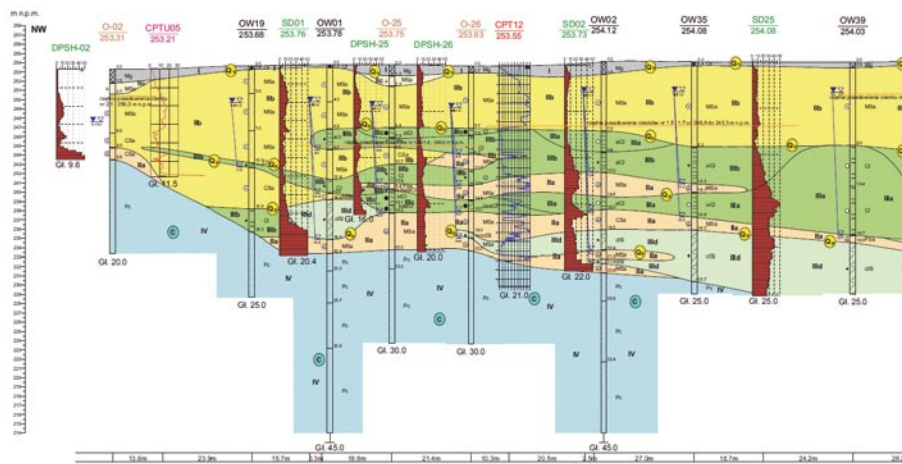
Na triasie, a miejscami bezpośrednio na karbonie, zalegają utwory czwartorzędowe, głównie piaski plejstocenijskie o zróżnicowanej granulacji z domieszkami żwirów i glin pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego. W tym obszarze przeważają piaski średnie pochodzenia wodnolodowcowego, a pod nimi zalegają gliny morenowe. Niekiedy gliny morenowe przechodzą w rezidua glin i występują w postaci pyłów i ilów. Warstwy przypowierzchniowe zawierają nasypy niebudowlane, zbudowane z piasku z domieszkami kamieni, okruchów cegły gruzu i miejscami z dodatkiem mułu węglowego.

W podłożu wydzielono trzy grupy genetyczne. W dalszej części podano grunty wydzielone w ramach tych grup, ich stan i moduły ścisłości.

Pierwsza grupa to nasypy o miąższości dochodzącej do 1 metra.

Druga grupa to piaski o różnym stopniu zagęszczenia i przewarstwiane je lub zalegające pod nimi warstwy glin, pyłów i ilów, stąd zastosowano podział na podgrupy zależnie

**Rys. 1.** Fragment jednego z przekrojów wykonanych przez Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w podłożu budynku głównego ukazujący zmienność uwarstwienia i występujących w podłożu gruntów



od stopnia zagęszczenia lub plastyczności i oszacowano ich moduły ścisłości na podstawie normy PN-81/B-03020. Były to dwie podgrupy:

- a – gdzie przeważały grunty sypkie:
  - piaski średnie w stanie luźnym  $I_D=0,3$ ;  $M_0=70\ 000$  kPa;
  - piaski średnie z domieszką gliny i piaski średnie na pograniczu drobnych, średniozagęszczone,  $I_D=0,5$ ;  $M_0=100\ 000$  kPa;
  - piaski średnie z domieszką gliny w stanie zagęszczonym,  $I_D=0,7$ ;  $M_0=130\ 000$  kPa;
  - piaski drobne w stanie luźnym  $I_D=0,3$ ;  $M_0=45\ 000$  kPa;
  - piaski drobne średniozagęszczone  $I_D=0,5$ ;  $M_0=65\ 000$  kPa;
  - piaski drobne, piaski drobne na pograniczu piasków pylastych, zagęszczone,  $I_D=0,7$ ;  $M_0=100\ 000$  kPa;
- b – zawierająca grunty spoiste:
  - pyły piaszczyste na pograniczu piasków gliniastych, pyły, gliny pylaste na pograniczu glin zwięzłych, gliny zwięzłe na pograniczu iłu, gliny zwięzłe, gliny piaszczyste na pograniczu piasków gliniastych oraz gliny na pograniczu pyłów piaszczystych o konsystencji twardoplastycznej i stopniu plastyczności  $I_L=0,1$ ;  $M_0=37\ 000$  kPa;
  - gliny, piaski gliniaste, pyły oraz gliny pylaste o konsystencji plastycznej,  $I_L=0,35$ ;  $M_0=23\ 000$  kPa;
  - piaski gliniaste i pyły piaszczyste o konsystencji miękkoplastycznej,  $I_L=0,6$ ;  $M_0=12\ 000$  kPa;
  - iły pylaste i iły o konsystencji plastycznej  $I_L=0,8$ ;  $M_0=32\ 000$  kPa.

