



**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY**  
JEDNOSTKA BADAWCZO-ROZWOJOWA Krajowy Rejestr Sądowy 0000122099

**ODDZIAŁ KARPACKI W KRAKOWIE**

*im. Prof. Mariana Książkiewicza*

31-560 KRAKÓW, ul. Skrzatów 1

tel./fax: Sekretariat 012-411-26-32, Centrala: 012-411-38-22, 012-411-58-44

NIP 525-000-40-40

REGON 000332133-00058

E-mail: sekretariat.ok@pgi.gov.pl



PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUG  
GEOLOGICZNO-LABORATORYJNYCH  
"CHEMKOP-LABOR GEO" Sp. z o.o.

ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków

tel.: 012 634-36-31, 012 632-78-04

fax: 012 632-58-47

e-mail: laborgeo@laborggeo.krakow.pl

**Dokumentacja geologiczno – inżynierska  
dla określenia stabilności osuwisk w rejonie  
Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie  
wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem  
obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia map ruchów  
masowych**

Opracowanie wykonano na zlecenie  
Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie,  
ul. Marszałka J. Piłsudskiego 22, 31-109 Kraków

Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego  
Departament Środowiska i Rozwoju Obszarów Wiejskich

przyjęto dnia 13.06.2007

pismem nr SW.V.UZ. 7531-1102

Kraków, maj 2007 r.

Inspektor  
*Umiędl Żero*  
mgr inż. Krzysztof Żero



# PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

JEDNOSTKA BADAWCZO-ROZWOJOWA

Krajowy Rejestr Sądowy 0000122099

## ODDZIAŁ KARPACKI W KRAKOWIE

*im. Prof. Mariana Książkiewicza*

31-560 KRAKÓW, ul. Skrzatów 1

tel./fax: Sekretariat 012-411-26-32, Centrala: 012-411-38-22, 012-411-58-44

NIP 525-000-40-40

REGON 000332133-00058

E-mail: sekretariat.ok@pgi.gov.pl



PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUG  
GEOLOGICZNO-LABORATORYJNYCH

"CHEMKOP-LABORGEO" Sp. z o.o.

ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków

tel.: 012 634-36-31, 012 632-78-04

fax: 012 632-58-47

e-mail: laborggeo@laborggeo.krakow.pl

**Dokumentacja geologiczno – inżynierska  
dla określenia stabilności osuwisk w rejonie  
Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie  
wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz  
wytycznymi dla sporządzenia map ruchów masowych**

**Opracowanie wykonano na zlecenie  
Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie,  
ul. Marszałka J. Piłsudskiego 22, 31-109 Kraków**

Opracowali:

.....  
dr inż. Józef Chowaniec – kier. tematu  
nr upr. 040254

.....  
mgr inż. Maciej Borowiec

.....  
mgr inż. Piotr Freiwald  
nr upr. VII-1317

.....  
mgr inż. Grażyna Gaszyńska-Freiwald

.....  
mgr inż. Sebastian Jurczak  
nr upr. VI-0391

.....  
mgr inż. Piotr Owsiak

.....  
mgr inż. Robert Patorski  
nr upr. V-1310

.....  
mgr inż. Krzysztof Witek  
nr upr. 050987

DYREKTOR  
Oddziału Karpackiego  
Państwowego Instytutu Geologicznego  
dr inż. Józef Chowaniec

Kraków, maj 2007 r.

## Spis treści części:

1. Wstęp.....	8
2. Cel badań.....	9
3. Ogólna charakterystyka inwestycji .....	10
4. Przegląd i analiza istniejących wyników badań geologiczno-inżynierskich .....	12
5. Lokalizacja terenu badań.....	13
6. Budowa geologiczna obszaru badań .....	15
6.1. Litologia i stratygrafia.....	16
6.1.1. Utwory przedczwartorzędowe (fliszowe) .....	16
6.1.2. Utwory czwartorzędowe .....	18
7. Warunki hydrogeologiczne .....	19
7.1. Poziom czwartorzędowy .....	19
7.2. Poziom paleogeńsko-kredowy (fliszowy).....	20
8. Opis wykonanych prac .....	21
8.1. Prace geologiczne.....	22
8.2. Prace geofizyczne.....	22
8.3. Prace wiertnicze .....	23
8.4. Prace geodezyjne.....	26
8.5. Badania laboratoryjne .....	26
8.6. Prace kameralne .....	31
9. Charakterystyka osuwisk.....	31
9.1. Charakterystyka osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia map ruchów masowych”.....	31
9.2. Charakterystyka osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryków – Zembrzyce”.....	42
9.3. Charakterystyka osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba”.....	51
10. Charakterystyka i ocena warunków geotechnicznych w obszarach      rozpatrywanych osuwisk.....	53
11. Opis rejonów geologiczno-inżynierskich.....	54
11.1 Opis rejonów geologiczno-inżynierskich w obszarach osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia map ruchów masowych”.....	55

11.2. Opis rejonów geologiczno-inżynierskich w obszarach osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryków – Zembrzyce” .....	59
11.3. Opis rejonów geologiczno-inżynierskich w obszarach osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba” .....	61
12. Program monitoringu geodezyjnego. ....	62
13. Wytyczne do sporządzenia Mapy Ruchów Masowych.....	70
14. Prognoza oddziaływania sieci monitoringu na środowisko naturalne .....	72
15. Podsumowanie i wnioski.....	72
16. Spis literatury i opracowań archiwalnych .....	75

### **Spis załączników graficznych:**

- Załącznik A.1. Mapa lokalizacji terenu badań w rejonie projektowanego Zbiornika Wodnego Świnna Poręba w skali 1 : 10 000
- Załącznik A.2. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Sucha Beskidzka (1014) – rejon Zbiornika Wodnego Świnna Poręba
- Załącznik A.3.1. Mapa dokumentacyjna osuwisk nr 7, 3, 6
- Załącznik A.3.2. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 12
- Załącznik A.3.3. Mapa dokumentacyjna osuwisk nr 13, 14
- Załącznik A.3.4. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 5
- Załącznik A.3.5. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 21
- Załącznik A.3.6. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 22L
- Załącznik A.3.7. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 20
- Załącznik A.3.8. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 19
- Załącznik A.3.9. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 18
- Załącznik A.3.10. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 1B
- Załącznik A.4.1. Przekrój geologiczno-inżynierski I-I' – osuwisko nr 6
- Załącznik A.4.2. Przekrój geologiczno-inżynierski II-II' – osuwisko nr 3
- Załącznik A.4.3. Przekrój geologiczno-inżynierski III-III' – osuwisko nr 7
- Załącznik A.4.4. Przekrój geologiczno-inżynierski IV-IV' – osuwisko nr 12
- Załącznik A.4.5. Przekrój geologiczno-inżynierski V-V' – osuwisko nr 13
- Załącznik A.4.6. Przekrój geologiczno-inżynierski VI-VI' – osuwisko nr 14
- Załącznik A.4.7. Przekrój geologiczno-inżynierski VII-VII' – osuwisko nr 5
- Załącznik A.4.8. Przekrój geologiczno-inżynierski VIII-VIII' – osuwisko nr 21
- Załącznik A.4.9. Przekrój geologiczno-inżynierski IX-IX' – osuwisko nr 22L
- Załącznik A.4.10. Przekrój geologiczno-inżynierski X-X' – osuwisko nr 20
- Załącznik A.4.11. Przekrój geologiczno-inżynierski XI-XI' – osuwisko nr 19
- Załącznik A.4.12. Przekrój geologiczno-inżynierski XII-XII' – osuwisko nr 18
- Załącznik A.4.13. Przekrój geologiczno-inżynierski XIII-XIII' – osuwisko nr 1B
- Załącznik A.5.1. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwisk nr 7, 3, 6
- Załącznik A.5.2. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 12
- Załącznik A.5.3. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwisk nr 13, 14

Zał. A.5.4. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwiska nr 5  
 Zał. A.5.5. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 21  
 Zał. A.5.6. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 22I  
 Zał. A.5.7. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 20  
 Zał. A.5.8. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 19  
 Zał. A.5.9. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwiska nr 18  
 Zał. A.5.10. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 1B  
 Zał. A.6.1. – A.6.27. Karty dokumentacyjne otworów badawczych  
 Zał. A.7.1. – A.7. Karty dokumentacyjne archiwalnych wyrobisk górniczych (szybików)  
 Zał. A.8. Wypis profili geologicznych archiwalnych wyrobisk górniczych (szybików)  
 Zał. B.1.1. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 2  
 Zał. B.1.2. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 23  
 Zał. B.1.3. Mapa dokumentacyjna osuwisk nr 8, 9, 22  
 Zał. B.1.4. Mapa dokumentacyjna osuwisk nr 10, 11b  
 Zał. B.1.5. Mapa dokumentacyjna osuwiska nr 11a  
 Zał. B.2.1. Przekrój geologiczno-inżynierski I-I' – osuwisko nr 2  
 Zał. B.2.2. Przekrój geologiczno-inżynierski II-II' – osuwisko nr 23  
 Zał. B.2.3. Przekrój geologiczno-inżynierski III-III' – osuwisko nr 23  
 Zał. B.2.4. Przekrój geologiczno-inżynierski IV-IV' – osuwisko nr 8  
 Zał. B.2.5. Przekrój geologiczno-inżynierski V-V' – osuwisko nr 9  
 Zał. B.2.6. Przekrój geologiczno-inżynierski VI-VI' – osuwisko nr 22  
 Zał. B.2.7. Przekrój geologiczno-inżynierski VII-VII' – osuwisko nr 10  
 Zał. B.2.8. Przekrój geologiczno-inżynierski VIII-VIII' – osuwisko nr 11b  
 Zał. B.2.9. Przekrój geologiczno-inżynierski IX-IX' – osuwisko nr 11b  
 Zał. B.2.10. Przekrój geologiczno-inżynierski X-X' – osuwisko nr 11a  
 Zał. B.2.11. Przekrój geologiczno-inżynierski XI-XI' – osuwisko nr 11a  
 Zał. B.3.1. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 2  
 Zał. B.3.2. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 23  
 Zał. B.3.3. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwisk nr 8, 9, 22  
 Zał. B.3.4. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwisk nr 10, 11b  
 Zał. B.3.5. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich osuwiska nr 11a

Załącznik B.4.1. – B.4.51. Karty dokumentacyjne otworów badawczych

Załącznik C.1.1. Mapa dokumentacyjna - osuwisko nr 1a

Załącznik C.1.2. Mapa dokumentacyjna - osuwisko nr 1c

Załącznik C.1.3. Mapa dokumentacyjna - osuwisko nr 17

Załącznik C.1.4. Mapa dokumentacyjna - osuwisko nr 16

Załącznik C.2.1. – C.2.30. Karty dokumentacyjne otworów badawczych

Załącznik C.3.1. Przekrój geologiczno-inżynierski I-I' - przez osuwisko nr 1a

Załącznik C.3.2. Przekrój geologiczno-inżynierski II-II' - przez osuwisko nr 1c

Załącznik C.3.3. Przekrój geologiczno-inżynierski III-III' - przez osuwisko nr 17

Załącznik C.3.4. Przekrój geologiczno-inżynierski IV-IV' - przez osuwisko nr 16

Załącznik C.4.1. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwisko 1a

Załącznik C.4.2. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwisko 1c

Załącznik C.4.3. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwisko 17

Załącznik C.4.4. Mapa rejonów geologiczno-inżynierskich – osuwisko 16

#### **Spis załączników tekstowych:**

Załącznik tekst. 1. Decyzja zatwierdzenia „Projektu prac geologicznych dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia mapy ruchów masowych”.

Załącznik tekst. 2. Dokumentacja geotechniczna dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie.

Załącznik tekst. 3. Dokumentacja badań geofizycznych dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie (monitoring i mapa ruchów masowych).

Załącznik tekst. 4. Raport z pomiarów inklinometrycznych zerowych w otworach na osuwiskach w rejonie Zbiornika Wodnego w Świnnej Porębie. Etap III.

Załącznik tekst. 5. Notatka służbowa dotycząca zmiany lokalizacji otworów oraz z niektórych rezygnacji i przegłębienia.

**Dokumentacja fotograficzna rdzeni wiertniczych dołączona na nośniku CD**

## 1. Wstęp

Opracowanie pt. „Dokumentacja geologiczno – inżynierska dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia map ruchów masowych” wykonano na podstawie umowy nr 65/IDR/2006 z dnia 22.06.2006 r. zawartej między Regionalnym Zarządem Gospodarki Wodnej w Krakowie a Przedsiębiorstwem Geologicznym Budownictwa Wodnego HYDROGEO oraz Umowy Konsorcjum z dnia 24.05.2006 r. zawartej między uczestnikami Konsorcjum w składzie:

- Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków,
- Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
- Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa,
- Przedsiębiorstwo Usług Geologiczno – Laboratoryjnych CHEMKOP-LABORGEO Spółka z o.o., ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków.

Uczestnicy Konsorcjum podzielili między sobą zakres prac przewidzianych w „Projekcie prac geologicznych...” według następującego harmonogramu:

- Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego HYDROGEO – prace wiertniczo-montażowe wraz z zabudową inklinometrów, dozór geologiczny wierceń,
- Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych - prace geofizyczne,
- Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Karpacki – nadzór geologiczny wierceń, wykonanie cz. I dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Przedsiębiorstwo Usług Geologiczno – Laboratoryjnych CHEMKOP-LABORGEO - pobór prób i wykonanie badań laboratoryjnych,
- Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki – pobór prób i wykonanie badań laboratoryjnych, prace geodezyjne, sporządzenie cz. II dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i geotechnicznej.

