



Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna

Dr hab. inż. Maciej Kordian KUMOR

ul. Spacerowa 75, 85-386 BYDGOSZCZ

tel. +48 602 309 882/+48 602 294 777 fax. +48 52 551-16-29

(REGON 090573020) NIP 967-003-17-63

e-mail: mkkumor@set.net.pl; lukasz.kumor@engeo.com.pl

DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA do przedsięwzięcia

**stabilizacja osuwiska, odtworzenie budowli ziemnej, nasypu mostu
kolejki wąskotorowej
w Koronowie - Około**

działka nr ewid. 475/11

(OPRACOWANIE NA PODSTAWIE DANYCH ARCHIWALNYCH)

Zlecający:

Gmina Koronowo

Plac Zwycięstwa 1

86-010 KORONOWO

(zlecenie nr IPR.K.7012.1.48.2013 z dnia 16.12.2013)

MIEJSCOWOŚĆ: **Koronowo**
GMINA: **Koronowo**
POWIAT: **Bydgoski**
WOJEWÓDZTWO: **Kujawsko-pomorskie**
ZLEWNIA: **Brdy**
ZAMAWIAJĄCY: **Gmina Koronowo**

Autorzy:	prof. ndzw. dr hab. inż. Maciej K. Kumor <i>upr. hydrogeol, V-1351,</i> <i>upr. CUG 070929</i> mgr inż. Łukasz Kumor inż. Michał Zalesiński	
-----------------	---	--

BYDGOSZCZ – grudzień 2013 – marzec 2014 r.

SPIS TREŚCI

1. CZĘŚĆ WSTĘPNA	4
1.1. Podstawa opracowania	4
1.2. Przedmiot opracowania	4
1.3. Cel i zakres opracowania	5
1.4. Materiały wykorzystane w opracowaniu	5
2. CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA	8
2.1. Lokalizacja i opis terenu badań	8
2.2. Charakterystyka osuwiska	10
2.3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia	11
2.4. Obszary i obiekty przyrodnicze prawnie chronione	12
2.4.1. Obowiązujące formy ochronne	12
2.4.2. Obszary NATURA 2000	12
2.5. Oddziaływanie obiektu na środowisko	12
2.6. Kategoria geotechniczna	13
3. WYNIKI PRAC GEOLOGICZNYCH	13
3.1. Zakres wykonanych badań	13
3.1.1. Prace polowe i laboratoryjne	14
3.1.2. Prace kameralne	15
3.2. Budowa geologiczna	15
3.3. Warunki wodne	17
3.4. Podsumowanie warunków gruntowo-wodnych	17
4. MODEL PODŁOŻA, CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH	17
4.1. Jednostki geotechniczne	18
4.2. Model geologiczno-inżynierski podłoża	19
4.2.1. Ocena stateczności	20
4.2.2. Założenia przyjmowane do programu obliczeniowego	21
5. WSKAZANIE KATEGORII GEOTECHNICZNEJ	22
6. WNIOSKI I ZALECENIA	23

6.1.	Wnioski	24
6.2.	Zalecenia i wytyczne geologiczno-inżynierskie	25
6.3.	Geotechniczne warunki posadowienia obiektu	25
6.4.	Sformułowanie problemów geologicznych i środowiskowych	25

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik nr 1. - Mapa sytuacyjno lokalizacji w skali 1:25000

Załącznik nr 1.1. – Plan sytuacyjny z naniesieniem miejsc badań, skala 1:500.

Załącznik nr 2 - objaśnienie symboli i znaków użytych na przekrojach.

Załącznik nr 3 - Legenda do przekrojów.

Załączniki nr 4.1 – 4.7. - Przekroje geologiczno-inżynierskie

Załącznik nr 5.1. – 5.12. - Metryki otworów badawczych i archiwalnych

Załącznik nr 6.1. – 6.3. - Metryki archiwalnych sondowań CPTU

Załącznik nr 7.1 – 7.5. – Metryki sondowania dynamicznego

Załącznik nr 8 – Wyniki badań laboratoryjnych

Załączniki formalne – Karta Informacyjna D G-I

1.CZĘŚĆ WSTĘPNA

1.1. Podstawa opracowania

- *Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981).*
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, Dz. U. Nr 291, poz. 1714.*
- *Rozporządzeniu Ministra Środowiska, z dnia 20 grudnia 2011 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji, (Dz. U nr 288, poz. 1696).*
- *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej, Dz. U. Nr 282, poz. 1657.*
- *Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012 r. Poz. 463).*
- *Pismo Ministerstwa Środowiska DGKhg-471-48/25334/12/AS z dnia 29.06 2012, w sprawie udzielenia informacji dotyczącej zapisów ustawy Prawo geologiczne i górnicze, Departament Geologii i Koncesji Geologicznych, Warszawa 29.06.2012.*
- *Bezpośrednie zlecenie na wykonanie prac geotechnicznych, Gmina Koronowo, (zlecenie nr IPR.K.7012.1.48.2013 z dnia 16.12.2013).*
- *Decyzja o przyjęciu Projektu robót geologicznych: Starosta Bydgoski Decyzja z dnia 14.02.2014, OŚ.III.6540.3.2013/2014.*
- *Wytyczne techniczne przekazane przez Zlecniodawcę wraz z planem sytuacyjno-wysokościowym,*
- *Odpowiednie normy i przepisy budowlane.*

Stosownie do postanowień *Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981)* – niniejsza dokumentacja, podlega zatwierdzeniu przez Starostę Bydgoskiego.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest „DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA do przedsięwzięcia do przedsięwzięcia stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11”.

Właścicielem terenu jest Skarb Państwa.

Administracyjnie analizowana działka położona jest na terenie miejscowości Koronowo-Okole, gmina Koronowo, powiat bydgoski, województwo kujawsko-pomorskie.

Lokalizację terenu badań i terenów przyległych przedstawiono na wycinku planu w skali 1:22 000 (Załącznik 1) oraz na mapie dokumentacyjnej w skali 1:500 (Załącznik 3).

1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest przedstawienie budowy geologiczno-inżynierskiej i analiza procesów geologicznych, koniecznych do ustalenia warunków gruntowo-wodnych niezbędnych do wykonania projektu zabezpieczenia i stabilizacji czynnego osuwiska w Koronowie – Około, w zakresie niezbędnym do:

- rozpoznania stanu środowiska gruntowo-wodnego na terenie czynnego osuwiska,
- sposobu rozwiązania posadowienia ciągu komunikacyjnego, ścieżki rowerowej bez pogorszenia stanu osuwiska,
- wskazanie kategorii geotechnicznej obiektu,
- określenia stanu podłoża budowlanego,
- podanie zasad i danych geotechnicznych i geodynamicznych do opracowania projektu stabilizacji aktywnego zbocza.

Szczególnie istotne, jest przedstawienie zasięgu oddziaływania czynnych procesów geodynamicznych w rejonie podpory, rodzaju gruntów, cech fizyczno-mechanicznych, poziomu wód podziemnych oraz innych właściwości, które mogą mieć wpływ na stateczność zbocza i bezpieczeństwo oraz sposób rozwiązania zabezpieczeń i ocenę stopnia zagrożenia elementów podłoża budowlanego. Ponadto, określenie kategorii geotechnicznej, podanie modelu podłoża geologiczno-inżynierskiego oraz charakterystykę czynnych procesów geologicznych.

Opracowanie swoim zakresem obejmuje przedstawienie:

- metodyki prowadzonych prac, badań polowych i laboratoryjnych,
- ogólnych informacji geologicznych o terenie czynnego osuwiska,
- wymagań techniczno-budowlanych i przewidywaną kategorię geotechniczną obiektu,
- opisu położenia geograficznego, i stref ochronnych w tym obszarów NATURA 2000,
- opisu budowy geologicznej, na podstawie danych archiwalnych z uwzględnieniem litologii i genezy warstw oraz procesów antropogenicznych, procesów erozyjnych,
- zarysu geomorfologii,
- modelu budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych,
- zakresu oraz sposobu opracowania wyników.

1.4. Materiały wykorzystane w opracowaniu

2. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981).
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 20 grudnia 2011 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji, (Dz. U. nr 288, poz. 1696),
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 roku, w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. Nr 291, poz. 1714,

5. Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. , Warszawa, dnia 27 kwietnia 2012 r. Poz. 463).
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, Dz. U. Nr 291, poz. 1714
7. Biuletyn Geotechniczny GEOTECO, nr 2-2011
8. Geografia Regionalna Polski –J. Kondracki, PWN Warszawa 2000.
9. Eurokod – 7.
10. Instrukcja ITB nr 296. Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych. Warszawa 1990.
11. Instrukcja ITB nr 303. Ustalenie przydatności gruntów dla potrzeb budownictwa. Warszawa 1990.
12. Instrukcja ITB nr 304/91.Posadowienie obiektów budowlanych w sąsiedztwie skarp i zboczy.
13. Kostrzewski W. Polowe metody badania gruntów, PWN Warszawa.
14. Mapa Geologiczno - Inżynierska Polski. Arkusz Bydgoszcz Zachód.
15. Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GPZW) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. red. A.S. Kleczkowski, AGH Kraków 1990.
16. Kumor. M., Kumor Ł., Wierzycka E.; Mapa terenów zagrożonych ruchami masowymi Doliny Brdy. PI-G, Bydgoszcz 2009, zlecenie Marszałka Województwa Kujawsko-pomorskiego.
17. Mapa Zasadnicza dla rejonu badań w skali 1:500 – dostarczona przez Zleceniodawcę.
18. Materiały archiwalne z terenu badań,
19. Myślińska. E. Badania laboratoryjne gruntów, Wyd. Geologiczne Warszawa.
20. Pisarczyk S. Rymśa B.- Badania laboratoryjne i polowe gruntów, Warszawa 2003.
21. Plan lokalizacji w skali 1:25000.
22. PN-B-06050.1999.Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
23. PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia Podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
24. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
25. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntów.
26. PN/B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
27. PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Projektowanie i obliczenia statyczne posadowień bezpośrednich.
28. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia i symbole, podział i opis gruntów.
29. PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
30. PN-EN ISO 14688-1:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
31. PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
32. PN-EN 1997-1. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
33. PN-EN 1997-2. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego
34. PN-EN 1990:2002. Podstawy projektowania Konstrukcji
35. PN-85-B-02170 – Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.
36. Poprawka do Polskiej Normy PN-EN 1997-1:2008/Ap2, Eurokod 7, Projektowanie geotechniczne, Część 1 : zasady ogólne,
37. Przeglądowa Mapa Geologiczno-inżynierska Polski arkusz Bydgoszcz, skala 1:300000.
38. Przysański J. Wykopy fundamentowe i odwodnienia gruntu, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1984.
39. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. (1992). PIG, Warszawa.
40. Wizja terenowa.
41. Wiłun Z. Zarys geotechniki. WKiŁ, Warszawa 2000.
42. Wytyczne techniczne przekazane przez Zleceniodawcę wraz z planem sytuacyjno-wysokościowym.

43. Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich - J. Bażyński, A. Drągowski, Z. Frankowski, R. Kaczyński, S. Rybicki, L. Wysokiński, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 1999 r.
44. Materiały Konferencyjne, Projektowanie Geotechniczne - Badania I Dobór Parametrów, Warszawa SGGW, 13 – 13 września 2013.
45. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi, (Dz. U. 02.165.1359 z dnia 4 października 2002 roku).
46. Projekt wykonawczy. Branża mostowa. Budowa ścieżki rowerowej w powiecie bydgoskim, chełmińskim i mieście Bydgoszcz, obejmująca swoim zasięgiem część 5 – Gmina Koronowo. Łożyński W. Sterczewska K. NOW-EKO. Biuro Projektów Spółka z o.o., Olsztyn, listopad 2013 rok.
47. Kulczykowski M., Świdziński W., Zabuski L.: Ekspertyza geotechniczna dotycząca przyczyn powstania osuwiska nasypu kolejowego wpływu osuwiska na stateczność prawobrzeżnego przyczółka mostu kolejki wąskotorowej w Koronowie oraz koncepcji jego zabezpieczeń (umowa C2-16/2011), Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk, Zakład Geomechaniki, Gdańsk, wrzesień 2011.
48. Kulczykowski M., Świdziński W., Zabuski L.: Identyfikacja i monitorowanie procesów osuwiskowych w dolinie Brdy w Koronowie koło Bydgoszczy, INŻYNIERIA MORSKA I GEOTECHNIKA, nr 6/2012, str. 691-699.
49. Zabuski Lesław: Ocena procesów osuwiskowych na podstawie wyników pomiarów inklinometrycznych, Przegląd Geotechniczny, nr 4/2013, str. 248-256.
50. Kulczykowski M., Świdziński W., Zabuski L.: Osuwisko w nasypie przy przyczółku mostu kolejki wąskotorowej w Koronowie k. Bydgoszczy, XXVI Konferencja Naukowo- Techniczna Awarie Budowlane Szczecin-Międzyzdroje, 2013, str. 451 – 458
51. Aktualizacja programu ochrony środowiska dla gminy i miasta Koronowo na lata 2012 - 2015 z perspektywą do 2019, http://www.bip.koronowo.pl/bip_download.php?id=11992.
52. Podkład Geodezyjny działki, stan grudzień 2013, A. Izbaner Koronowo 2013 i stan marzec 2014.
53. Dokumentacja geologiczna ustalająca warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie czynnego osuwiska na skarpie Doliny Brdy w miejscowości Okole gm. Koronowo. Piekarski T, Piekarski P. APA-GEO Bydgoszcz, czerwiec 2005 rok.
54. Galon R. Morfologia doliny i zandru Brdy. Toruń 1953, Vol. 1 Nr 6 Studia Societatis Scientiarum Torunensis.
55. Kumor M. z zespołem; Mapa terenów zagrożonych ruchami masowymi Doliny Brdy, od granicy miasta Bydgoszczy do granic województwa kujawsko-pomorskiego, Bydgoszcz-Toruń Urząd Marszałkowski, 2008.,
56. Smieszek S. Praca inżynierska – Stateczność osuwiska Wiadukt k. Koronowa, Katedra Geotechniki UTP Bydgoszcz, napisana pod kierunkiem prof. M. Kumor, 2014.
57. Projekt robót geologicznych do przedsięwzięcia: stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11.
58. Decyzja o przyjęciu Projektu robót geologicznych: Starosta Bydgoski Decyzja z dnia 14.02.2014, OŚ.III.6540.3.2013/2014.

2. CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA

2.1. Lokalizacja i opis terenu badań

Dokumentacja geologiczno-inżynierska wykonywana jest do projektu budowlanego zabezpieczenia stateczności czynnego zbocza WIADUKT k. Koronowa, w rejonie przeprawy przez most kolejowy. Obiekt zlokalizowany jest w województwie kujawsko – pomorskim, w powiecie bydgoskim i gminie Koronowo koło miejscowości Koronowo.

Teren znajduje się w strefie południowej części gminy Koronowo, rys. 1.

Osuwisko „Wiadukt” jest zlokalizowane na zachodnim (prawym) brzegu rzeki Brdy w miejscu nasypu kolejowego pod mostem nieczynnej kolejki wąskotorowej.



Rys.1. Lokalizacja osuwiska.

Osuwisko i most nad doliną rzeki Brda zlokalizowany jest na działce o nr ew. 475/11 w obrębie Koronowo, będącej własnością Skarbu Państwa w trwałym zarządzie

Osuwisko „Wiadukt” jest położone na zachodnim (prawym) brzegu rzeki Brdy. Inicjacja osuwiska datowana jest na luty 2011, natomiast gwałtowny zsuw nastąpił w drugiej połowie marca 2011 roku.



Rys.2. Stan osuwiska, widok od strony zachodniej, listopada 2013.

Od tego czasu obserwuje się powolny rozwój ruchu osuwiskowego, który zagraża mieszkańcom wsi Okole uniemożliwiając przejście przez most. Obecnie teren nie jest użytkowany gospodarczo i jest uzbrojony w podziemną infrastrukturę, tj. kanalizację tłoczną przechodzącą przez most rurą podwieszoną. Aktualnie sieć jest uszkodzona. Teren jest niezabudowany, stanowi podbudowę byłej kolejki wąskotorowej biegnącej z Bydgoszczy do Koronowa.

Współrzędne geograficzne dla badanej lokalizacji odczytane ze szczegółowej mapy Polski, arkusz - Bydgoszcz, wynoszą:

- długość: $\lambda = 53^{\circ}17'$,
- szerokość: $\varphi = 18^{\circ}56'$.

Deniwelacje terenu wynoszą około 20 m licząc od górnego naziomu górnego do poziomu lustra wody w Brdzie. Teren osuwiska jest niezarośnięty drzewami lub krzewami, które wycięto w 2011 roku, podczas pierwszej próby wykonywania zabezpieczeń zbocza.

Badania wskazują na dwojaki charakter przyczyn powstania osuwiska. Uznaje się, iż istnieje zarówno bierny, jak i aktywny charakter przyczyn. Obserwacje prowadzone na danym obszarze wykluczyły natomiast erozyjne działanie rzeki Brdy. Nie zauważa się, aby dolina była pogłębianą, ponieważ prędkość przepływu Brdy jest bardzo niska.

Bezpośrednią przyczyną powstania osuwiska jest wybudowanie w 2005 roku kolektora ściekowego. Rury tego kolektora zostały podwieszone pod nawierzchnią

wiaduktu, a wzdłuż nasypu ułożono je w wykopie na głębokości około 1,0 do 1,5m. Przy instalowaniu kolektora zasypano grunt, ale go prawidłowo nie zagęszczono, tworząc w ten sposób odbiornik i dren dla wód opadowych oraz roztopowych. Zauważono także, że w nasypie w pobliżu przyczółka znajdowało się nieszczelne połączenie rur. Może to świadczyć o tym, iż woda dostawała się do masywu zbocza również wskutek rozszczelnienia w połączeniu pomiędzy rurami.

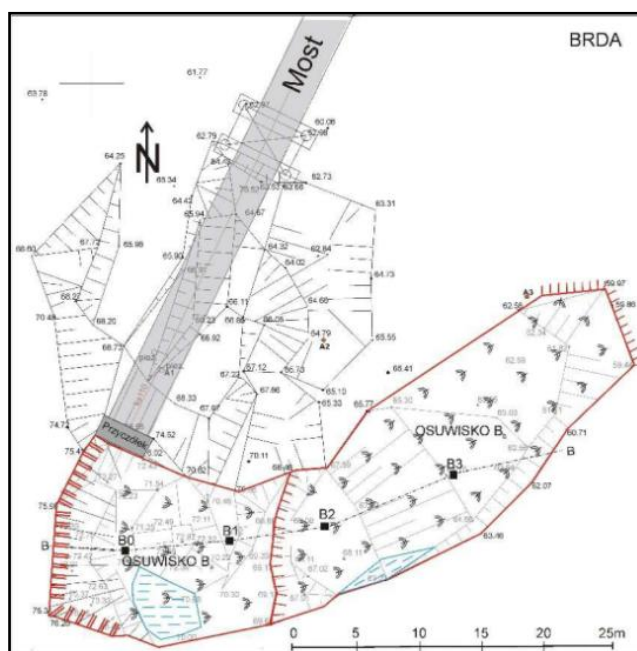
Szczegóły lokalizacji projektowanych obiektów przedstawiono w załączniku 1, 3.1, 3.2, które zostały przekazane przez Inwestora w załączonej do opracowania formie.

2.2. Charakterystyka osuwiska

Na zboczach tarasu Brdy obserwuje się koluwia. Ich miąższość jest najczęściej zróżnicowana. Masyw koluwium budują grunty spoiste z dużą zawartością frakcji ilastej. Są to głównie iły mio-plioceńskie. Lokalnie można także zaobserwować gliny zwięzłe w stanie twaroplastycznym. Gliny, które znajdują się w obszarze powierzchni poślizgu charakteryzują się stanem plastycznym. Badania makroskopowe gruntów przeprowadzone w czasie wierceń wskazywały na stan miękkoplastyczny gruntów znajdujących się w obrębie powierzchni poślizgu.

Sytuacja projektowa. W danej sytuacji projektowej należy zwrócić uwagę na to, iż awaria zbocza już nastąpiła i osuwisko jest w fazie ruchu. Nie można wykluczyć możliwości dalszego rozwoju ruchu osuwiskowego.

Stopień aktywności osuwiska. Aktualnie osuwisko można określić jako niedawno powstałe oraz czynne w chwili obserwacji. Inicjację osuwiska przyjmuje się na luty 2011 roku i od tego czasu obserwuje się cały czas ruch osuwiskowy. Profil oraz budowę geologiczną zbocza przedstawia rysunek 3 i 4.