Trzecia grupa gruntów została podzielona na dwie podgrupy zawierające:

- a – grunty stanowiące wierzseliny utworów starszego podłoża w postaci okruchów piaskowca i zlepieńca. W oparciu o genezę utworów przyjęto, że grunty są zagęszczone;
- b – grunty stanowiące utwory starszego podłoża – miękka skała piaskowca.

W podłożu nawiercono tylko jeden poziom wody gruntowej w utworach czwartorzędowych. Poziom ten występował w przypowierzchniowych warstwach piasków i wahał się w granicach od 2,4 do 3,3 m w części południowej, od 4,0 do 5,0 m w części środkowo-zachodniej terenu planowanej

zabudowy obiektów bloku. Biorąc pod uwagę rodzaj i stan gruntów budujących podłoże, na tym etapie badań przewidywano możliwość bezpośredniego posadowienia części obiektów bloku, szczególnie w miejscach zalegania piasków średnich średniozagęszczonych i zagęszczonych IIb i IIc oraz gruntów spoistych w stanie twardoplastycznym i zwartym IIg i IIj. Nie wykluczano jednak konieczności posadowienia innych obiektów na palach. Na tym etapie badań objekty zaliczono do II kategorii geotechnicznej.

Drugi i trzeci etap badań, obejmujących cały teren nowo projektowanego bloku wykonało w latach 2010 i 2014 Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. z siedzibą w Krakowie. Badania były prowadzone na bardzo dużą skalę i obejmowały: wiercenia (1813 mb w 2010 roku i 1010 mb w 2014 roku), 109 sondowań dynamicznych, 47 sondowań statycznych, badania dylatometryczne i montaż piezometrów. Obraz podłoża uzupełniły cztery badania geofizyczne typu CSWS. Ponadto wykonano szereg badań laboratoryjnych na próbkach pobranych w trakcie wierceń. Wyniki badań przeprowadzonych tylko w 2010 roku to opis makroskopowy sporządzony dla 1813 próbek, 357 analiz uziarnienia, 353 oznaczeń ciężaru objętościowego, 750 oznaczeń wilgotności naturalnej, 160 wyznaczonych granic Atterberga, 45 oznaczeń kąta tarcia wewnętrznego i spójności, 47 oznaczeń edometrycznych modułów ścisłości, 28 badań zawartości części organicznych, 33 testów wytrzymałości skał na ściskanie, 11 oznaczeń wskaźnika pęcznienia i 10 analiz wody w celu sprawdzenia jej agresywności w stosunku do betonu i stali.

W rejonie posadowienia obiektów budynku głównego wykonano łącznie w latach 2010 i 2014 następujące badania:

- pod budynkiem nastawni blokowej 17 wierceń o głębokości od 17 do 45 m, 9 sondowań statycznych od 8,8 do 25,1 m, 17 sondowań dynamicznych od 9,8 do 25,4 m i jedno badanie dylatometryczne do głębokości 20 m;
- pod budynkami części kotłowej wykonano łącznie w latach 2010 i 2014 24 otwory badawcze, w tym w 2010 roku – 11 otworów o głębokości od 15 do 35 m, a w 2014 roku 13 otworów o głębokości od 20 do 30 m. Dodatkowo

wykonano na tym obszarze 11 sondowań statycznych i 19 sondowań dynamicznych i jedno badanie dylatometryczne do głębokości 22 m.

