



Geotechniczna zbrocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około 12/2013- 03/2014

**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](mailto:mkkumor@set.net.pl); [lukasz.kumor@engeo.com.pl](mailto:lukasz.kumor@engeo.com.pl)***

## **DOKUMENTACJA GEOTECHNICZNA do przedsięwzięcia**

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

działka nr ewid. 475/11

*Zlecający:*

**Gmina Koronowo**

**Plac Zwycięstwa 1**

**86-010 KORONOWO**

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

|                 |                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Autorzy:</b> | <b>prof. ndzw. dr hab. inż. Maciej K. Kumor</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>upr. hydrogeol, V-1351,</i></li><li>• <i>upr. CUG 070929</i></li></ul> <b>mgr inż. Łukasz Kumor</b><br><b>inż. Michał Zalesiński</b> |  |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

*BYDGOSZCZ – grudzień 2013 – marzec 2014 r.*

## **SPIS TREŚCI**

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CZĘŚĆ WSTĘPNA</b>                            | <b>4</b>  |
| 1.1. Podstawa opracowania                          | 4         |
| 1.2. Przedmiot opracowania                         | 5         |
| 1.3. Cel i zakres opracowania                      | 5         |
| 1.4. Materiały wykorzystane w opracowaniu          | 6         |
| <b>2. CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA</b>                     | <b>8</b>  |
| 2.1. Lokalizacja i opis terenu badań               | 8         |
| 2.2. Charakterystyka osuwiska                      | 9         |
| 2.3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia        | 11        |
| 2.4. Wstępne ustalenie kategorii geotechnicznej    | 11        |
| <b>3. WYNIKI PRAC GEOTECHNICZNYCH</b>              | <b>12</b> |
| 3.1. Zakres wykonanych badań                       | 12        |
| 3.1.1. Prace polowe i laboratoryjne                | 12        |
| 3.1.2. Prace kameralne                             | 13        |
| 3.2. Budowa geologiczna                            | 13        |
| 3.3. Warunki wodne                                 | 14        |
| 3.4. Charakterystyka zbocza                        | 15        |
| 3.5. Podsumowanie warunków gruntowo-wodnych        | 16        |
| <b>4. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH</b> | <b>16</b> |
| 4.1. Jednostki geotechniczne                       | 17        |
| 4.2. Model geotechniczny podłoża                   | 18        |
| <b>5. WSKAZANIE KATEGORII GEOTECHNICZNEJ</b>       | <b>19</b> |
| <b>6. WNIOSKI I ZALECENIA</b>                      | <b>20</b> |
| 6.1. Wnioski                                       | 20        |
| 6.2. Zalecenia i wytyczne geotechniczne            | 20        |
| 6.3. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu    | 21        |

## ***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

## 1. CZĘŚĆ WSTĘPNA

### 1.1. Podstawa opracowania

- Bezpośrednie zlecenie na wykonanie prac geotechnicznych, Gmina Koronowo, (zlecenie nr IPR.K.7012.1.48.2013 z dnia 16.12.2013).
- **Decyzja Powiatowego Inspektora Budowlanego z dnia 16 maja 2013 roku, nr PINB-7143-7/11ZJ.**
- 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).
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 163, poz. 981).
- Wytyczne techniczne przekazane przez Zlecniodawcę wraz z planem sytuacyjno-wysokościowym,
- Odpowiednie normy i przepisy budowlane.

Powiatowy inspektor  
Nadzoru Budowlanego  
ul. Zygmunta Augusta 16  
85-082 BYDGOSZCZ

Bydgoszcz dnia 16 maja 2012r.

PINB-7143-7/11 ZJ

### DECYZJA

Na podstawie art. 104 i art. 155 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98 poz.1071 z późn. zm.) po rozpatrzeniu wniosku złożonego przez Gminę Koronowo z dnia 23.04.2012r. w sprawie zamiany mojej decyzji z dnia 17.01.2012r., znak PINB-7143-7/11 ZJ w zakresie terminu wykonania nałożonego obowiązku.

**zmieniam decyzję własną z dnia 17.01.2012r. znak PINB-7143-7/11 ZJ nakładającą na Gminę Koronowo – jako właściciela nieruchomości budowli ziemnej, t.j. nasypu nieczynnej kolejki wąskotorowej usytuowanego na terenie działki oznaczonej nr ewid. 1235 w miejscowości Koronowo gmina Koronowo podjęcia niżej wymienionych obowiązków celem wyeliminowania potencjalnego zagrożenia życia lub zdrowia ludzi oraz bezpieczeństwa mienia związanego z czynnym osuwiskiem, w oparciu o wskazania zawarte w „Ekspertyzie geotechnicznej dotyczącej przyczyn powstania osuwiska nasypu kolejowego wpływu osuwiska na stateczność prawobrzeżnego przyczółka mostu kolejki wąskotorowej w Koronowie oraz koncepcji jego zabezpieczeń” opracowanej przez Zakład Geomechaniki Instytutu Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku pod kierownictwem dr hab. inż. Waldemara Świdzińskiego a mianowicie:**

- w terminie do dnia 30 kwietnia 2012r., naprawić i uzupełnić istniejący system drenażu powierzchniowego usytuowany w obrębie nasypu kolejowego przed przyczółkiem od strony Okoła, w szczególności reprofilować rów powyżej nasypu. Istniejący przepust w nasypie kolejki wyremontować. Rów poniżej nasypu oczyścić i odbudować, ...

ustalając nowy termin wykonania ww obowiązku **na dzień 31 lipca 2012r.**, pozostałe obowiązki wskazane w decyzji pozostają bez zmian.

## **1.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest „Dokumentacja Geotechniczna do przedsięwzięcia *stabilizacja osuwiska, odtworzenie budowli ziemnej, nasypu mostu kolejki wąskotorowej 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).

### **Opracowanie swoim zakresem obejmuje przedstawienie:**

- metodyki prowadzenia prac i geotechnicznych badań polowych oraz laboratoryjnych,
- informacji ogólnych o terenie prac i zagospodarowaniu,
- wymagań techniczno-budowlanych istotnych do propozycji określającej kategorię geotechniczną przedsięwzięcia,
- opisu budowy geologicznej, z uwzględnieniem litologii i genezy warstw oraz procesów antropogenicznych, determinujących rozwiązanie fundamentowania obiektu,
- geomorfologii, budowy geotechnicznej i warunków gruntowo-wodnych,
- geotechnicznej oceny gruntów występujących w podłożu budowlanym,
- miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych warstw podłoża fundamentowego,
- propozycji kategorii geotechnicznej,
- zaleceń i wniosków końcowych.

## **1.3. Cel i zakres opracowania**

Celem opracowania jest ustalenie warunków gruntowo-wodnych do zaprojektowania stabilizacji i wzmocnienia zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około, w zakresie niezbędnym do:

- opracowania projektu budowlanego obiektu,
- określenia wymagań dotyczących ochrony obiektów budowlanych i stanu środowiska gruntowo-wodnego na terenie czynnego osuwiska,
- sposobu rozwiązania posadowienia nowej dodatkowej podpory pod kładkę łączącą ciąg komunikacyjny, bez pogorszenia stanu osuwiska,
- wskazanie kategorii geotechnicznej obiektu,
- określenia stanu podłoża budowlanego,
- podanie zasad i danych geotechnicznych i geodynamicznych do opracowania projektu budowlanego kładki najazdowej.

Szczególnie istotne, jest sformułowanie danych do wzmocnienia zbocza, posadowienia i oceny stopnia zagrożenia elementów podłoża budowlanego. Ponadto, wskazanie kategorii geotechnicznej, podanie modelu podłoża geologiczno-inżynierskiego w odniesieniu do stwierdzonych procesów geodynamicznych.