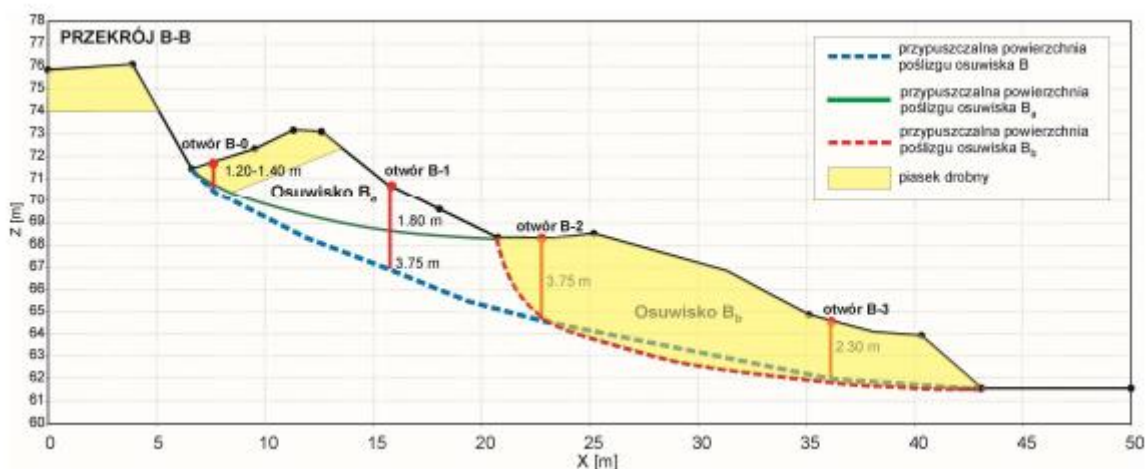


Rys. 3. Plan osuwiska Wiadukt k. Koronowa, wg (51), stan 2012.

- Klasyfikacja zbocza w zależności od budowy geologicznej i od pochodzenia gruntów (51).

Zgodnie z instrukcją Instytutu Techniki Budowlanej „Ocena stateczności skarp i zboczy” (12) oraz (55) analizowane zbocze pod względem budowy geologicznej można

zaliczyć jako niejednorodne, składające się z różnych rodzajów gruntów o zmiennych właściwościach mechanicznych. Zbocze to jest zbudowane zarówno z gruntów niespoistych (piasek wodno-lodowcowy), jak i spoistych (głina morenowa, ił). Grunty te są uwarstwione w głównej mierze w taki sposób, iż grunty niespoiste leżą na stropie gruntów spoistych, co przyczyniło się to do powstania osuwiska na styku obydwu warstw. Warunki gruntowe skomplikowane.

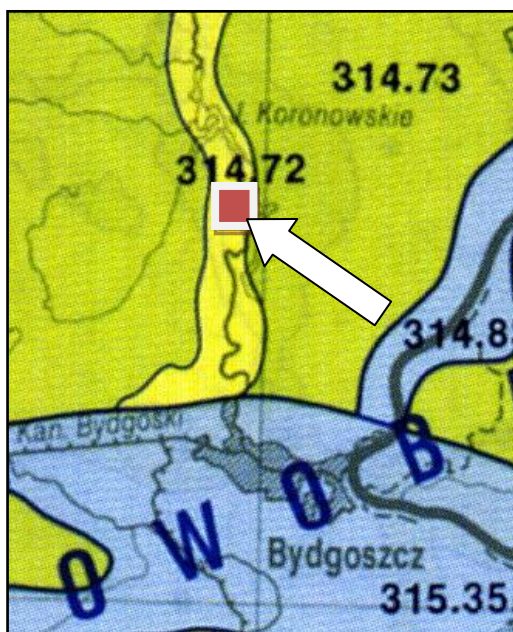


Rys. 4. Przekrój geologiczny w rejonie inwestycji, wg (51).

2.3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia

Dokumentowany obszar znajduje się w Koronowie-Okolu i pod względem morfologicznym teren położony jest w obrębie makroregionu Pojezierze Południowopomorskie (314.6-7) w jednostce Dolina Brdy (314.72) na skraju średniego i wysokiego, zachodniego tarasu rzeki Brdy (R. Galon 1955), rys. 5.

Pod względem hydrograficznym teren należy do zlewni rzeki Brdy.



Rys. 5. Jednostki geograficzne badanego terenu.

Taras jest obszarem zalegania w podłożu budowlanym czwartorzędowych gruntów glacialnych, poniżej 4 - 6 m oraz wychodni iłów Mio-plioceńskich serii poznańskiej.

2.4. Obszary i obiekty przyrodnicze prawnie chronione

2.4.1. Obowiązujące formy ochronne

Teren projektowanej lokalizacji położony jest pod względem form ochronnych poza obszarami chronionymi, rys. 6.

Nie znajdują się tu również obiekty:

- ostoje przyrody uwzględnionych w programie CORINE,
- ostoje ptaków lęgowych i/lub wędrownych mających kluczowe znaczenie dla ich ochrony, w ramach programu NATURA 2000,
- stanowiska gatunków zwierząt chronionych,
- pomniki przyrody.



Rys. 6. Położenie badanego obszaru w ujęciu terenów chronionych.

2.4.2. Obszary NATURA 2000

Europejska Sieć Natura 2000 to sieć obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych, pod względem przyrodniczym i zagrożonych, składników różnorodności biologicznej.

W skład sieci Natura 2000 wchodzi:

- **obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO)** – (*Special Protection Areas – SPA*) wyznaczone na podstawie Dyrektywy Rady 79/409/EWG w sprawie ochrony dzikich ptaków tzw. Ptasiej,
- **specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO)** – (*Special Areas of Conservation – SAC*) wyznaczone na podstawie Dyrektywy Rady 92/43/EWG w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, tzw. „Siedliskowej” dla siedlisk przyrodniczych wymienionych w załączniku I oraz gatunków roślin i zwierząt wymienionych w załączniku II do Dyrektywy.

Stwierdza się, że wykonywane badania geologiczne nie naruszyły żadnego z tych zakazów.

2.5. Oddziaływanie obiektu na środowisko

Podczas normalnej (bezawaryjnej) eksploatacji nie przewiduje się niekorzystnego wpływu zabezpieczonego odpowiednio osuwiska, po stabilizacji, na środowisko geologiczne.

Analiza warunków geologicznych ma na celu rozpoznać między innymi warunki wodno-gruntowe odnośnie do zastosowania odpowiednich rozwiązań technicznych

mających za zadanie ograniczenie ryzyka pogorszenia bezpieczeństwa i stanu równowagi podłoża i środowiska, w tym również stanu gruntów i wód gruntowych w strefie wydzielonej działką Inwestora. Dotyczy to szczególnie projektowanej lokalizacji fundamentu zabezpieczających mury oporowe i podpory w strefie naziomu górnego osuwiska Wiadukt oraz prac związanych ze stabilizacją osuwiska jako całości.

2.6. Kategoria geotechniczna

Kategoria geotechniczna. Badane zbocze zalicza się do III kategorii geotechnicznej, ponieważ ruch osuwiskowy już nastąpił, co oznacza złożoność problemu geotechnicznego. Zbocze o wysokości kilkunastu metrów oraz nachylone pod kątem większym niż 15° jest zbudowane z gruntów sypkich oraz spoistych. Jak podaje instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej „kategoria III wymaga badań laboratoryjnych i polowych, opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz monitoringu prowadzonego metodami geodezyjnymi lub geofizycznymi” (12, 43).

▪ **Dane geometryczne zbocza oraz wymiary strefy zagrożonej (51):**

- wysokość zbocza – około 16 m,
- kąt nachylenia zbocza – około 24° ,
- długość osuwiska – około 36 m,
- głębokość od powierzchni terenu do powierzchni poślizgu – około 4,5m.

Nie można wykluczyć możliwości dalszego rozwoju ruchu osuwiskowego.

Zgodnie z *Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012 r. Poz. 463)*, oraz wnioskami geologicznymi i klasyfikacją (43) zakłada się dla rozpatrywanego przypadku **kategorię geotechniczną III.**

Założenie to określa potrzebę wykonania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz niezbędnych badań geotechnicznych metodą A – bezpośrednich oznaczeń.

3. WYNIKI PRAC GEOLOGICZNYCH

3.1. Zakres wykonanych badań

Ze względu na głębokość dotychczasowego rozpoznania geologicznego, odległą lokalizację głębszych wierceń archiwalnych i brak wyników dostępnych badań głębszego podłoża gruntowego w rejonie zagrożonego obiektu, konieczne było wykonanie bezpośredniego rozpoznania (wierceniami i sondowaniami) warunków geologiczno-inżynierskich a szczególnie zbadanie ściśle lokalnych stosunków wodnych. Prace i roboty geologiczne wykonywano podczas badań naukowych stateczności osuwiska w ramach Grantu IBW PAN Gdańsk (47, 48, 49, 50, 51). Dodatkowo wykonano geotechniczne sondowania CPTU w dniach 16 do 22 grudnia 2013 roku, przez Pracownię Inżynieryjno-Geologiczną, Bydgoszcz, Geoprojekt Poznań. Kierownik wierceń mgr inż. M. Waliński, upr. OUG Nr 50/28-9/76/AN, nadzór geologiczny Maciej Kumor – upr. CUG 070929.

3.1.1. Prace polowe i laboratoryjne

W celu rozwiązania zadania geologicznego, wykonano następujące prace:

- **prace geodezyjne** tj. wytyczenie i zaniwelowanie miejsc projektowanych otworów badawczych, wg przyjętego reperu, $R_p=76,58$ m n.p.m., (52), Pomiary geodezyjne wykonał uprawniony geodeta mgr inż. Andrzej Izbaner upr. 16722,
- **wiercenia badawcze**, 2 otwory do głębokości 20,0 m p.p.t., 12 otworów o głębokości 4,0 do 14,0 m, zał. 5.3 do 5.12, lokalizacja otworów przedstawiona jest w zał. 1.2., łączny metraż wierceń 148 m,
- **sondowania dynamiczne**, 5 sond DPHL do głębokości 7,0 zał. 7.1., do 7.5 lokalizacja miejsc sondowania przedstawiona w zał. 1.2., łączny metraż sondowania 57,5 m,
- **sondowania badawcze CPTU** – 5 sztuk, głębokości 9 m p.p.t., 42 mb sondowań, w bezpośrednim sąsiedztwie otworów badawczych, i na skarpie osuwiska, zał. 6.1 do 6.5.

Sondowania statyczne wykonywano za pomocą urządzenia samojezdnego firmy *Geotech* na podwoziu gąsienicowym i maksymalnym nacisku na stożek CPT o wartości 200 kN. Pomiary wykonywano stożkiem o transmisji dźwiękowej, o parametrach $q_c=100$ MPa, $f_s=1$ MPa, $u=2,5$ MPa.

- **badania laboratoryjne** cech fizycznych gruntów;
 - uziarnienie gruntu;
 - wilgotność.
- **dane archiwalne z wierceń**; wykorzystano dane archiwalne Geoprojekt Bydgoszcz, Pracowania Inżynieryjno-Geologiczna Bydgoszcz, **IBW PAN Gdańsk**, *Aktualizacja programu ochrony środowiska dla gminy i miasta Koronowo na lata 2012 - 2015 z perspektywą do 2019*, http://www.bip.koronowo.pl/bip_download.php?id=11992.

Wyniki badań zestawiono w dalszej części Dokumentacji.

Tabela 1. Zestawienie prac geologicznych. Osuwisko Wiadukt Koronowo-Okole.

Numer otworu	Głębokość badań [m]	Metraż badań [mb]	Liczba próbek [szt.]
O1 do O12	4,0 - 20,0	148,0	15
DPL	8,5 - 14,0	57,5	-
CPTU1 - CPTU5	7,0 - 17,0	42,0	-
Razem	Max 20,0	247,5	15 szt.

Łącznie wykonano **148 mb wierceń** (lokalizację miejsc wierceń pokazano na mapie dokumentacyjnej - Zał. 3).

Wiercenia badawcze wykonano wiertnicą obrotową w rurach osłonowych o średnicy $\phi=150$ mm. W czasie wierceń, wykonywanych pod stałym dozorem uprawnionego geologa, prowadzono badania makroskopowe przewierczanych gruntów, pomiary stabilizacji wody gruntowej, oraz pobierano będą próbki gruntów A.1 i A.3, do szczegółowych badań laboratoryjnych. W trakcie wierceń pobierano próbki gruntu - co 1 m i przy każdej zmianie rodzaju gruntu. Próbki gruntu pobierano do pojemników o pojemności 1-2 dm³ (słoików lub torebek z folii PCV szczelnie zamykanych).

Otwory likwidowano sukcesywnie.

Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w*

Dokumentacja geologiczno-inżynierska stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około 12/2013- 03/2014
sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej, Dz. U. Nr 282, poz. 1657,
wszystkie pobrane próbki kwalifikują się jako materiał czasowego przechowywania,
który po przyjęciu dokumentacji może być zlikwidowany w miejscu dotychczasowego
przechowywania, tj. Pracowni Inżynieryjno-Geologicznej ul. Żnińska 15 w Bydgoszczy.

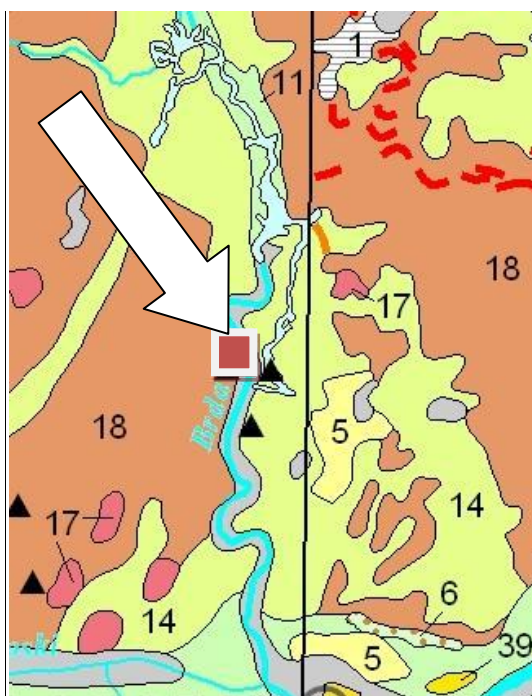
3.1.2. Prace kameralne

Przeprowadzone prace i badania przedstawiono w formie dokumentacji określającej warunki geologiczno-inżynierskiej w rejonie projektowanego obiektu tj. przedsięwzięcia „Stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11”, obejmującej:

- opracowanie tekstowe,
- określenie warunków geologiczno-inżynierskich,
- określenie parametrów geotechnicznych,
- przedstawienie budowy geologicznej,
- wykaz zagrożeń dla wód podziemnych,
- zalecenia i wytyczne odnośnie do projektowania stabilizacji osuwiska,
- karty otworów badawczych, przekroje geologiczno-inżynierskie,
- opracowanie mapy dokumentacyjnej wyrobisk badawczych.

3.2. Budowa geologiczna

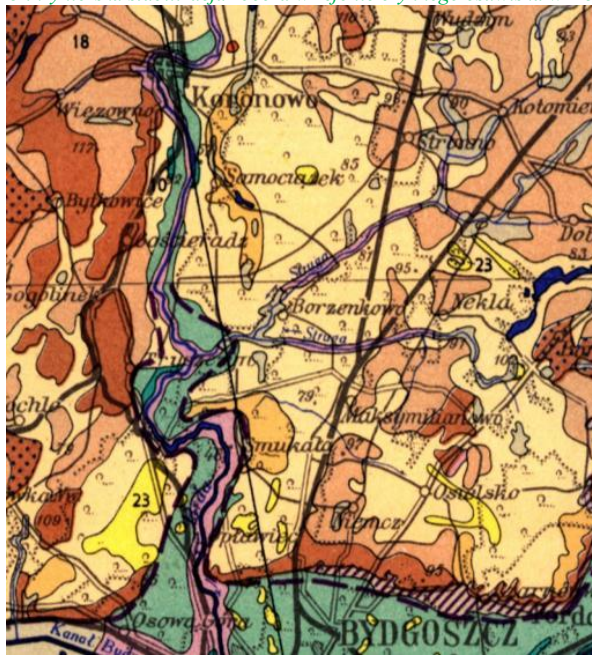
Budowę geologiczną podłoża gruntowego rozpoznano przy pomocy wykonanych otworów badawczych do głębokości 14,0 – 20,0 m p.p.t., oraz danych archiwalnych, rys. 7, 8, określających zasięg badania podłoża do 20 m p.p.t.



Rys. 7. Wycinek mapy geologicznej Polski rejonu lokalizacji obiektu k. Koronowa.

Pod względem hydrograficznym teren należy do zlewni Brdy.

Warunki budowlane na podstawie Przeglądowej Mapy Geologiczno-Inżynierskiej Polski klasyfikowane są, jako **przeważnie złe**, rys. 8.



Rys. 8. Wycinek mapy geologicznej Polski rejonu lokalizacji obiektu k. Koronowa.

Budowa geologiczna miejsca charakteryzuje się występowaniem szczególnych jednostek geomorfologicznych, a mianowicie wysoczyzny morenowej, zboczy oraz tarasu nadzalewowego Brdy.

Taras nadzalewowy Brdy budują w dużej mierze piaski o zróżnicowanej granulacji, natomiast wysoczyznę gliny zwałowe wraz z piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia północnopolskiego. Lokalnie można zauważyć także porwaki iłów neogeńskich. W przypadku zboczy ma się często do czynienia z występowaniem koluwiów osuwiskowych o zróżnicowanej miąższości. Na obszarze osuwiska „Wiadukt” występują do głębokości kilku metrów pod powierzchnią terenu grunty spoiste, głównie gliny, czasami z domieszkami żwiru, pod którymi można zauważyć piaski.

Inicjacja osuwiska datowana jest na luty 2011, natomiast gwałtowny zsuw nastąpił w drugiej połowie marca 2011 roku. Od tego czasu obserwuje się powolny rozwój ruchu osuwiskowego.

Na podstawie wykonanych wierceń i badań stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych. Utwory czwartorzędowe są holoceni i plejstoceńskie.

CZwartorzęd (Q)

Holocen Q2 – plejstocen Q1

Holocen Q2 - Reprezentowany jest przez grunty próchniczne i miejscami nasypy niekontrolowane (Q₂ nN) występujące na całym badanym terenie bezpośrednio poniżej poziomu terenu. Miąższość humusu jest zmienna i wynosi od 0,20 m do 0,80 m p.p.t., miejscami może być więcej. Grunty próchniczne występują w całym badanych rejonie od powierzchni terenu.

Plejstocen Q1 - Poniżej utworów humusowych, zalegają grunty rodzime, mineralne, niespoiste i spoiste. Budują je gliny zwałowe oraz piaski wodnolodowcowe powstałe podczas zlodowacenia północnopolskiego. Miąższość tej warstwy mieści się w granicach od 20 do 50 m. W jej obrębie można także zauważyć lokalnie występujące porwaki iłów neogeńskich, rys. 1.

Na zboczach obserwuje się koluwia, rys. 2. Ich miąższość jest najczęściej zróżnicowana. Masyw koluwium budują grunty spoiste z dużą zawartością frakcji ilastej.

Są to głównie iły neogeńskie serii poznańskiej, tzw. iły szare w stanie zwartym. Lokalnie można także zaobserwować gliny zwięzłe w stanie twardoplastycznym. Gliny, które znajdują się w obszarze powierzchni poślizgu charakteryzują się stanem plastycznym (48, 49, 50, 51). Badania makroskopowe gruntów przeprowadzone w czasie wierceń wskazywały na stan miękoplastyczny gruntów znajdujących się w obrębie powierzchni poślizgu.

Strefę bezpośrednio przylegającą do brzegu Brdy budują piaski drobnoziarniste fluwalne o różnej granulacji.

Grunty zastoiskowe, wykształcone, jako gliny pylaste i gliny pylaste zwięzłe. Na omawianym obszarze zalegają bezpośrednio pod warstwą gleby do głębokości max. 3,10 m od powierzchni terenu.

3.3. Warunki wodne

Główny czwartorzędowy poziom wodonośny jest zlokalizowany na poziomie 55-60 m n.p.m. Poziom ten jest ujmowany w danym rejonie studniami wierconymi. Zwierciadło określa się jako swobodne lub napięte. Jest to uzależnione od budowy geologicznej w danym miejscu. Lokalnie zauważa się także wysięki wody w kierunku skarpy. Filtracja na skarpach jest wzmożona w okresie zwiększonej ilości wody na zboczu, a więc podczas intensywnych opadów oraz roztopów.

Stwierdzono występowanie wody gruntowej poziomu płytkiego, czwartorzędowego w postaci nieciągłego, swobodnego w warstwie utworów piaszczystych nad stropem iłów serii poznańskiej.

3.4. Podsumowanie warunków gruntowo-wodnych

Rzeczywiste warunki gruntowe i geomorfologiczne oraz tektonikę należy scharakteryzować, jako **skomplikowane** ze względu na stwierdzone fakty geologiczne tj. tereny osuwiskowe o wysokości zboczy powyżej 15 m, kącie nachylenia zbocza ponad 15°, czynne procesy osuwiskowe, lokalną zmienność gruntów słabonośnych, zmienną tektoniką glacialną podłoża i litogenezę, występowanie niekorzystnych zjawisk geologicznych. Warunki wodne zaliczyć można do zmiennych, zależnych od intensywności opadów atmosferycznych.

Rozpoznane warunki hydrogeologiczne są typowe dla tej części zboczy osuwisk Doliny Brdy i trudne, narzucają konieczność uwzględnienia w każdym przypadku zagospodarowania, dodatkowych warunków oceny stateczności zbocza.