Na podstawie wykonanych wierceń i zamontowanych 7 piezometrów określono poziom wody gruntowej o swobodnym zwierciadle zalegającej w piaskach utworów czwartorzędowych. W wynikach badań zwrócono uwagę na występowanie w porowatych piaskowcach karbonu drugiego poziomu wód o charakterze subartezyjskim. Poziomu tego nie nawiercono ze względu na pompowanie wody prowadzone w okolicznych kopalniach.

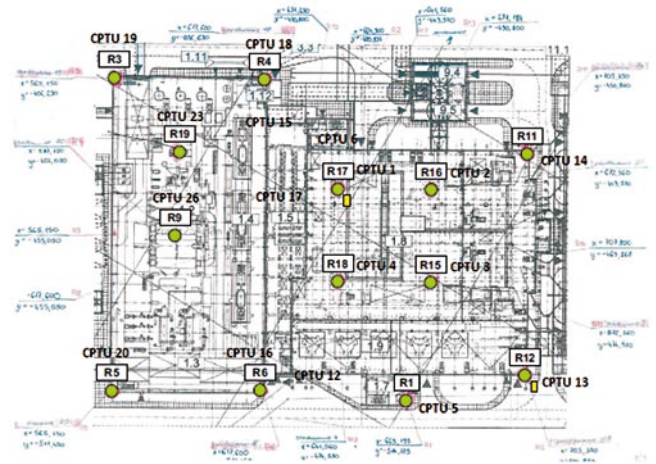
Przeprowadzone w drugim i trzecim etapie badania pozwoliły na rozpoznanie budowy geologicznej podłoża. W przedstawionym po zakończeniu badań w 2014 roku modelu podłoża wydzielono cztery serie litologiczno-genetyczne: seria I – grunt sztuczny i gleba, seria II – utwory piaszczyste, seria III – utwory ilaste i pylaste, seria IV – piaskowce karbońskie.

Poniżej podano warstwy gruntów wydzielone w ramach serii, ich stan i moduły ścisłości.

Pierwsza seria zbudowana jest z nasypów niekontrolowanych przykrytych często warstwą gleby i nasypów kontrolowanych zalegających na głębokości od 0,4 do 3,5 m. Zalegające w wierzchnich warstwach gleba i humus osiągają miąższość do 0,5 m.

W drugiej serii występują grunty sypkie akumulacji rzeczno--lodowcowej, reprezentowane głównie przez piaski drobne, średnie i grube, rzadko piaski ze żwirem, lokalnie z przewarstwieniami utworów ilasto-pylastych. Utwory te występują pod gruntami serii pierwszej i jako wkładki pomiędzy gruntami spójnymi. W warstwach przypowierzchniowych grunty sypkie zalegają w stanie średniozagęszczonym lub lokalnie luźnym. W serii drugiej wyróżniono trzy warstwy:

- a – piaski średnie, grube i drobne w stanie zagęszczonym, lokalnie z cienkimi wkładkami utworów ilastych i ilasto-pylastych. Występują najczęściej jako przewarstwienia gruntów spójnych lub w warstwie graniczącej z utworami karbonu, najczęściej o miąższości nie przekraczającej 1,5, m miejscowo występuje w warstwie o miąższości od 4,0 do 7 m,  $I_D=0,72$ ;  $M=130\ 000$  kPa;



Rys. 2. Rozmieszczenie punktów wierceń i sondowania statycznego w obrębie budynku głównego

- b – piaski drobne, średnie, grube, piaski ze żwirem w stanie średniozagęszczonym, występujące najczęściej bezpośrednio pod nasypami, o miąższości dochodzącej do 12 m, średnio około 10 m,  $I_D=0,52$ ;  $M=82\ 000$  kPa;

- c – piaski średnie i drobne w stanie luźnym występujące bezpośrednio pod nasypami, o miąższości od 0,8 do 2,5 m,  $I_D=0,21$ ;  $M=45\ 000$  kPa.