Dokumentację wykonano w oparciu o zatwierdzony przez Wojewodę Małopolskiego decyzją nr ŚR.V.BA.7430-2-05 z dnia 24.06.2005 r. (zał. tekst. nr 1) „Projekt prac geologicznych dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia mapy ruchów masowych” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005). Niniejsza dokumentacja stanowi kontynuację i uzupełnienie badań w ramach wcześniej opracowanych



dokumentacji geologiczno-inżynierskich dla projektowanego Zbiornika Wodnego Świnna Poręba.

Dokumentację geologiczno-inżynierską wykonano w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego oraz w Przedsiębiorstwie Usług Geologiczno – Laboratoryjnych CHEMKOP-LABOR GEO. Autorami opracowania jest zespół w składzie: dr inż. Józef Chowaniec – kierownik tematu, mgr inż. Maciej Borowiec, mgr inż. Piotr Freiwald, mgr inż. Grażyna Gaszyńska-Freiwald, mgr inż. Sebastian Jurczak, mgr inż. Piotr Owsiak, mgr inż. Robert Patorski i mgr inż. Krzysztof Witek.

Dokumentacja została opracowana w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, Dz. Ustaw nr 201, poz. 1673, Instrukcję badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych opracowaną przez GDDP z 1998 roku oraz Instrukcję obserwacji i badań osuwisk drogowych opracowaną przez GDDP i wydaną w 1999 roku (Nowacki i in. 1999), a także o „Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno – inżynierskich” wydane w 1999 r. (Bażyński i in., 1999).

## **2. Cel badań**

Konieczność opracowania niniejszej dokumentacji prac geologiczno – inżynierskich powstała w związku z potrzebą aktualizacji zasięgu osuwisk nr 5, 12, 13, 14, 1b, 18, 19, 20, 22L, 21 występujących w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanego Zbiornika Wodnego Świnna Poręba. Wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej umożliwiło precyzyjne rozpoznanie warunków występowania ruchów masowych i budowy geologicznej badanego rejonu. Celem dokumentacji było również ustalenie parametrów geotechnicznych dla poszczególnych warstw, co umożliwiło ocenę warunków geologiczno – inżynierskich oraz wpływ inwestycji na środowisko naturalne. Wykonano komplet badań geologicznych osuwisk oraz określono przebieg powierzchni poślizgu i miąższości utworów objętych ruchami grawitacyjnymi.

Dla określenia tego zadania konieczne było przeprowadzenie specjalistycznych badań geologicznych i geofizycznych. Ze względu na skomplikowany przebieg ruchu jak i złożoną budowę geologiczną tego obszaru zastosowano obecnie dostępne metody (sejsmika inżynierska, tomografia elektrooporowa, geodezyjne, prace wiertnicze i badania laboratoryjne), które umożliwiły określenie wyżej wymienionych elementów i pozwoliły na zaprojektowanie

szczególonych rozwiązań stabilizacyjnych.

W dokumentacji przedstawiono wyniki prac uzupełniających (prace geofizyczne, badania laboratoryjne z materiału pobranego z osadów w czasie wierceń).

Szczegółowy zakres prac geologicznych (liczba zaprojektowanych otworów i ich lokalizacja wraz z badaniami towarzyszącymi) opisano w dalszych rozdziałach dokumentacji.

Realizacja dokumentacji umożliwiła opracowanie sieci monitoringu powierzchniowego i wglębnego osuwisk wraz z programem pomiarów. Wytyczne dotyczące opracowania szczególowych map cyfrowych występowania ruchów masowych w rejonie zbiornika wodnego pozwoliły na ich sporządzenie w sposób najkorzystniejszy i umożliwiający zabezpieczenie osuwisk, a także na prognozowanie ruchów masowych.

Na obszarze osuwisk nr 5, 12, 13, 14, 7, 3, 6, 1b, 18, 19, 20, 22L, 21 założono przewidziany w projekcie monitoring powierzchniowy oraz wglębny. Monitoring ten, razem z punktami obserwacyjnymi wyznaczonymi podczas wcześniej zrealizowanej „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryszów – Zembrzyce” (Chowaniec i in., 2007) na osuwiskach nr 2, 23, 8, 9, 22, 10, 11b i 11a, a także „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba” (Chowaniec i in., 2005) na osuwiskach nr 16, 17, 1c i 1a, stanowić będzie sieć obserwacyjną ruchów masowych wokół Zbiornika Wodnego Świnna Poręba.

### **3. Ogólna charakterystyka inwestycji**

W 1986 roku rozpoczęto budowę wielofunkcyjnego zbiornika wodnego „Świnna Poręba” zlokalizowanego 6 km na południe od Wadowic na rzece Skawie. Podstawową funkcją zbiornika ma być redukcja fal powodziowych w celu ochrony przed powodzią terenów wzdłuż dolin rzek Skawy i górnej Wisły (Gospodarka ..., 2003).

Dodatkowymi funkcjami zbiornika „Świnna Poręba” będą (Gospodarka ..., 2003, Jamka, 2001):

- zwiększenie przepływu wyrównanego poniżej zbiornika poprzez retencjonowanie wody,
- zasilanie rzeki w okresie niższych przepływów,
- wykorzystanie energetyczne,

- produkcja narybku oraz odłowy,
- poprawa infrastruktury terenów przyległych (drogi, linie energetyczne, kanalizacje, wodociągi, oczyszczalnie ścieków, linie kolejowe),
- wykorzystanie rekreacyjne terenów,
- poprawa warunków bytowych mieszkańców, stworzenie nowych miejsc pracy.

Zbiornik powstaje przez spiętrzenie rzeki Skawy zaporą ziemną z materiałów miejscowych w kilometrze 26,6 od jej ujścia do Wisły. Podstawowe parametry budowanego zbiornika przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie danych charakteryzujących zbiornik „Świnna Poręba”  
(Ambrożewski, 1998; Gospodarka ..., 2003; Łajczak, 1998).

Charakterystyka	Jednostka	Parametry zbiornika
<b>Zlewnia</b>	km <sup>2</sup>	802
<b>Pojemność zbiornika</b>		
<i>całkowita</i>	mln m <sup>3</sup>	161
<i>powodziowa</i>	mln m <sup>3</sup>	61; 50; 42,6*
<i>użyteczna</i>	mln m <sup>3</sup>	84,5; 95,5; 102,9*
<i>martwa</i>	mln m <sup>3</sup>	15,5
<b>Powierzchnia zalewu</b>		
<i>maksymalna</i>	ha	1 035
<i>minimalna</i>	ha	240
<b>Gospodarka wodna</b>		
<i>przepływ gwarantowany</i>	m <sup>3</sup> /s	6,4
<i>przepływ nienaruszalny</i>	m <sup>3</sup> /s	1,55
<i>maksymalna wysokość piętrzenia</i>	m n.p.m.	312,0
<b>Dane techniczne zapory</b>		
<i>długość w koronie</i>	m	620
<i>maksymalna wysokość</i>	m	50
<i>powierzchnia wraz z obiektami towarzyszącymi</i>	ha	1400
<i>średnia głębokość</i>	m	15,6

\* w zależności od wariantu piętrzenia wody w zbiorniku

Przewiduje się, że wypełniony wodą zbiornik retencyjny będzie powodował zmianę reżimu rzeki, erozję linii brzegowej, rozwój procesów geologicznych i biologicznych w jeziorze, zmiany krajobrazu i klimatu (Gałaś, Paulo, 2001). W bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika

zlokalizowane są obszary, na których występują ruchy masowe. Stanowią one duże zagrożenie dla realizowanych inwestycji (ciągi komunikacyjne) jak i dla samego zbiornika. W związku z tym ważnym elementem budowy zbiornika jest szczegółowe rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych obszarów osuwiskowych. Program monitoringu osuwisk poprzez dokładne obserwacje, pozwoli na przeciwdziałanie niekorzystnym zjawiskom geodynamicznym, które mogą zintensyfikować się po spiętrzeniu wód Skawy.

#### **4. Przegląd i analiza istniejących wyników badań geologiczno-inżynierskich**

Wykonana dokumentacja stanowi kontynuację i uzupełnienie wcześniej prowadzonych prac i opracowań, z których najważniejszymi są:

1. Dokumentacja geologiczno - inżynierska do ZTE zbiornika wodnego na rzece Skawa w miejscowości Świnna Poręba.
  - Część I. Ogólna.
  - Część II. Zbiornik.
  - Część III. Zapora.
  - Część IV. Linie komunikacyjne.
  - Część V. Obwałowania obszarów depresyjnych.
  - Część VI. Złoża.

PGBW - Hydrogeo, Kraków 1975.

2. Dokumentacja geologiczno - inżynierska do PT przełożenia dróg kołowych.
  - Część I. Trasa Świnna Poręba – Mucharz.
  - Część II. Droga Mucharz Zębrzyce. Obejście Zembrzyc.
  - Część III. Stryków – Zembrzyce, Klecza Dolna – Stryków, Zapora – Gołębiówka, Zapora – Barańkówka.

PGBW - Hydrogeo, Kraków 1982 r.

3. Dokumentacja geologiczno – inżynierska do PT linii kolejowej Kraków – Zakopane na odcinku Stryków – Zembrzyce. Etap I. PGBW - Hydrogeo, Kraków 1982 r.
4. Dokumentacja geologiczno – inżynierska do PT linii kolejowej Stryków – Zembrzyce na odcinku 0,0 – 2,1 km. PGBW - Hydrogeo, Kraków 1987 r.
5. Dokumentacja technicznych badań podłoża projektowanej drogi Mucharz – Zembrzyce – odc. II. PGBW - Hydrogeo, Kraków 1987.

6. Dokumentacja technicznych badań podłoża projektowanej drogi Mucharz – Zembrzyce odc. I. PGBW - Hydrogeo, Kraków 1989.
7. Dokumentacja geologiczno - inżynierska do PT przełożenia dróg kołowych. Cz. II. droga Mucharz – Zembrzyce, PGBW Hydrogeo, Kraków 1982 r.
8. Dokumentacja technicznych badań podłoża gruntowego projektowanej drogi Stryszów – Zembrzyce. – PGBW Hydrogeo, Kraków 1990.
9. Aktualizacja przekrojów geologicznych i zestawienie własności mechanicznych skał na osuwiskach w rejonie projektowanego zbiornika Świnna Poręba. PGBW Hydrogeo, Kraków 1995.
10. Ekspertyza dotycząca warunków geotechnicznych w obrębie obszarów osuwiskowych na trasie projektowanej drogi Skawce – Zembrzyce. STI i TWM, Warszawa 1988.
11. Dokumentacja geologiczno – inżynierska do PT zapory na rzece Skawie w Świnnej Porębie, część IV – Dokumentacja zbiorcza. PGBW - Hydrogeo, Kraków 1989.
12. Dokumentacja geologiczno-inżynierska osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba. Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Karpacki, Kraków 2005.
13. Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryszów – Zembrzyce. Państwowy Instytut Geologiczny Oddział Karpacki, Kraków 2007.
14. Analiza dotychczasowych opracowań lokalizacji osuwisk i wykonanych w ich obrębie badań geologiczno-inżynierskich.
15. Materiały publikowane (Bażyński J., 1989; Bober L. i in., 1997; Dziewański J., i in. 1983; Fischer J., 1988; Gałaś A., Paulo A., 2001; Jamka P., 2001; Salawa J., 2000; Zabuski L. i in., 1999).

## **5. Lokalizacja terenu badań**

Teren badań położony jest na obszarze województwa małopolskiego. Południowa część obszaru należy do powiatu suskiego (gminy: Sucha Beskidzka i Zembrzyce), natomiast północna część do powiatu wadowickiego (gminy: Mucharz i Stryszów; zał. A.1).

Obszar ten położony jest w rejonie budowanego Zbiornika Wodnego Świnna Poręba,

wzdłuż doliny rzeki Skawy.

Pod względem geograficznym obszar badań leży w obrębie trzech mezoregionów geograficznych – na południu Beskidu Makowskiego (513.48), na zachodzie Beskidu Małego (513.47) i na wschodzie Pogórza Wielickiego (513.33; Kondracki, 1998). Morfologia omawianego rejonu jest urozmaicona, a deniwelacje sięgają około 300 m (Starkel, 1972). Najniższy punkt znajduje się w północnej części omawianego obszaru - dolina Skawy (277 m n.p.m.), natomiast najwyższy punkt to Prorokowa Góra (583,6 m n.p.m.) w południowo-zachodniej części. Badane osuwiska zlokalizowane są w dolnych partiach stoków, wzdłuż doliny Sawy i jej dopływów: Paleczki, Stryszówki i Śleszówki. Opis lokalizacji osuwisk przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Opis lokalizacji osuwisk.