### **Opracowanie swoim zakresem obejmuje przedstawienie:**

- metodyki prowadzonych prac, badań polowych i laboratoryjnych,
- ogólnych informacji geologicznych o terenie lokalizacji podpory,
- geomorfologii, budowy geotechnicznej i warunków gruntowo-wodnych,
- geotechnicznej oceny gruntów występujących w podłożu budowlanym,
- miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych warstw podłoża fundamentowego,
- propozycji kategorii geotechnicznej,
- zaleceń i wniosków końcowych.

#### **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. Rymsza 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 Awary 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](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.,*

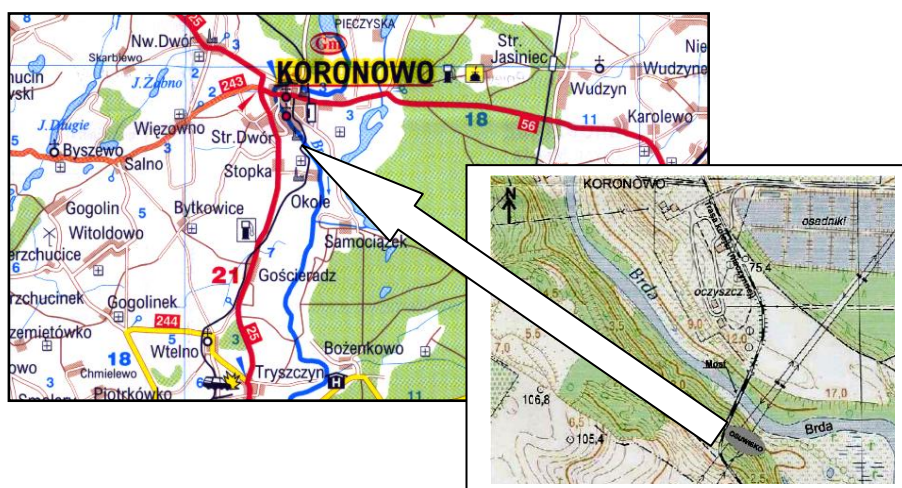
56. Smieszek S. Praca inżynierska – Stateczność osuwiska Wiadukt k. Koronowa, Katedra Geotechniki UTP Bydgoszcz, napisana pod kierunkiem prof. M. Kumor, 2014.
57. Projekt robót geologicznych do przedsięwzięcia: stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11.
58. Decyzja o przyjęciu Projektu robót geologicznych: Starosta Bydgoski Decyzja z dnia 14.02.2014, OŚ.III.6540.3.2013/2014.
59. Smieszek S. Praca inżynierska – Stateczność osuwiska Wiadukt k. Koronowa, Katedra Geotechniki UTP Bydgoszcz, napisana pod kierunkiem prof. M. Kumor, 2014.
60. Projekt robót geologicznych do przedsięwzięcia: stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11.
61. Decyzja o przyjęciu Projektu robót geologicznych: Starosta Bydgoski Decyzja z dnia 14.02.2014, OŚ.III.6540.3.2013/2014.
62. Dokumentacja geologiczno-inżynierska do przedsięwzięcia stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11. Bydgoszcz, marzec 2014 rok. Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Bydgoszcz.
63. Projekt geotechniczny do przedsięwzięcia stabilizacja zbocza w rejonie czynnego osuwiska w Koronowie – Około działka nr ewid. 475/11. Bydgoszcz, marzec 2014 rok. Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna Bydgoszcz.

## 2. CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA

### 2.1. Lokalizacja i opis terenu badań

Dokumentacja geotechniczna wykonywana jest do projektu budowlanego zabezpieczenia stateczności czynnego zbocza WIADUNKT 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.



Rys.1. Lokalizacja osuwiska.

Osuwisko „Wiadukt” jest zlokalizowane na zachodnim (prawym) brzegu rzeki



Brdy w miejscu nasypu kolejowego pod mostem nieczynnej kolejki wąskotorowej.

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 Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej z siedzibą przy ul. Fr. Rogaczewskiego 9/19, 80-804 Gdańsk.

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.*

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.

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

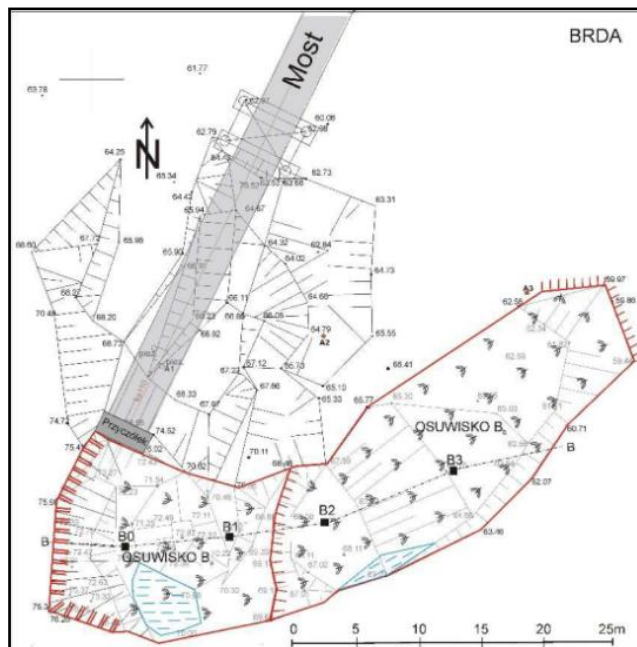
## **2.2. Charakterystyka osuwiska**

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-plioceniczne. Lokalnie można także zaobserwować gliny związane 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.

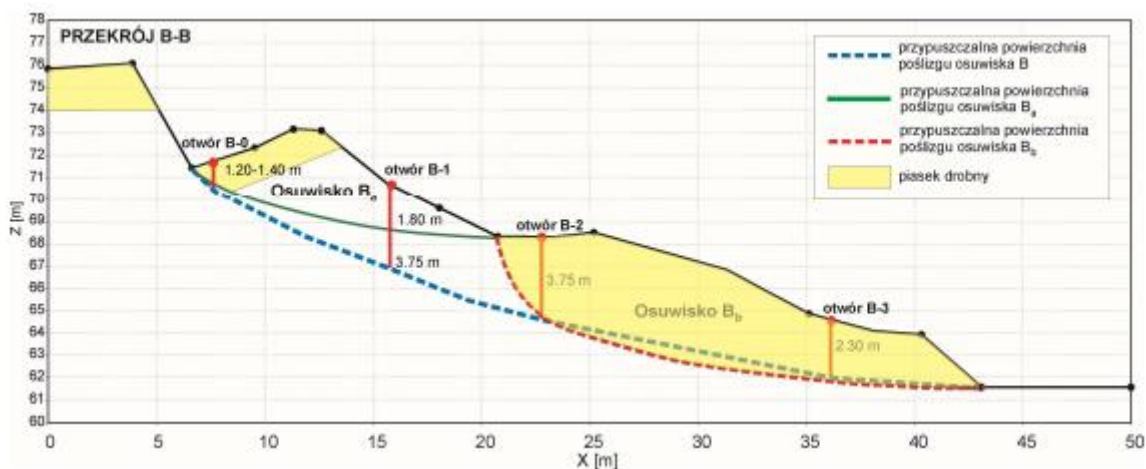
Profil oraz budowę geologiczną zbocza przedstawia rysunek 3 i 4.