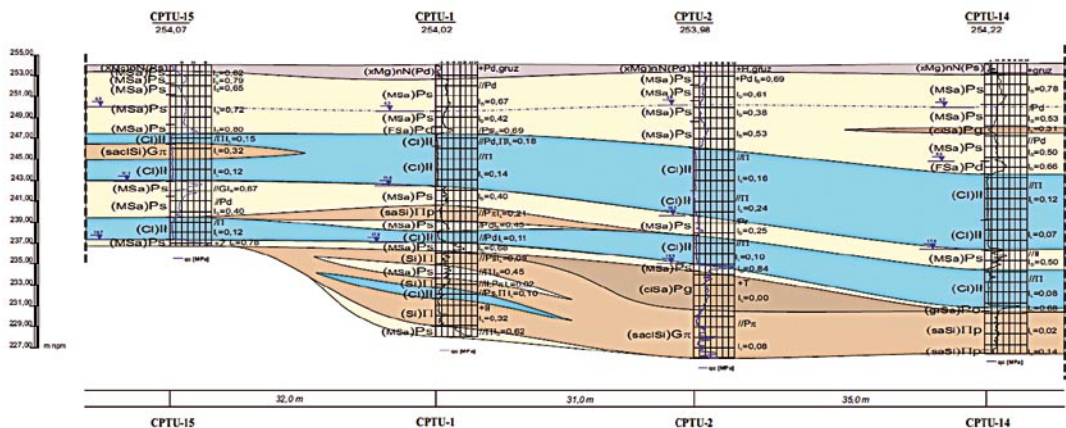
Trzecia seria wykształcona jest jako grunty spójne reprezentowane przez ił, ił z pyłem, ił z pyłem i piaskiem, ił z piaskiem, pył z iłem i piaskiem oraz piasek z iłem, lokalnie z przewarstwieniami piasku drobnego i średniego. Grunty te są wilgotne i małowilgotne. W tej serii wyróżniono pięć warstw:

- a – iły i iły z pyłem w stanie zwartym tworzące nieciągłą warstwę o miąższości od 6 do 8 m,  $I_L=-0,05$ ;  $M_0=7600$  kPa;  $M=21\ 700$  kPa;
- b – ił, ił z pyłem, ił z pyłem i piaskiem i ił z piaskiem w stanie twardeplastycznym występujące tuż pod warstwą gruntów sypkich. Ich miąższość wynosi najczęściej od 5 do 6 m, a miejscami dochodzi do 14 m,  $I_L=0,15$ ;  $M_0=6,560$  kPa;  $M=19\ 940$  kPa;
- c – iły z pyłem, iły z pyłem i piaskiem, miejscami iły w stanie plastycznym występują jako wkładki o miąższości od 2 do 2,5 m (miejscami od 3 do 4 m),  $I_L=0,38$ ;  $M_0=3550$  kPa;  $M=18\ 630$  kPa;

Rys. 3. Parametry geotechniczne warstw podłoża wyznaczone z sondowania CPTU 1 – HEBO

Przebieg warstwy		Rodzaj gruntu	Domieszki	Opór stożka $q_e$	Napięcie pionowe $\sigma_{vo}$	Parametry stanu gruntu		Parametry wytrzymałości na ścinanie			Parametry odkształceniowe $M_0$
od [m]	do [m]					$I_D$	$I_L$	$\Phi'$	$C'$	$S_u$	
0,0	1,3	nN	(Gb, Ps, Pd, Ceq.)	-	-	-	-	-	-	-	-
1,3	4,4	Ps	//Pd	9,6	52	0,67	-	35° 0'	-	-	43,0
4,4	5,9	Ps	-	6,4	96	0,42	-	32° 0'	-	-	28,0
5,9	6,6	Pd	//Ps	13,5	116	0,69	-	35° 0'	-	-	66,0
6,6	7,8	I	//Pd, II	1,3	133	-	0,18	16° 50'	17,0	65,0	10,0
7,8	11,6	I	//II	1,7	178	-	0,14	17° 20'	22,0	85,0	13,0
11,6	13,4	Ps	-	8,1	229	0,40	-	31° 50'	-	-	35,0
13,4	14,8	IIp	//Pi	4,4	259	-	0,21	24° 0'	11,0	295,0	34,0
14,8	15,9	Ps	//Pd	10,0	282	0,45	-	32° 20'	-	-	44,0
15,9	17,0	I	+Ps	2,3	303	-	0,11	18° 0'	20,0	112,0	17,0
17,0	17,8	Ps	-	19,0	322	0,68	-	35° 10'	-	-	93,0
17,8	19,2	II	//Ps	7,1	345	-	0,09	24° 30'	11,0	483,0	56,0
19,2	20,4	Ps	//II	11,3	371	0,45	-	32° 20'	-	-	55,0
20,4	21,3	II	//Pi, I	9,7	392	-	0,02	25° 0'	11,0	667,0	77,0
21,3	22,3	I	//II, Ps	2,7	410	-	0,10	17° 20'	18,0	124,0	19,0
22,3	25,0	II	+I	3,6	445	-	0,32	18° 30'	8,0	222,0	26,0
25,0	26,0	Ps	//II	19,8	480	0,62	-	34° 30'	-	-	97,0