Nr osuwiska	Powiat	Gmina	Miejscowość	Lokalizacja	Ekspozycja	Opracowanie
1a	wadowicki	Mucharz	Skawce	prawy brzeg doliny Śleszówki, dolne partie stoku Tarnawskiej Góry, na N od przysiółka Na Nizinie	N	C***
1b	wadowicki	Mucharz	Skawce	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Tarnawskiej Góry, na NE od przysiółka Na Nizinie	NE	A*
1c	wadowicki	Mucharz	Skawce	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Tarnawskiej Góry, na NE od przysiółka Na Nizinie	NE	C***
2	suski	Zembrzyce	Zembrzyce	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Prorokowej Góry, na przysiółku Osiedle Rusków	E	B**
3	suski	Zembrzyce	Zarębki	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Zameczysko	S	A*
5	wadowicki	Mucharz	Świnna Poręba	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Wierchowina (Leśniówka)	S	A*
6	suski	Zembrzyce	Zarębki	prawy brzeg doliny Paleczki, dolne partie stoku Góry Zameczysko	S	A*
7	suski	Zembrzyce	Zarębki	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Zameczysko	S	A*
8	wadowicki	Stryszów	Dąbrówka	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Las Dąbrowski	W	B**
9	wadowicki	Stryszów	Dąbrówka	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Las Dąbrowski	W	B**
10	wadowicki	Stryszów	Dąbrówka	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Las Dąbrowski	W	B**
11a	wadowicki	Stryszów	Dąbrówka	lewy brzeg doliny Stryszówki, dolne partie stoku Góry Las Dąbrowski	W	B**
11b	wadowicki	Stryszów	Dąbrówka	lewy brzeg doliny Stryszówki, dolne partie stoku Góry Las Dąbrowski	NW	B**
12	wadowicki	Stryszów	Dąbrówka	prawy brzeg doliny Stryszówki	S	A*
13	wadowicki	Mucharz/ Stryszów	Ostałowa Zagórska/ Zagórze	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Las Kurczyna	S	A*
14	wadowicki	Mucharz	Zagórze	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Las Kurczyna	SW	A*
16	suski	Zembrzyce	Tarnawa Dolna	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Tarnawskiej Góry	SE	C***

17	wadowicki/ suski	Mucharz/ Zembrzyce	Skawce/ Tarnawa Dolna	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Tarnawskiej Góry, na E od przysiółka Na Nizinie	E	C***
18	wadowicki	Mucharz	Skawce	prawy brzeg doliny Śleszówki, dolne partie stoku Tarnawskiej Góry, na NW od przysiółka Na Nizinie	NW	A*
19	wadowicki	Mucharz	Mucharz	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Prejsówka	NE	A*
20	wadowicki	Mucharz	Mucharz	lewy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Prejsówka	N	A*
21	wadowicki	Mucharz	Świnna Poręba	lewy brzeg doliny Skawy	E	A*
22	wadowicki	Stryków	Dąbrówka	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Las Dąbrowski	W	B**
22L	wadowicki	Mucharz	Świnna Poręba	lewy brzeg doliny Skawy, na S od przysiółka Tatry	NE	A*
23	suski	Zembrzyce	Zarębki	prawy brzeg doliny Skawy, dolne partie stoku Góry Zameczysko	NW	B**

\*A – osuwiska opisane w niniejszej dokumentacji,

\*\*B - osuwiska opisane w „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryków – Zembrzyce”, 2007,

\*\*\*C – osuwiska opisane w „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba”, 2005.

Dolina Skawy jest dominującym elementem wpływającym na rzeźbę terenu. Zbocza doliny Skawy i jej dopływów w rejonie badanych osuwisk charakteryzują się urozmaiconą rzeźbą i nachyleniem stoków od kilku do 35 %. Dno doliny Skawy zajmuje niski taras akumulacji rzecznej. Taras wyższy występuje we fragmentach, na zboczach wzdłuż brzegów dolin Skawy, Paleczki, Śleszówki i Jaszczerówki (zał. A.2).

Pod względem hydrograficznym teren badań należy do zlewni Skawy i jej dopływów (Paleczki, Tarnawki, Śleszówki, Stryków, Łękawki, Jaszczerówki i Bystrza). Omawiany obszar odwadniany jest również licznymi, niewielkimi potokami rozcinającymi stoki wzniesień.

## 6. Budowa geologiczna obszaru badań

Obszar badań znajduje się w obrębie arkusza Sucha Beskidzka Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (Książkiewicz, 1974) i charakteryzuje się zróżnicowaną budową geologiczną (zał. A.2). Pod względem stratygraficznym wyróżnić można osady kredy, paleogenu oraz czwartorzędu. W północnej części obszaru badań (na linii od Tarnawy

po Dąbrówkę), przebiega nasunięcie jednostki magurskiej na jednostkę śląską. W budowie jednostki magurskiej dominują piaskowce glaukonitowe warstw magurskich, ciężkowickich i inoceramowych oraz łupki pstry. Jednostkę śląską reprezentują warstwy krośnieńskie wykształcone jako piaskowce krośnieńskie oraz łupki krośnieńskie, a także warstwy godulskie górne (piaskowce i łupki ze zlepieńcem malinowskim w stropie), warstwy istebniańskie dolne (piaskowce i łupki) oraz warstwy hieroglifowe. Całość terenu pokryta jest glinami i pyłami z rumoszem, których miąższość lokalnie dochodzi do kilku metrów. W dnach dolin występują zróżnicowane litologicznie i miąższościowo osady akumulacji rzecznej.

Osuwiska rozwinęły się najczęściej w obszarze wychodni warstw inoceramowych, łupków pstrych, warstw magurskich, a w północno-zachodniej części terenu na warstwach istebniańskich górnych i dolnych, warstwach krośnieńskich i godulskich. Ruchy grawitacyjne objęły zarówno utwory czwartorzędowe jak i skały podłoża fliszowego. Oprócz nasunięcia jednostki magurskiej na śląską, występuje na badanym obszarze szereg uskoków poprzecznych, zrzurowo - przesurowczych różnej wielkości i rangi, z których największe to: uskoku Mucharza – Skawy o przebiegu SE-NW, uskoku Zagórza o przebiegu SE-NW, uskoku Łękawicy o przebiegu S-N, uskoku Stryżówki o przebiegu S-N, uskoku Jaszczerowej o przebiegu SE-NW (Książkiewicz, 1974). Część uskoków może być młodsza od nasunięcia, zatem nie wyklucza się, że niektóre z nich związane są ruchami geotektonicznymi jak np. fragment uskoku Mucharza-Skawy.

## 6.1. Litologia i stratygrafia

### 6.1.1. Utwory przedczwartorzędowe (fliszowe)

#### Jednostka śląska

Najstarszymi utworami fliszowymi (senon) na badanym terenie są **warstwy godulskie górne** reprezentowane przez piaskowce cienkoławicowe o miąższości ławic do 0,5 m, glaukonitowe, muskowitzowe. Spoiwo tych utworów jest ilasto-wapienne lub ilasto-krzemionkowe. W stropie warstw godulskich występują zlepieńce malinowskie składające się z otoczków gnejsów, łupków chlorytowych i kwarcu. Miąższość całego pakietu warstw godulskich górnych przekracza 1 000 m. Występują one w północno-zachodniej części obszaru (Książkiewicz, 1974). W obrębie warstw godulskich górnych wykształciło się osuwisko nr 22L.

Powyżej warstw godulskich występują **warstwy istebniańskie górne** (senon-paleocen) zbudowane z piaskowców, zlepieńców oraz łupków pstrych. Piaskowce i zlepieńce występują



głównie w północno-zachodniej części obszaru. Piaskowce są gruboławicowe (do 1,5 m miąższości), gruboziarniste, często zlepieńcowate. Ich barwa jest ciemnoszara i niebieskawa, a spoiwo ilasto-piaszczyste lub ilasto wapienne. Zlepieńce występują w postaci soczewek w spągu ławic piaskowców. W ich skład wchodzi najczęściej otoczaki skał krystalicznych. Miąższość górnych warstw istebniańskich wynosi około 150 m. Warstwy istebniańskie górne występują w podłożu osuwisk nr 13, 14 i 21.

**Warstwy istebniańskie dolne** (senon) reprezentowane przez gruboławicowe piaskowce oraz w mniejszym stopniu zlepieńce i łupki występujące w północnej części obszaru badań. W ich obrębie wykształciły się osuwiska nr 5 i 19.

Na warstwach istebniańskich górnych zalegają paleoceńskie **łupki pstre**, głównie czerwone, niemal zupełnie pozbawione wkładek piaskowcowych. Ich miąższość nie przekracza 20 m. Łupki pstre występują również w postaci wkładek w warstwach hieroglifowych.

**Warstwy hieroglifowe** (eocen) spotyka się w północnej części obszaru badań. W ich skład wchodzi cienkoławicowe piaskowce (do 0,25 m), bardzo drobnoziarniste z glaukonitem o spoiwie krzemionkowym lub krzemionkowo-wapnistym oraz szare łupki ilaste. Stosunek piaskowców do łupków jest zmienny, ale na ogół przeważają łupki.

Najmłodszym ogniwem należącym do jednostki śląskiej są oligoceńskie, piaskowcowe **warstwy krośnieńskie**. Występują głównie w okolicy Skawiec i Mucharza. Piaskowce są średnio i cienkoławicowe, muskowitzowe, twarde. W spągu występują pakiety piaskowców gruboławicowych o miąższości ławic do 4 m. Na obszarze występowania warstw krośnieńskich wykształciły się osuwiska nr 1a, 1b, 12, 18, 20 i północny fragment osuwiska nr 11a.

#### Jednostka magurska

**Warstwy inoceramowe** wykształcone w postaci łupków i iłołupków z przewarstwieniami piaskowców drobnoziarnistych, mikowych ze spękaniem wypełnionym kalcytem, barwy szarej oraz szaro-zielonej oraz ciemno- szarych mułowców często o spoiwie węglanowym. Utwory te mają charakter brekcji tektonicznej, a ułożenie okruchów przeważnie jest uporządkowane z zachowaniem ogólnego kierunku zapadania warstw – generalnie w kierunku południowo-wschodnim. W obrębie tej brekcji występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego. Wiek warstw inoceramowych przyjmuje się jako kredowo – paleogeński (Książkiewicz, 1974). Na obszarze występowania warstw inoceramowych wykształciły się liczne osuwiska

(Bober, 1994), a na dokumentowanym terenie osuwiska nr 1c, 10, 11a, 11b, 17.

Ponad warstwami inoceramowymi występuje kompleks gruboławicowych **piaskowców ciężkowickich** przewarstwionych szaro-zielonymi lub ciemno szarymi łupkami. Łupki o barwie szaro-zielono-czerwonej (łupki pstre) często tworzą grubsze kompleksy wśród piaskowców. Miąższość łupków pstrych może dochodzić nawet do kilkudziesięciu m. Piaskowce ciężkowickie datowane są na eocen. Są to piaskowce gruboławicowe o miąższości ławic najczęściej około 1 m. Barwa piaskowców w stanie świeżym jest stalowo-szara. Utwory te występują na obszarze osuwisk nr 2, 8, 9, 16 i 22.

Najmłodszymi osadami fliszowymi jednostki magurskiej, występującymi na badanym obszarze są **warstwy magurskie** wykształcone jako piaskowce średnio- i gruboławicowe, glaukonitowe, mikowe z laminacją i ze spoiwem węglanowym, często ze spękaniem wypełnionymi kalcytem. Przelawiczone są pakietami szarych łupków często z drobnymi zlustrowaniami o miąższości od kilkunastu centymetrów do kilku metrów. Miąższość pakietów piaskowcowych nie przekracza kilkunastu metrów. Stosunek piaskowców do łupków jest zmienny, przeważają jednak piaskowce. Wiek warstw magurskich przyjmuje się na eocen-oligocen. Warstwy magurskie występują na obszarze osuwisk nr 3, 6, 7 i 23.

W wykonanych otworach spotyka się sączenia wód podziemnych, co często powoduje uplastycznienie mas skalnych. Zwiększa to predyspozycje tych obszarów do wystąpień ruchów masowych.

Dokumentowany rejon zlokalizowany jest w strefie przebiegu nasunięcia jednostki magurskiej na jednostkę śląską. W związku z tym, opisane wyżej warstwy są często zbrekcjowane, rozluźnione i wymieszane. Istnienie strefy dyslokacyjnej z brekcją tektoniczną sprzyja powstawaniu osuwisk (Bober, 1994; Fischer, 1988, 1990, 1995; Gałaś, Paulo, 2001; Salawa, 2000).

#### 6.1.2. Utwory czwartorzędowe

Utwory czwartorzędowe na omawianym terenie reprezentowane są przez osady akumulacji rzecznej wypełniające dolinę rzeki Skawy i jej dopływów (Paleczki, Tarnawki, Śleszówki, Stryków, Łękawki, Jaszczurówki i Bystrza), osady organiczne (torfy, ropy z detrytusem) oraz pokrywy zwietrzelinowej. Osady rzeczne wykształcone są w postaci żwirów, pospółek i piasków różnoziarnistych o miąższości najczęściej kilku metrów. Miejscami osady

piaszczysto-żwirowe przykryte są warstwą glin o niewielkiej miąższości.

Zbocza stoków pokryte są zwietrzeliną utworów fliszowych, w skład której wchodzi pyły, gliny, gliny pyłaste i piaszczyste z rumoszem skał podłoża. Miąższość tych utworów nie przekracza kilku metrów. W dolnej partii stoków, na obszarach osuwiskowych utwory akumulacji rzecznej przykryte są lokalnie koluwiami.

## **7. Warunki hydrogeologiczne**

Pod względem hydrogeologicznym opisywany obszar położony jest w regionie karpackim (nr XIV) makroregionu południowego (Paczyński, 1993, 1995).