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). 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. Wstępne ustalenie kategorii geotechnicznej

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. Podczas przeprowadzania badań ustalone zostaną warunki gruntowe, geologiczne i stopień ich skomplikowania, niezbędne do ustalenia warunków posadowienia, opracowania opinii geotechnicznej i do określenia kategorii geotechnicznej. Co pozwoli na potwierdzenie lub odpowiednio skorygowanie przyjętych założeń odnośnie do kategorii geotechnicznej przez geotechnika i konstruktora.

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

### 3. WYNIKI PRAC GEOTECHNICZNYCH

#### 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.
- **badania laboratoryjne** cech fizycznych gruntów;
- **dane archiwalne z wierceń**; wykorzystano dane archiwalne Geoprojekt Bydgoszcz, Pracownia 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](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              | -                    |
| <b>Razem</b>  | <b>Max 20,0</b>     | <b>247,5</b>      | <b>15 szt.</b>       |



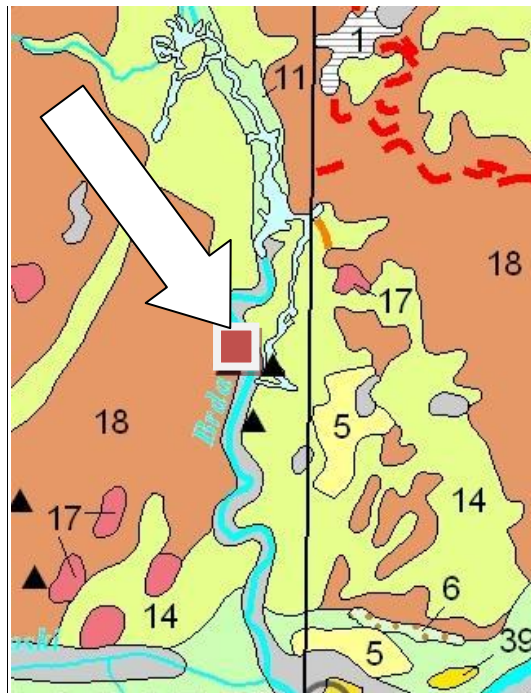
### 3.1.2. Prace kameralne

Przeprowadzone prace i badania zawarto w dokumentacji określającej warunki geotechniczne w rejonie projektowanego obiektu obejmującej:

- opracowanie tekstowe,
- określenie warunków geologiczno-inżynierskich,
- określenie parametrów geotechnicznych,
- przedstawienie modelu budowy geotechnicznej,
- wykaz zagrożeń,
- zalecenia i wytyczne odnośnie do projektowania obiektu,
- karty otworów badawczych, przekroje geotechniczne,
- mapy dokumentacyjnej wyrobisk badawczych.

### 3.2. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną podłoża gruntowego rozpoznano przy pomocy wykonanych otworów badawczych do głębokości 12,0 – 20,0 m p.p.t., oraz danych archiwalnych, rys. 5, 6, określających zasięg badania podłoża do 20 m p.p.t.



Rys. 5. 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. 6.

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





Rys. 6. Wycinek mapy geologicznej Polski rejonu lokalizacji obiektu k. Koronowa.

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.

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

### **CZwartorzęd (Q)**

#### ***Holocen Q2 – plejstocen Q1***

**Holocen Q2** - Reprezentowany jest przez grunty próchniczne i miejscami nasypy niekontrolowane (Q<sub>2</sub> 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 zwałowym. 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 miękkoplastyczny 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 nieciąglego, swobodnego w warstwie utworów piaszczystych nad stropem iłów serii poznańskiej.

### **3.4. Charakterystyka zbocza**

- Dane geometryczne zbocza oraz wymiary strefy zagrożonej (51):

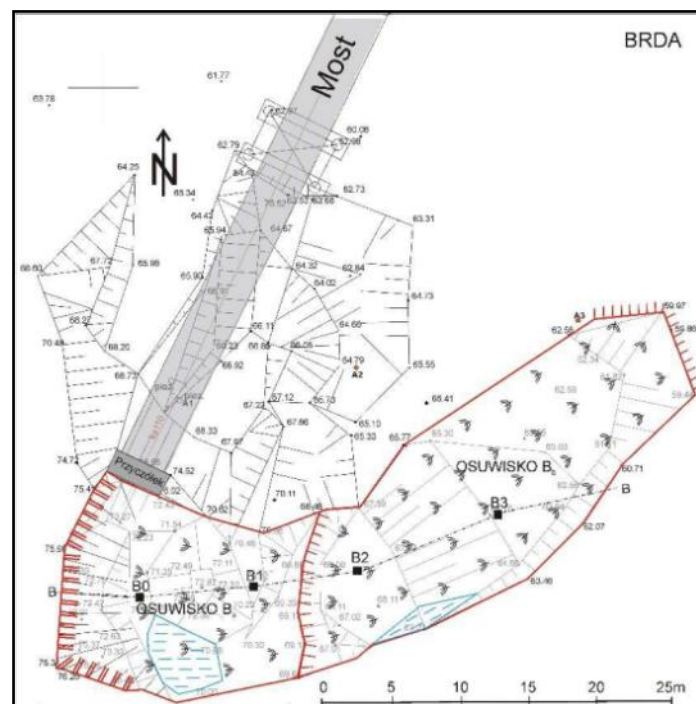
- wysokość zbocza – około 16 m,
- kąt nachylenia zbocza – około 17°,
- długość osuwiska – około 36 m,
- głębokość od powierzchni terenu do powierzchni poślizgu – około 4,5m.

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 6 i 7.



Rys. 6. 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 pod tytułem „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 różnych właściwościach mechanicznych. Zbocze to jest zbudowane zarówno z gruntów niespoistych (piasek wodno-lodowcowy), jak i spoistych (głina morenowa, itp.). 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.

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

### 3.5. 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  $15^\circ$ , czynne procesy osuwiskowe, lokalną zmienność gruntów słabonośnych, zmienną tektoniką podłoża i litogenezę, występowanie niekorzystnych zjawisk geologicznych. Warunki wodne zaliczyć można do zmiennych, zależnych od intensywności opadów atmosferycznych.

Na podstawie analizy warunków gruntowo-wodnych należy przyjąć, że podłoże gruntowe charakteryzuje się skomplikowanymi warunkami geotechnicznymi.

Rozpoznane warunki hydrogeologiczne są typowe dla tej części zboczy osuwisk Doliny Brdy i trudne, narzucają konieczność uwzględnienia w każdym przypadku posadowienia, 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 4.2 – Przekroje geotechniczne oraz opisanego w punkcie 3.

## 4. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH

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 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; ropy pylaste, ropy piaszczyste, gliny pylaste zwarte,
- 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 półzwardym 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 $\pi$ , (+//Ip, I, G $_{I\pi z}$ ) ( $I_L = 0.24$ ),

Ib – I $\pi$ , (+//Ip, I, G $_{I\pi z}$ ) ( $I_L = 0.00$ ).

Warstwa geotechniczna Ia wykazuje podwyższoną i nietypową wilgotność naturalną i stanowi potencjalną 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 pylastych, 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 naziemie 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:

IIa –  $P_d/P_\pi$  ( $I_D = 0,70$ )

IIb –  $P_d+I$  ( $I_D = 0,70$ )

IIc –  $P_s/P_d$  ( $I_D = 0,60$ )

IId –  $P_d/P_\pi$  ( $I_D = 0,70$ )

Warstwa nienawodniona 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 pylastych, 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 geotechniczny podłoża

Na podstawie analizy warunków gruntowo-wodnych należy przyjąć, że **podłoże gruntowe masyw 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.



W przypadku osuwiska „WIADUKT pomiar przemieszczeń zbocza, badano za pomocą metody GPS – RTK oraz tachimetrycznej. 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.