Podsumowując, należy stwierdzić, że rozpoznanie geologiczne wykonane w zakresie określonym przez Projekt robót geologicznych, daje podstawę do zbudowania modelu geotechnicznego podłoża przedstawionego w załącznikach 4.1 do 4.7 – Przekroje geotechniczne oraz opisanego w punkcie 4.

4. MODEL PODŁOŻA, CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

Zgodnie z normą PN-86/B-02481, oraz PN-EN ISO 14688-1:2006. *Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis, PN-EN*

Dokumentacja geologiczno-inżynierska stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około 12/2013- 03/2014
ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania, grunty badanego obszaru zaliczono do rodzimych gruntów mineralnych niespoistych i spoistych. Pominięto w klasyfikacji geotechnicznej koluwium, które stanowią przemieszane utwory spoiste i niespoiste *nasypy niekontrolowane* niezalecane, jako podłoże budowlane do posadowienia obiektów inżynierskich i przeznaczone generalnie do stabilizacji zbocza jako całości.

Zalegające w podłożu budowlanym grunty ujęto w jednostki geotechniczne zgodnie z instrukcją ITB (3). Dla jednostki geotechnicznej wydzielono dwie serie geotechniczne litologiczno-genetycznych, tj:

seria - I, utwory kry glacialnej – zbudowane z Mio-plioceńskich gruntów rodzimych, mineralnych, spoistych i bardzo spoistych; łył pylaste, łył piaszczyste, gliny pylaste zwięzłe,

seria - II, fluwioglacialne utwory mineralne piaszczyste; piaski drobne,

seria - III, utwory zastoiskowe – składające się z namulów piaszczystych.

Parametry geotechniczne gruntów ustalono na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych wg metody „A” i „B”, zgodnie z PN-81/B-03020 oraz *PN-EN ISO 14688-1:2006*. Ze względu na litologię i wartości liczbowe stopnia zagęszczenia i stopnia plastyczności serie podzielono na warstwy geotechniczne.

Uogólnioną wartość parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw podano w załączniku 3. Legenda do przekrojów.

4.1. Jednostki geotechniczne

Na podstawie wyników rozpoznania polowego i badań "in situ" oraz laboratoryjnych i danych archiwalnych wydzielono w podłożu **trzy serie geologiczno-inżynierskie zbudowane z utworów czwartorzędowych i krę glacialną utworów neogeńskich**.

W podłożu wydzielono 7 pakietów geotechnicznych z uwagi na ich rodzaj i stan gruntów (konsystencja lub zagęszczenie):

Seria geotechniczna I - utwory kry glacialnej – zbudowane z Mio-plioceńskich gruntów rodzimych, mineralnych, spoistych i bardzo spoistych; łył pylaste, łył piaszczyste, gliny pylaste zwięzłe. Stanowią ją gliny zwięzłe, łył, łył piaszczyste i łył pylaste o konsystencji plastycznej w stanie półzwarłym o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0.00$ do twardoplastycznego $I_L = 0,24$ przy $\gamma_m = 1 \pm 0,10$. Serię tę rozpoznano w całym podłożu fundamentowym w granicach objętych projektem wzmocnienia i stabilizacji zbocza oraz posadowienia podpory nowej części mostu kolejowego. Morfologia stropu warstwy I zróżnicowana i jest typowa dla obszarów o silnie rozwiniętej erozji doliny rzecznej w rejonie osuwiskowym. Należy spodziewać się lokalnych deniwelacji stropu na niewielkich odległościach, sięgających do $\Delta h = 4,5$ m, w granicach skłonu zbocza.

Wyróżniono 2 warstwy geotechniczne:

Ia – I π , (+//Ip, I, G $_{I\pi z}$) ($I_L = 0,24$),

Ib – I π , (+//Ip, I, G $_{I\pi z}$) ($I_L = 0,00$).

Warstwa geotechniczna Ia wykazuje podwyższoną i nietypową wilgotność naturalną i stanowi potencjalna powierzchnię poślizgu zbocza. Miąższość warstwy o

zwiększonej wilgotności jest zróżnicowana i zwiększa się od naziomu górnego ku dołowi – podstawy zbocza od miąższości 2,7 m do 5,50 w rejonie czoła koluwium. Przy podporze mostu kolejowego wynosi około 2,7 m. Strefa podwyższonej wilgotności $I_L = 0,24$, charakteryzuje warstwę poślizgową stanowiącą potencjalną powierzchnię osuwiska.

Warstwa Ib jest warstwą prekonsolidowaną $OCR=2,3$.

Seria geotechniczna II – jest pochodzenia fluwialnego/fluwioglacjalnego, zbudowana z gruntów rodzimych, mineralnych, niespoistych. Zalega jako warstwa ciągła występuje pod gruntami serii I. Budują tę warstwę zróżnicowane granulometrycznie piaski o dominującym udziale piasków drobnych/średnich oraz pylistych, w stanie średnio zagęszczonym $I_D = 0,60$ i zagęszczonym, $I_D = 0,70$. Seria geotechniczna II występuje w całym badanym podłożu fundamentowym, zalegając zgodnie z ukształtowaną morfologią spągu serii I. Jest to warstwa częściowo nawodniona o dobrej wodoprzepuszczalności. Warstwa zalega od głębokości 10 m p.p.t., na naziomie górnym zbocza do głębokości około 4,8 m do 7,0 m p.p.t., w strefie koluwium osuwiska. Przy brzegu Brdy napotyka się gniazda osadów zastoiskowych (Nmp).

Wyróżniono 4 warstwy geotechniczne:

Ila – $P_d // P_\pi$ ($I_D = 0,70$)

Ilb – $P_d + I$ ($I_D = 0,70$)

Ilc – $P_s // P_d$ ($I_D = 0,60$)

Ild – $P_d // P_\pi$ ($I_D = 0,70$)

Warstwa nie nawodniona do głębokości około 20,0 m p.p.t., (tj. do rzędnej 56,50 m n.p.m., - rzędna górnego naziomu zbocza). Poziom wody w Brdzie (w odległości ponad 80 m) stwierdzono na rzędnej 57,37 m n.p.m., *stan: 2 stycznia 2014 roku*.

Seria geotechniczna III – jest pochodzenia fluwialnego utwory zastoiskowe – składające się z namulów piaszczystych. Zalega jako warstwa nieciągła występuje w obrębie serii II lub I. Budują tę warstwę zróżnicowane granulometrycznie piaski o dominującym udziale piasków drobnych/średnich oraz pylistych, w stanie średnio zagęszczonym $I_D = 0,60$ i zagęszczonym. Przy brzegu Brdy napotyka się większe gniazda osadów zastoiskowych aluwialnych z domieszką części organicznych (Nmp).

Wyróżniono 1 warstwę geotechniczną:

IV – Nmp ($P_s // P_d + OM$) ($I_D = 0,60$)

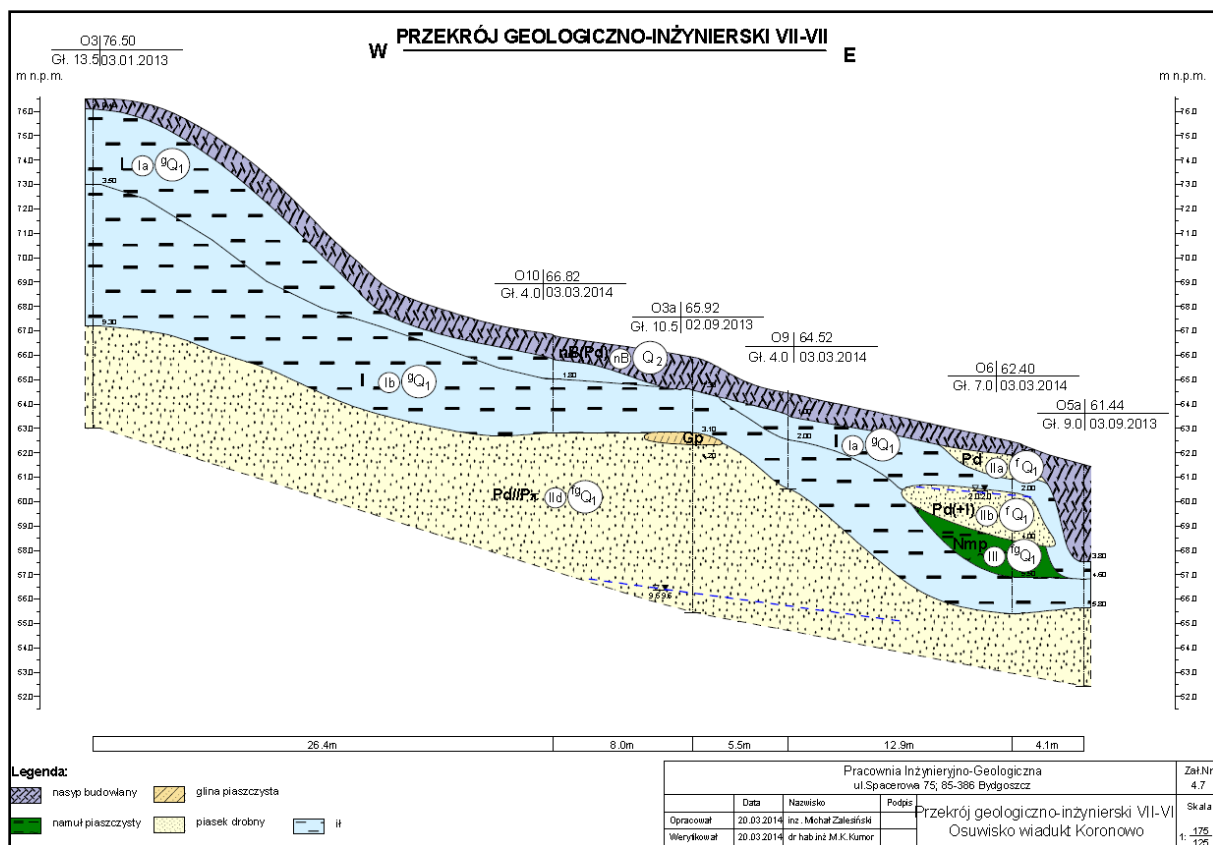
Parametry mechaniczne warstw geotechnicznych – kąt tarcia wewnętrznego, spójność, moduł odkształcenia pierwotnego podłoża oraz wytrzymałość gruntu bez odpływu wyznaczono metodą A, zgodnie z wymaganiami Eurokodu 7.

Szczegółową charakterystykę gruntów budujących podłoże projektowanych obiektów, przedstawiono w *załączniku nr 3*, a budowę geologiczną i warunki wodno-gruntowe zawarto w *załączniku nr 4 - Przekroje geotechniczne*.

4.2. Model geologiczno-inżynierski podłoża

Na podstawie analizy warunków gruntowo-wodnych należy przyjąć, że **podłoże gruntowe maszyn osuwiska charakteryzuje się skomplikowanymi warunkami geotechnicznymi** do potrzeb stabilizacji i wzmocnienia.

Model geologiczno-inżynierski masywu osuwiska czynnego w rejonie mostu kolejki wąskotorowej w Koronowie – Około przedstawiono poniżej, rys. 9.



Rys. 9. Przekrój geologiczny w rejonie inwestycji.

W przypadku osuwiska „WIADUKT” pomiar przemieszczeń zbocza, badano za pomocą metody GPS – RTK oraz tachymetrycznej. Określona głębokość powierzchni poślizgu wynosi na koluwium około 2,0÷5,2 m p.p.t., chociaż obserwując bryłę osuwiska stwierdza się, iż w niektórych miejscach głębokość ta może być znacznie większa i dochodzić nawet do 4÷5 m.

4.2.1. Ocena stateczności

Ocena stateczności zbocza w analizowanym przypadku jest zadaniem, które może być rozwiązane różnymi metodami, ale w każdym przypadku musi być spełniony podstawowy warunek bezpieczeństwa, tj. zachowanie równowagi geostatycznej układu.

Wskaźnik stanu równowagi sił występujących w zboczu – F , można przedstawić w następującej postaci:

$$F = \text{suma sił utrzymujących} / \text{sumy sił zsuwających}$$

W przypadku stwierdzenia, że minimalny współczynnik pewności w warunkach naturalnych $F_{\min}^{\text{nat}}$ ma wartość mniejszą niż dopuszczalna:

$$F_{\min}^{\text{nat}} < F_{\text{dop.}}$$

zachodzi konieczność zastosowania dodatkowych zabezpieczeń, tak, aby minimalny współczynnik pewności zbocza po jego zabezpieczeniu wynosił:

$$F^{\text{zab}}_{\min} > F_{\text{dop.}}$$

Wartości F_{dop} przyjmuje się w analizowanym przypadku $F_{\text{dop}} = 1,3 - 1,5$, wg. metody Bishopa i Felleniusa.

Warunek pierwszego stanu granicznego jest następujący:

- * $F < 1$ – gdy zbocze jest niestateczne,
- * $F = 1$ – gdy zbocze znajduje się w chwilowej równowadze,
- * $F > 1$ – gdy zbocze jest stateczne.

Algorytmy obliczeń ustala się na podstawie jednej z metod równowagi sił, opierając się na wyliczonym wskaźniku stanu równowagi zbocza. Ocena stateczności zbocza może być rozwiązana różnymi metodami, zależnie od praw rządzących siłami, które należy uwzględnić w algorytmie obliczeniowym.

Przyjęto postać wskaźnika równowagi ustalając zapas stateczności w postaci stosunku:

- tangens kąta tarcia wewnętrznego - Φ , do tangensa kąta tarcia zmobilizowanego - Φ_0 ,

$$F = \tan \Phi / \tan \Phi_0.$$

Równowagę zbocza w gruntach sypkich rozpatrywano dla gruntu suchego, w którym równowaga zostaje zachowana, jeżeli kąt nachylenia skarpy będzie mniejszy lub równy kątowi tarcia wewnętrznego gruntu i nie zależy on od wysokości zbocza.

4.2.2. Założenia przyjmowane do programu obliczeniowego

Analizę stateczności zbocza przeprowadzono przy użyciu programu GGU Stability.

Poniżej przedstawione są założenia, które wykorzystano w programie:

- a) Obliczenia przeprowadzono według normy DIN 4084
- b) Obliczenia przeprowadzono zgodnie z założeniami metody Bishopa.
- c) Ciśnienie porowe wody

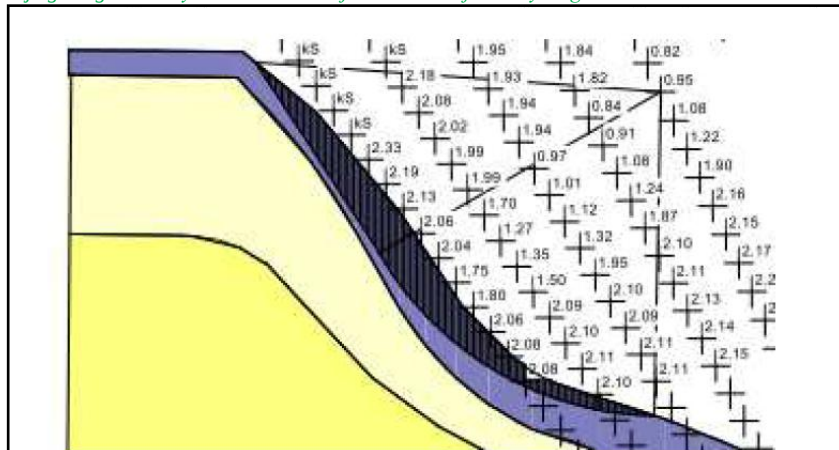
W programie wprowadzono poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej, zgodnie z danymi pokazanymi na przekroju geologiczno-inżynierskim. Na przekroju tym poziom wody zaznaczono na odcinku około 20 m, natomiast w programie konieczne było przeprowadzenie linii działania wody przez całą długość zbocza. W przeciwnym wypadku, program nie przeprowadziłby analizy stateczności.

- d) Warstwy gruntu

Do programu przyjęto następujące wartości (tabela 2):

Tabela 2. Zestawienie parametrów przyjętych do analizy

Nazwa gruntu	Symbol	Kąt tarcia wewnętrznego φ	Spójność c	Ciężar objętościowy γ
Koluwium/ Nasypy nie- budowlane	nN*	30,00	0,00	17,50
II pylasty	Ia	23,80	17,80	20,00
II pylasty	Ib	7,50**	24,50	21,50
Piasek drobny	II	35,00	0,00	18,50



Z analizy wyników powierzchni poślizgu wy danych obliczeniowych w programie Stability, wynika, że osuwisko może wystąpić w warstwie nasypu niebudowlanego.

Najniższa wartość współczynnika stateczności dla tej warstwy wynosi $F=0,82$ (rysunek 43) – zbocze niestateczne.

Analiza przeprowadzona dla wariantu I wykazuje, iż największe prawdopodobieństwo wystąpienia osuwiska wykazuje warstwa nasypu niebudowlanego występującego w postaci aktywnego koluwium. Oznacza to, iż zdefiniowana powierzchnia poślizgu w tym wariantcie nie jest zgodna z powierzchnią poślizgu zaobserwowaną w trakcie badań polowych CPTU. Powierzchnia pomiędzy dwiema warstwami ilów o zróżnicowanych właściwościach, pomiędzy którymi przewidywano wystąpienie osuwiska jest w programie określona jako stateczna. Współczynnik stateczności dla tej powierzchni jest większy od 2. Nawet wprowadzenie do programu obciążenia o znacznej wartości, nie wykazuje, iż powierzchnia na styku ilów może powodować zagrożenie wystąpienia osuwiska. Można dojść do wniosku, iż w trakcie osuwania się gruntu, jego parametry były znacznie gorsze od parametrów, które wykazały przeprowadzone badania polowe.

5. WSKAZANIE KATEGORII GEOTECHNICZNEJ

Na podstawie otrzymanych wyników rozpoznania założeń techniczno-użytkowych obiektu i geotechnicznego stwierdza się, że:

- w dokumentowanym podłożu aktywnego osuwiska są **skomplikowane warunki gruntowe**, ze względu na: następujące fakty geologiczne tj. występowanie czynnego osuwiska, gruntów ekspansywnych i fluwioglacjalnych o charakterze nieciągłym oraz miejscami organicznych, przy występowaniu niekorzystnych zjawisk geologicznych,
- zwierciadło wód gruntowych zalega, co najmniej 20,00 m p.p.t., górnego naziomu zbocza, tj. poniżej projektowanego poziomu posadowienia.
- kategoria geotechniczna zbocza, zbocze do zagospodarowania obiektami budowlanymi, nachylenie $\alpha = 17^{\circ} > 15^{\circ}$; zbocze kategorii III.

Ze względu uzyskane wyniki rozpoznania warunków gruntowo-wodnych oraz rodzaj i stan zagrożenia obiektu określono **skomplikowane warunki gruntowo-wodne** i **kategorię geotechniczną zbocza III**, zgodnie z Rozporządzenia Ministra Transportu,

Dokumentacja geologiczno-inżynierska stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około 12/2013- 03/2014
Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. , Warszawa, dnia 27 kwietnia 2012 r. Poz. 463), oraz Normą PN-EN 1997-2. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego.

Wnioskuje się przyjęcie kategorii geotechnicznej III w skomplikowanych warunkach gruntowych.

Ostatecznie o kategorii geotechnicznej niezbędnej do opracowania projektu budowlanego rozstrzygnie projektant wzmocnienia i stabilizacji obiektu.

Uwaga końcowa. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej Warszawa, dnia 27 kwietnia 2012 r. Poz. 463, w przypadku obiektów budowlanych **kategorii geotechnicznej trzeciej w skomplikowanych warunkach gruntowych należało wykonać** dokumentację geologiczno-inżynierską, co jest zgodne z przepisami Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981) dla całości przedsięwzięcia.

6. WNIOSKI I ZALECENIA

Ze względu na potrzebę pilnego wykonania zabezpieczenia osuwiska przy pomocy środków technicznych oraz zasięg i rodzaj projektowanej budowli, zakres głębokości 20 m p.p.t., wykonanego rozpoznania podłoża gruntowego **jest wystarczający** do zaprojektowania prac stabilizacyjnych. Rozpoznanie geologiczno-inżynierskie, obejmuje potencjalną strefę współpracy stabilnego podłoża z konstrukcjami oporowymi.

Ad. Warunków gruntowych zbocza

Dane geometryczne zbocza oraz wymiary strefy zagrożonej (51):

- wysokość zbocza – około 16 m,
- kąt nachylenia zbocza – około 17°,
- długość osuwiska – około 36 m,
- głębokość od powierzchni terenu do powierzchni poślizgu – około 4,5 m.

W danej sytuacji geostatycznej, w przypadku nie podejmowania prac zabezpieczających nie można wykluczyć możliwości dalszego rozwoju ruchu osuwiskowego.

- Stopień aktywności osuwiska

Aktualnie osuwisko można określić jako czynne. Inicjację osuwiska przyjmuje się na luty 2011 roku i od tego czasu obserwuje się cały czas ruch osuwiskowy.

- Kategoria geotechniczna zbocza (43), zbocze do zagospodarowania obiektami budowlanymi, nachylenie $\alpha = 17^\circ > 15^\circ$; zbocze kategorii III.