W oparciu o zebrane materiały geologiczne i hydrogeologiczne na opisywanym terenie stwierdzono występowanie następujących użytkowych poziomów wodonośnych (Chowaniec, Witek, 2000; Skąpski, Patorski, 1997):

- czwartorzędowego, obejmującego fragment doliny Skawy,
- paleogeńsko-kredowego (fliszowego).

### **7.1. Poziom czwartorzędowy**

Czwartorzędowy poziom wodonośny budują osady akumulacji rzecznej doliny Skawy. Wykształcone są one w postaci otoczków oraz żwirów i piasków. Często osady te zawierają domieszki glin.

Zasilanie wód podziemnych odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także infiltrację wód powierzchniowych, szczególnie w okresach powodziowych. Najlepsze warunki infiltracji występują w obrębie kamieńców i tarasów holocenów Skawy, a więc tam, gdzie występują utwory charakteryzujące się wysoką przepuszczalnością. W związku z brakiem własności retencyjnych w tych utworach, poziom wodonośny w sąsiedztwie rzeki Skawy uzależniony jest ściśle od jej stanów. Poziom wodonośny występuje na ogół na głębokości do 5 m poniżej powierzchni terenu.

Wody czwartorzędowego poziomu związane z utworami tarasów (holocen) stanowią ciągły horyzont o charakterze swobodnym. Sytuacja taka panuje na całym odcinku doliny Skawy. Lokalnie czwartorzędowy poziom wodonośny może być związany z utworami akumulacyjnymi mniejszych dopływów rzeki Skawy. W rejonach, gdzie utwory czwartorzędowe charakteryzują się dużą zmiennością w profilu pionowym i w poziomym rozprzestrzenieniu oraz tam,

gdzie przykryte są warstwą glin, infiltracja opadów bywa utrudniona, a co za tym idzie zasilanie jest ograniczone. W tych rejonach wody mogą występować pod niewielkim ciśnieniem.

Potencjalne wydajności z czwartorzędowego poziomu wodonośnego w dolinie Skawy, wahają się w szerokich granicach od 10 do 50 m<sup>3</sup>/h z pojedynczej studni wierconej. Jakość wód poziomu czwartorzędowego jest dobra i średnia zgodnie z klasyfikacją MhP 1 : 50 000 (Chowaniec, Witek, 2000; Patorski, Skąpski, 1997).

Poza osadami akumulacji rzecznej, wody podziemne występują w utworach pokrywy zwietrzelinowej i koluwiach osuwiskowych. Ze względu na niewielkie rozprzestrzenienie poziome i małą miąższość warstwy wodonośnej nie stanowią one jednak poziomu użytkowego. Wody te pojawiają się często jako pojedyncze sączenia, najczęściej w strefach glin z okruchami zwietrzalnych skał podłoża. W obrębie koluwiów wody mogą występować pod niewielkim ciśnieniem. Sytuację taką stwierdzono, między innymi, na obszarze osuwiska nr 2 (otwór badawczy OB-1/2, gdzie zwierciadło wody nawiercone na głębokości około 7,5 m p.p.t., ustabilizowało się około 3,0 m n.p.t.) oraz obszarze osuwiska nr 17 (otwór badawczy OTW-19, gdzie zwierciadło wody nawiercone na głębokości około 5,5 m p.p.t., ustabilizowało się około 0,7 m p.p.t.).

## **7.2. Poziom paleogeńsko-kredowy (fliszowy)**

Użytkowy poziom paleogeńsko-kredowy zbudowany jest z utworów fliszowych wykształconych w postaci piaskowców przekładanych pakietami łupkowymi.

Poziom wodonośny stanowi strefa przypowierzchniowa o miąższości na ogół do 60 - 80 m co zostało udokumentowane na podstawie badań wodochłonności utworów fliszowych. Synteza tych prac znajduje się między innymi w publikacji Chowańca (1998-1999). Średnia miąższość warstwy wodonośnej wynosi około 15 m. Średnią wartość współczynnika filtracji szacuje się na 1,0 m/24h. W związku z tym średni współczynnik przewodności wynosi odpowiednio 15 m<sup>2</sup>/24h.

Zasilanie fliszowego poziomu wodonośnego odbywa się w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na wychodniach spękanych piaskowców, a także poprzez pokrywę zwietrzelinową o miąższości do kilku metrów. Zwierciadło wody poziomu fliszowego jest rozczłonkowane tzn. nie ma charakteru ciągłego i bardzo często występuje pod ciśnieniem.

Przepływ wód podziemnych w osadach fliszowych odbywa się w strefie zwietrzałej, spękanej i zeszczelinowanej zgodnie z morfologią terenu, tzn. w kierunku dolin rzecznych.

Poziom wodonośny związany z utworami fliszowymi odwadniają liczne źródła o bardzo zróżnicowanej wydajności, nie przekraczającej z reguły 1 dm<sup>3</sup>/s. Wskaźnik gęstości źródeł najczęściej mieści się w granicach 5 - 15 źródeł/km<sup>2</sup>. Źródła stanowią często ujęcia dla kilku, czy nawet kilkudziesięciu gospodarstw indywidualnych.

Fragment doliny Skawy będący przedmiotem niniejszej dokumentacji znajduje się na obszarze Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 444 (Kleczkowski - red., 1990).

## **8. Opis wykonanych prac**

Prace badawcze realizowano w oparciu o „Projekt prac geologicznych dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia mapy ruchów masowych” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005). Szczegółowy zakres, rodzaj i lokalizację badań korygowano w trakcie prac geologicznych zgodnie z sugestiami ekspertów, w porozumieniu z Inwestorem i Inspektorem Nadzoru. W ramach etapu prac dotyczącego opracowania niniejszej dokumentacji opisano zakres badań i prac wykonanych na obszarach osuwisk nr 5, 12, 13, 14, 7, 3, 6, 1b, 18, 19, 20, 22L, 21.

Wykonano następujący zakres badań i prac:

- prace geologiczne,
- prace geofizyczne:
  - a. sejsmika inżynierska,
  - b. tomografia elektrooporowa,
- prace wiertnicze wraz z montażem inklinometrów i piezometrów – otwory z pełnym rdzeniowaniem,
- prace geodezyjne,
- badania laboratoryjne,
- prace kameralne.

### **8.1. Prace geologiczne**

Prace geologiczne wykonane przez Oddział Karpacki Państwowego Instytutu Geologicznego objęły kartowanie geologiczne osuwisk, szczegółowe profilowanie rdzeni wiertniczych wykonanych na obszarze dokumentowanych osuwisk, opracowanie mapy rejonów geologiczno-inżynierskich dla poszczególnych osuwisk oraz opracowanie całości zebranego materiału terenowego i laboratoryjnego w postaci dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. W ramach kartowania geologicznego szczegółowo opracowano dokumentowany teren, zwracając szczególną uwagę na weryfikację zasięgu występowania osuwisk. Podczas profilowania rdzeni wiertniczych wiele uwagi poświęcono kątowi zapadania warstw, występowaniu stref przemieszczeń materiału skalnego oraz litologii przewierconych skał. Szczegółowo opracowano profile 27 otworów badawczych usytuowanych na obszarach osuwiskowych lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie o łącznym metrażu 402,2 mb (zał. A.1, A.6.1-A.6.27). Ponad przewidzianym w projekcie zakresem badań wykonano dokumentację fotograficzną rdzeni z 27 otworów wiertniczych, a ich zapis w wersji cyfrowej dołączono do niniejszej dokumentacji.

Z otrzymanego materiału rdzeniowego pobrano, przy udziale pracowników Politechniki Krakowskiej, próbki do badań laboratoryjnych, w tym próbki o nienaruszonej strukturze. Próbki zostały przekazane do laboratorium Politechniki Krakowskiej i Przedsiębiorstwa Usług Geologiczno-Laboratoryjnych „CHEMKOP-LABORGEO” Sp. z o.o. W czasie poboru prób uwzględniano zróżnicowanie litologiczne, stan i wilgotność naturalną gruntów. Pobierano je zgodnie z zasadami określonymi w normie PN-74/B-04452. Próbki o naturalnym uziarnieniu pobierano z gruntów niespoistych i spoistych do skrzynek i worków, a próbki o naturalnej wilgotności do pojemników hermetycznych. Próbki z gruntów spoistych o nienaruszonej strukturze w miarę możliwości pobierano próbnikami cienkościennymi, wciskanyymi.

### **8.2. Prace geofizyczne**

W ramach prac geofizycznych wykonano następujące badania:

- sondowania geoelektryczne (profilowanie i sondowanie elektryczne, tomografia elektrooporowa),
- sondowanie sejsmiczne.

Przewidziane w projekcie badania georadarowe, w porozumieniu z Zamawiającym, nie zostały wykonane, ze względu na ich niedostateczny zasięg głębokościowy. W miejsce tych

prac wykonano dodatkowo, w rejonie osuwiska nr 12, profil sejsmiczny o długości 230 m (zał. tekst. 3).

Szczegółowy opis prac geofizycznych przedstawiono w załączniku tekstowym nr 3 stanowiącym integralną część niniejszej dokumentacji. Wyniki badań geofizycznych uwzględnione zostały przy interpretacji warunków geologicznych na obszarze dokumentowanych osuwisk oraz wykonanych przekrojów geologiczno-inżynierskich. Okazało się, że niektóre rezultaty badań geofizycznych są zbliżone do wyników uzyskanych podczas wierceń. Dotyczy to zwłaszcza przebiegu powierzchni poślizgu.

### **8.3. Prace wiertnicze**

Prace wiertnicze wykonane zostały przez Przedsiębiorstwo Geologiczne Budownictwa Wodnego „HYDROGEO” w terminie od 29.11.2006 r. do 10.01.2007 r. Zgodnie z „Projektem prac geologicznych...” przewidziano na obszarze badań odwiercenie 33 otworów badawczych (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005). W trakcie realizacji zadania wykonano 27 otworów o łącznym metrażu 402,2 mb na obszarach osuwiskowych oraz w bezpośrednim ich sąsiedztwie, w tym 18 otworów z zamontowanymi inklinometrami o metrażu 221,5 mb i 5 piezometrów o metrażu 80,0 mb (tab. 2; zał. A.6.1- A.6.27). Ich lokalizację przedstawiono na zał. A.3.1- A.3.10. Ze względu na trudne warunki terenowe, w uzgodnieniu z przedstawicielem Inwestora zrezygnowano z odwiercenia otworów nr OB-1/5, OB-2/5, OB1/19, OB2/19, OB2/20 i OB2/21. Z podobnych przyczyn zmieniono lokalizację otworów nr OB-2/3, OB-2/6, OB-2/7, OB-4/12, OB-1/13, OB-2/18, OB-1/21, OB-3/21, OB-1/22L, OB-2/22L i OB-3/22L. Ponadto, ze względu na konieczność wypełnienia zadania geologicznego przy zmienionej lokalizacji oraz na skutek napotkanych warunków geologicznych zmieniono głębokość otworów OB-2/3 z 10 m na 12 m i OB-1/18 z 10 m na 15 m. Otwory te przeznaczono pod piezometry (zał. tekst. 5).

Wiercenia wykonano urządzeniami wiertniczymi UGB, URB 2A-2 oraz CRAELIUS D-750 z podwójnym aparatem rdzeniowym (pełne rdzeniowanie). Otwory odwiercono średnicą 112, 121, 131, 140, 151 i 160 mm, systemem mechaniczno-obrotowym.

Zgodnie z „Projektem prac geologicznych...” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005), 4 otwory zaadoptowano na piezometry (tab. 2). W projekcie prac geologicznych przewidziano montaż rur inklinometrycznych w 23 otworach. Z uwagi na trudne warunki terenowe (brak możliwości zainstalowanie urządzenia wiertniczego), zrezygnowano z odwiercenia

otworów nr OB-1/5, OB-2/5, OB1/19 i OB2/21, które przewidziane były pod badania inklinometryczne oraz otworów badawczych nr OB-2/19 i OB-2/20. Ponadto, w porozumieniu z przedstawicielem Inwestora, w otworze nr OB-3/12 przewidzianym w projekcie jako otwór z zamontowanym inklinometrem zrezygnowano z montażu rur inklinometrycznych oraz w otworach nr OB-5/12 i OB-1/13 mimo, iż nie przewidywano montażu rur inklinometrycznych zdecydowano się na ich montaż. Rury inklinometryczne zostały zabudowane w 23 otworach (tab. 2). Prace związane z wykonaniem pomiaru zerowego w otworach inklinometrycznych wykonało Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w Krakowie, a ich wyniki przedstawiono w załączniku tekstowym nr 4.

Uzysk rdzenia wyniósł średnio 88,6 % co jest zgodne z wartością zawartą w „Projekcie prac geologicznych...” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005). Tak wysoki procent uzysku rdzenia był konieczny dla rozpoznania i udokumentowania miąższości koluwiów i przebiegu powierzchni poślizgu oraz stwierdzenia głębokości występowania wychodni utworów nienaruszonych. W czasie prac wiertniczych wystąpiły sytuacje, w których nie można było otrzymać założonego w projekcie procentu uzysku rdzenia. Wynikało to najczęściej z występowania silnie spękanych serii piaskowcowych lub brekcji tektonicznych (otwory nr: OB-1/7, OB-1/3, OB-2/6, OB-2/13, OB-1/20, OB-1/22L; zał. A.6.8, A.6.5, A.6.2, A.6.16, A.6.24, A.6.21). Odbioru rdzeni dokonywał Inspektor Nadzoru mgr inż. J. Śniadek – przedstawiciel Inwestora.