*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,*

*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 należy 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 geotechniczne, obejmuje potencjalną strefę współpracy stabilnego podłoża z konstrukcjami oporowymi.

### 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 projektowanego ustabilizowania osuwiska **proponuje się** do niniejszego przedsięwzięcia **kategorię geotechniczną III w skomplikowanych warunkach gruntowych.**

### 6.2. Zalecenia i wytyczne geotechniczne

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.

#### **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. 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 należy 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.*

*BYDGOSZCZ, kwiecień 2014 r.*

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

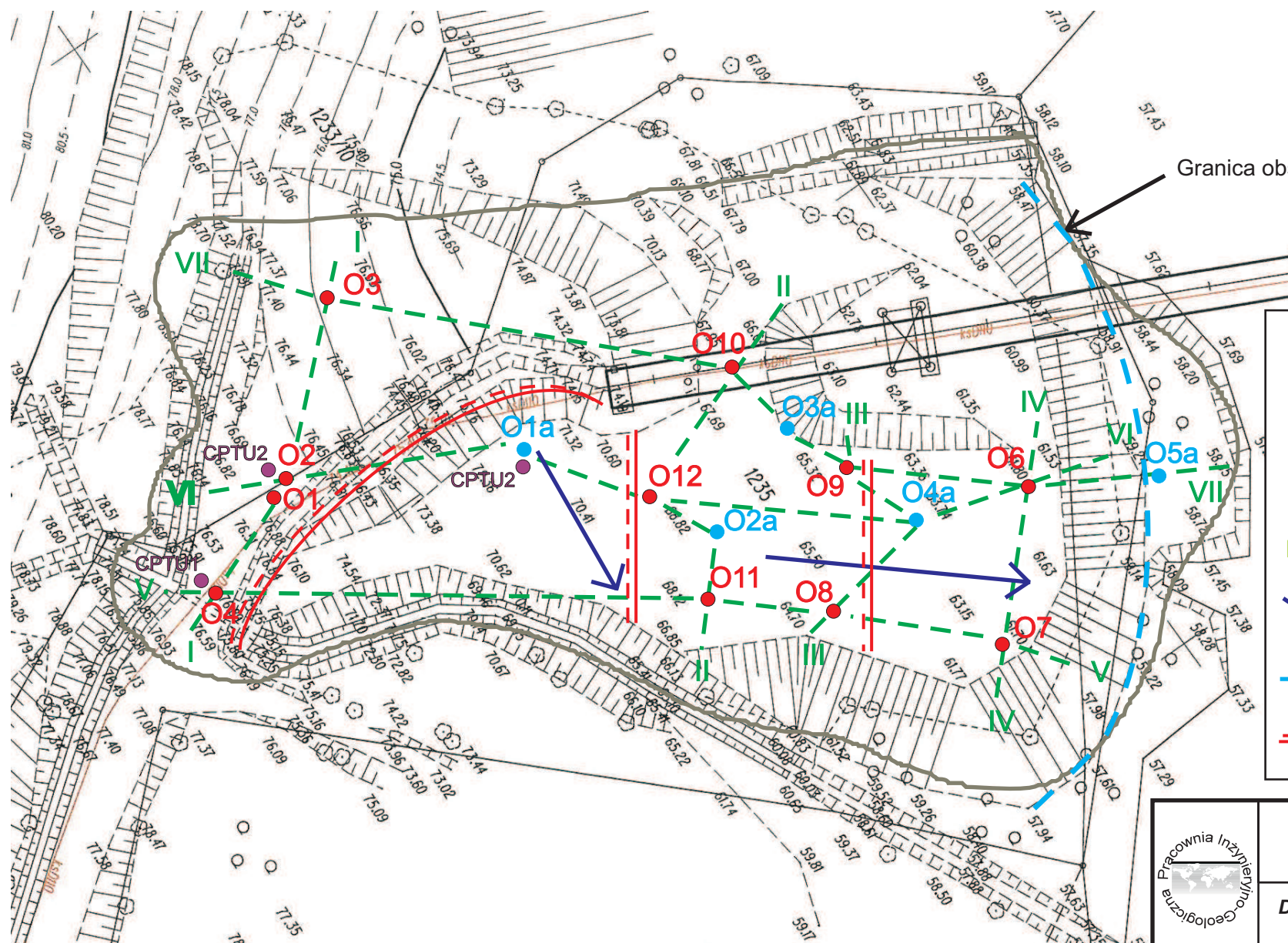


**Załącznik nr 1. - Mapa sytuacyjno lokalizacji w skali 1:25000**



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





Granica obszaru badania

## 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**

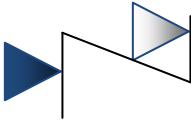
### ZAŁ.1.1. PLAN SYTUACYJNY Z NANIESIENIEM MIEJSCA BADAŃ

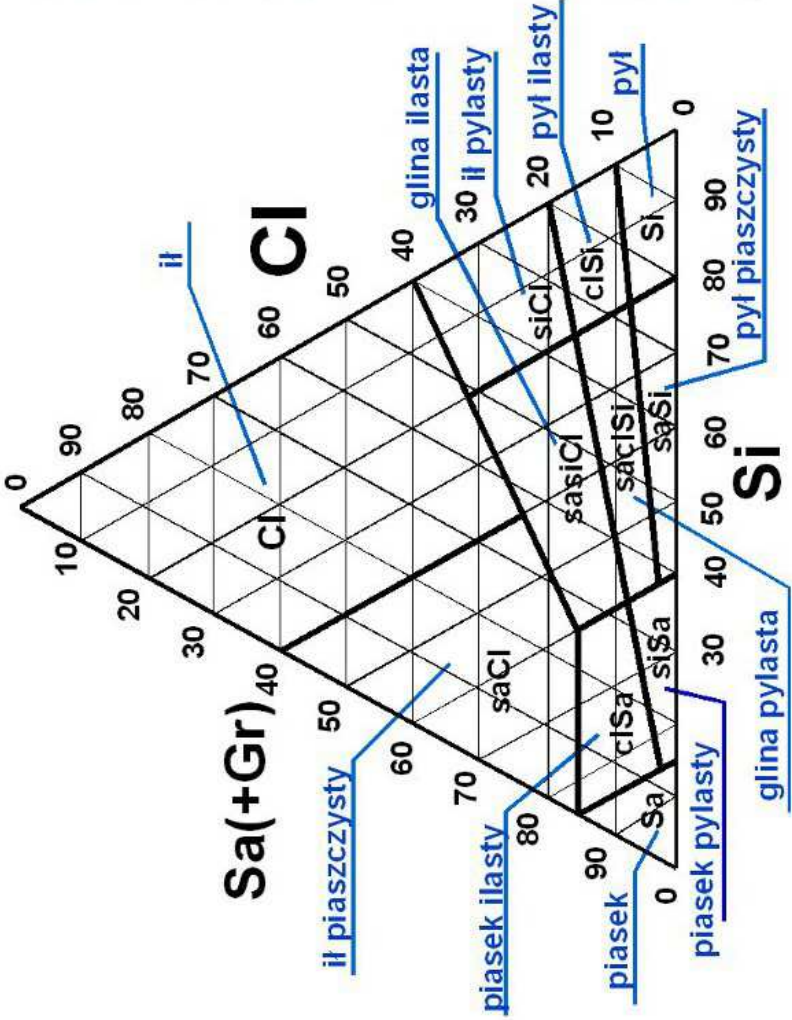
|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| WYKONAŁA    | Inż..Michał Zalesiński    |
| WERYFIKOWAŁ | Prof.Dr Hab.Inż.M.K.Kumor |



| 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        |
| Grupy drobne                | piasek drobny (Fine sand)   | FSa     | >0,063 do 2,0       |
|                             | 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    |
| il (Clay)                   |                             | Cl      | ≤0,002              |

| WODA GRUNTOWA I WILGOTNOŚĆ GRUNTU<br>(GROUND WATER AND SOIL MOISTURE)                 |                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div><div>s</div><div>mw</div><div>w</div><div>m</div><div>nw</div></div>             | 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<br>( <i>drilled and stabilized water table</i> ) |
|  | Ustabilizowany poziom wody<br>( <i>stabilized water table</i> )                          |
|                                                                                       | Nawiercony poziom wody<br>( <i>drilled water table</i> )                                 |