**Rys. 4.** Przekrój wykonany przez cztery punkty sondowania CPTU – HEBO



- d – pył z łem, piasek z łem i pył z łem w stanie twaroplastycznym, zalegające przeważnie na poziomie od 19 do 22 m p.p.t. o średniej miąższości 4 m, ale miejscami występują już od głębokości 15 lub znacznie poniżej 22 m.ppt. W sześciu otworach ich miąższość znacznie przekroczyła wartość średnią, osiągając od 6 do 10,6 m,  $I_L=0,18$ ;  $M_0=9200$  kPa;  $M=25 500$  kPa;

- e – piasek z łem, pył z łem i pył z łem i piaskiem w stanie plastycznym. Utwory te występowały głównie jako lokalne wkładki o niewielkiej miąższości dochodzącej do 3 m na dwóch poziomach od 3 do 7 m i od 15 do 24 m,  $I_L=0,4$ ;  $M_0=6070$  kPa;  $M=23 600$  kPa.

Czwarta seria to utwory karbońskie reprezentowane przez piaskowce drobno- i średnioziarniste o spoiwie ilastym, w których pojawiają się przerosty węgla. Głębokość zalegania stropu piaskowców waha się pod całym terenem bloku od poziomu 9,5 do 28 m. Średnia wytrzymałość na ściszenie tych utworów wynosi  $R_c=1,5$  MPa. Obiekty budynku głównego – kotłownię, maszynownię i nawę elektryczną zaliczono do III kategorii geotechnicznej.

Badania wykonane na etapach od 1 do 3 były solidną podstawą do utworzenia programu badań etapu czwartego w momencie, kiedy znane były już ostateczne naciski

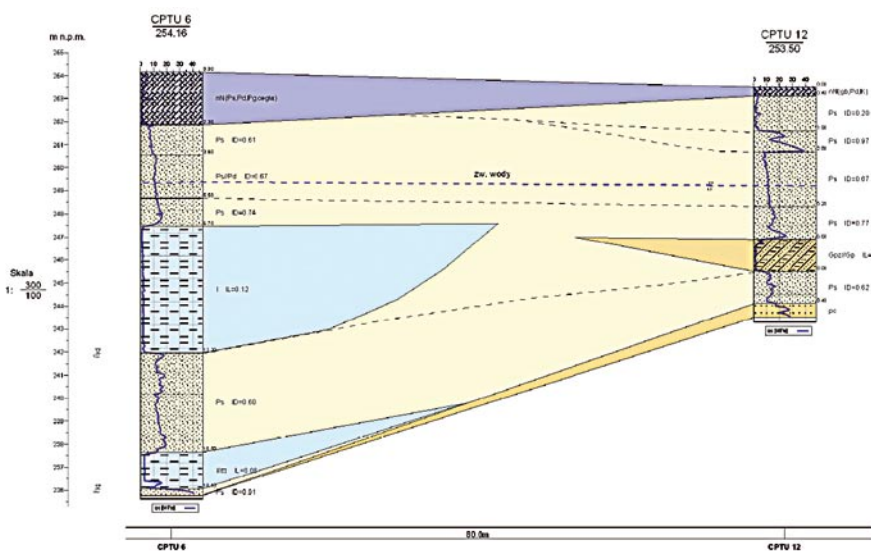
na podłoże, kształt, wymiary i zagłębienie fundamentów budynku głównego.