W przypadku nawiercenia poziomego wodonośnego, wstrzymywano wiercenie dla wykonania pomiarów nawierconego i ustalonego poziomu zwierciadła wody. Po zakończeniu prac wiertniczych, otwory nie przewidziane jako piezometry i do badań sondą inklinometryczną, zostały zlikwidowane przez iłowanie. W otworach przewidzianych do montażu rur inklinometrycznych, po ich osadzeniu, obszar między ściankami otworu a rurami inklinometrycznymi szczelnie wypełniono mieszaniną cementu i bentonitu. W piezometrach został zabudowany filtr o średnicy 75 i 80 mm. W tabeli nr 3 zestawiono otwory wiertnicze wykonane na terenach osuwiskowych i w ich bezpośrednim sąsiedztwie.



Tabela 3. Zestawienie wykonanych otworów wiertniczych.

L.p.	Nr otworu	Rodzaj otworu	Projektowana głębokość [m]	Głębokość ostateczna [m]	Położenie	Uwagi	Nr zał. (karty otworu)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	OB-1/6	inklinometr	20.0	20.0	osuwisko nr 6		A.6.1
2.	OB-2/6	badawczy	15.0	15.0		zmiana lokalizacji	A.6.2
3.	OB-3/6	inklinometr	15.0	15.0			A.6.3
4.	OB-4/6	badawczy	15.0	15.0			A.6.4
5.	OB-1/3	inklinometr	20.0	20.0	osuwisko nr 3		A.6.5
6.	OB-2/3	piezometr	10.0	12.0		zmiana lokalizacji	A.6.6
8.	OB-3/3	inklinometr	15.0	15.0			A.6.7
8.	OB-1/7	inklinometr	15.0	15.0	osuwisko nr 7		A.6.8
9.	OB-2/7	inklinometr	15.0	15.0		zmiana lokalizacji	A.6.9
10.	OB-1/12	inklinometr	12.0	12.0	osuwisko nr 12		A.6.10
11.	OB-2/12	piezometr	18.0	18.0			A.6.11
12.	OB-3/12	badawczy	15.0	15.0			A.6.12
13.	OB-4/12	inklinometr	18.0	18.0		zmiana lokalizacji	A.6.13
14.	OB-5/12	inklinometr	10.0	10.0			A.6.14
15.	OB-1/13	inklinometr	15.0	15.7	osuwisko nr 13	zmiana lokalizacji	A.6.15
16.	OB-2/13	inklinometr	15.0	16.0			A.6.16
17.	OB-1/14	inklinometr	15.0	15.5	osuwisko nr 14		A.6.17
18.	OB-1/5	inklinometr	15.0	-	osuwisko nr 5	nie wykonano	-
19.	OB-2/5	inklinometr	15.0	-		nie wykonano	-
20.	OB-1/21	piezometr	20.0	20.0	osuwisko nr 21	zmiana lokalizacji	A.6.18
21.	OB-2/21	inklinometr	20.0	-		nie wykonano	-
22.	OB-3/21	inklinometr	15.0	15.0		zmiana lokalizacji	A.6.19
23.	OB-4/21	inklinometr	15.0	15.0			A.6.20
24.	OB-1/22L	inklinometr	15.0	15.0	osuwisko nr 22L	zmiana lokalizacji	A.6.21
25.	OB-2/22L	piezometr	15.0	15.0		zmiana lokalizacji	A.6.22
26.	OB-3/22L	inklinometr	15.0	15.0		zmiana lokalizacji	A.6.23
27.	OB-1/20	inklinometr	10.0	10.0	osuwisko nr 20		A.6.24
28.	OB-2/20	badawczy	10.0	-		nie wykonano	-
29.	OB-1/19	inklinometr	10.0	-	osuwisko nr 19	nie wykonano	-
30.	OB-2/19	badawczy	10.0	-		nie wykonano	-
31.	OB-1/18	piezometr	10.0	15.0	osuwisko nr 18		A.6.25
32.	OB-2/18	inklinometr	10.0	10.0		zmiana lokalizacji	A.6.26
33.	OB-1/1b	inklinometr	10.0	10.0	osuwisko nr 1b		A.6.27
SUMA:			473.0	402.2			

Rdzenie oczyszczone z płuczki składano do znormalizowanych czystych skrzynek. Skrzynki zostały czytelnie opisane w sposób zapewniający trwałość opisu. Na każdym z otworów prowadzono zeszyt inspekcyjny z dokładną metryką otworu. Procent uzysku rdzenia określił dozór geologiczny oraz przedstawiciel Inwestora, co zostało udokumentowane wpisem

do dziennika wiercenia. Każdorazowo, po zakończeniu wiercenia uporządkowano plac robót, a teren przywrócono do stanu pierwotnego. W trakcie wykonywania prac, rdzenie na bieżąco przewożono do magazynu rdzeni w Oddziale Karpackim PIG, gdzie przechowywane będą do czasu przyjęcia dokumentacji.

Wszelkie odstępstwa od prac przewidzianych w projekcie uwzględniono i uzasadniono w dzienniku wiercenia w porozumieniu z przedstawicielem Inwestora.

Opis techniczny otworów badawczych oraz rdzeni przedstawiono na zał. A.6.1 – A.6.27.

#### 8.4. Prace geodezyjne

Prace geodezyjne zrealizował zespół pracowników Politechniki Krakowskiej.

Obejmowały one:

- wytyczenie w terenie otworów badawczych oraz otworów inklinometrycznych,
- po zakończeniu wiercenia dla każdego z otworów wyznaczono współrzędne x, y, i z.

Szczegółowy opis prac geodezyjnych przedstawiono w załączniku tekstowym nr 2 stanowiącym integralną część niniejszej dokumentacji.

#### 8.5. Badania laboratoryjne

Do badań laboratoryjnych pobrane zostały próbki z wykonanych otworów badawczych zlokalizowanych na poszczególnych osuwiskach. W „Projekcie prac geologicznych...” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005) przewidziano pobór 145 prób gruntów, w tym około 20 prób o nienaruszonej strukturze (NNS). Podczas prac geologicznych wykonywanych w ramach niniejszej dokumentacji pobrano i zakwalifikowano do badań laboratoryjnych 197 próby, w tym 20 NNS. Wykaz prób wraz z głębokością pobrania przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wykaz prób (NNS i NW) pobranych z otworów badawczych do badań laboratoryjnych.

Nr osuwiska	Nr otworu	Głębokość pobrania próbki [m]	Rodzaj próbki (NNS- próba o nienaruszonej strukturze; NW- próba o naturalnej wilgotności)
<b>1b</b>	OB-1/1b	0,5-0,7	NW
		1,5-1,7	NW
		4,0-4,5	NW
		6,8-7,0	NW
		7,4-7,6	NW
		8,5-8,7	NW
<b>3</b>	OB-1/3	0,8-1,0	NW

		2,0-2,4	NW
		3,5-3,7	NW
		6,0-6,3	NW
		7,7-8,0	NW
		9,0-9,4	NW
		10,6-11,0	NW
		13,5-13,8	NW
		14,8-15,0	NW
		15,5-15,7	NW
		16,9-17,4	NW
		18,1-18,3	NW
	OB-2/3	1,7-2,0	NNS
		0,8-1,0	NW
		3,8-4,0	NW
		5,0-5,3	NW
		5,7-6,0	NW
		6,7-7,0	NW
		7,5-7,7	NW
		8,8-9,0	NW
		9,7-9,9	NW
		10,5-10,9	NW
	OB-3/3	0,8-1,0	NW
		1,2-1,4	NW
		2,7-3,0	NNS
		4,5-5,0	NW
		5,5-5,8	NW
		7,5-7,8	NW
		8,5-8,7	NW
		9,6-9,8	NW
		10,5-10,8	NW
		11,8-12,0	NW
6	OB-1/6	12,5-12,8	NW
		13,0-13,3	NW
		0,6-0,8	NW
		1,0-1,3	NNS
		1,8-2,0	NW
		2,8-3,0	NW
		3,8-4,1	NW
		6,0-6,5	NW
		7,4-7,7	NW
		8,9-9,2	NW
		10,0-10,3	NW
		12,0-12,3	NW
		12,9-13,1	NW
		13,5-13,7	NW
	OB-2/6	16,1-16,4	NW
		0,2-0,4	NW
		1,8-2,0	NW
		2,8-3,0	NW
		3,5-3,7	NW
	OB-3/6	3,7-3,9	NW
		0,8-1,0	NW
		1,6-1,8	NW
		2,1-2,4	NNS

		2,7-3,0	NW
		3,5-3,8	NW
		5,6-5,8	NW
		6,0-6,3	NW
		7,2-7,5	NW
		8,8-9,1	NW
		11,0-11,3	NW
		13,2-13,5	NW
		14,8-15,0	NW
	OB-4/6	0,30-0,50	NW
		0,60-0,80	NW
		2,0-2,20	NW
		5,50-5,80	NW
		6,50-6,80	NW
		7,50-7,80	NW
		8,50-8,80	NW
		10,50-11,00	NW
		14,0-14,3	NW
		14,8-15,0	NW
7	OB-1/7	1,0-1,3	NNS
		2,6-2,8	NW
		3,0-3,2	NW
		3,7-4,0	NW
	OB-2/7	0,8-1,0	NW
		2,5-2,7	NW
		4,0-4,3	NNS
		5,9-6,0	NW
12	OB-1/12	0,8-1,0	NW
		1,8-2,0	NW
		2,5-2,8	NW
		5,8-6,0	NW
		8,0-8,3	NW
		8,7-8,9	NW
		9,0-9,3	NW
		9,7-9,9	NW
	OB-2/12	11,5-11,7	NW
		1,0-1,3	NW
		3,7-4,0	NNS
		5,0-5,3	NW
		5,5-5,8	NW
		8,5-8,7	NW
		11,8-12,0	NW
		12,3-12,5	NW
		12,8-13,0	NW
		13,8-14,2	NW
		15,0-15,3	NW
		17,0-17,3	NW
	OB-3/12	17,8-18,0	NW
		0,6-0,8	NW
		1,5-1,75	NNS
		2,5-2,7	NW
		6,0-6,3	NW
		6,9-7,1	NW

		7,6-7,8	NW
		9,3-9,5	NW
		14,8-15,0	NW
	OB-4/12	1,2-1,6	NW
		1,7-2,0	NW
		2,8-3,0	NW
		5,5-6,0	NW
		8,5-9,0	NW
		10,0-10,5	NW
		11,3-11,6	NW
		12,8-13,0	NW
		13,5-14,0	NW
		16,2-16,5	NW
		17,1-17,3	NW
		17,8-18,0	NW
	OB-5/12	0,7-1,0	NW
		2,7-3,0	NNS
		3,3-3,5	NW
		6,9-7,1	NW
		7,3-7,5	NW
13	OB-1/13	0,8-1,0	NW
		1,6-1,8	NW
		2,8-3,0	NW
		3,7-4,0	NNS
		4,3-4,7	NW
		4,9-5,1	NW
	OB-2/13	0,8-1,0	NW
		2,0-2,4	NW
		2,5-2,7	NW
		3,9-4,3	NNS
		4,8-5,0	NW
		5,3-5,6	NW
14	OB-1/14	5,7-6,0	NW
		0,5-0,8	NW
		1,5-1,8	NW
18	OB-1/18	2,8-3,0	NNS
		1,0-1,3	NNS
		2,0-2,3	NW
		2,8-3,0	NW
		3,0-3,3	NW
		3,8-4,0	NW
		4,1-4,3	NW
		4,6-4,9	NW
		5,7-5,9	NW
		7,5-8,0	NW
		8,5-8,8	NW
		9,7-9,9	NW
		10,2-10,4	NW
		10,8-11,0	NW
		13,3-13,5	NW
		14,0-14,3	NW
	OB-2/18	0,7-1,0	NW
		1,5-2,0	NNS
		2,5-3,0	NW

		5,5-5,8	NW
		5,8-6,0	NW
		6,2-6,4	NW
		6,6-7,0	NW
		7,2-7,3	NW
		7,9-8,2	NW
		9,1-9,3	NW
<b>20</b>	OB-1/20	1,0-1,3	NNS
		2,0-2,3	NNS
<b>21</b>	OB-1/21	0,8-1,1	NW
		9,0-9,3	NW
	OB-3/21	1,0-1,5	NNS
		7,2-7,5	NW
	OB-4/21	0,5-0,8	NNS
		1,4-1,7	NNS
		2,0-2,2	NW
<b>22L</b>	OB-1/22L	1,4-1,7	NW
		3,6-3,9	NW
		4,6-4,8	NW
		6,2-6,4	NW
		7,0-7,4	NW
		9,5-9,7	NW
	OB-2/22L	1,0-1,2	NW
		1,7-1,8	NW
		2,8-3,1	NW
	OB-3/22L	0,8-1,0	NW
		1,5-1,8	NNS
		8,3-8,6	NW
		11,2-11,5	NW
		11,6-11,7	NW
		12,3-12,6	NW
		14,0-14,4	NW

W czasie prowadzenia wierceń, na bieżąco określano właściwości gruntów metodą makroskopową (wilgotność naturalna, stan gruntu). Podczas badań laboratoryjnych wykonanych w laboratorium Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej i Przedsiębiorstwa Usług Geologiczno – Laboratoryjnych CHEMKOP - LABORGEO określono następujące parametry:

- skład granulometryczny,
- wilgotność naturalną
- stan gruntu (stopień plastyczności, stopień zagęszczenia),
- gęstość objętościową i gęstość właściwą szkieletu gruntowego,
- zawartość części organicznych,
- pęcznienie,

- rozmakanie,
- współczynnik filtracji,
- wytrzymałość na ściskanie.
- wytrzymałość na ścinanie (kąt tarcia wewnętrznego i spójność).