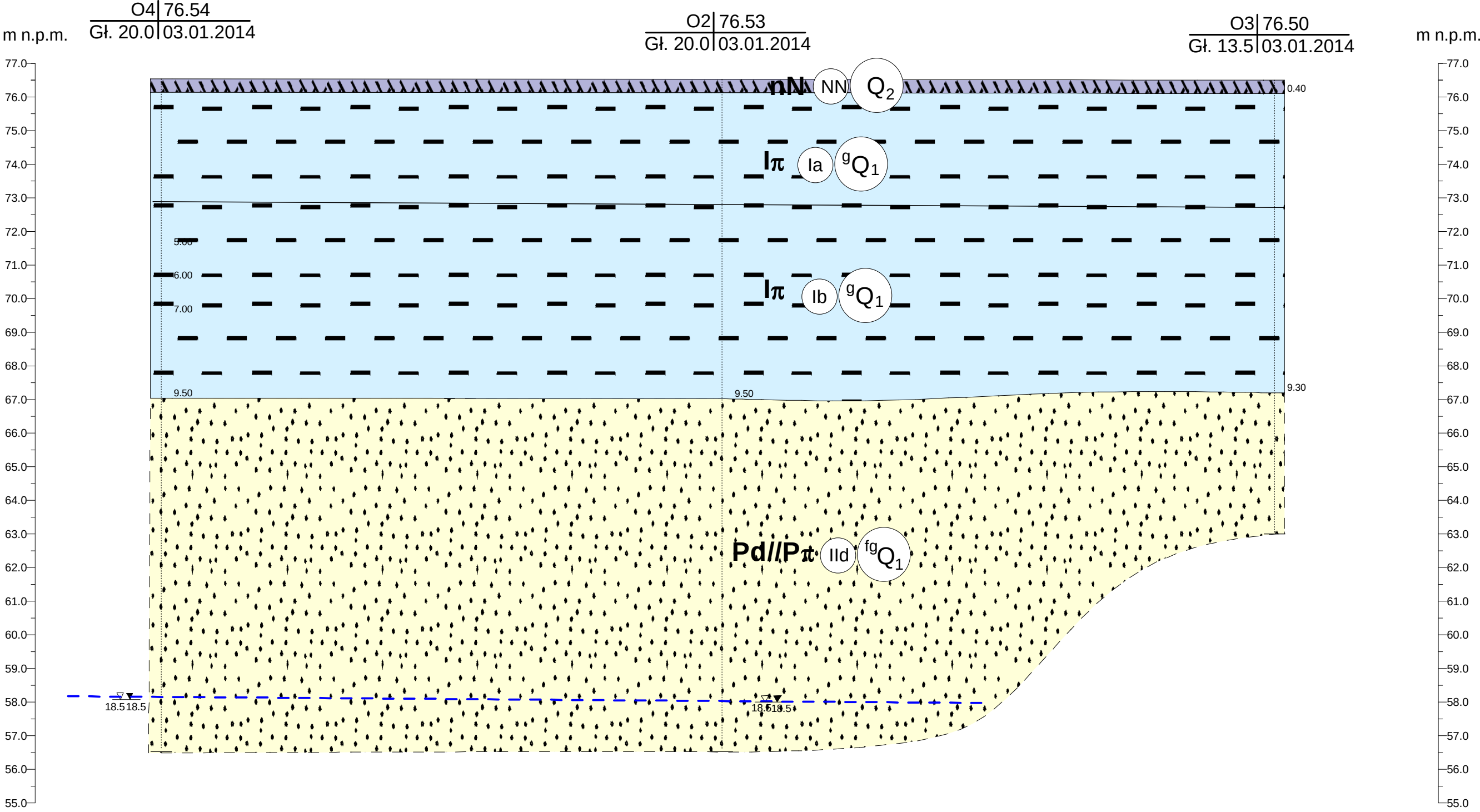


| FRAKCJE GRUNTU (SOIL FRACTION)                                       |                                     |      |       |         |                                       |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|-------|---------|---------------------------------------|
| fi                                                                   | 0,002                               | frr  | 0,050 | fp      | 2,0                                   |
| fi                                                                   | 0,002                               | frr  | 0,063 | fp      | 2,0                                   |
| (Cl)                                                                 | (Si)                                | (Sa) | (Gr)  | (Co-Bo) |                                       |
| ZAGĘSZCZENIE GRUNTÓW NIESPOISTYCH<br>(NON-COHESIVE SOILS COMPACTING) |                                     |      |       |         |                                       |
| 0                                                                    | In                                  | 0,33 | szg   | 0,67    | zg                                    |
| 0                                                                    | bln                                 | 15   | In    | 35      | szg                                   |
| 0                                                                    | bln                                 | 15   | In    | 35      | szg                                   |
| bln                                                                  | bardzo luźny (very loose)           |      |       |         | In - luźny (loose)                    |
| szg                                                                  | średniozagęszczony (moderate dense) |      |       |         | zg - zagęszczony (dense)              |
| bzg                                                                  | bardzo zagęszczony (very dense)     |      |       |         |                                       |
| KONSYSTENCJA GRUNTÓW SPOISTYCH<br>(COHESIVE SOILS CONSISTENCY)       |                                     |      |       |         |                                       |
| IL                                                                   | zw                                  | pzw  | tpl   | pl      | mpl                                   |
| IL                                                                   | 0,00                                | 0,25 | 0,50  | 0,75    | 1,00                                  |
| IL                                                                   | bzw/zw                              | tpl  | pl    | mpl     | pt                                    |
| IL                                                                   | 1,00                                | 0,75 | 0,50  | 0,25    | 0,00                                  |
| zw                                                                   | zwały (solid)                       |      |       |         | pl - plastyczny (plastic)             |
| pzw                                                                  | półzwały (semi solid)               |      |       |         | mpl - miękkoplastyczny (soft plastic) |
| tpl                                                                  | twardoplastyczne (hard plastic)     |      |       |         | pt - płynny (liquid)                  |