Ad. Warunków wodnych

Stwierdzono w badanym podłożu występowanie wody gruntowej poziomu płytkiego, czwartorzędowego w postaci nieciągłego, swobodnego i lekko napiętego

lustra w warstwie utworów piaszczystych i lokalnie w warstwie nad iłowej.

Wody tej warstwy powinny być ujęte specjalnym drenażem systemowym.

Warstwa podstawowa kompleksu piaszczystego pod iłowego nie jest nawodniona do głębokości około 20,0 m p.p.t., (tj. do rzędnej 56,50 m n.p.m., - rzędna górnego naziomu zbocza). Poziom wody w Brdzie (w odległości ponad 80 m) stwierdzono na rzędnej 57,37 m n.p.m., *stan: 2 stycznia 2014 roku*.

Istnieje związek hydrauliczny wody gruntowej poziomu pod iłowego z wodami Brdy.

Rzeka wykazuje charakter infiltracyjny do podłoża, na analizowanym odcinku wystąpienia osuwiska.

Ad. Posadowienia konstrukcji wzmacniających

Proponuje się posadowienie pośrednie fundamentów konstrukcji wzmacniającej w warstwie geotechnicznej II, piasków drobnych/średnich.

- Ze względu na zaburzona i dynamicznie zmieniającą się rzeźbę terenu osuwiska (różnice poziomów pomiędzy progami osuwiska wynoszą 2 m w granicach działki), realizacja planowanej inwestycji wiązać się będzie z wykonaniem robót ziemnych w stosunkowo dużym zakresie.
- Poziom posadowienia podstawy pali muru oporowego należy określić z warunku równowagi zbocza przyjmując wskaźnik stateczności $F > 1,5$, stosowanie do rozwiązania konstrukcji kładki i przyjętego oparcia kratownicy na istniejącej podporze ceglanej.
- **Wyklucza się** w istniejących warunkach geotechnicznych posadowienie konstrukcji oporowych na **palach prefabrykowanych wbijanych dynamicznie**.
- Zaleca się zastosowanie pali wierconych formowanych w gruncie z rurą odzyskiwaną i poszerzona podstawą, średnica pala $\Phi > 500$ mm.
- Wskazany jest zastosowanie grupy pali w formie pali rozsuniętych w strefie krawędziowej zbocza.
- Grunty spoiste (iły) wydobywane z wykopu nie mogą być wbudowywane w konstrukcję nasypu oporowego.
- Należy bezwzględnie zabezpieczyć w sposób trwały rodzime podłoże w wykopie przed napływem wód oraz przed wpływem czynników atmosferycznych (np. przed uplastycznieniem, przemarzaniem), układając warstwę podbetonu bezpośrednio po wykonaniu wykopu do planowanej rzędnej posadowienia oczepu.

Ad. Robót ziemnych i fundamentowych

- Roboty ziemne i fundamentowe należy wykonywać pod stałym nadzorem geotechnicznym i nadzorem projektanta.
- Odbiorowi geotechnicznemu powinno podlegać podłoże projektowanych fundamentów (sprawdzenie rodzaju i stanu gruntów w poziomie posadowienia i poniżej co najmniej 1,0 m p.p.p.) oraz drenaż systemowy, podbudowa i ochrona gruntów górnego naziomu zbocza.

6.1. Wnioski

W dokumentowanym podłożu budowlanym występują **skomplikowane warunki gruntowe i proste warunki wodne do posadowienia pośredniego fundamentu konstrukcji oporowych stabilizujących osuwisko.**

Analizując warunki geologiczno-inżynierskie łącznie z funkcją techniczną

Dokumentacja geologiczno-inżynierska stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około 12/2013- 03/2014
projektowanego ustabilizowania osuwiska **proponuje się** do niniejszego przedsięwzięcia **kategorię geotechniczną III w skomplikowanych warunkach gruntowych.**

6.2. Zalecenia i wytyczne geologiczno-inżynierskie

Warstwami o korzystnych właściwościach nośnych i stateczności podłoża są warstwy geotechniczne zbudowane z piasków drobnych/średnich II.

- Zalecane jest pośrednie posadowienie fundamentu projektowanej konstrukcji oporowych w warstwie geotechnicznej nr II, tj. w gruntach niespoistych, powyżej zwierciadła wody gruntowej, na rzędnej określonej z warunku równowagi zbocza, wskaźnik stateczności $F > 1,5$.
- Do obliczenia statycznego nośności i stateczności podłoża gruntowego należy wykorzystać dane zawarte w załączniku 3, w powiązaniu z ustalonymi warunkami geotechnicznymi i budową geologiczną, oraz warunkami wodnymi przedstawionymi w załącznikach 4.1 do 4.2.
- Podłoże traktować należy, jako zróżnicowane, genetycznie niejednorodne.

6.3. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu

Ze względu na stwierdzone warunki gruntowo-wodne – można przeanalizować posadowienie fundamentów konstrukcji oporowych w następujący sposób:

- zalecane jest posadowienie w sposób pośredni w gruntach **warstwy II**, na palach, z wykluczeniem pali wbijanych,
- do zasypania fundamentów należy wykorzystać niespoiste grunty rodzime z wykopu, zagęszczając je do stanu początkowego - naturalnego, nie mniej niż $I_s > 0,98$,
- w strefach działki przeznaczonych pod nawierzchnie utwardzone, tam gdzie zalegają nieregularnie grunty twardoplastyczne warstwy I, należy je odpowiednio zabezpieczyć przed degradacją i stałym lub okresowym dopływem wody, tworząc warstwę infiltracyjną odbierającą wody atmosferyczne i przekazujące je do istniejących rowów odwadniających,
- należy wykonać systemowy drenaż typu francuskiego w osi podłużnej osuwiska z odgałęzieniami odprowadzającymi zbierane wody do istniejących rowów odwadniających zbocze,
- drenaż systemowy zaleca się ułożyć poniżej warstwy poślizgowej, tj. na strefie stropowej warstwy półzwartych iłów (Ib),
- należy zapewnić stały nadzór geotechniczny przez uprawnioną osobę, nad robotami ziemnymi i indywidualnym odbiorem podłoża pali oraz podbudowy, zgodnie z wymogami Eurokodu 7,
- Prace ziemne należy prowadzić zgodnie z zasadami BHP.

Szczegółowo warunki geotechniczne przedstawiono w załącznikach graficznych do Dokumentacji.

6.4. Sformułowanie problemów geologicznych i środowiskowych

Przedstawione powyżej dane ogólne w nawiązaniu do uwarunkowań budowlano-konstrukcyjnych murów oporowych, konieczności zabezpieczenia zbocza

Dokumentacja geologiczno-inżynierska stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około 12/2013- 03/2014
oraz ochrony podłoża i niedopuszczenia do zmiany warunków wodnych a także zabezpieczenia interesów osób trzecich wymagają szczegółowego rozpatrzenia i uwzględnienia w projekcie wykonawczym następujących zagadnień:

- *bezpiecznego i racjonalnego sposobu wykonania prac fundamentowych,*
- *właściwego doboru metody i sposobu wykonywania prac ziemnych,*
- *rozwiązania kompleksowego wzmocnienia lub stabilizacji zbocza,*
- *sposób odwodnienia skarpy zbocza w czasie prowadzenia prac ziemnych,*
- *konieczność odwodnienia obiektu na czas użytkowania,*
- *wyboru rozwiązań minimalizujących wpływ posadowienia nowych konstrukcji na zmianę warunków stateczności w sąsiedztwie obiektu mostowego, przewidzianych jako końcowa faza stabilizacji osuwiska.*

Prace fundamentowe i ziemne prowadzić bezwzględnie pod nadzorem uprawnionego i doświadczonego geotechnika, ze względu na czynnych charakter czynnego osuwiska, zróżnicowaną morfologię stropu warstwy statecznej oraz strefę wymiany gruntów i budowy nasypów ziemnych pod drogi dojazdowe.

BYDGOSZCZ, kwiecień 2014 r.

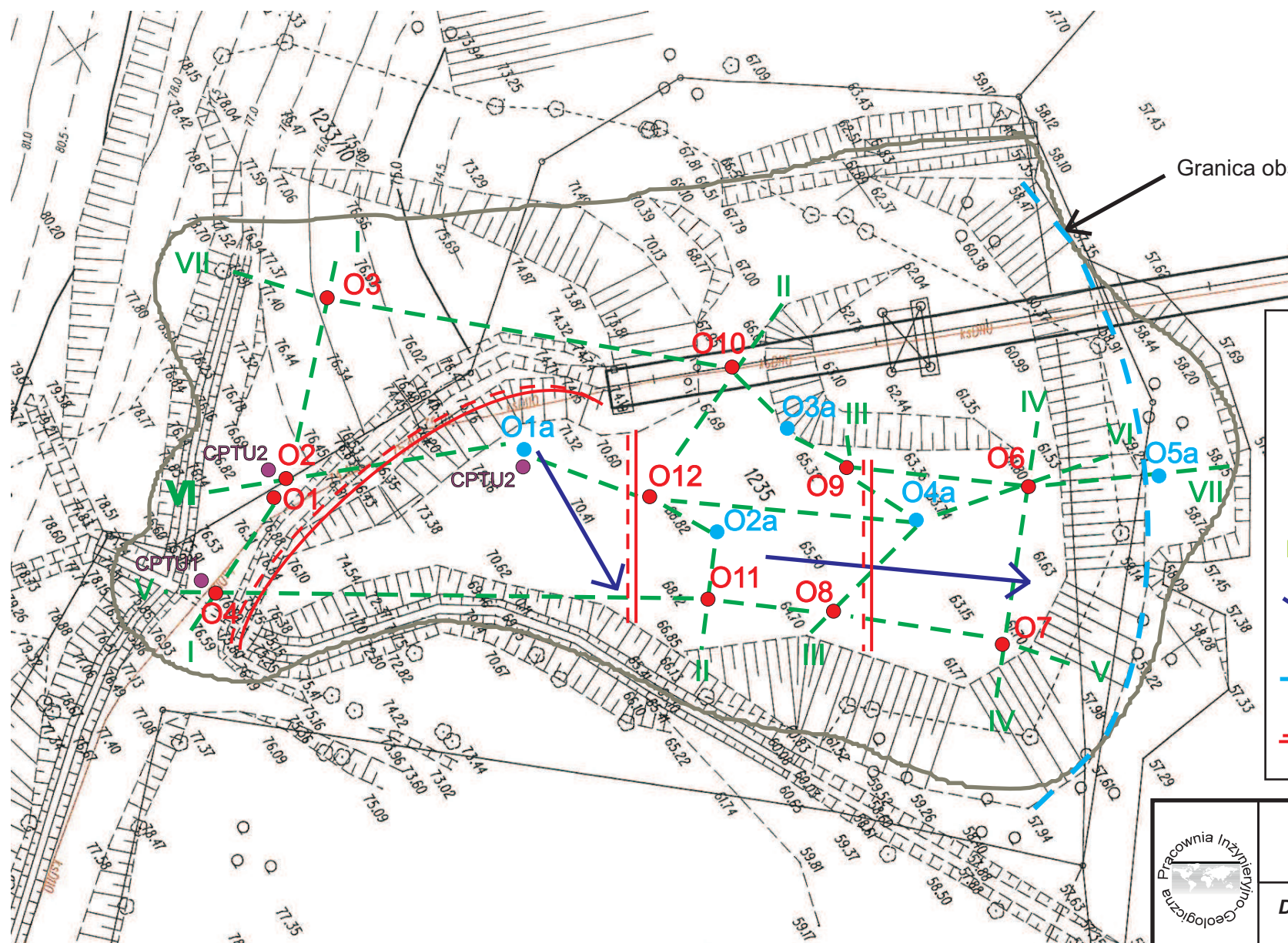
NINIEJSZA DOKUMENTACJA PODLEGA ZATWIERDZENIU PRZEZ STAROSTĘ BYDGOSKIEGO

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE, POWIELANIE MOŻLIWE JEDYNIE W CAŁOŚCI, PO UZYSKANIU
PISEMNEJ ZGODY AUTORÓW OPRACOWANIA

Załącznik nr 1. - Mapa sytuacyjno lokalizacji w skali 1:25000



Pracownia Inżynieryjno - Geologiczna Dr hab. inż. Maciej Kordian Kumor ul. Spacerowa 75, 85-386 BYDGOSZCZ	
Styczeń 2014	Dokumentacja geologiczno-inżynierska do stabilizacji osuwiska Wiadukt k. Koronowa, gmina Koronowo
M.K. Kumor upr. CUG 070929	Zał. 1



LEGENDA

- odwiert badawczy
- archiwalny odwiert badawczy
- badanie sondą CPTU
- przekrój geotechniczny
- ➔ główny kierunek ruchu koluwium
- zasięg czoła koluwium
- == próg osuwiska



Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna
ul. Spacerowa 75 85-386 Bydgoszcz
NIP: 967-003-17-63 tel./fax 3797781
tel. kom. 602-309-882 lub 602-294-777

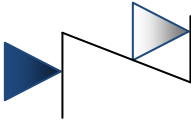
Dokumentacja Geologiczno-Inżynierska
Osuwisko wiadukt Koronowo

ZAŁ.1.1. PLAN SYTUACYJNY Z NANIESIENIEM MIEJSCA BADAŃ

WYKONAŁA	Inż..Michał Zalesiński
WERYFIKOWAŁ	Prof.Dr Hab.Inż.M.K.Kumor

LP.	RODZAJ GRUNTU	SYMBOL	
1	Żwir (<i>gravel</i>)	Gr	
2	Żwir piaszczysty (<i>gravel sand</i>)	saGr	
3	Piasek ze żwirem (pospółka) (<i>sand-gravel mix</i>)	grSa	
4	Piasek drobny (<i>fine sand</i>)	F	
	Piasek średni (<i>medium sand</i>)	M Sa	
	Piasek gruby (<i>coarse sand</i>)	C	
5	Żwir pylasty (<i>silty gravel</i>)	siGr	
	Żwir ilasty (pospółka ilasta) (<i>clayey gravel</i>)	clGr	
6	Żwir pylasto – piaszczysty (<i>gravel silty – sand</i>)	sasiGr	
	Żwir piaszczysto – ilasty (<i>gravel sand-clayey</i>)	sisGr	
7	Piasek pylasty ze żwirem (<i>silty sand with gravel</i>)	grsiSa, grclSa	
8	Piasek zapylony (zailony) (<i>silty sand</i>)	siSa	
9	Pył ilasty ze żwirem (<i>clayey silt with gravel</i>)	grSi, grclSi, siGr	
10	Gлина (clay)	piaszczysta (<i>sandy</i>)	saCl
		pylasta (<i>silty</i>)	sacSi
		ilasta (<i>clay</i>)	sasiCl
11	Pył (<i>silt</i>)	Si	
12	Pył ilasty (<i>clayey silt</i>)	clSi	
13	Il (<i>clay</i>)	Cl	
14	Il pylasty (<i>silty clay</i>)	siCl	
15	Gleba (<i>humous soil</i>)	Gb	
16	Humus (<i>humous</i>)	H	
17	Namuł (<i>organic mud</i>)	Nm	
18	Torf (<i>peat</i>)	T	
19	Torf włóknisty (<i>fibrous peat</i>)	Tw	
20	Torf pseudowłóknisty (<i>pseudofibrous peat</i>)	Tp	
21	Torf amorficzny (<i>amorphous peat</i>)	Ta	
22	Gytia (<i>gyttja</i>)	Gy	
23	Kreda jeziorna (<i>lake marl</i>)	Kr	
24	Węgiel kamienny (<i>hard coal</i>)	Ck	
25	Węgiel brunatny (<i>brown coal; lignite</i>)	Cb	
26	Nasyp budowlany (<i>embankment</i>)	nB	
27	Nasyp niekontrolowany (<i>man made ground</i>)	nN	
28	Gruz ceglany (<i>crushed brick</i>)	gc	
29	Gruz betonowy (<i>crushed concrete</i>)	gb	
30	Żużel (<i>slag</i>)	ż	
31	Domieszki (<i>admixtures</i>)	(+...)	
32	Przewarstwienie (<i>interbedding</i>)	//	
33	Na pograniczu (<i>soils boundary</i>)	/	

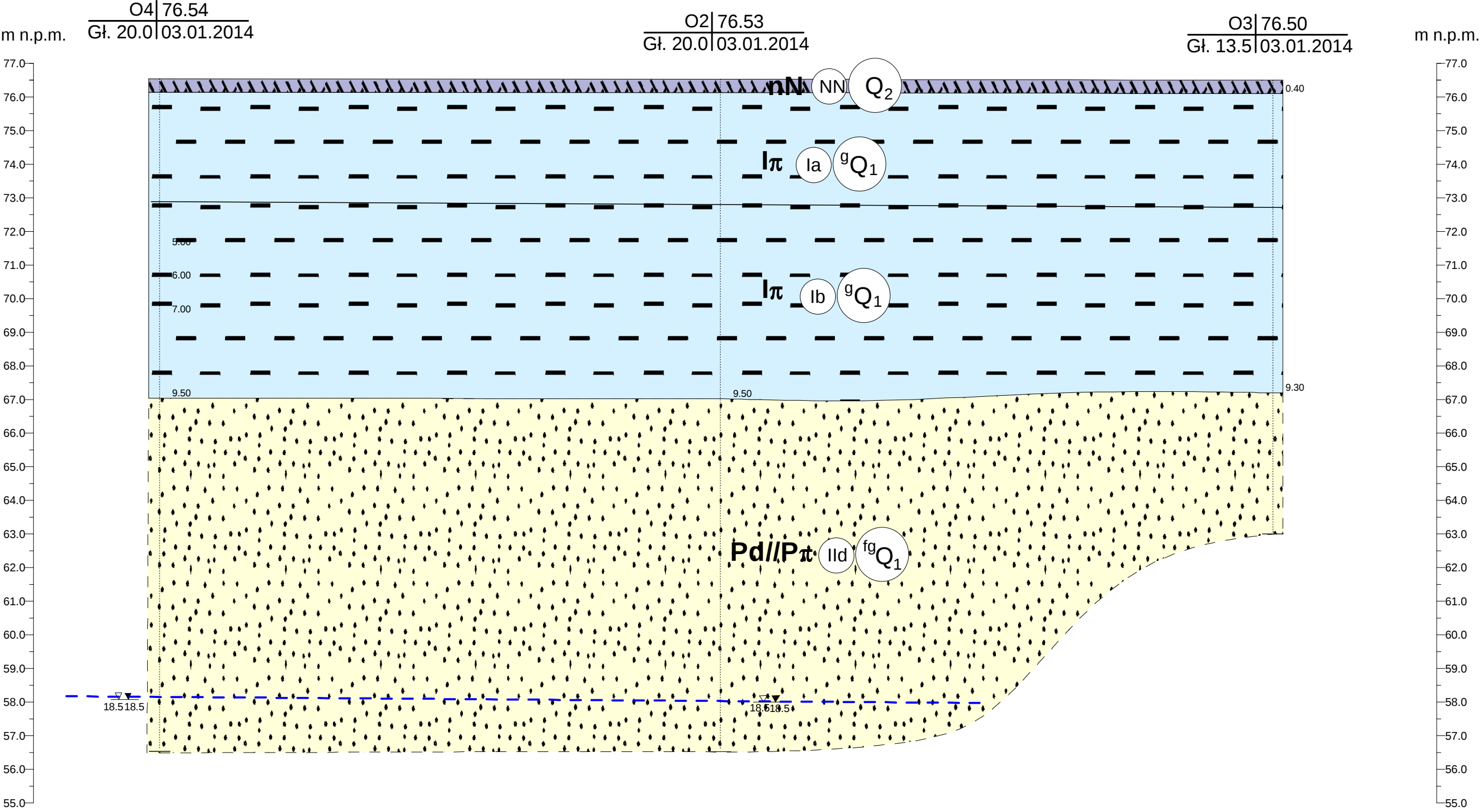
Grupy gruntów	Nazwa frakcji gruntów	Symbole	Wymiary ziaren [mm]
Grupy bardzo gruboziarniste	duże głazy (Large boulder)	LBo	>630
	głazy (Boulder)	Bo	>200 do 630
	głaziki (Cobble)	Co	>63 do 200
Grupy gruboziarniste	żwir (Gravel)	Gr	>2,0 do 63
	żwir gruby (Coarse gravel)	CGr	>20 do 63
	żwir średni (Medium gravel)	MGr	>6,3 do 20
	żwir drobny (Fine gravel)	FGr	>2,0 do 6,3
	piasek (Sand)	Sa	>0,063 do 2,0
	piasek gruby (Coarse sand)	CSa	>0,63 do 2,0
	piasek średni (Medium sand)	MSa	>0,2 do 0,63
	piasek drobny (Fine sand)	FSa	>0,063 do 2,0
Grupy drobne	pył (Silt)	Si	>0,002 do 0,063
	pył gruby (Coarse silt)	CSi	>0,02 do 0,063
	pył średni (Medium silt)	MSi	>0,0063 do 0,02
	pył drobny (Fine silt)	FSi	>0,002 do 0,0063
	ił (Clay)	Cl	≤0,002