W badaniach laboratoryjnych zwrócono szczególną uwagę na stany gruntów i ich wilgotność, które mają zasadniczy na parametry wytrzymałościowe.

Wyniki badań laboratoryjnych i ich interpretacja zestawione zostały w dokumentacji geotechnicznej stanowiącej integralną część niniejszego opracowania (zał. tekst. 2).

## **8.6. Prace kameralne**

W ramach prac kameralnych wykonano profile 27 wierceń badawczych, 13 przekrojów geologiczno-inżynierskich, 10 map dokumentacyjnych poszczególnych osuwisk oraz 10 map rejonów geologiczno-inżynierskich. Poza wymienionymi załącznikami dokumentacja zawiera tekst objaśniający wraz z załącznikami tekstowymi oraz załączniki graficzne z wcześniej opracowanych dokumentacji geologiczno-inżynierskich dotyczących rozpoznania warunków występowania ruchów masowych w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba.

## **9. Charakterystyka osuwisk**

**9.1. Charakterystyka osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia map ruchów masowych”**

### Osuwisko 6

Osuwisko nr 6 zlokalizowane jest w miejscowości Zarębki (powiat suski, gmina Zembrzyce). Znajduje się na południowym stoku góry Zamczysko, na wprost ujścia rzeki Paleczki do Skawy. Jego czoło dochodzi do krawędzi doliny na odcinku około 280 m, a całkowita długość wynosi około 620 m. Jego nisza posiada wyraźną, stromą skarpe o wysokości do 2,0 m. Morfologia powierzchni osuwiska jest bardzo urozmaicona. Występują tu liczne wgłębienia terenu, krawędzie, wybrzuszenia itp. Podczas prac terenowych, w dolnej

partii, po jego zachodniej stronie, stwierdzono obecność niewielkiego osuwiska, które bezpośrednio przylega do osuwiska nr 6 (Wójcik i in., 2007). Od strony wschodniej również zlokalizowano osuwisko, które nie powinno stwarzać zagrożenia po spiętrzeniu wód rzeki Sawy (zał. A.1, A.3.1, A.5.1).

Osuwisko nr 6 rozwinięte jest na utworach piaskowcowo-lupkowych płaszczowiny magurskiej. Przez środek osuwiska przebiega pas łupków pstrych. Według materiałów archiwalnych upad warstw wskazuje na obsekwentny charakter osuwiska w części dolnej, natomiast asekwenty w górnych partiach (Fischer, Ciombor, 1995). Powstało ono najprawdopodobniej w wyniku erozyjnego podcięcia zbocza przez rzekę Paleczkę.

Na obszarze osuwiska wykonano 4 otwory o głębokości od 15 do 20 m (zał. A.1, A.3.1, A.6.1-A.6.4). W dwóch z nich zamontowano rury inklinometryczne.

Koluwia wykształcone są jako gliny, gliny pylaste i pyły z rumoszem, a ich miąższość określono na 5 – 20 m (zał. A.5.1). Zwierciadło wody występuje na głębokości 1,0 – 15,5 m p.p.t. (zał. A.6.1, A.6.4). Obszar osuwiska odwadniany jest niewielkim ciekim powierzchniowym, mającym początek u podnóża krawędzi niszy.

Rzędna maksymalnego piętrzenia zbiornika wody (312 m n.p.m.) przebiega tuż poniżej podstawy osuwiska, co może wpłynąć na jego aktywację po wypełnieniu zbiornika wodą.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-4/6, OB-1/6, archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz873a, Sz874, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski I – I' (zał. A.3.1, A.4.1, A.5.1, A.7.1, A.7.2).

### Osuwisko 3

Osuwisko nr 3 zlokalizowane jest w miejscowości Zarębki (powiat suski, gmina Zembrzyce). Znajduje się około 150 m na W od wyżej opisanego osuwiska nr 6. Czoło osuwiska nr 3 sięga krawędzi doliny Skawy na długości około 300 m, jego długość mierzona wzdłuż kierunku ruchu wynosi również około 300 m. Nisza osuwiska jest stroma; wykształcone są również liczne nisze wtórne powstałe na wachlarzowato złożonym materiale osuwiskowym. Koluwia wykształcone jako gliny, gliny pylaste, pyły, rumosze, bloki piaskowców i zwietrzelina utworów fliszowych posiadają miąższość od 3,2 m (górna część osuwiska) do około 20 m (dolna część osuwiska). W obrębie koluwiów stwierdzono sączenia wód na głębokości 2,0 m (OB-1/3, zał. A.6.5). Wody podziemne występują na głębokości 11,0 m (OB-3/3, zał. A.6.7). W budowie



geologicznej podłoża biorą udział pakiety piaskowcowo-lupkowe warstw magurskich o upadzie  $35^\circ$  w kierunku na SE (zał. A.4.2). Prowadzone badania fotogrametryczne w połowie lat 70-tych wykazały przemieszczenia materiału rzędu 5–11 cm w górnej i 0–4 cm w dolnej partii osuwiska.

Na obszarze osuwiska wykonano 3 otwory o głębokości od 12 do 20 m (zał. A.1, A.3.1, A.6.5-A.6.7). W dwóch z nich zamontowano rury inklinometryczne oraz jeden otwór przeznaczono na piezometr.

Linia maksymalnego piętrzenia zbiornika wody (312 m n.p.m.) przebiega u podstawy osuwiska co może mieć wpływ na jego aktywację po wypełnieniu zbiornika wodą.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-3/3 i OB-1/3, archiwalne wyrobisko górnicze - szybk Sz128 poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski II – II' (zał. A.3.1, A.4.2, A.5.1, A.7.3).

#### Osuwisko 7

Osuwisko nr 7 zlokalizowane jest w miejscowości Zarębki (powiat suski, gmina Zembrzyce). Obejmuje swoim zasięgiem południowo-zachodni fragment zbocza góry Zamczysko i zlokalizowane jest poniżej opisanego osuwiska nr 3. Szerokość osuwiska wynosi około 320 m, jego długość około 180 m. Powstało ono w wyniku podcięcia przez nurt Skawy stromego stoku. Na terenie objętym osuwiskiem występują liczne, rozwarte szczeliny o przebiegu prostopadłym do kierunku nachylenia zbocza. Osuwisko posiada ślady kilku nisz z zatartymi krawędziami. W trakcie prac terenowych, po jego zachodniej stronie, stwierdzono obecność niewielkiego osuwiska, którego czoło schodzi do dna doliny Skawy (zał. A.1, A.3.1, A.5.1; Wójcik i in., 2007). Koluwia o niewielkiej miąższości (1,5–4 m) zbudowane są z glin, glin pylastych i zwięzłych utworów fliszowych z okruchami łupków i piaskowców. Wody podziemne stwierdzono w jednym otworze OB-2/7 na głębokości 7,9 m (zał. A.6.9). W podłożu osuwiska występują warstwy podmagurskie zapadające na S i SW pod kątem  $20\text{--}25^\circ$ .

W latach 1974–76 w części osuwiska nr 7 prowadzono pomiary fotogrametryczne. Wykazały one przemieszczenia punktów pomiarowych do około 10 cm (Fischer, Ciombor, 1995).

Na obszarze osuwiska wykonano 2 otwory o głębokości 15 m każdy (zał. A.1, A.3.1, A.6.8-A.6.9). W obydwóch zamontowano rury inklinometryczne.

Linia maksymalnego piętrzenia zbiornika wody (312 m n.p.m.) przebiega u podstawy osuwiska co może mieć wpływ na jego aktywację po wypełnieniu zbiornika wodą.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-1/7 oraz archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz520 i Sz132, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski III – III' (zał. A.3.1, A.4.3, A.5.1, A.8).

### Osuwisko 12

Zlokalizowane jest na prawym brzegu doliny Stryszówki w miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryszów). Szerokość osuwiska wynosi do około 190 m, natomiast długość 320 m. Zasięg osuwiska w stosunku do jego granic wyznaczonych we wcześniejszych opracowaniach uległ zmianie. W wyniku kartograficznych prac terenowych stwierdzono obecność dwóch osuwisk (zał. A.1, A.3.2, A.5.2; Wójcik i in., 2007). Ponadto w rejonie osuwiska nr 12 wykartowano 4 niewielkie osuwiska. Czoła dwóch z nich, zlokalizowanych na SW od osuwiska nr 12 sięgają dna doliny Skawy, natomiast pozostałe dwa zlokalizowane na NW od osuwiska nr 12 nie powinny stwarzać zagrożenia po spiętrzeniu wód rzeki Sawy.

W podłożu osuwiska nr 12 występują piaskowcowo-lupkowe utwory warstw krośnieńskich należących do jednostki śląskiej. Przemieszczeniu uległy utwory pylaste i gliniaste wraz ze stropową, zwietrzałą warstwą utworów fliszowych. Czoło osuwiska nasunęło się na piaszczysto-żwirowe osady tarasu rzeki Skawy. Miąższość koluwiów waha się od 3,0 m do 15,0 m. Koluwia są zawodnione. Zwierciadło wody występuje na głębokości od 2,0 do 7,1 m (zał. A.6.10-A.6.14). Na prawym zboczu występuje wyraźna nisza osuwiskowa zakończona skarpą w wysokości 3,5 m. Jest to osuwisko czynne, którego aktywność zaznacza się zwłaszcza w okresach intensywnych opadów atmosferycznych.

Na obszarze osuwiska wykonano 5 otworów o głębokości od 10 do 18 m (zał. A.1, A.3.2, A.6.10-A.6.14). W trzech z nich zamontowano rury inklinometryczne, a jeden przeznaczono na piezometr.

Linia maksymalnego piętrzenia przecina środkową część osuwiska, co spowoduje znaczne pogorszenie warunków stateczności po spiętrzeniu zbiornika.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-5/12, OB-4/12, OB-2/12 archiwalne wyrobisko górnicze - szybik RSz163, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski IV – IV' (zał. A.3.2, A.4.4, A.5.2, A.7.6).

### Osuwisko 13

Zlokalizowane jest na stromym, południowym stoku doliny Skawy. Wschodnia część osuwiska należy do miejscowości Ostalowa (powiat wadowicki, gmina Stryszów), natomiast zachodnia część zlokalizowana jest w miejscowości Zagórze (powiat wadowicki, gmina Mucharz.). Osuwisko jest typu konsekwentno-strukturalnego. Powstało w gruboławicowych piaskowcach istebniańskich. Jego szerokość wynosi 120 m, natomiast długość osiąga 60 m. Miąższość koluwiów wynosi około 7,0 m. Wody podziemne stwierdzono w otworze OB-2/13 na głębokości 6,1 m (zał. A.6.16). Powstało ono prawdopodobnie w wyniku podcięcia zbocza nurtem Skawy. Osuwisko to charakteryzuje się występowaniem otwartej szczeliny o szerokości 5 –7 m, której skarpy posiadają wysokość 5-6 m. Płaszczyzna poślizgu wytworzyła się w utworach podłoża skalnego, bez rozluźnienia partii leżącej powyżej, która została przesunięta w całym bloku. Obecność szczelin powyżej niszy osuwiskowej wskazuje na to, że obszar osuwiska się powiększa. Zasięg osuwiska w stosunku do jego granic wyznaczonych we wcześniejszych opracowaniach uległ zmianie. Ponadto, w wyniku kartograficznych prac terenowych, stwierdzono obecność dwóch, małych osuwisk na NE i N od osuwiska nr 13, które nie powinny stwarzać zagrożenia po spiętrzeniu wód rzeki Sawy (zał. A.1, A.3.3, A.5.3; Wójcik i in., 2007).

Na obszarze osuwiska wykonano 2 otwory o głębokości 15,7 i 16 m (zał. A.1, A.3.3, A.6.15-A.6.16). W obydwóch zamontowano rury inklinometryczne.

Po spiętrzeniu zbiornika praktycznie całe osuwisko znajdzie się pod powierzchnią wody. Może to doprowadzić do uruchomienia przemieszczeń mas skalnych powyżej jego obecnej górnej granicy zasięgu.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-1/13 oraz archiwalne wyrobisko górnicze - szybik Sz447, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski V – V' (zał. A.3.3, A.4.5, A.5.3, A.8).

### Osuwisko 14

Znajduje się w miejscowości Zagórze (powiat wadowicki, gmina Mucharz) około 150 m od osuwiska nr 13. Jego szerokość wynosi 310 m, a długość 120 m. Jest to osuwisko konsekwentno-strukturalne, skalne, utworzone na gruboławicowych piaskowcach warstw istebniańskich. Prawdopodobnie powstało ono w wyniku podcięcia stoku nurtem Skawy.

Nisza osuwiskowa jest wyraźnie zaznaczona i zakończona skarpą o wysokości do 5 m. Koluwia, głównie rumosz gliniasty i bloki piaskowca, osiagają miąższość do ponad 15,0 m.