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

| OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE             |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     | PARAMETRY GEOTECHNICZNE wg (częściowo) PN-81/B-03020                          |                                                                                |                                         |                      |                       |                      |                     |           |                                                                                                    |                                |                     |  |                             |                     |                       |        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-----------------------------|---------------------|-----------------------|--------|
|                                     |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     | wartość charakterystyczna $\chi^{(n)}$<br>współczynnik materiałowy $\gamma_m$ |                                                                                |                                         |                      |                       |                      |                     |           | a - parametr ustalony metodą A<br>b - parametr ustalony metodą B<br>c - parametr ustalony metodą C |                                |                     |  |                             |                     |                       |        |
|                                     |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     | 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 <sub>D</sub>       | I <sub>L</sub>        |                      |                     |           |                                                                                                    | W <sub>n</sub> %               | γ kNm <sup>-3</sup> |  |                             |                     |                       | C' 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 gkacjalna serii poznafckiej              | Utwory kry glacialnej – Mio-pliocenijskie grunty rodzime, mineralne, spoiste i bardzo spoiste; iły pylaste, iły piaszczyste, gliny pylaste zwiezle. | Ia                                                                            | Iπ, (+//Ip, I, GΠz)                                                            | D                                       | -                    | a<br>0,24             | a<br>27              | b<br>20,0           | a<br>17,8 | a<br>23,8                                                                                          | a<br>8,4                       |                     |  | a<br>125,9                  |                     | a<br>120              |        |
|                                     |                                                  | Ib                                           | Iπ, (+//Ip, I, GΠz)                                                                                                                                 | -                                                                             | a<br>0,00                                                                      |                                         | a<br>19              | b<br>21,5             | a<br>24,5            | a<br>27,5/7,5       | a<br>41   |                                                                                                    |                                | a<br>260,6          |  | a<br>>400                   |                     |                       |        |
|                                     | Pleistocen – Q1                                  | Fluwio-glacialne                             | Piaszki drobne, średnie i grube, pospółki miejscami zaglinione pochodzenia wodnolodowcowego (fg)                                                    | Ila                                                                           | P <sub>d</sub> //P <sub>π</sub>                                                |                                         | 0,70 a               |                       | 14                   | b                   |           | 30 a                                                                                               | 70                             |                     |  |                             |                     |                       |        |
|                                     |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     | Ilib                                                                          | P <sub>d</sub> + I                                                             |                                         | 0,70 a               |                       | 15                   | b                   |           | 27 a                                                                                               | 70                             |                     |  |                             |                     |                       |        |
|                                     |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     | Ilc                                                                           | P <sub>s</sub> //P <sub>d</sub>                                                |                                         | 0,60 a               |                       | 14                   | b                   |           | 31 a                                                                                               | 80                             |                     |  |                             |                     |                       |        |
| Ild                                 |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     | P <sub>d</sub> //P <sub>π</sub>                                               | 0,70 a                                                                         |                                         | 14                   |                       | 18,5                 | 30 a                |           | 70                                                                                                 |                                |                     |  |                             |                     |                       |        |
| Zastoisłowe                         | Namuly piaszczyste (li)<br>Zastoisłowe aluwialne | III                                          | Nmp (P <sub>s</sub> //P <sub>d</sub> + OM)                                                                                                          |                                                                               | 0,60 a                                                                         |                                         | 23                   | b                     |                      | 30 a                | b         |                                                                                                    |                                |                     |  |                             |                     |                       |        |
| UWAGI: γ <sub>m</sub> = 1 +/- 0,10  |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     |                                                                               |                                                                                |                                         |                      |                       |                      |                     |           |                                                                                                    |                                |                     |  |                             |                     |                       |        |
| Sporządził: mgr inż. Łukasz Kumor   |                                                  |                                              |                                                                                                                                                     |                                                                               |                                                                                |                                         |                      |                       |                      |                     |           |                                                                                                    |                                |                     |  |                             |                     |                       |        |

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI I-I

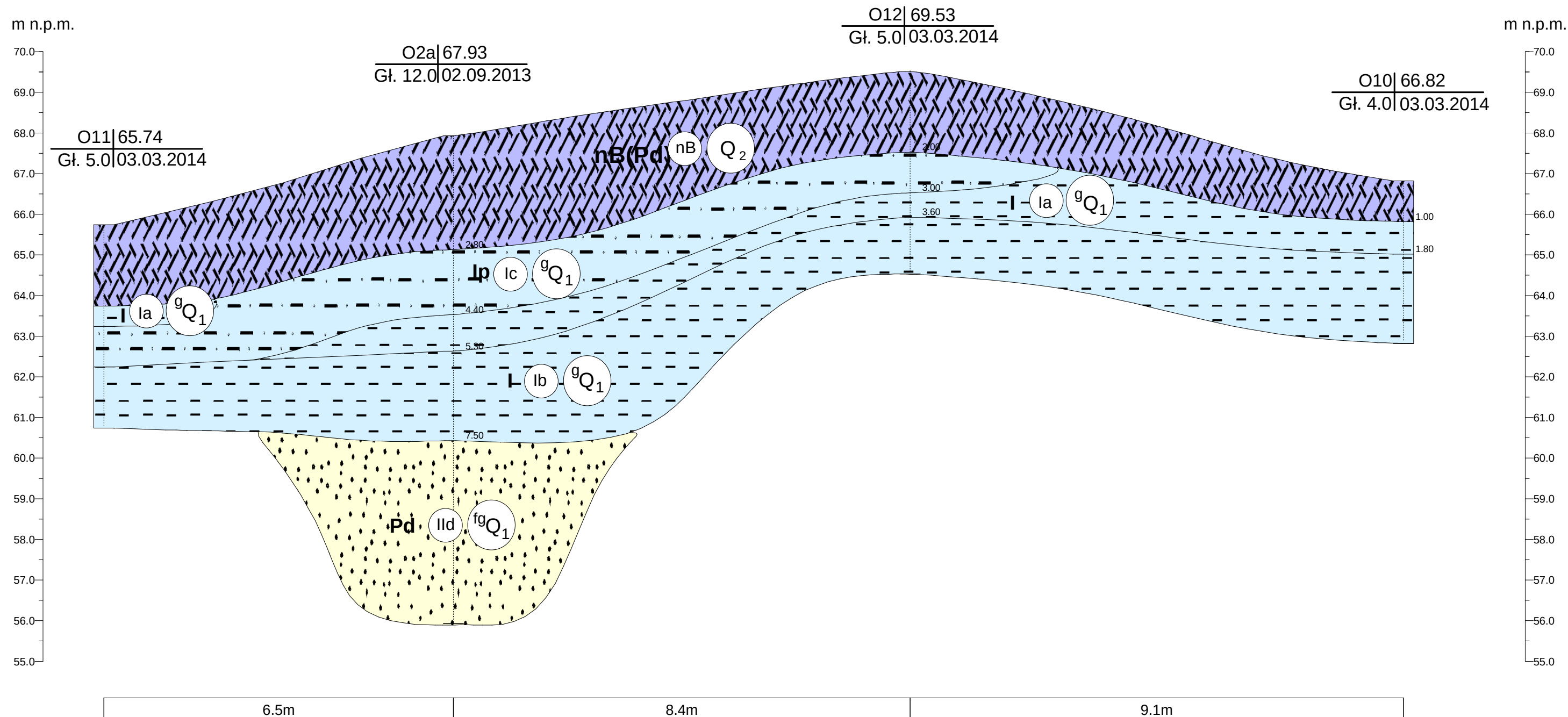


Legenda:

- nasyp
- piasek drobny
- piasek średni
- il

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

S PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI II-II N



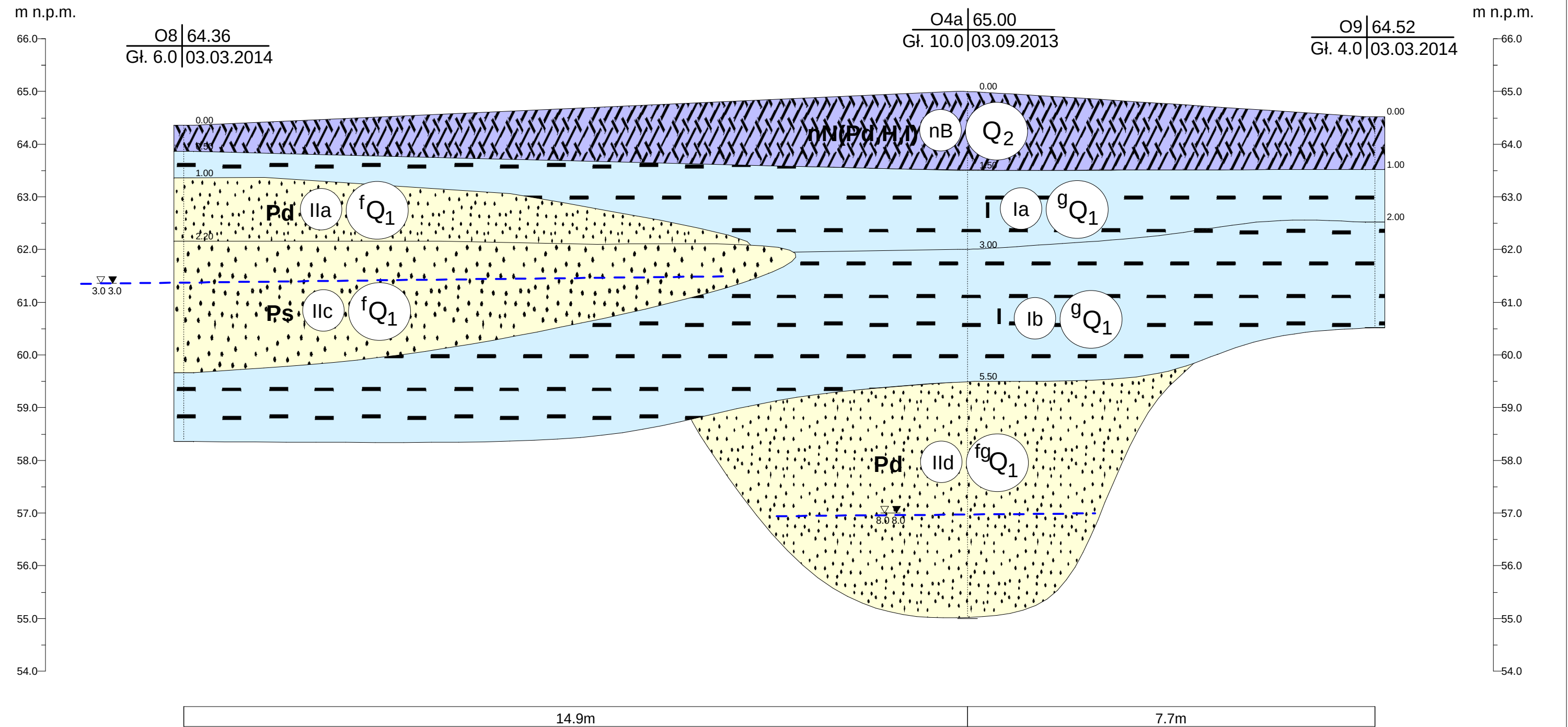
Legenda:

- nasyp budowlany
- piasek drobny
- ił
- ił piaszczysty

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



S PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI III-III N



Legenda:

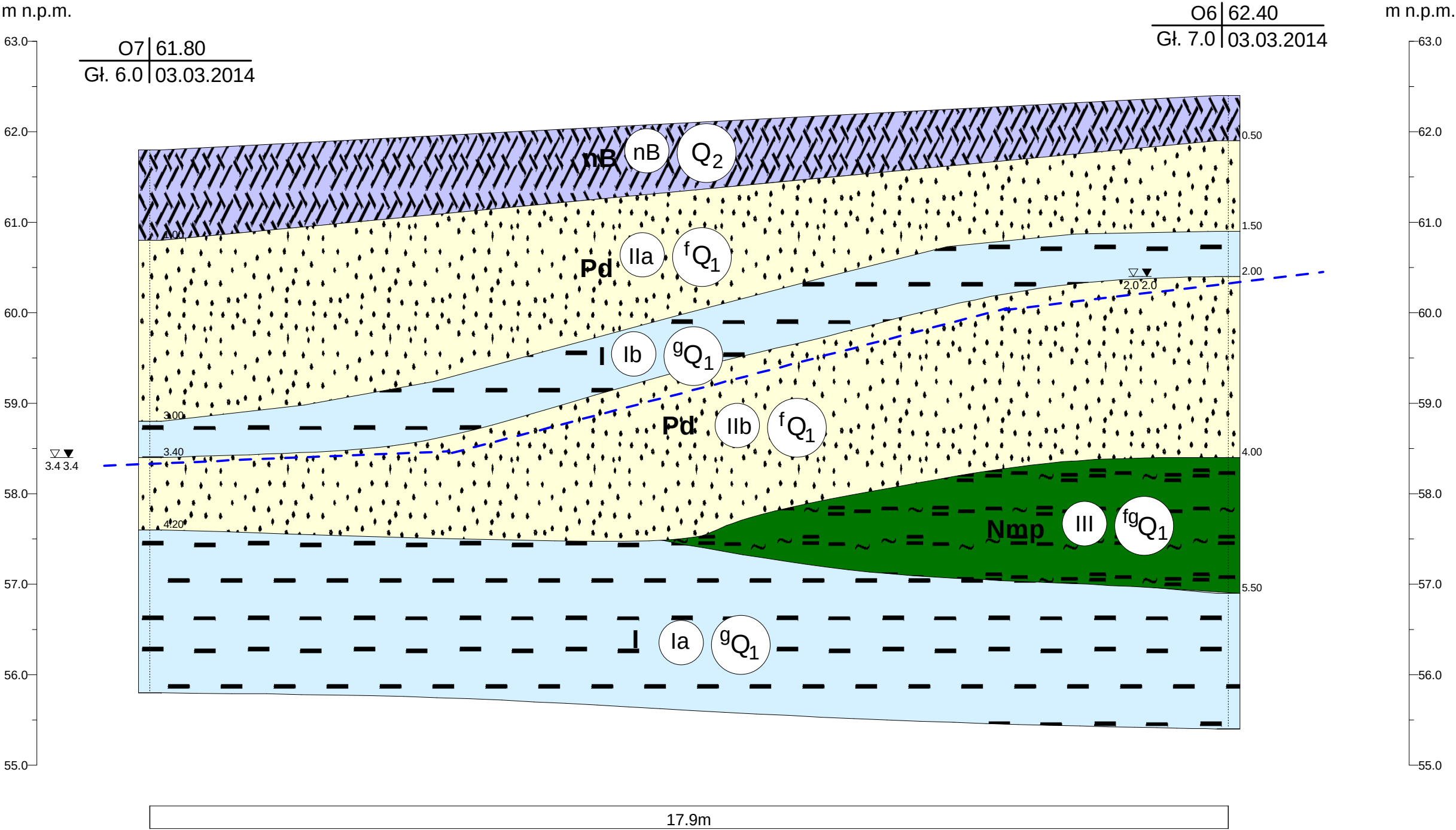
- nasyp
- Piasek średni + kamienie
- piasek drobny
- ił
- piasek średni
- ił piaszczysty