WODA GRUNTOWA I WILGOTNOŚĆ GRUNTU (GROUND WATER AND SOIL MOISTURE)	
s mw w m nw	Suchy (<i>dry</i>)
	Mało wilgotny (<i>slightly wet</i>)
	Wilgotny (<i>wet</i>)
	Mokry (<i>very wet</i>)
	Nawodniony (<i>saturated</i>)
	Sączenia (<i>water infiltration</i>)
	Nawiercony i ustabilizowany poziom wody (<i>drilled and stabilized water table</i>)
	Ustabilizowany poziom wody (<i>stabilized water table</i>)
	Nawiercony poziom wody (<i>drilled water table</i>)

Załącznik 3. Legenda do przekrojów. Dokumentacja geologiczno-inżynierska; osuwisko Wiadukt k. Koronowa

OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE				PARAMETRY GEOTECHNICZNE wg (częściowo) PN-81/B-03020																	
				wartość charakterystyczna $\chi^{(n)}$								a - parametr ustalony metodą A b - parametr ustalony metodą B c - parametr ustalony metodą C									
				współczynnik materiałowy γ_m								wartość obliczeniowa $\chi^{(r)} = \chi^{(n)} \cdot \gamma_m$									
Profil stratygraficzno-litologiczny		Opis litologiczno-genetyczno-stratygraficzny		Nr warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu wg PN-86/B-2480*	Symbol geologicznej konsolidacji gruntu	Stan gruntu		Wilgotność naturalna	Ciężar objętościowy	Spójność	Kąt tarcia wewnętrznego	Edometryczny moduł ściśliwości			Wytrzymałość na ścinanie					
							Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności					Pierwotnej	Wtórnej		Wytrzymałość na ścinanie Su	Sonda obrotowa SO-1	Penetrometr tłoczkowy			
							I _D	I _L					W _n %	γ kNm ⁻³		C' kPa	φ' 1°	M ₀ MPa	M MPa	τ _{Tv} kPa	τ _{Tv} ^{max} kPa
Czwartorzęd - Q	Holocen – Q2	koluwium	Nasypy niebudowlane (grunty próchniczne, torf, piaski gliniaste, korzenie, iły, gliny związane) (nN)		Koluwium/ nN	Nie uwzględniono w klasyfikacji – koluwium czynnego osuwiska – do stabilizacji															
			Pleistocen – Q1	Kra gkajalna serii poznafkiei	Utwory kry glacialnej – Mio-pliocenijskie grunty rodzime, mineralne, spoiste i bardzo spoiste; iły pylaste, iły piaszczyste, gliny pylaste zwieźłe.	Ia	Iπ, (+//Ip, I, G _{Πz})	D	-	a 0,24	a 27	b 20,0	a 17,8	a 23,8	a 8,4			a 125,9		a 120	
	Ib	Iπ, (+//Ip, I, G _{Πz})			-	a 0,00	a 19		b 21,5	a 24,5	a 27,5/7,5	a 41			a 260,6		a >400				
	Pleistocen – Q1	Fluwio-glacialne	Piaski drobne, średnie i grube, pospółki miejscami zaglinione pochodzenia wodnolodowcowego (fg)	IIa	P _d //P _π		0,70 a		14	b		30 a	70								
				IIb	P _d + I		0,70 a		15	b		27 a	70								
				IIc	P _s //P _d		0,60 a		14	b		31 a	80								
IId				P _d //P _π	0,70 a		14		18,5	30 a		70									
Zastoisłowe	Namuly piaszczyste (li) Zastoisłowe aluwialne	III	Nmp (P _s //P _d + OM)		0,60 a		23	b		30 a	b										
UWAGI: γ _m = 1 +/- 0,10				Sporządził: mgr inż. Łukasz Kumor																	

S PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI I-I N

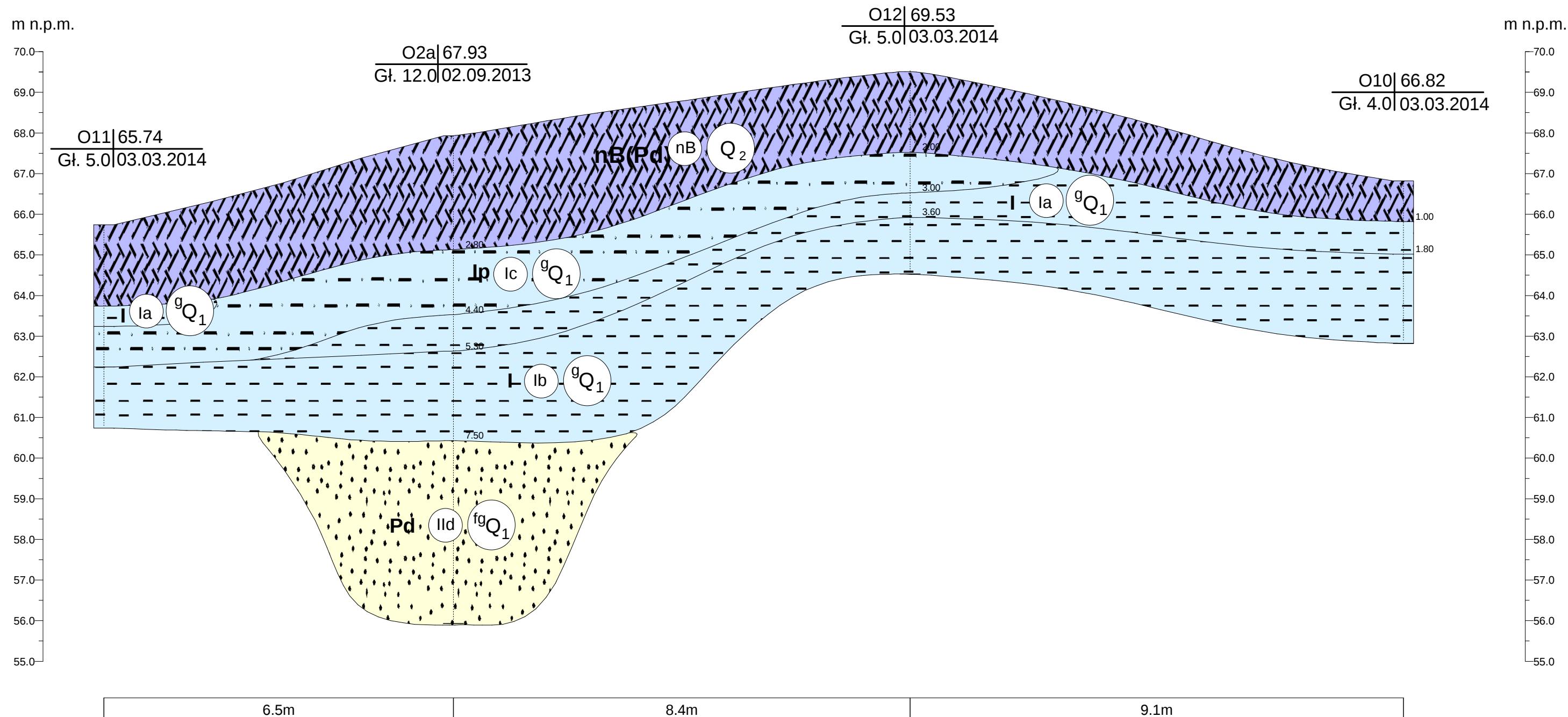


Legenda:

- nasyp
- piasek drobny
- piasek średni
- il

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz				Zał.Nr 4.1
Opracował	Data 03.01.2013	Nazwisko inż. Michał Zalesiński	Podpis	Przekrój geologiczno-inżynierski II-II Osuwisko wiadukt Koronowo
Weryfikował	03.01.2013	dr hab.inż.M.K.Kumor		
				Skala 1: 50 125

S PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI II-II N

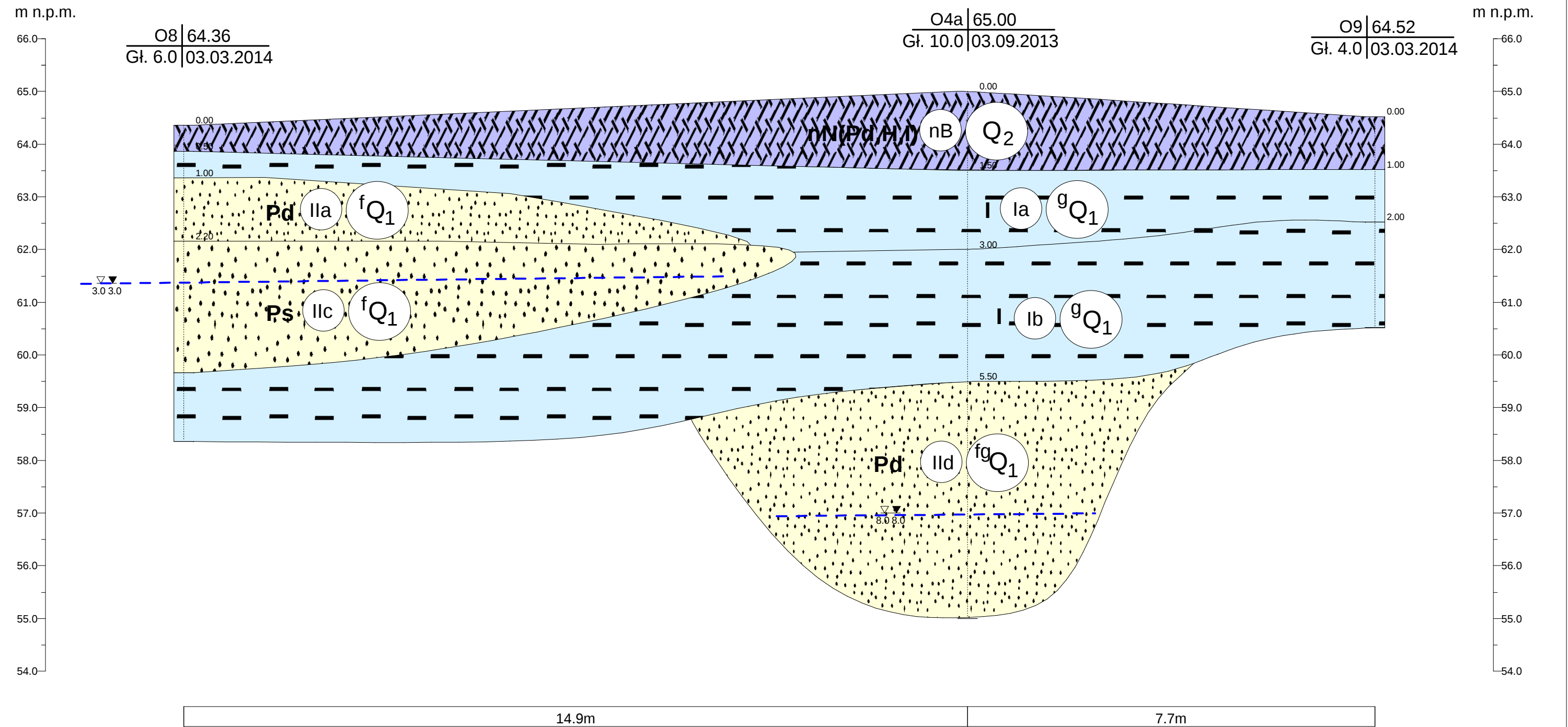


Legenda:

- nasyp budowlany
- piasek drobny
- ił
- ił piaszczysty

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz				Zał.Nr 4.2
	Data	Nazwisko	Podpis	Przekrój geologiczno-inżynierski II-II Osuwisko wiadukt Koronowo
Opracował	15.03.2014	inż. Michał Zalesiński		
Weryfikował	15.03.2014	dr hab.inż.M.K.Kumor		
				Skala 1: 75/100

S PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI III-III N



Legenda:

- nasyp
- Piasek średni + kamienie
- piasek drobny
- ił
- piasek średni
- ił piaszczysty

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz				Zał.Nr 4.3
Opracował	Data 15.03.2014	Nazwisko inż. Michał Zalesiński	Podpis	Przekrój geologiczno-inżynierski III-III Osuwisko wiadukt Koronowo
Weryfikował	15.03.2014	dr hab.inż.M.K.Kumor		

Skala
1: 75/75

S

N



O7	61.80
Gł. 6.0	03.03.2014

O6	62.40
Gł. 7.0	03.03.2014

m n.p.m.

17.9m

11/11/2019

11

it

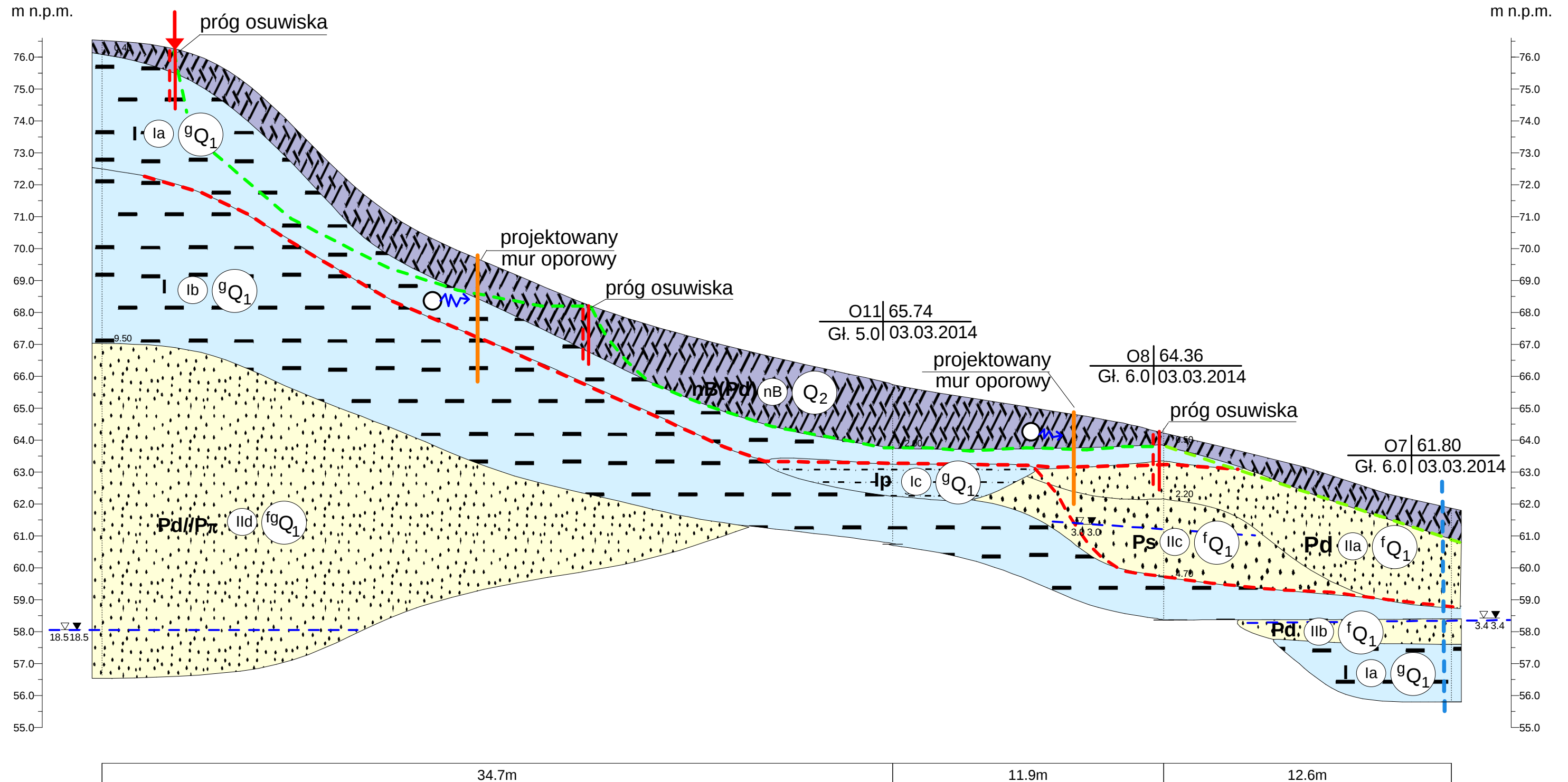
Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz				Zał.Nr 4.4
	Data	Nazwisko	Podpis	Przekrój geologiczno-inżynierski IV-IV Osuwisko wiadukt Koronowo
Opracował	15.03.2014	inz. Michał Zalesiński		
Weryfikował	15.03.2014	dr hab.inż.M.K.Kumor		
				Skala 1: $\frac{75}{50}$

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI V-V

W

E

O4 | 76.54
Gł. 20.0 | 03.01.2014



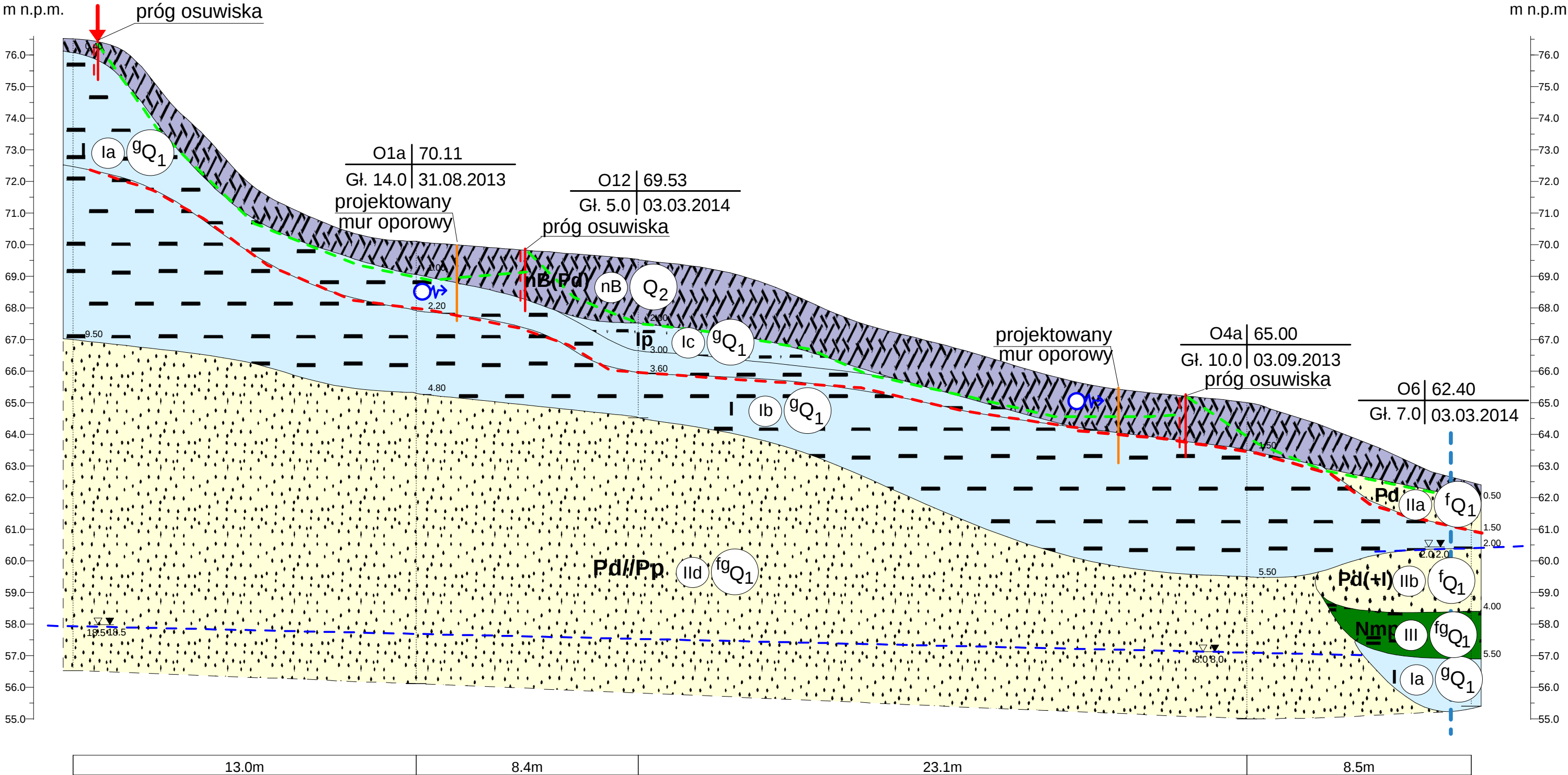
Legenda:

- | | | |
|---------------|--------------------------|---------------------------------|
| nasyp | Piasek średni + kamienie | generalna powierzchnia poślizgu |
| piasek drobny | il | lokalna powierzchnia poślizgu |
| piasek średni | il piaszczysty | zasięg czoła koluwium |
| | | wysięki |

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz				Zał.Nr 4.5	
	Data	Nazwisko	Podpis	Przekrój geologiczno-inżynierski V-V Osuwisko wiadukt Koronowo	Skala 1: $\frac{175}{125}$
Opracował	20.03.2014	inż. Michał Zalesiński			
Weryfikował	20.03.2014	dr hab.inż.M.K.Kumor			