Zasięg osuwiska w stosunku do jego granic wyznaczonych we wcześniejszych opracowaniach uległ zmianie. Obecnie stwierdza się, że obejmuje swym zasięgiem znacznie większy obszar. Ponadto, w wyniku kartograficznych prac terenowych, stwierdzono obecność osuwiska na N od osuwiska nr 14, które nie powinno stwarzać zagrożenia po spiętrzeniu wód rzeki Sawy (zał. A.1, A.3.3, A.5.3; Wójcik i in., 2007).

Na obszarze osuwiska wykonano 1 otwór o głębokości 15,5 (zał. A.1, A.3.3, A.6.17), w którym zamontowano rury inklinometryczne.

Podobnie jak w przypadku osuwiska nr 13, po spiętrzeniu zbiornika, prawie cała powierzchnia osuwiska nr 14, z wyjątkiem jego górnej partii, znajdzie się pod wodą. Może to doprowadzić do aktywacji osunięć powyżej jego obecnej, górnej granicy zasięgu.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-1/14 poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski VI – VI' (zał. A.3.3, A.4.6, A.5.3).

#### Osuwisko 5

Zlokalizowane jest w miejscowości Świnna Poręba (powiat wadowicki, gmina Mucharz) na stromym stoku doliny Skawy.

Ze względu na trudne warunki terenowe (brak możliwości dojazdu urządzenia wiertniczego) w porozumieniu z Inwestorem, zrezygnowano z odwiercenia otworów badawczych OB-1/5 i OB-2/5 (zał. tekst. 5).

Czoło osuwiska sięga koryta Skawy na odcinku około 300 m, a jego długość wynosi około 170 m. Jest to osuwisko konsekwentno-strukturalne, skalno-zwietrzelinowe, wykształcone na łęgu, którego skrzydła stanowią warstwy istebniańskie, a w partii środkowej piaskowcowo-lupkowe warstwy godulskie. W obrębie osuwiska występują wyraźne nisze, krawędzie i szczeliny. Według materiałów archiwalnych koluwia, o miąższości od 2,0 m do 6,0 m stanowią gliny, gliny z rumoszem, bloki skalne, które nie są zawodnione (Fischer, Ciombor, 1995).

Zasięg osuwiska w stosunku do jego granic wyznaczonych we wcześniejszych opracowaniach uległ zmianie. W wyniku kartograficznych prac terenowych stwierdzono, że osuwisko to dzieli się na dwie części. Ponadto poniżej osuwiska nr 5, wzdłuż doliny Skawy

wykartowano 3 osuwiska, których czoła sięgają dna doliny Skawy (zał. A.1, A.3.4, A.5.4; Wójcik i in., 2007). Mogą one stwarzać zagrożenie po spiętrzeniu wód rzeki Sawy.

Odcinek doliny Skawy, w obrębie którego zlokalizowane jest osuwisko nr 5 stanowi obszar predysponowany do wystąpienia zjawisk geodynamicznych (zał. A.5.4).

Prowadzone w połowie lat 70-tych badania fotogrametryczne wykazały lokalne przemieszczenia pojedynczych punktów do 24 cm (Fischer, Ciombor, 1995).

Dolna część osuwiska po spiętrzeniu zbiornika znajdzie się poniżej rzędnej piętrzenia co może spowodować aktywację ruchów masowych.

Na podstawie danych z archiwalnych wyrobisk górniczych (szybiki nr Sz109 i Sz107) wykreślono przekrój geologiczno-inżynierski VII – VII' (zał. A.3.4, A.4.7, A.5.4, A.7.4, A.7.5).

#### Osuwisko nr 21

Osuwisko zlokalizowane jest w miejscowości Świnna Poręba (powiat wadowicki, gmina Mucharz) na lewym zboczu doliny Skawy. Jest to osuwisko konsekwentne, zwietrzelinowo-skalne. Jego szerokość wynosi około 70 m, natomiast długość około 160 m. Powierzchnia osuwiska jest łagodna, bez wyraźnych form osuwiskowych, a w jego środkowej i dolnej części występują podmokłości. Koluwia osuwiska stanowią rumosze skalne z fragmentami piaskowców i łupków z wypełnieniem glin i pyłów. Według materiałów archiwalnych ich miąższość dochodzi maksymalnie do 10 m (Fischer, Ciombor, 1995). Wody podziemne stwierdzono w otworze OB-3/21 na głębokości 8,5 m (zał. A.6.19). Podłoże skalne stanowią skały fliszowe (piaskowce i łupki) należące do warstw istebniańskich. Zapadają one zgodnie z nachyleniem zbocza, tj. na S i SW pod kątem 30° - 40°.

Zasięg osuwiska w stosunku do jego granic wyznaczonych we wcześniejszych opracowaniach uległ zmianie. W wyniku kartograficznych prac terenowych stwierdzono, że osuwisko to dzieli się na dwie części, a jego zasięg jest dużo mniejszy (zał. A.1, A.3.5, A.5.5; Wójcik i in., 2007). Obecnie nisza osuwiska sięga do drogi krajowej nr 28 Wadowice – Sucha – Beskidzka. W przypadku intensyfikacji ruchów masowych, zwłaszcza po spiętrzeniu wód Zbiornika Wodnego Świnna Poręba do rzędnej 312 m n.p.m., lub wystąpieniu długotrwałych i intensywnych opadów atmosferycznych, odcinek drogi może podlegać znacznemu zagrożeniu.

Pomiary geodezyjne wykonane w latach 1986-1989 wykazały lokalne przemieszczenia punktów pomiarowych od kilku do kilkunastu centymetrów (Fischer, Ciombor, 1995).

Na obszarze osuwiska projektowane było wykonanie 4 otworów badawczych, z czego ze względu na trudne warunki terenowe, wykonano 3 otwory o głębokości od 15,0 do 20 m (zał. tekst. 5; zał. A.1, A.3.5, A.6.18-A.6.20). W dwóch z nich zamontowano rury inklinometryczne, a jeden przeznaczono pod piezometr.

Dolna część osuwiska (sięgająca rzędnej 305 m n.p.m.) po spiętrzeniu zbiornika znajdzie się pod wodą, co może spowodować aktywację ruchów masowych.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-1/21, OB-3/21 i OB-4/21 poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski VIII – VIII\* (zał. A.3.5, A.4.8, A.5.5).

#### Osuwisko nr 22L

Osuwisko zlokalizowane jest w miejscowości Świnna Poręba (powiat wadowicki, gmina Mucharz) na lewym brzegu doliny rzeki Skawy. W wyniku kartograficznych prac terenowych zasięg osuwiska uległ zasadniczym zmianom (Wójcik i in., 2007). Zostało ono podzielone na 4 mniejsze osuwiska o szerokościach od 30 m do 140 m i długościach od 80 m. do 140 m. Krawędzie nisz osuwisk rozpoczynają się poniżej drogi krajowej nr 28 Wadowice – Sucha – Beskidzka, a czoła sięgają dna doliny Skawy. Na podstawie badań geofizycznych (zał. tekst. 3) oraz obserwacji rdzenia profilu otworu OB-2/22L istnieją przesłanki, iż osuwisko 22L posiada większy zasięg niż widoczny obecnie w morfologii terenu, co jednocześnie stwarza zagrożenie dla drogi krajowej nr 28. Nie można wykluczyć również, że jest to stare (plejstocenijskie) osuwisko, którego morfologia została zatarta na skutek erozji i działalności antropogenicznej. Wykartowana krawędź niszy osuwiskowej jest prawdopodobnie wtórną, młodszą, powstałą w obrębie starszego osuwiska. Ponadto, na SE od obszaru osuwiskowego nr 22L stwierdzono obecność niewielkiego osuwiska (szerokość 50 m, długość 60 m), którego czoło również sięga dna doliny Skawy. W związku z tym można uznać, że cały rejon osuwiska nr 22L na długości 600 – 700 m jest predysponowany do występowania ruchów masowych, zwłaszcza po spiętrzeniu wód zbiornika do rzędnej 312 m n.p.m., lub w okresach długotrwałych i intensywnych opadów atmosferycznych. W przypadku wystąpienia takich zjawisk zagrożeniu może podlegać odcinek drogi krajowej nr 28, zwłaszcza, że rzędne nisz krawędzi osuwisk obecnie znajdują się poniżej warstwy 312 m n.p.m., a więc poniżej poziomu wody w maksymalnie wypełnionym zbiorniku.

Osuwisko jest konsekwentne o założeniu tektonicznym i ma charakter skalno-zwietrzelinowy. Koluwia o miąższości dochodzącej do 20,0 m zbudowane są z rumoszu piaskowców, zlepieńców i łupków z iłem i gliną. W otworze OB-1/22L stwierdzono sączenie wód na głębokości 2,4 m (zał. A.6.21). Podłoże osuwiska zbudowane jest z piaskowców, łupków i zlepieńców warstw istebniańskich zapadających generalnie w kierunku wschodnim. Morfologia powierzchni osuwiska jest bez wyraźnych form świadczących o spełzywaniu, jedynie w dolnej części występują podmokłości.

Przeprowadzone pomiary geodezyjne wykazały brak przemieszczeń punktów pomiarowych (Fischer, Ciombor, 1995).

Na obszarze osuwiska wykonano 3 otwory o głębokości 15,0 m każdy (zał. A.1, A.3.6, A.6.21-A.6.23). W dwóch z nich zamontowano rury inklinometryczne, a jeden przeznaczono pod piezometr.

Rzędna czoła osuwiska wynosi 306 m n.p.m., zatem po spiętrzeniu zbiornika jego dolna część znajdzie się poniżej rzędnej maksymalnego piętrzenia (312 m n.p.m.). Taka sytuacja może spowodować aktywowanie ruchów masowych.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-2/22L oraz archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz319 i Sz318, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski IX – IX' (zał. A.3.6, A.4.9, A.5.6, A.8).

#### Osuwisko nr 20

Osuwisko to rozwinęło się w obrębie stromego zbocza doliny Skawy u podnóża góry Prejsówki w miejscowości Mucharz (powiat wadowicki, gmina Mucharz). Jest to osuwisko o szerokości około 190 m i długość około 110 m. W wyniku kartograficznych prac terenowych zasięg osuwiska uległ zmianom. Zostało ono podzielone na 2 osuwiska. Ich czoła sięgają dna doliny Skawy. Ponadto, podczas prac terenowych, stwierdzono obecność szeregu osuwisk zarówno od E i W osuwiska nr 20 (zał. A.1; Wójcik i in., 2007). Cały obszar dolnych partii stoków góry Prejsówka, wzdłuż doliny Skawy, jest predysponowany do występowania ruchów masowych, zwłaszcza po spiętrzeniu wód zbiornika do rzędnej 312 m n.p.m. lub w okresach długotrwałych i intensywnych opadów atmosferycznych.

W morfologii osuwiska wyraźnie zaznaczają się krawędzie o wysokości do kilku metrów. Jego charakter jest asekwentny, skalny. Powstało ono przez podcięcie nurtem rzeki Skawy

stromego zbocza doliny. Podłoże buduje seria gruboławicowych piaskowców warstw krośnieńskich jednostki śląskiej. Miąższość koluwiów zbudowanych z rumoszu skalnego i zwietrzeliny dochodzi do 5 m.

Na obszarze osuwiska projektowane było wykonanie 2 otworów badawczych, z czego ze względu na trudne warunki terenowe, wykonano 1 otwór o głębokości 10,0 (zał. tekst. 5; zał. A.1, A.3.7, A.6.24). W otworze zamontowano rury inklinometryczne.

Większa część obszaru osuwiska po spiętrzeniu zbiornika znajdzie się poniżej maksymalnego poziomu piętrzenia (312 m n.p.m.). Może to doprowadzić do aktywacji osunięć powyżej jego obecnej górnej granicy zasięgu.

#### Osuwisko nr 19

Osuwisko nr 19 zlokalizowane jest w miejscowości Mucharz (powiat wadowicki, gmina Mucharz). Podobnie jak osuwisko nr 20 rozwinęło się w obrębie stromego zbocza doliny Skawy, u podnóża góry Prejsówki, na jej północno-wschodnim stoku.

Ze względu na trudne warunki terenowe (brak możliwości dojazdu urządzenia wiertniczego) w porozumieniu z Inwestorem, zrezygnowano z odwiercenia otworów badawczych OB-1/19 i OB-2/19 (zał. tekst. 5).

Jest to niewielkie osuwisko o szerokości około 2500 m i długość około 120 m powstałe przez podcięcie nurtem rzeki Skawy stromego zbocza jej doliny. W wyniku kartograficznych prac terenowych zasięg osuwiska uległ zmianie (Wójcik i in., 2007). Zostało ono podzielone na 3 osuwiska. Ich czoła sięgają dna doliny Skawy. Podobnie jak w przypadku osuwiska nr 20, cały obszar dolnych partii stoków góry Prejsówka, wzdłuż doliny Skawy, jest predysponowany do występowania ruchów masowych, zwłaszcza po spiętrzeniu wód zbiornika do rzędnej 312 m n.p.m., lub w okresach długotrwałych i intensywnych opadów atmosferycznych.

Według materiałów archiwalnych osuwisko ma charakter asekwentny, skalno-zwietrzelinowy. Koluwia o miąższości do 5 m buduje rumosz piaskowców, zlepieńców i łupków warstw istebniańskich. Osuwisko jest ustabilizowane (Fischer, Ciombor, 1995).