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

Skala  
1: 75/75

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI IV-IV

S N



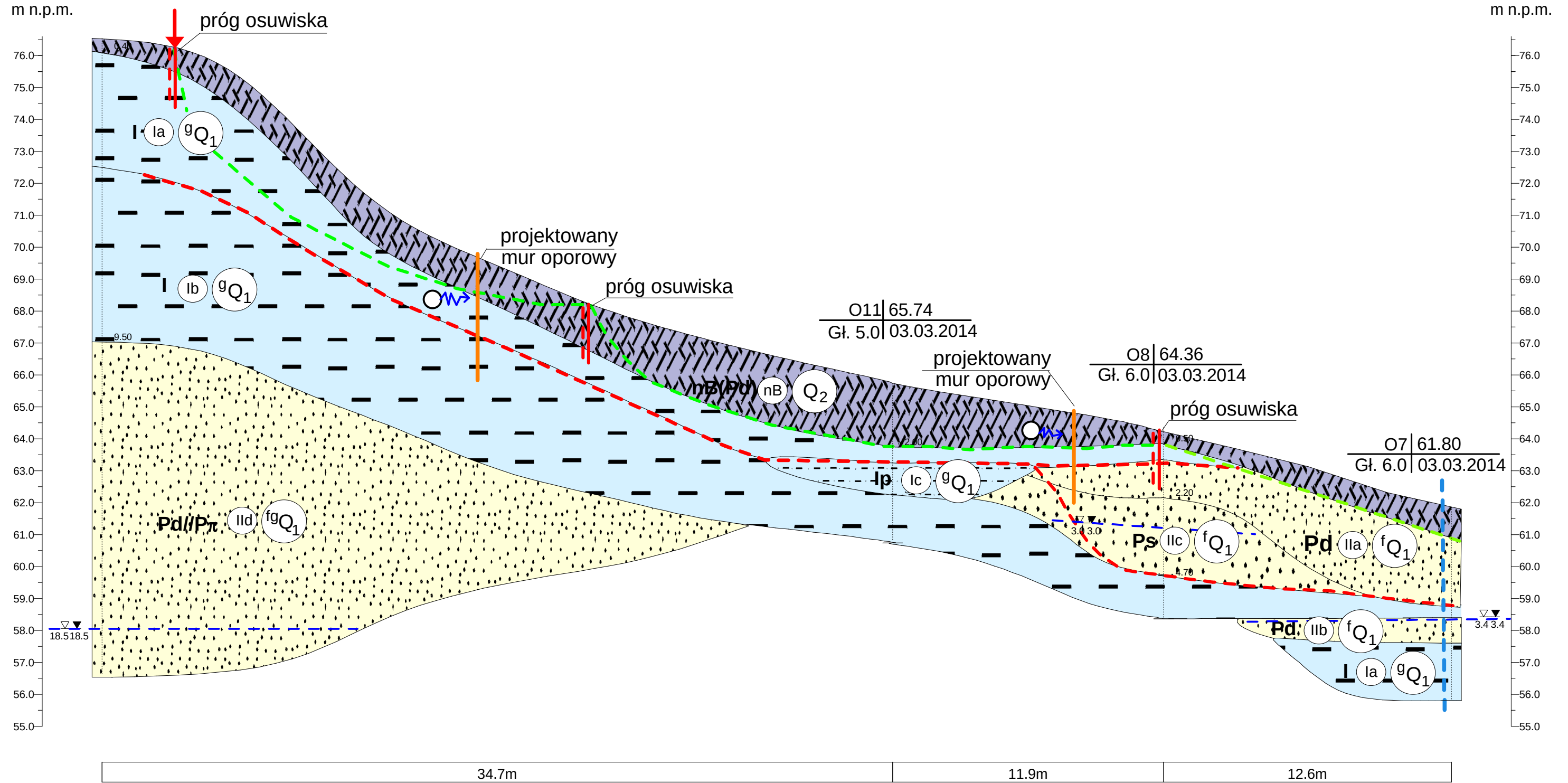
Legenda:

- namuł piaszczysty
- piasek drobny
- ił

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

## E

|          |            |
|----------|------------|
| O4       | 76.54      |
| Gł. 20.0 | 03.01.2014 |



**Legenda:**

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

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

## E

m n.p.m. | próg osuwiska

m n.p.m.



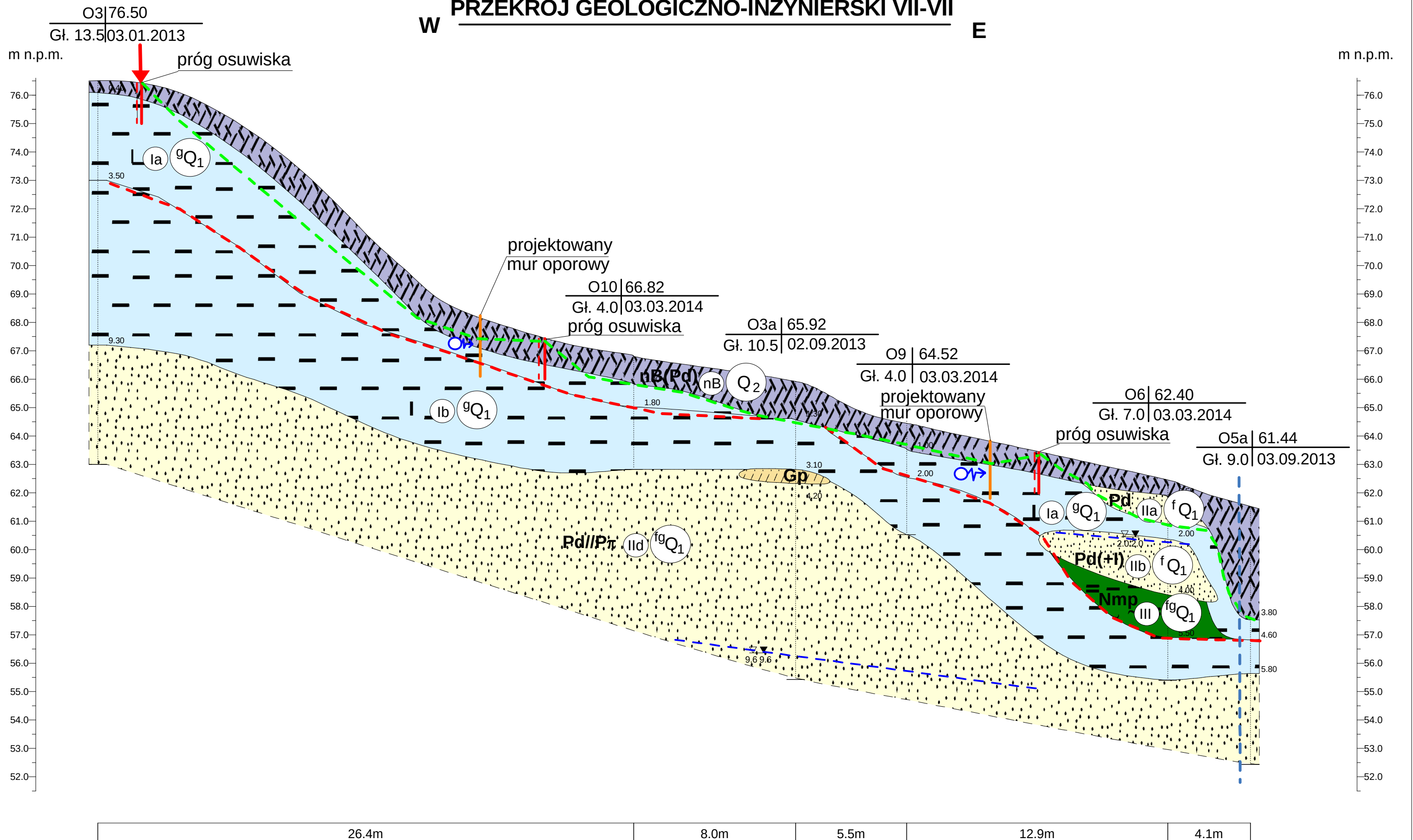
|               |  |
|---------------|--|
| Zał.Nr<br>4.6 |  |
|---------------|--|

|                   |  |
|-------------------|--|
| Skala             |  |
| $\frac{150}{125}$ |  |

Rysunek wykonano programem "GeoStar"



W PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI VII-VII E



Legenda:

- nasyp budowlany
- glina piaszczysta
- namuł piaszczysty
- piasek drobny
- it

- 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