Czwarty etap badań został wykonany przez Instytut Konsultacyjno-Badawczy GEOCONTROL z siedzibą w Krakowie i firmę HEBO-POZNAŃ. Podobnie jak w przypadku badań etapu 2 i 3 rozpoznanie podłoża przeprowadzono praktycznie na całym terenie budowanego bloku.

W obrębie podłoża samego budynku głównego IKB GEOCONTROL wykonał 13 odwiertów: 6 o głębokości 40 m, 3 o głębokości od 43 do 45 m, 2 o głębokości 47 m i 2 odwiertów o głębokości 55,5 i 60,0 m. Z wszystkich otworów pobrano próbki rdzeniowe skał, a wyznaczona wytrzymałość na ściszenie  $R_c$  wahała się w granicach od 1,12 do 3,85 MPa. Równolegle, w sąsiedztwie wykonanych otworów, firma HEBO wykonała 33 sondowania statyczne. Uznano zasadę, że sondowania statyczne muszą być wykonane w pierwszym rzędzie tuż obok wierceń, których lokalizacje przyjęto na narożach i załamaniach budynków, w miejscu oparcia czterech słupów stalowej konstrukcji wsporczej kotła, pod pylonami komunikacyjnymi i w osi turbozespołu. Pozostałe sondowania uzupełniły obraz podłoża w rejonie fundamentowania młynów kotłowni i częściowo w osiach różnych urządzeń maszynowni. Rozmieszczenie punktów wierceń oznaczonych literami R i punktów sondowań

pokazano na rysunku 2.

Wyniki badań przedstawiono w postaci metryk otworów i sondowań statycznych. W badaniach CPTU dla każdej warstwy gruntów wyznaczono parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe. Przyjęte w czwartym etapie rozlokowanie otworów badawczych i sondowań statycznych CPTU pozwoliło na określenie zmian poziomu



**Rys. 5.** Przekrój wykonany przez cztery punkty sondowania CPTU – HEBO

stropu sztywnych zwierzelin karbońskich i miąższości silnie odkształcalnych warstw iłów zalegających między poziomem górnych warstw piasków a zwierzelinami. Uzyskane na tym etapie dane pozwoliły oszacować osiadania płyt fundamentowych obiektów budynku głównego. Przykładową metrykę sondowania pokazano na rysunku 3, a dwa z uzyskanych w sondowaniach CPTU przekrojów pokazano na rysunkach 4 i 5.

### 3. Podsumowanie

Głównym problemem projektowania posadowienia obiektów bloków energetycznych jest ograniczenie osiadań i różnic osiadań fundamentów do wielkości określonych w normach EC-7, gdzie całkowite dopuszczalne osiadania nie mogą przekroczyć 5 cm. Dodatkowo istotne jest spełnienie często bardzo zaostrożonych ze względów technologicznych warunków, dotyczących ograniczenia różnic osiadań między sąsiednimi fundamentami konstrukcji wsporczych lub w obrębie jednego fundamentu, co występuje w przypadku płyt, gdzie oprócz powyższego warunku ograniczone są także ich względne ugięcia. Z tych powodów kluczowe dla projektowania jest dobrze zaplanowane rozpoznanie podłoża, bazujące na dostosowanej do kształtu obiektów siatce punktów badawczych, polegające na określeniu rozkładu w planie i z głębokością warstw gruntów, określenie ich rodzajów i stanów, a przede wszystkim ich podatności na odkształcenia. Planowanie badań nie kończy się w momencie rozpoczęcia robót. Na etapie budowy często właśnie na wniosek wykonawcy poszerza się zakres badań, a szczególnie często występuje to w przypadku, kiedy jednocześnie mamy do czynienia z bardzo dużymi naciskami fundamentów, głębokim posadowieniem, złożonym pod względem sztywności i nierównomiernie uwarstwionym podłożem zawierającym silnie odkształcalne warstwy. Badania podłoża bloku w Jaworznie są tutaj dobrym tego przykładem.