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI VI-VI

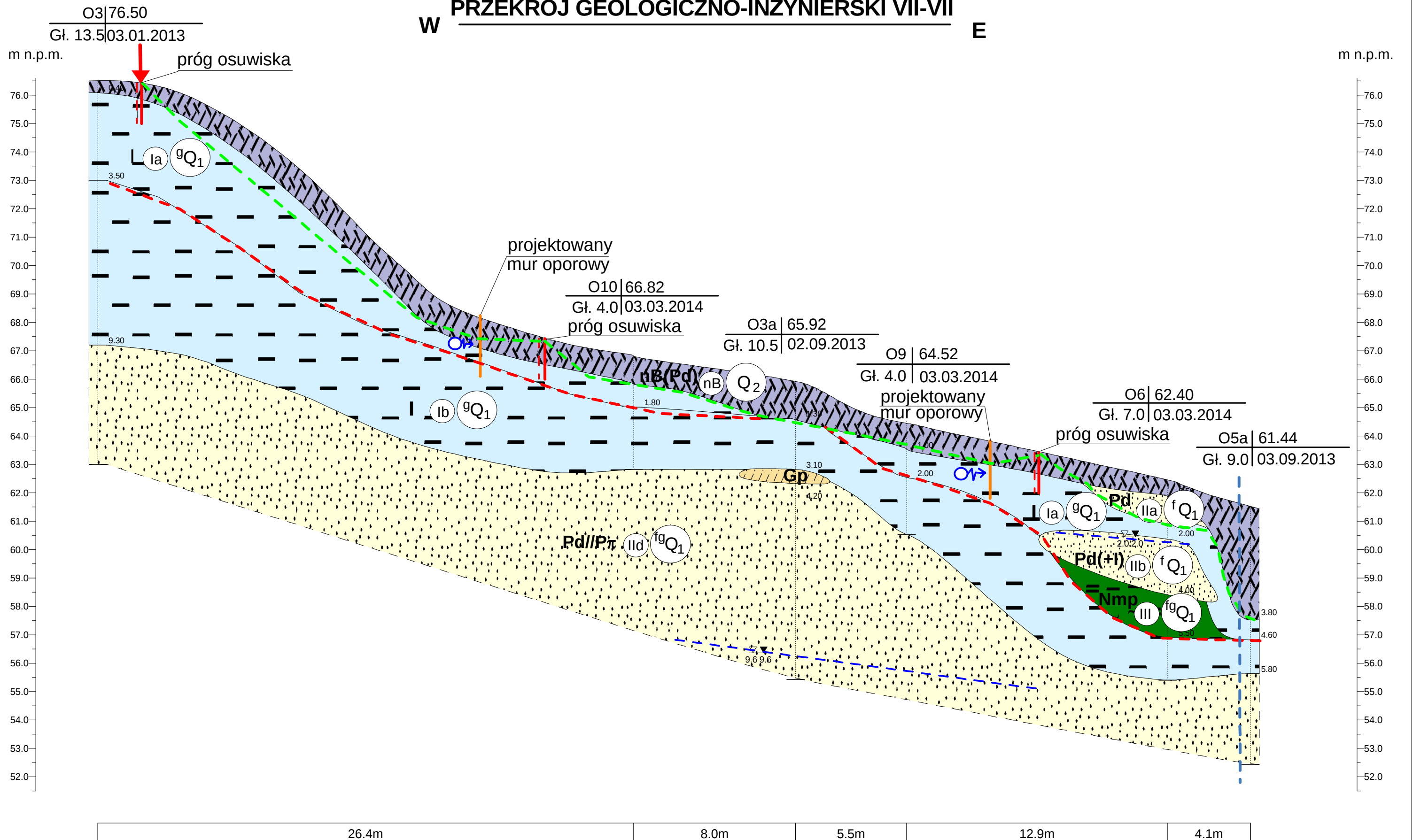
O2 | 76.53
Gł. 20.0 | 03.01.2013



- Legenda:**
- nasyp budowlany
 - piasek średni
 - namuł piaszczysty
 - piasek drobny
 - generalna powierzchnia poślizgu
 - lokalna powierzchnia poślizgu
 - zasięg czoła kolumium
 - wysięki
 - il
 - il piaszczysty

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz				Zał.Nr 4.6
Opracował	Data 20.03.2014	Nazwisko inż. Michał Zalesiński	Podpis	Przekrój geologiczno-inżynierski VI-VI Osuwisko wiadukt Koronowo
Weryfikował	20.03.2014	dr hab.inż.M.K.Kumor		
				Skala 1: 150/125

W PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI VII-VII E



Legenda:

- nasyp budowlany
głina piaszczysta
namuł piaszczysty
piasek drobny
ił

- generalna powierzchnia poślizgu
lokalna powierzchnia poślizgu
zasięg czoła koluwium
wysięki

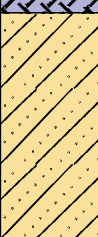
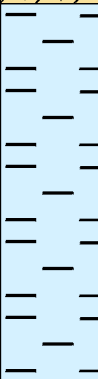
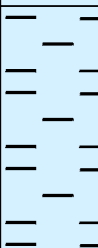
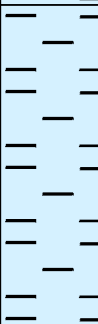
Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna
ul.Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz

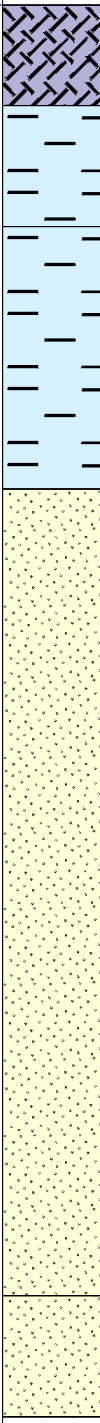
	Data	Nazwisko	Podpis
Opracował	20.03.2014	inz. Michał Zalesiński	
Weryfikował	20.03.2014	dr hab.inż.M.K.Kumor	

Przekrój geologiczno-inżynierski VII-VII
Osuwisko wiadukt Koronowo

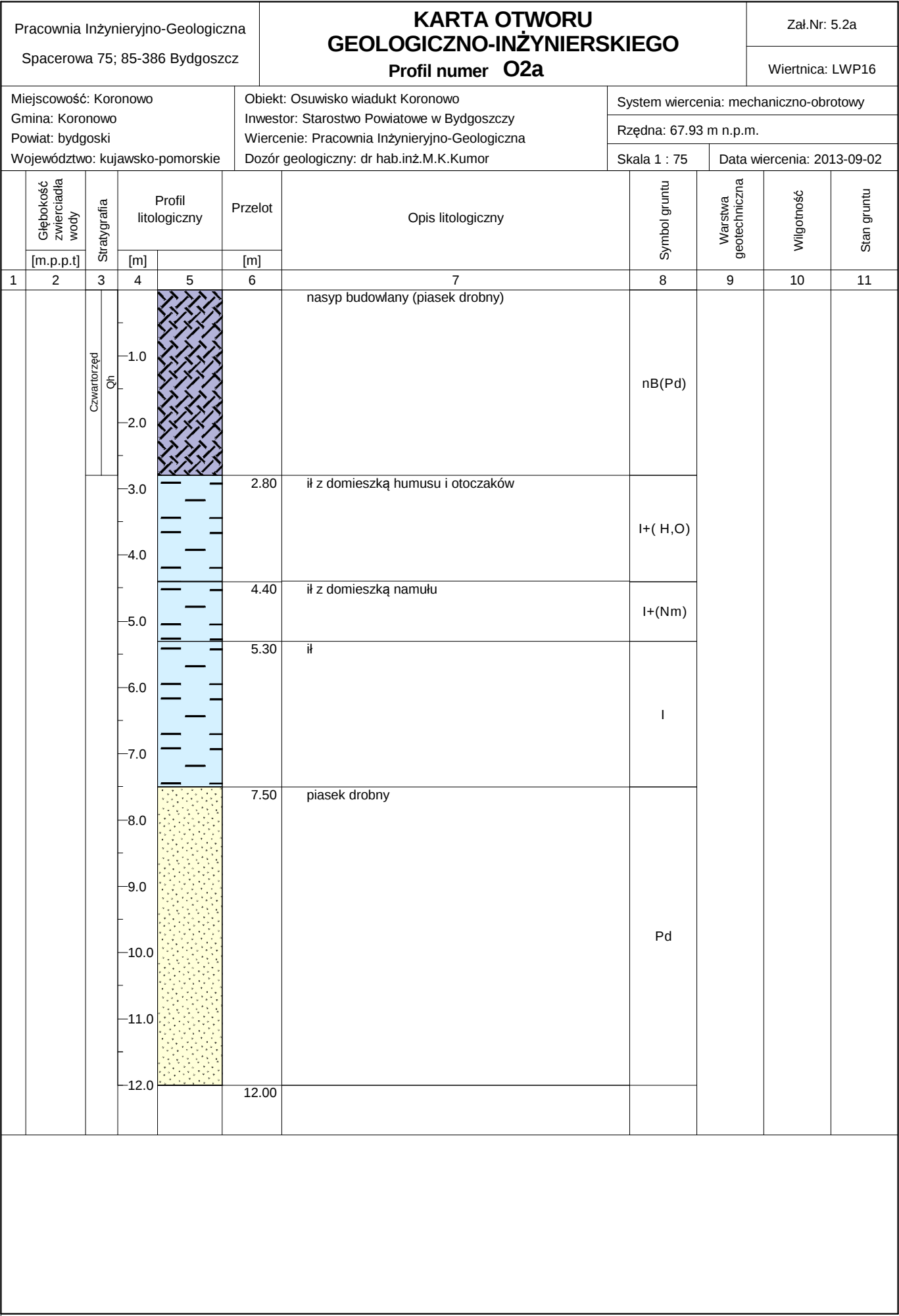
Zał.Nr
4.7

Skala
1: 175
125

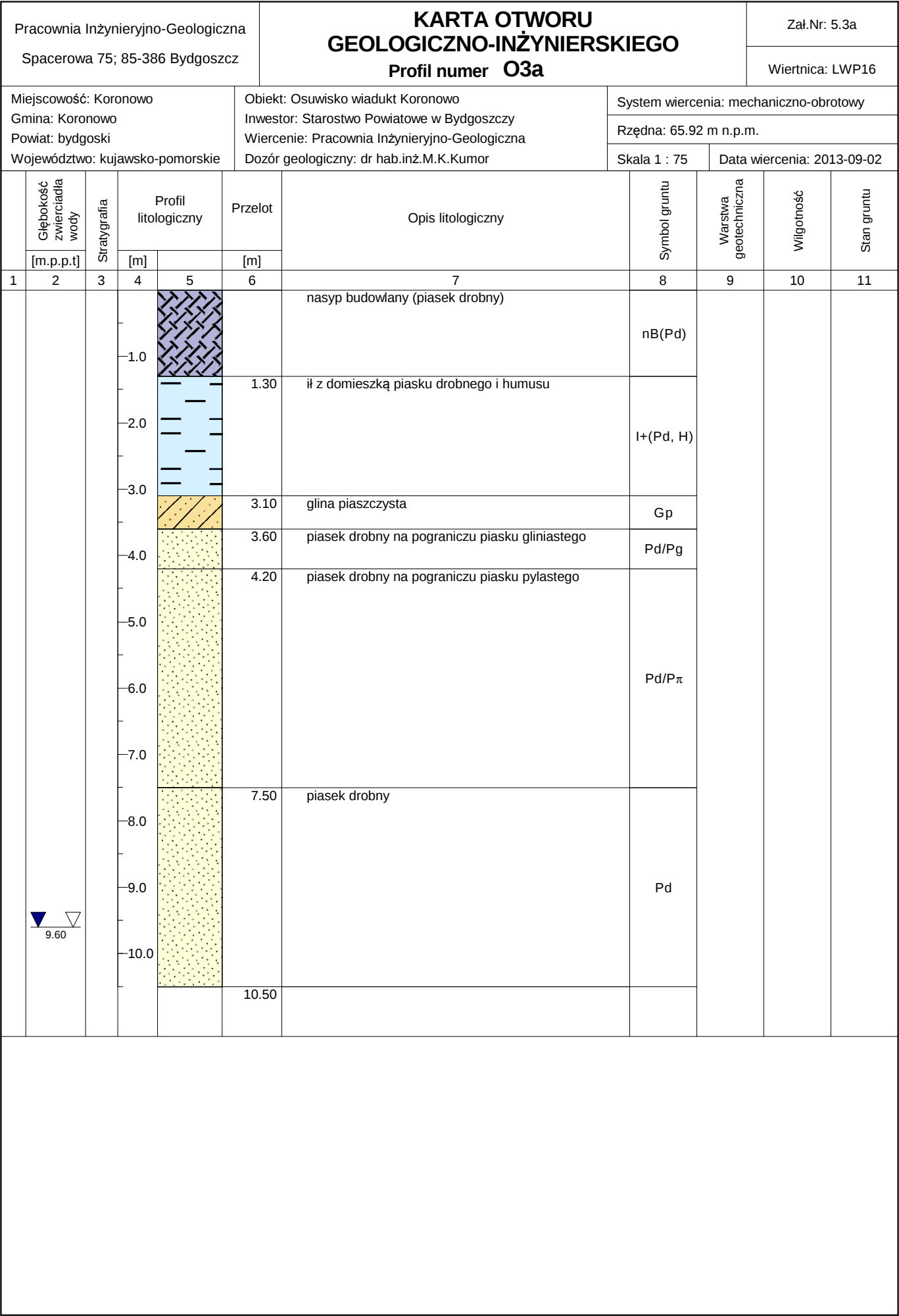
Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O1					Zał.Nr: 5.1		
								Wiertnica: LWP16		
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy			
							Rzędna: 76.50 m n.p.m.			
							Skala 1 : 40		Data wiercenia: 2013-12-18	
1	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
	[m.p.p.t]		[m]							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Czwartorzęd Qh Qp2				nasyp (gruz ceglany)	nN(gc)			
					0.30	głina piaszczysta, rdzawa	Gp			
					1.50	ił, pstry	I	la	pl/tpl	
					3.50	ił piaszczysty, pstry	Ip	lb		w
					4.00	ił, brązowy	I			
					5.30	ił, ciemno szary				
					7.00	7.00				

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O1a					Zał.Nr: 5.1a																																							
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy																																								
							Rzędna: 70.11 m n.p.m.																																								
							Skala 1 : 75		Data wiercenia: 2013-08-31																																						
<table><tr><td colspan="1">Głębokość z wierciadła wody</td><td colspan="1">Stratygrafia</td><td colspan="2">Profil litologiczny</td><td colspan="1">Przelot</td><td colspan="3">Opis litologiczny</td><td colspan="1">Symbol gruntu</td><td colspan="1">Warstwa geotechniczna</td><td colspan="1">Wilgotność</td><td colspan="1">Stan gruntu</td></tr><tr><td colspan="1">[m.p.p.t]</td><td colspan="1"></td><td colspan="1">[m]</td><td colspan="1"></td><td colspan="1">[m]</td><td colspan="3"></td><td colspan="1"></td><td colspan="1"></td><td colspan="1"></td><td colspan="1"></td></tr><tr><td colspan="1">1</td><td colspan="1">2</td><td colspan="1">3</td><td colspan="1">4</td><td colspan="1">5</td><td colspan="1">6</td><td colspan="3">7</td><td colspan="1">8</td><td colspan="1">9</td><td colspan="1">10</td><td colspan="1">11</td></tr></table>											Głębokość z wierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny			Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	[m.p.p.t]		[m]		[m]								1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11
Głębokość z wierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny			Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu																																				
[m.p.p.t]		[m]		[m]																																											
1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11																																			
		Czwartorzęd	Qh			nasyp budowlany (Piasek drobny)			nB(Pd)																																						
			1.0		1.00	ił			I																																						
			2.0																																												
			2.20		2.20	ił na pograniczu iłu piaszczystego			I/lp																																						
			3.0																																												
			4.0																																												
			5.0		4.80	piasek drobny na pograniczu piasku pylastego			Pd/Pπ																																						
			6.0																																												
			7.0																																												
			8.0																																												
			9.0																																												
			10.0																																												
			11.0																																												
			12.0																																												
			13.0		12.80	piasek drobny			Pd																																						
			14.0		14.00																																										

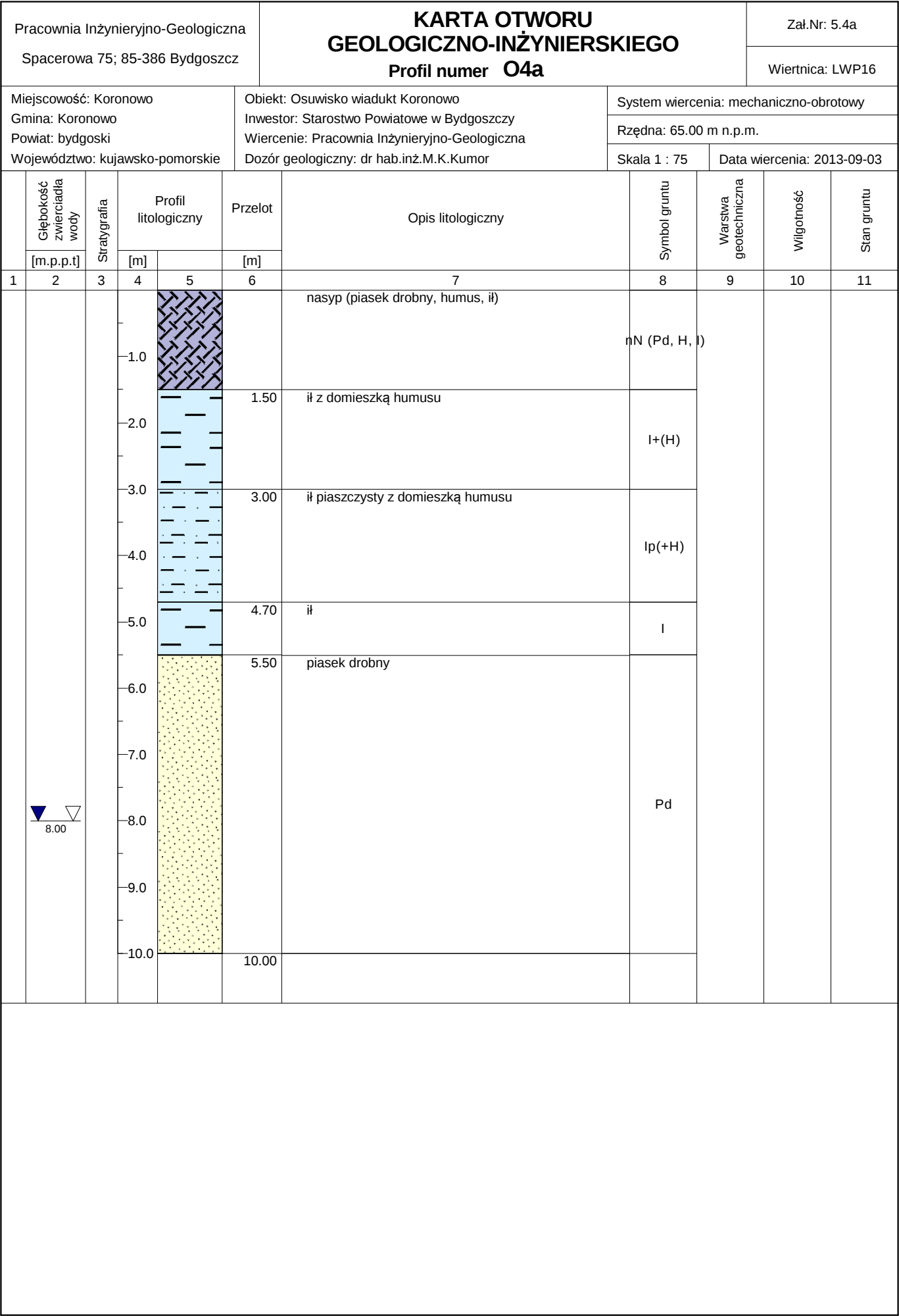
Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O2					Zał.Nr: 5.2																											
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy Rzędna: 76.53 m n.p.m. Skala 1 : 100 Data wiercenia: 2014-01-03																												
<table><tr><td rowspan="2">1</td><td>Głębokość zwiarcadla wody</td><td rowspan="2">3</td><td colspan="2">Profil litologiczny</td><td>Przelot</td><td rowspan="2">Opis litologiczny</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td></tr><tr><td>[m.p.p.t]</td><td>[m]</td><td>[m]</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr></table>											1	Głębokość zwiarcadla wody	3	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	[m.p.p.t]	[m]	[m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Głębokość zwiarcadla wody	3	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu																									
	[m.p.p.t]		[m]	[m]																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																									
<table><tr><td rowspan="17"> < </td></tr></table>											<																								
<																																			

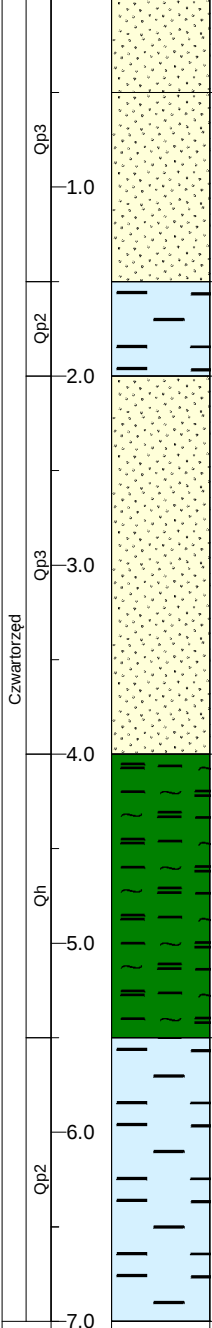
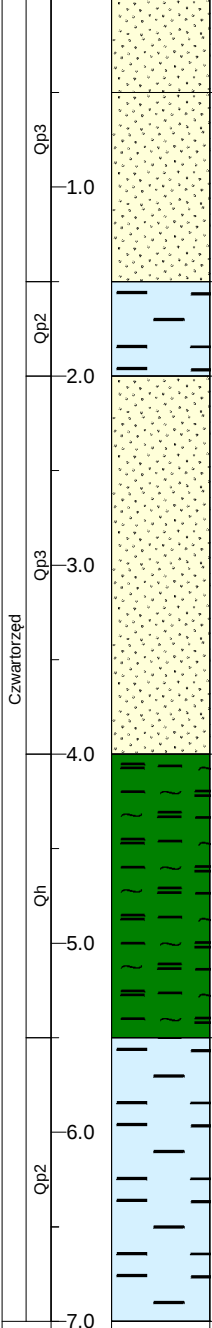
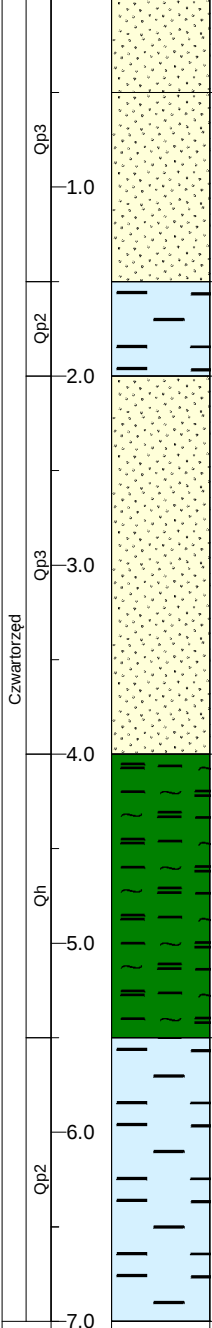


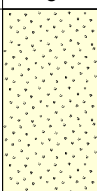
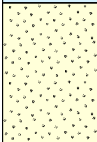
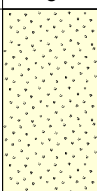
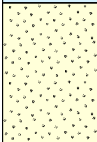
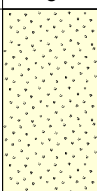
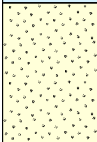
Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O3					Zał.Nr: 5.3					
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor			System wiercenia: mechaniczno-obrotowy							
						Rzędna: 76.50 m n.p.m.							
						Skala 1 : 75		Data wiercenia: 2014-01-03					
1	Głębokość zwiarcia wody [m.p.p.t]	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot [m]	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu			
			[m]										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
		Czwartorzęd Qp2	Qh			nasyp, brązowy	nN						
					0.40	ił, szary							
			1.0				I	la		tpl			
			2.0										
			3.0										
			4.0		3.50	ił z domieszką piasku drobnego, ciemno szary	I(+Pd)						
			5.0		4.00	ił, ciemno szary							
			6.0										
			7.0				I	lb	w	zw			
			8.0										
			9.0										
			10.0		9.30	piasek drobny, jasno żółty							
			11.0				Pd	Ild		szg			
			12.0										
			13.0										
					13.50								



Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O4					Zał.Nr: 5.4																																																																																																																																			
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy																																																																																																																																				
							Rzędna: 76.54 m n.p.m.																																																																																																																																				
							Skala 1 : 100		Data wiercenia: 2014-01-03																																																																																																																																		
<table><tr><td rowspan="2">1</td><td>Głębokość zwiarcadla wody</td><td rowspan="2">3</td><td colspan="2">Profil litologiczny</td><td>Przelot</td><td rowspan="2">Opis litologiczny</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td></tr><tr><td>[m.p.p.t]</td><td>[m]</td><td>[m]</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr></table>											1	Głębokość zwiarcadla wody	3	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	[m.p.p.t]	[m]	[m]	2			4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																								
1	Głębokość zwiarcadla wody	3	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu																																																																																																																																	
	[m.p.p.t]		[m]	[m]																																																																																																																																							
2			4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																	
<table><tr><td rowspan="17">Czwartorzęd</td><td rowspan="17">Qh</td><td rowspan="17">Qp2</td><td></td><td></td><td></td><td>nasyp (gruz ceglany), brązowy</td><td>nN (gc)</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>0.40</td><td>ił, ciemno szary</td><td rowspan="10">I</td><td rowspan="2">Ia</td><td rowspan="10">w</td><td rowspan="2">pl</td></tr><tr><td>1.0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4.0</td><td></td><td>4.00</td><td>ił, ciemno szary</td><td></td></tr><tr><td>5.0</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="4">Ib</td><td rowspan="4">tpl</td></tr><tr><td>6.0</td><td></td><td>6.00</td><td>ił, ciemno szary</td></tr><tr><td>7.0</td><td></td><td>7.00</td><td>ił, ciemno szary</td></tr><tr><td>8.0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>9.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="4">zw</td></tr><tr><td>10.0</td><td></td><td>9.50</td><td>piasek drobny, żółty</td><td>Pd</td><td rowspan="8">IIId</td><td rowspan="8">szg</td></tr><tr><td>11.0</td><td></td><td>11.00</td><td>piasek drobny z domieszką pyłu, żółty</td><td>Pd(+II)</td></tr><tr><td>12.0</td><td></td><td>11.50</td><td>piasek drobny, żółty</td><td rowspan="3">Pd</td></tr><tr><td>13.0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>14.0</td><td></td><td>13.50</td><td>piasek drobny, żółty</td></tr><tr><td>15.0</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">Pd</td><td rowspan="2">w/m</td></tr><tr><td>16.0</td><td></td><td>15.50</td><td>piasek drobny, żółty</td></tr><tr><td>17.0</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">Ps</td><td rowspan="3">m</td></tr><tr><td>18.0</td><td></td><td>18.00</td><td>piasek średni, żółty</td></tr><tr><td>19.0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>19.50</td><td>piasek średni, żółty</td><td></td><td>nw</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>20.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>											Czwartorzęd	Qh	Qp2				nasyp (gruz ceglany), brązowy	nN (gc)						0.40	ił, ciemno szary	I	Ia	w	pl	1.0				2.0					3.0					4.0		4.00	ił, ciemno szary		5.0				Ib	tpl	6.0		6.00	ił, ciemno szary	7.0		7.00	ił, ciemno szary	8.0				9.0					zw	10.0		9.50	piasek drobny, żółty	Pd	IIId	szg	11.0		11.00	piasek drobny z domieszką pyłu, żółty	Pd(+II)	12.0		11.50	piasek drobny, żółty	Pd	13.0				14.0		13.50	piasek drobny, żółty	15.0				Pd	w/m	16.0		15.50	piasek drobny, żółty	17.0				Ps	m	18.0		18.00	piasek średni, żółty	19.0								19.50	piasek średni, żółty		nw					20.00					
Czwartorzęd	Qh	Qp2				nasyp (gruz ceglany), brązowy	nN (gc)																																																																																																																																				
					0.40	ił, ciemno szary	I	Ia	w	pl																																																																																																																																	
			1.0																																																																																																																																								
			2.0																																																																																																																																								
			3.0																																																																																																																																								
			4.0		4.00	ił, ciemno szary																																																																																																																																					
			5.0					Ib		tpl																																																																																																																																	
			6.0		6.00	ił, ciemno szary																																																																																																																																					
			7.0		7.00	ił, ciemno szary																																																																																																																																					
			8.0																																																																																																																																								
			9.0							zw																																																																																																																																	
			10.0		9.50	piasek drobny, żółty	Pd	IIId	szg																																																																																																																																		
			11.0		11.00	piasek drobny z domieszką pyłu, żółty	Pd(+II)																																																																																																																																				
			12.0		11.50	piasek drobny, żółty	Pd																																																																																																																																				
			13.0																																																																																																																																								
			14.0		13.50	piasek drobny, żółty																																																																																																																																					
			15.0				Pd			w/m																																																																																																																																	
16.0		15.50	piasek drobny, żółty																																																																																																																																								
17.0				Ps	m																																																																																																																																						
18.0		18.00	piasek średni, żółty																																																																																																																																								
19.0																																																																																																																																											
				19.50	piasek średni, żółty		nw																																																																																																																																				
				20.00																																																																																																																																							



Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O6					Zał.Nr: 5.6																																																																																																							
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy																																																																																																								
							Rzędna: 62.40 m n.p.m.																																																																																																								
							Skala 1 : 40		Data wiercenia: 2014-03-03																																																																																																						
<table><tr><td rowspan="2">1</td><td>Głębokość zwierciadła wody</td><td rowspan="2">Stratygrafia</td><td colspan="2">Profil litologiczny</td><td>Przelot</td><td rowspan="2">Opis litologiczny</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td></tr><tr><td>[m.p.p.t.]</td><td>[m]</td><td>[m]</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr></table>											1	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	[m.p.p.t.]	[m]	[m]	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																													
1	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu																																																																																																					
	[m.p.p.t.]		[m]	[m]																																																																																																											
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																						
<table><tr><td rowspan="10"> 2.00</td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10">Czwartorzęd</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>											 2.00		Czwartorzęd																																																																																																		
 2.00		Czwartorzęd																																																																																																													

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer 07					Zał.Nr: 5.7																																																			
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy																																																				
							Rzędna: 61.80 m n.p.m.																																																				
							Skala 1 : 40		Data wiercenia: 2014-03-03																																																		
<table><tr><td rowspan="2">1</td><td>Głębokość zwiarcia wody</td><td rowspan="2">Stratygrafia</td><td colspan="2">Profil litologiczny</td><td>Przelot</td><td rowspan="2">Opis litologiczny</td><td rowspan="2">Symbol gruntu</td><td rowspan="2">Warstwa geotechniczna</td><td rowspan="2">Wilgotność</td><td rowspan="2">Stan gruntu</td></tr><tr><td>[m.p.p.t]</td><td>[m]</td><td></td><td>[m]</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr></table>											1	Głębokość zwiarcia wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu	[m.p.p.t]	[m]		[m]	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																								
1	Głębokość zwiarcia wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu																																																	
	[m.p.p.t]		[m]		[m]																																																						
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																		
<table><tr><td rowspan="10"> 3.40</td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10">Czwartorzęd</td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10"></td><td rowspan="10"></td><td>1.0</td><td>1.00</td><td>piasek drobny, ciemno żółty</td><td>Pd</td><td rowspan="2">IIa</td><td rowspan="2">m</td><td rowspan="2">szg</td></tr><tr><td>2.0</td><td>2.40</td><td>piasek drobny z domieszką iłu, ciemno żółty</td><td>Pd(+I)</td></tr><tr><td>3.0</td><td>3.00</td><td>ił z domieszką piasku drobnego, pstry</td><td>I(+Pd)</td><td>Ib</td><td>w</td><td>pzw</td></tr><tr><td>4.0</td><td>3.40</td><td>piasek drobny, ciemno żółty</td><td>Pd</td><td>IIb</td><td>nw</td><td>szg</td></tr><tr><td>5.0</td><td>4.20</td><td>ił, niebieski</td><td>I</td><td>Ia</td><td>w</td><td>zw</td></tr><tr><td>6.0</td><td>6.00</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>											 3.40		Czwartorzęd								1.0	1.00	piasek drobny, ciemno żółty	Pd	IIa	m	szg	2.0	2.40	piasek drobny z domieszką iłu, ciemno żółty	Pd(+I)	3.0	3.00	ił z domieszką piasku drobnego, pstry	I(+Pd)	Ib	w	pzw	4.0	3.40	piasek drobny, ciemno żółty	Pd	IIb	nw	szg	5.0	4.20	ił, niebieski	I	Ia	w	zw	6.0	6.00					
 3.40		Czwartorzęd								1.0											1.00	piasek drobny, ciemno żółty	Pd	IIa				m	szg																														
										2.0											2.40	piasek drobny z domieszką iłu, ciemno żółty	Pd(+I)																																				
										3.0											3.00	ił z domieszką piasku drobnego, pstry	I(+Pd)	Ib	w	pzw																																	
										4.0											3.40	piasek drobny, ciemno żółty	Pd	IIb	nw	szg																																	
										5.0											4.20	ił, niebieski	I	Ia	w	zw																																	
										6.0											6.00																																						

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O8					Zał.Nr: 5.8					
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor				System wiercenia: mechaniczno-obrotowy						
							Rzędna: 64.36 m n.p.m.						
							Skala 1 : 40		Data wiercenia: 2014-03-03				
1	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu			
	[m.p.p.t]		[m]		[m]								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
		Czwartorzęd Qp3 Qp2 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0				piasek drobny z domieszką iłu, ciemno żółty	Pd(+I)			In			
					0.50	ił, pstry	I	Ia		pzw			
					1.00	piasek drobny, ciemno żółty	Pd	IIa	w				
					2.20	piasek średni, ciemno żółty	Ps	IIc	m				
					3.00	piasek średni, ciemno żółty							
					3.50	piasek średni z domieszką iłu, ciemno żółty	Ps(+I)		nw				
					4.20	Piasek średni + kamienie, ciemno żółty	Pr(+K)						
					4.70	ił, pstry	I	Ib	w	zw			
					6.00								

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O10					Zał.Nr: 5.10		
								Wiertnica: LWP16		
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor			System wiercenia: mechaniczno-obrotowy				
						Rzędna: 66.82 m n.p.m.				
						Skala 1 : 40		Data wiercenia: 2014-03-03		
	Głębokość zwierciadła wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
	[m.p.p.t.]		[m]		[m]					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
						piasek drobny, ciemno żółty	Pd			In
					1.00	ił, pstry		la		pzw
					1.80	ił, brązowy			w	
							I			
								lb		zw
					4.00					

Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Spacerowa 75; 85-386 Bydgoszcz			KARTA OTWORU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO Profil numer O12					Zał.Nr: 5.12		
								Wiertnica: LWP16		
Miejscowość: Koronowo Gmina: Koronowo Powiat: bydgoski Województwo: kujawsko-pomorskie			Obiekt: Osuwisko wiadukt Koronowo Inwestor: Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy Wiercenie: Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Dozór geologiczny: dr hab.inż.M.K.Kumor			System wiercenia: mechaniczno-obrotowy				
						Rzędna: 69.53 m n.p.m.				
						Skala 1 : 40		Data wiercenia: 2014-03-03		
	Głębokość zwiarcia wody	Stratygrafia	Profil litologiczny		Przelot	Opis litologiczny	Symbol gruntu	Warstwa geotechniczna	Wilgotność	Stan gruntu
	[m.p.p.t.]		[m]		[m]					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Czwartorzęd	Qp3			piasek drobny z domieszką iłu, ciemno żółty	Pd(+I)		w	szg
				1.0						
				2.0	2.00	ił piaszczysty, ciemno szary	Ip	Ic		mpl
			Qp2		3.00	ił, ciemno szary	I	Ia		pzw
					3.60	ił, pstry		Ib		zw
				4.0						
				5.0	5.00					

Załącznik nr 6.1. – 6.3. - Metryki archiwalnych sondowań CPTU

NR TESTU CPTU: 1

GŁĘBOKOŚĆ WODY

- m p.p.t.

RZĘDNA:

m n.p.m.

Przelot warstwy	Rodzaj gruntu	Domieszki	Opór stożka qt	Napężenie pionowe σ_{vo}	Parametry stanu		Parametry ścinania			Edometryczny moduł ściśl. pierwotnej Mo	Numer warstwy geotechnicznej
					I _b	I _L	Φ'	C'	S _u		
[m]	[-]	[-]	[MPa]	[kPa]	[-]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[-]
0,0-0,4	podw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4-1,2	Gp//Pd	-	1,3	7,2	-	0,33	18,3	14,0	51,1	8,6	
1,2-2,3	J//Jp	-	1,0	19,6	-	0,29	20,3	15,1	56,6	8,4	
2,3-3,3	Jp//J	-	2,5	37,5	-	0,08	24,7	19,6	128,8	19,3	
3,3-3,8	G//Pd	-	5,3	50,1	-	0,00	27,0	22,1	201,5	38,1	
3,8-4,1	J	-	2,3	57,0	-	0,18	23,8	17,8	125,9	18,7	
4,1-8,2	Jp//Gpz	//J	5,5	98,2	-	0,00	27,5	24,5	260,6	41,3	

Zał. nr 6.1 A

PARAMETRY GEOTECHNICZNE WARSTW PODŁOŻA WYZNACZONE NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYK
PENETRACJI Z TESTU STATYCZNEGO SONDOWANIA

Temat: Koronowo - droga rowerowa

18.12.2013 r.

Nr arch. P-

NR TESTU CPTU: 2

GŁĘBOKOŚĆ WODY - m p.p.t.

RZĘDNA:

m n.p.m.

Przelot warstwy	Rodzaj gruntu	Domieszki	Opór stożka qt	Napężenie pionowe σ_{vo}	Parametry stanu		Parametry ścinania			Edometryczny moduł ściśl. pierwotnej M_o	Numer warstwy geotechnicznej
					I_D	I_L	ϕ'	C'	S_u		
[m]	[-]	[-]	[MPa]	[kPa]	[-]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[-]
0,0-0,3	podw.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3-0,6	Pd	-	-	-	-	-	-	-	-		
0,6-1,1	J	-	0,9	8,6	-	0,31	19,3	16,1	70,6	7,2	
1,1-2,3	J//Gz	-	2,2	21,6	-	0,10	23,8	22,4	145,9	17,3	
2,3-2,7	Gp	-	5,1	35,4	-	0,00	26,6	22,5	173,5	38,0	
2,7-3,8	J	-	3,4	49,8	-	0,00	24,5	31,2	183,5	27,3	
3,8-6,4	Jp//Gpz	//P π	5,9	84,8	-	<0,00	28,8	30,2	289,3	46,4	

Zał. nr 6.2
A

PARAMETRY GEOTECHNICZNE WARSTW PODŁOŻA WYZNACZONE NA PODSTAWIE CHARAKTERYSTYK
PENETRACJI Z TESTU STATYCZNEGO SONDOWANIA

Temat: Koronowo - droga rowerowa

18.12.2013 r.

Nr arch. P-

NR TESTU CPTU: 3

GŁĘBOKOŚĆ WODY - m p.p.t.

RZĘDNA: m n.p.m.