W przypadku rozpatrywanego podłoża budynku głównego duże znaczenie miało zastosowanie obok wierceń i sondowań dynamicznych nowoczesnych badań in situ (sondowania statyczne CPTU i badania dylatometryczne) i rozmieszczenie punktów badawczych. W drugim i trzecim etapie parami blisko siebie rozmieszczano odwierty i punkty sondowań dynamicznych. W trzecim etapie parami i blisko siebie rozmieszczano odwierty i punkty sondowania statycznego. Na etapach od 2 do 4 dokonywano badań dylatometrycznych, co pomagało skalibrować ich wyniki w zakresie parametrów odkształcenia podłoża. Ponadto w czwartym etapie punkty badawcze rozmieszczono w narożach i załamaniach budynków, co pozwoliło wyznaczyć różnice zagłębienia stropu zwierzelin na kierunkach równoległych do osi technologicznych i wzdłuż osi słupów hal. Szczególnie duża różnica tego zagłębienia występowała pod budynkiem maszynowni w kierunku równoległym do osi turbozespołu, gdzie

minimalna głębokość stropu wynosiła 8 m, a maksymalna 25,5 m. Miało to kluczowe znaczenie dla wyznaczenia różnic osiadań w przypadku posadowienia bezpośredniego, bo miąższość zalegających ponad zwierzelinami gruntów spoistych i ich podatność były bardzo zróżnicowane zarówno w planie, jak i z głębokością.

Dla powodzenia procesu badania podłoża i projektowania fundamentów kluczowa jest dobra współpraca wszystkich uczestników tego przedsięwzięcia inżynierskiego, czyli specjalistów zatrudnionych do pracy w zespole złożonym z geologa, projektantów technologii i konstrukcji, geotechnika i całego zespołu inżynierów pracujących po stronie wykonawcy inwestycji. W praktyce projektowanie i realizacja fundamentowania sprowadza się do ciągłej wymiany informacji w obrębie tego zespołu i taka wymiana powinna być inicjowana już na etapie tworzenia koncepcji czy projektów wstępnych.

Ostatecznie oszacowane na podstawie wykonanych badań polowych osiadania obiektów budynku głównego wielokrotnie przekroczyły wielkości dopuszczone przez normy i objekty zostały posadowione pośrednio na palach, baretach i ścianach szczelinowych. Rozmieszczenie pali i ścian szczelinowych pod budynkiem głównym pokazano w publikacji Krzyskiego [2], która opisuje sposób fundamentowania obiektów przedmiotowego bloku energetycznego. Godne polecenia są także pozostałe trzy ciekawie ilustrowane pozycje czteroczęściowego cyklu artykułów zamieszczonych w Informatorze Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, poświęconych budowie bloku w Jaworznie. W artykule [1] Klinos podaje główne parametry techniczne urządzeń i funkcje poszczególnych obiektów bloku. Publikacja [3] autorstwa M. Zmarlaka charakteryzuje konstrukcję i sposób wykonywania żelbetowych płyt fundamentowych obiektów budynku głównego, pokazując, jak wielkim wyzwaniem jest proces przygotowania zbrojenia, elementów kotwiących słupów i betonowania fundamentów o tak wielkich gabarytach i objętości. Kolejny artykuł [4] Krzyskiego zawiera opis potężnej konstrukcji stalowej kotłowni o wysokości 134 m.

Wszystkie wyżej wymienione artykuły zawierają dużo ciekawostek, które mogą zainteresować czytelników pism poświęconych technologiom stosowanym w budownictwie przemysłowym.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Klinos D., Projekt Jaworzno 910 MW. Opis i dane techniczne, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 1(53) kwiecień 2017, str. 28–31
- [2] Krzyski A., Projekt Jaworzno 910 MW. Fundamentowanie, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 2(54) czerwiec 2017, str. 26–31
- [3] Zmarlak M., Projekt Jaworzno 910 MW. Konstrukcje żelbetowe płyt fundamentowych obiektów budynku głównego, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 3 (55) wrzesień 2017, str. 22–27
- [4] Krzyski A., Projekt Jaworzno 910 MW. Konstrukcje stalowa kotłowni, Informator Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa 5 (57) wrzesień 2017, str. 22–27