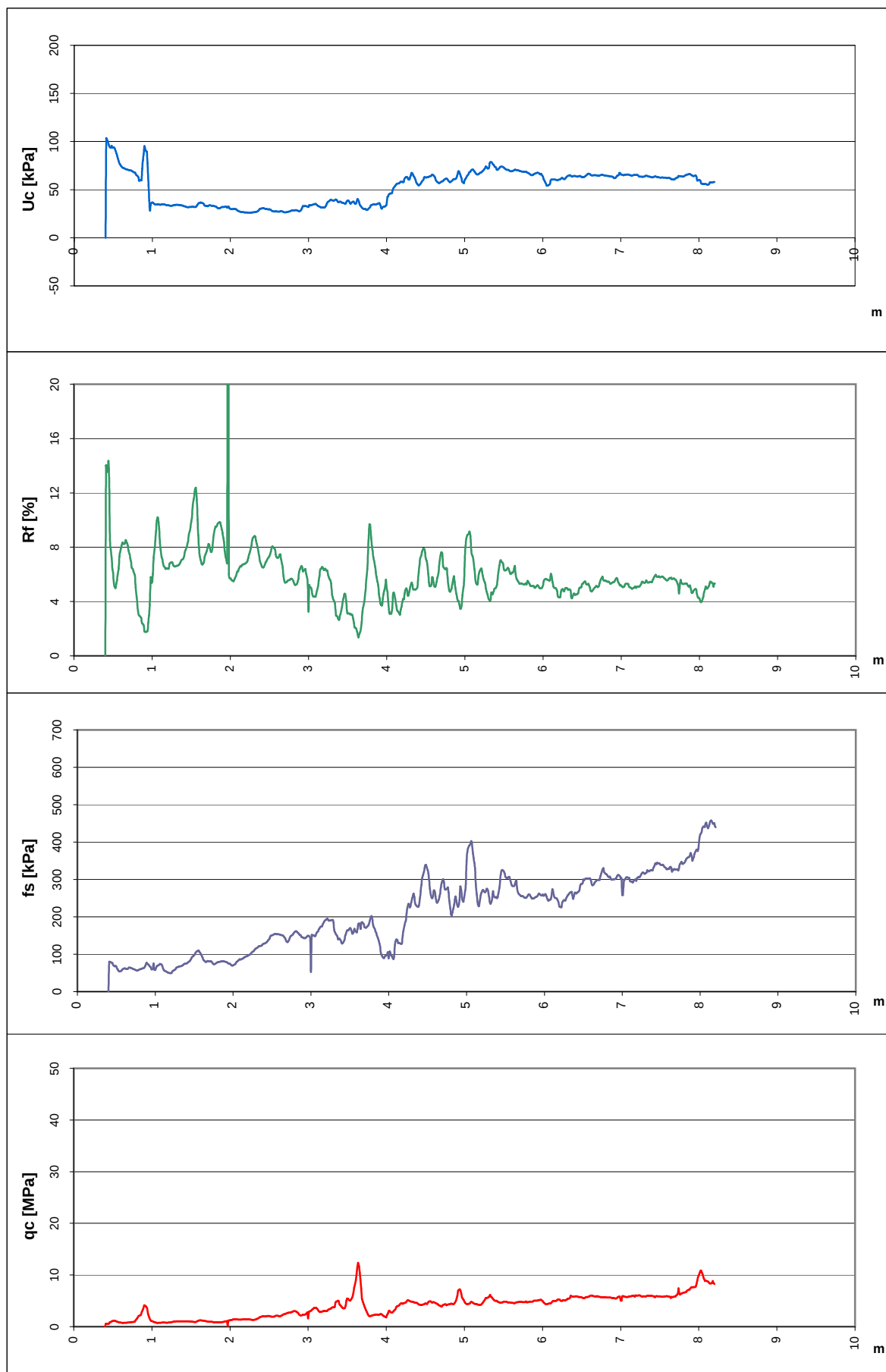
Przelot warstwy	Rodzaj gruntu	Domieszki	Opór stożka qt	Napężenie pionowe σ_{vo}	Parametry stanu		Parametry ścinania			Edometryczny moduł ściśl. pierwotnej M_o	Numer warstwy geotechnicznej
					I_D	I_L	$\phi^{'}$	$C^{'}$	S_u		
[m]	[-]	[-]	[MPa]	[kPa]	[-]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[-]
0,0-0,3	Gb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3-3,0	J	//Jp	1,1	26,9	-	0,28	20,3	15,1	71,0	8,9	
3,0-3,3	Pd/P π	-	8,0	48,2	0,58	-	34,1	-	-	39,7	
3,3-5,2	Jp	-	2,7	66,2	-	0,07	23,3	23,7	173,8	21,3	
5,2-6,0	Pd	-	17,5	93,2	0,71	-	36,0	-	-	82,0	

Zał. nr
6.3 c

Pracownia Inżynieryjno - Geologiczna Dr hab. inż. Maciej Kordian Kumor ul. Spacerowa 75, 85-386 BYDGOSZCZ	
Styczeń 2014	Dokumentacja geologiczno-inżynierska do stabilizacji osuwiska Wiadukt k. Koronowa, gmina Koronowo
M.K.Kumor upr. CUG 070929	
Zał. 6	

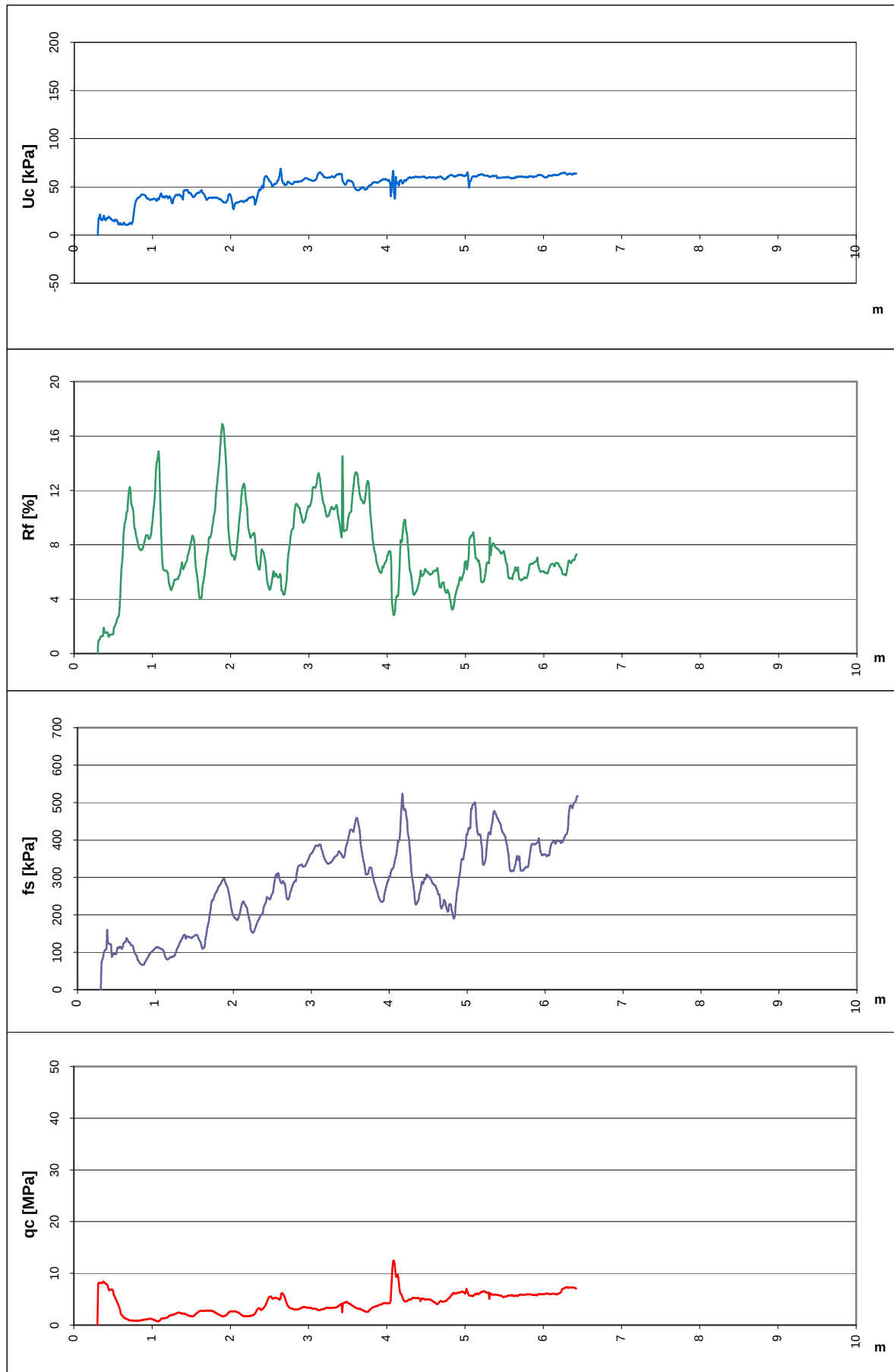
Nr testu CPTU: 1
Rzędna: 76,51 m n.p.m.

Temat: Koronowo, pow. bydgoski - droga rowerowa
Data: 18.12.2013 r.



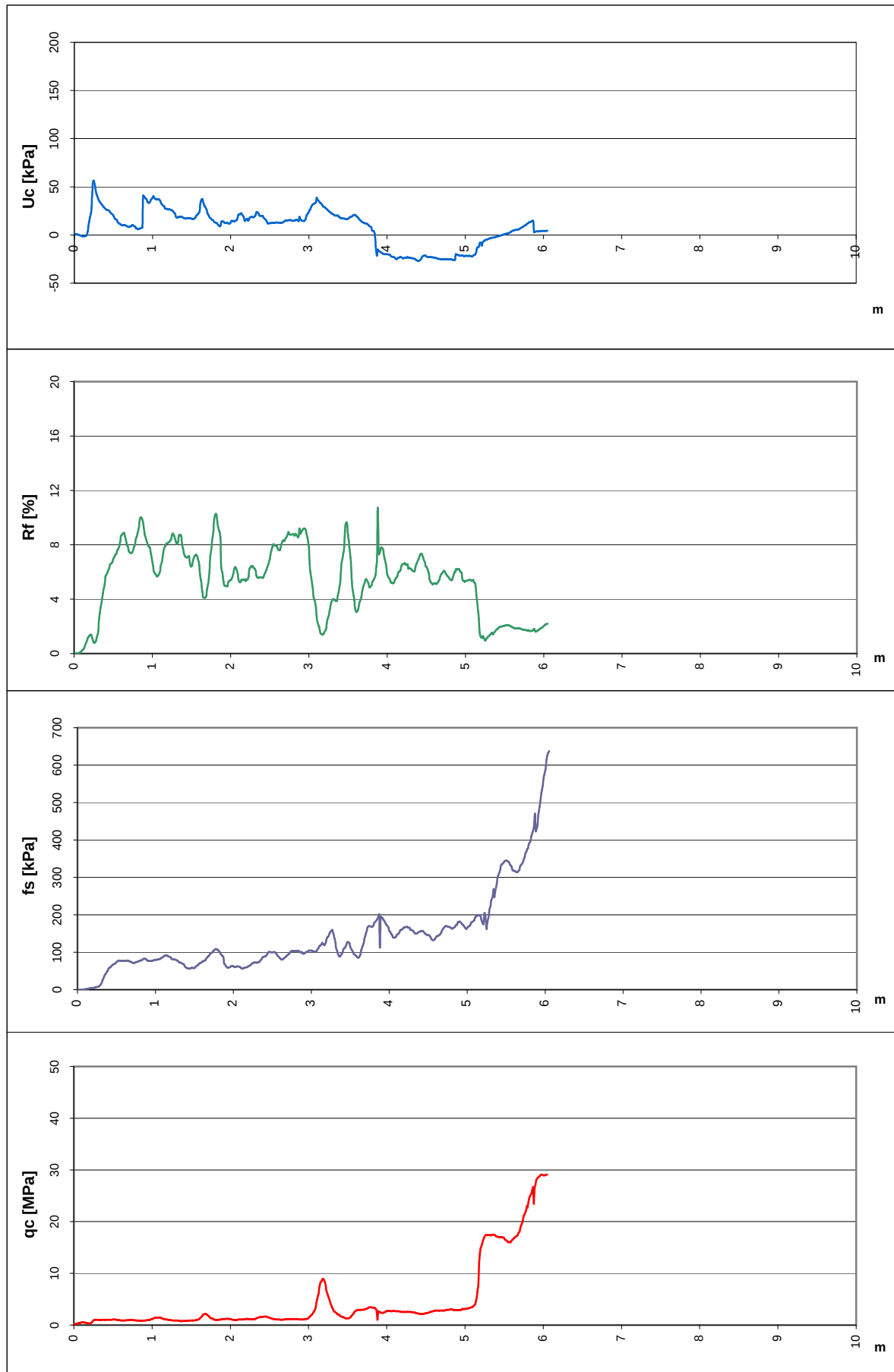
Nr testu CPTU: 2
Rzędna: 73,38 m n.p.m.

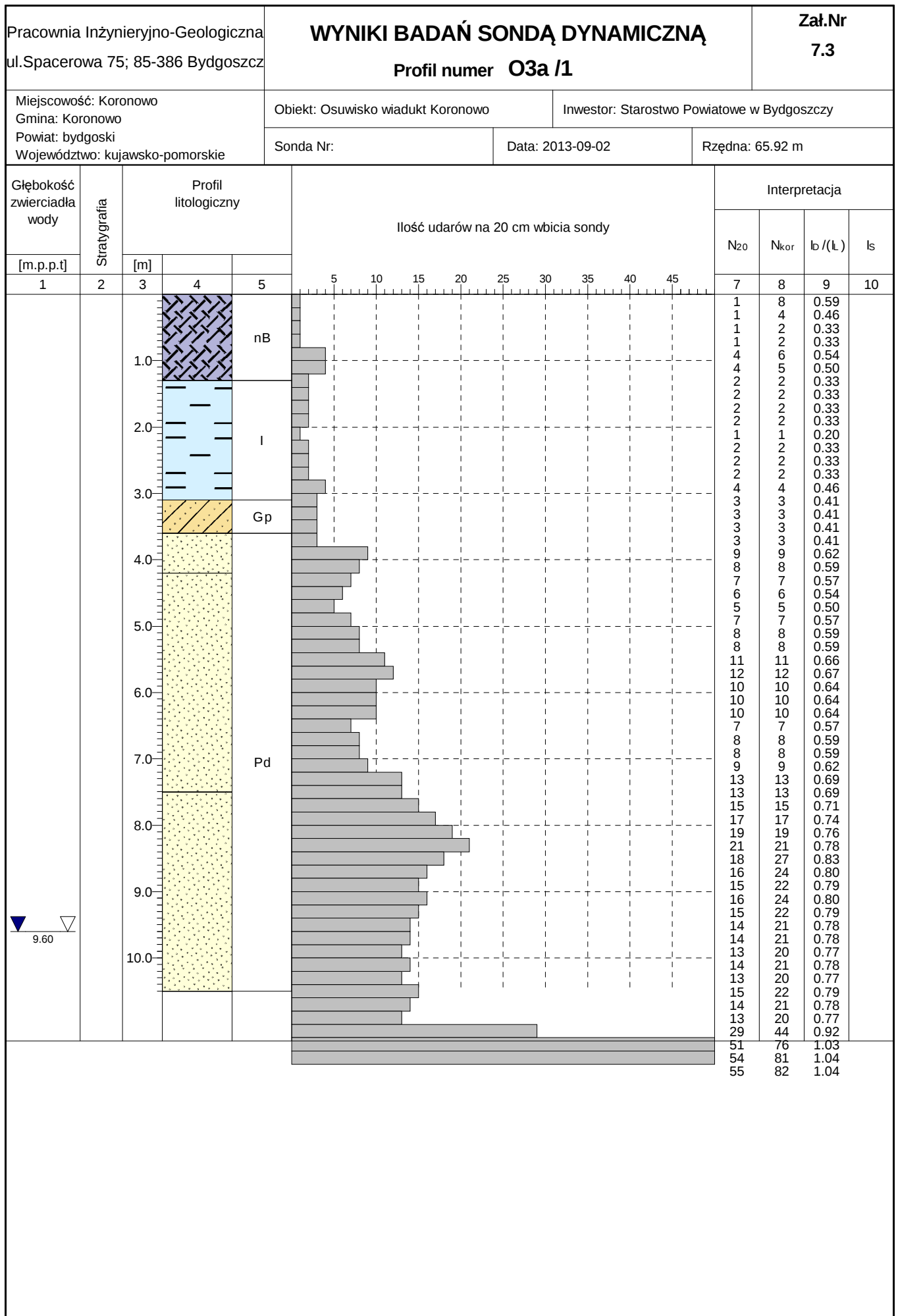
Temat: Koronowo, pow. bydgoski - droga rowerowa
Data: 18.12.2013 r.

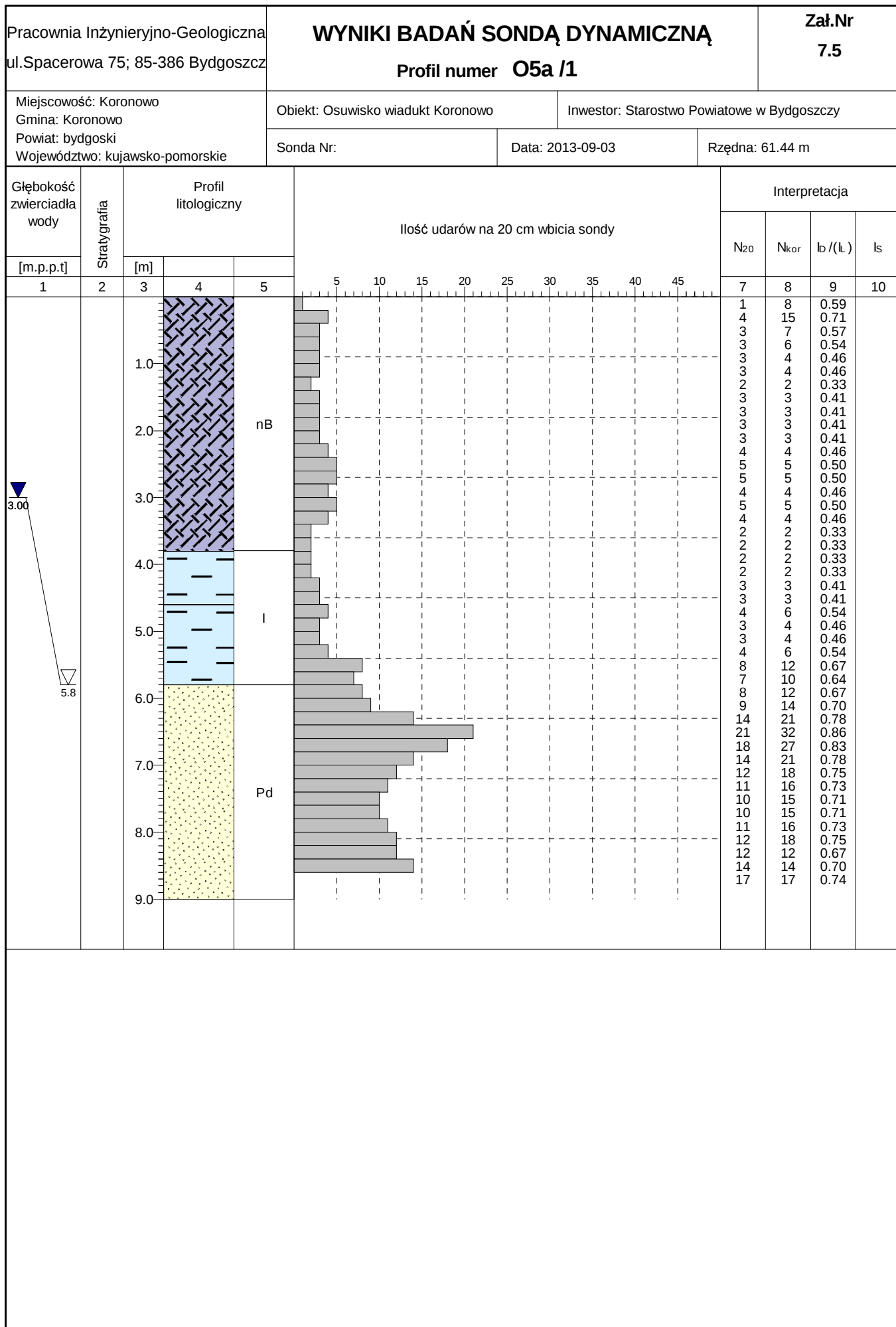


Nr testu CPTU: 3
Rzędna: 70,62 m n.p.m.

Temat: Koronowo, pow. bydgoski - droga rowerowa
Data: 18.12.2013 r.







WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH

ZAŁĄCZNIK 8

„DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA do przedsięwzięcia do przedsięwzięcia stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11”.

Badania wilgotności naturalnej – grunt spoisty (gliny zwięzłe, ility)

Lp.	Nazwa otworu/ Głębokość pobrania próby	Masa[g]	Wilgotność naturalna [%]
1	O3/2,0m	6,40	26,16
2	O3/3,0m	6,48	27,21
3	O3/5,0m	6,28	19,48
4	O3/7,0m	6,55	19,16
5	O3/9,0m	6,58	17,94
6	O10/1,5m	6,77	28,56
7	O10/1,8m	6,25	29,81
8	O10/3,5m	6,15	22,25
9	O9/2,0m	6,02	28,67
10	O9/3,0m	6,80	20,64
11	O4a/3,9m	6,45	24,58

Granica plastyczności

Lp.	Masa naczynka [g]	Masa naczynka z gruntem wilgotnym [g]	Masa naczynka z gruntem suchym [g]	Granica plastyczności Wp [%]
1	$m_{t1}=2,394$	$m_{mt1}=7,590$	$m_{st1}=6,680$	21,23
2	$m_{t2}=2,389$	$m_{mt2}=7,882$	$m_{st2}=6,562$	31,63
3	$m_{t3}=2,400$	$m_{mt3}=7,811$	$m_{st3}=6,393$	35,51
4	$m_{t4}=2,355$	$m_{mt4}=7,809$	$m_{st4}=6,434$	33,71



Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna

Dr hab. inż. Maciej Kordian KUMOR
ul. Spacerowa 75, 85-386 BYDGOSZCZ,
tel. 602 309 882 fax. 052 3797781 NIP 967-003-17-63 Bydgoszcz,
dnia 02.09.2013r

ZESTAWIENIE BADAŃ LABORATORYJNYCH. „DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA do przedsięwzięcia do przedsięwzięcia stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Okołu działka nr ewid. 475/11”.

NR OTWORU/	RODZAJ GRUNTU	Su	W _n	W _p	I _{om}
		kPa	%	%	%
O3/2,0m	I//Gpz /I	82	26,16	21,23	
O3/3,0m	I//Gpz /I	121	27,21	31,63	
O3/5,0m	Gpz /I		19,48	35,51	1,5
O3/7,0m	Gpz /I		19,16	33,71	1<
O3/9,0m	Gpz /I		17,94	21,23	
O10/1,5m	I//Gpz /I	130	28,56	31,63	
O10/1,8m	I//Gpz /I		29,81	35,51	
O10/3,5m	I//Gpz		22,25	33,71	
O9/2,0m	I//Gpz	119	28,67	21,23	
O9/3,0m	Gpz /I	120	20,64	29,8	
O4a/3,9m	Gpz /I		24,58	23,8	

ZAŁĄCZNIK 8.1