Podobnie jak w przypadku osuwiska nr 20 większa część obszaru osuwiska nr 19 po spiętrzeniu zbiornika znajdzie się poniżej maksymalnego poziomu piętrzenia (312 m n.p.m.). Może to doprowadzić do aktywacji osunięć powyżej jego obecnej górnej granicy zasięgu.



Na podstawie danych z archiwalnych wyrobisk górniczych (szybiki nr Sz213, Sz212, Sz211) wykreślono przekrój geologiczno-inżynierski VII – VII\* (zał. A.3.8, A.4.11, A.5.8, A.8).

#### Osuwisko nr 18

Zlokalizowane jest na prawym zboczu doliny Śleszówki będącej lewobrzeżnym dopływem Skawy w miejscowości Skawce (powiat wadowicki, gmina Mucharz). Rozwinęło się ono na łupkowo-piaskowcowej serii warstw krośnieńskich, w obrębie stromego, objętego procesami spęływania zwietrzeli zbieżna. Jest to osuwisko asekwentne, skalno-zwietrzelinowe, o założeniu tektonicznym, powstałe przez podcięcie przez nurt rzeki stromego zbocza. Koluwa o miąższości do około 5 m budują gliny, gliny pylaste, fragmenty bloków skalnych piaskowców, zlepieńców i łupków. Wody podziemne stwierdzono na głębokości 12,1 m w otworze nr OB-1/18 (zał. A.6.25). W wyniku kartograficznych prac terenowych zasięg osuwiska uległ znacznym zmianom. Jako obszar osuwiskowy wyznaczono prawie całą dolną partię stoku Tarnawskiej Góry wzdłuż doliny rzeki Śleszówki (zał. A.1, A.3.9., A.5.9). Morfologia obszaru osuwiska jest bardzo urozmaicona. Zaznaczają się wyraźne krawędzie i nisze, liczne wybrzuszenia i wtórne osuwiska. Czoła osuwisk schodzą do dna doliny Śleszówki. Obszar osuwiskowy dzieli się na kilka osuwisk, z których największe ma do 270 m szerokości i do 220 m długości.

Na obszarze osuwiskowym wykonano 2 otwory o głębokości 10,0 i 15,0 m (zał. A.1, A.3.9, A.6.25-A.6.26). W jednym zamontowano rury inklinometryczne, a drugi przeznaczono na piezometr.

Linia maksymalnego piętrzenia zbiornika wody (312 m n.p.m.) przebiega u podstawy osuwiska co może mieć wpływ na jego aktywację po wypełnieniu zbiornika wodą.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-2/18 oraz archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz244 i Sz249, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski XII – XII\* (zał. A.3.9, A.4.12, A.5.9, A.8).

#### Osuwisko nr 1b

Zasięg tego osuwiska, podobnie jak osuwiska nr 1a, został wyznaczony podczas realizacji „Projektu prac geologicznych ...” (Wójcik i in., 2004). Osuwisko 1b zlokalizowane jest w miejscowości Skawce (powiat wadowicki, gmina Mucharz). W górnej części omawianego

obszaru osuwiskowego występują niewielkie ślady spękania. Osuwisko to rozpoczyna się około 50 m poniżej nowowystrojenego odcinka drogi nr 28. Można je określić, jako zespół kilku różnej wielkości mniejszych osuwisk. Rzeźba powierzchni osuwiska jest nierówna. W terenie widoczne są również liczne ślady spękań, skarpy i młaki. Miąższość koluwiów szacuje się na 3 – 10 m i zbudowane są z glin pylastych, pyłów, fragmentów bloków piaskowców i iłolupków. Wody podziemne stwierdzono na głębokości 3,2 m (OB-1/1B; zał. A.6.27). W podłożu osuwiska występują piaskowcowo-lupkowe warstwy ciężkowickie jednostki śląskiej.

Na obszarze osuwiska wykonano 1 otwór o głębokości 10,0 (zał. A.1, A.3.10, A.6.27), w którym zamontowano rury inklinometryczne.

Czoło osuwiska sięga rzędnej 302 m n.p.m. Zatem jego dolna część znajduje się poniżej maksymalnego poziomu piętrzenia zbiornika (312 m n.p.m.). Taka sytuacja może przyczynić się do jeszcze większej aktywności osuwiska niż jest obecnie.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-1/1B oraz archiwalne wyrobisko górnicze - szybk Sz742 poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski XIII – XIII' (zał. A.3.10, A.4.13, A.5.10, A.7.7).

## **9.2. Charakterystyka osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryszów – Zembrzyce”.**

### Osuwisko 2

Usytuowane jest na lewym stoku doliny Skawy, w miejscowości Zembrzyce – Osiedle Rusków (powiat suski, gmina Zembrzyce) powyżej torów kolejowych (zał. A.1, B.1.1). Osuwisko powstało w 1974 r. (Fischer, Ciombor, 1995).

Jest to niewielkie osuwisko o długości 70 m i szerokości 80 m o ekspozycji wschodniej. Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko asekwentne, zwietrzelinowe (Fischer, Ciombor, 1995). Założone jest w obrębie tarasu wysokiego rzeki Skawy.

W ramach prac przy realizacji dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007), na obszarze osuwiska odwiercony został jeden otwór (OB-1/2) o głębokości 12,0 m (zał. B.1.1, B.4.1). W otworze zamontowano rury inklinometryczne.

Koluwia zbudowane są ze zwiaterzeliny gliniastej i zwiaterzałych iłóupków o niewielkiej miąższości (do 3,5 m) oraz utworów fliszowych zbudowanych w większości z iłóupków i mułowców z wkładkami piaskowców. W podłożu występują łupki pstre warstw ciężkowickich. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych (zał. B.2.1, B.4.1).

Czoło osuwiska sięga rzędnej 317 m n.p.m., zatem piętrzenie zbiornika wodnego do rzędnej 312 m n.p.m. nie powinno mieć wpływu na ewentualne jego uruchomienie.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-1/2, archiwalne wyrobisko górnicze - szybik Sz232 i archiwalny otwór badawczy ORN-34, poprowadzony został przekrój geologiczno - inżynierski I - I' (zał. B.1.1, B.2.1, B.3.1).

### Osuwisko nr 23

Zlokalizowane jest na prawym brzegu doliny Skawy, w miejscowości Zarębki (powiat suski, gmina Zembrzyce) na północno-zachodnim zboczu wzniesienia Zameczysko (zał. A.1, B.1.2). Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko strukturalne, asekwentne, zwiaterzelinowe nie zaznaczające się w terenie (Fischer, Ciombor, 1995). Jego czoło ma długość 900 m, a szerokość od 150 do 250 m. W wyniku prac kartograficznych przeprowadzonych podczas realizacji dokumentacji geologiczno - inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007), teren ten nie został zakwalifikowany jako obszar osuwiskowy. Budowa geologiczna terenu osuwiska nr 23 wskazuje, że wymieszanie materiału skalnego nastąpiło w wyniku procesów soliflukcyjnych. Nie można wykluczyć również, że jest to stare (plejstoczeńskie) osuwisko, którego morfologia została zatarta na skutek erozji i działalności antropogenicznej. W północnej części obszaru osuwiskowego stwierdzono obecność niewielkiego osuwiska (zał. A.1, B.1.2, B.3.2). Obszar zaznaczony jako osuwisko nr 23 stanowi rejon potencjalnie zagrożony wystąpieniem ruchów masowych, szczególnie po spiętrzeniu wód zbiornika.

Teren badań został rozpoznany 10 wierceniami o głębokości od 16 do 26 m (zał. B.1.2, B.4.2-B.4.11). W 7 z nich zabudowano rury inklinometryczne, natomiast 1 przeznaczono na piezometr. W podłożu występują warstwy magurskie (piaskowce glaukonitowe z wkładkami iłóupków i mułowców) przeważnie zbrekcjowane. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych, głównie

soliflukcyjnych. Strefa przypowierzchniowa zbudowana jest z glin, pyłów, okruchów piaskowców, mułowców i iłolupków lokalnie zalegających na fragmentach osadów tarasów wysokich lub średnich (zał. B.2.2, B.2.3). W środkowej części terenu miąższość utworów ponad osadami tarasu wyższego może dochodzić do kilkunastu metrów (zał. B.2.2, B.2.3). Prowadzone na początku lat 80-tych XX wieku przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie obserwacje geodezyjne wykazały brak przemieszczeń, jednakże ekspertyza stateczności wykazała możliwość uaktywnienia ruchów masowych. Linia maksymalnego piętrzenia zbiornika przebiega u podstawy stoku, co może spowodować wznowienie wystąpienia zjawisk geodynamicznych.

Pomiędzy obszarem osuwisk nr 23 i 8, przy okazji prac terenowych prowadzonych przez pracowników Oddziału Karpackiego Państwowego Instytutu Geologicznego przy okazji realizacji tematu pn. „Kompleksowa i szczegółowa mapa geologiczna rejonu Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z mapami tematycznymi w skali 1:10 000” stwierdzono obecność 4 niewielkich terenów osuwiskowych (zał. A.1, B.1.3).

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-2/23, OB-3/23, OB-4/23 i archiwalny otwór badawczy OR237, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski II – II' (zał. B.1.2, B.2.2, B.3.2), a przez otwory badawcze OB-8/23, OB-9/23 i archiwalny otwór badawczy OR232, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski III – III' (zał. B.1.2, B.2.3, B.3.2).

#### Osuwisko nr 8

Zlokalizowane jest ono w miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryszów). Znajduje się na prawym brzegu Skawy w odległości około 250 m na S od nieczynnego kamieniołomu. Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko insekwentno-strukturalne, zwietrzelinowe (Fischer, Ciombor, 1995). Szerokość osuwiska wynosi 150 m a jego długość 250 m. Powstało ono prawdopodobnie na skutek erozyjnego podcięcia stoku wzgórza Las Dąbrowski przez Skawę. Powyżej osuwiska nr 8 stwierdzono obecność niewielkiego obszaru osuwiskowego (zał. A.1, B.1.3).

Na obszarze osuwiska wykonano 3 otwory o głębokości 15 m każdy (zał. B.1.3; B.4.12-B.4.14). W dwóch z nich zamontowano rury inklinometryczne.

Osuwisko nr 8 rozwinęło się na stromym zboczu doliny Skawy, w obrębie łupków pstrych i piaskowców ciężkowickich, częściowo zbrekanych i zaburzonych tektonicznie. W jego dolnej części morfologia jest niespokojna ze śladami spękania. Koluwia o miąższości do 13 m stanowią pyły, gliny oraz rumosz piaskowców, mułowców i ilolupków. Na podstawie obserwacji profili otworów badawczych i wykonanych ciągów badań geofizycznych można stwierdzić, że ruchy masowe odbywają się zarówno w obrębie zwietrzalej strefy przypowierzchniowej o miąższości do kilku metrów, jak i głębiej zalegających stropowych partii utworów fliszowych (zał. B.2.3, B.4.12-B.4.14). Wodę w postaci sączy stwierdzono na głębokości około 2,0 m p.p.t. Wyniki obserwacji geodezyjnych wykonanych w latach 80-tych XX wieku wykazały przemieszczenia mas gruntu do 12 cm w dolnej części osuwiska. Może się ono uaktywnić po wypełnieniu zbiornika wodą do rzędnej maksymalnego piętrzenia 312 m n.p.m.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-2/8, OB-3/8, archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz833, Sz835, Sz1047 i archiwalny otwór badawczy OR227, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski IV – IV' (zał. B.1.3, B.2.4, B.3.3).

#### Osuwisko nr 9

Zlokalizowane jest ono w miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryszów). Znajduje się na prawym brzegu Skawy, w odległości około 100 m na N od opisywanego wcześniej osuwiska nr 8. Na północ od osuwiska zlokalizowany jest nieczynny kamieniołom gruboławicowych piaskowców ciężkowickich. Jest to osuwisko insekwentno-strukturalne, zwietrzelinowe. Powstało prawdopodobnie na skutek erozyjnego podcięcia stoku wzgórza Las Dąbrowski przez Skawę.

W wyniku prac kartograficznych przeprowadzonych podczas realizacji dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007), zasięg osuwiska został zweryfikowany. Obecnie osuwisko posiada szerokość 150 m i długość 150 m (zał. A.1, B.1.3).

W czasie prac terenowych na obszarze osuwiska wykonano 1 otwór o głębokości 15 m, w którym zamontowano rury inklinometryczne (zał. B.1.3, B.4.15).

Podobnie jak osuwisko nr 8, rozwinęło się ono na stromym zboczu doliny Skawy, na łupkach pstrych w obrębie piaskowców ciężkowickich, częściowo zbrekanych

i zaburzonych tektonicznie. Koluwia o miąższości do 11 m stanowią gliny pylaste, iłolupki i mułowce z okruchami piaskowców. Na podstawie obserwacji profilu otworu badawczego i wykonanych ciągów badań geofizycznych, można stwierdzić, że ruchy masowe odbywają się zarówno w obrębie zwietrzalej strefy przypowierzchniowej o miąższości nie przekraczającej kilku metrów, jak i głębiej zalegających stropowych partii utworów fliszowych (zał. B.2.5, B.4.15). Sączenia wód stwierdzono na głębokości 8,2 m p.p.t. Osuwisko jest odwadniane przez potok przepływający w jego osi.

Wyniki obserwacji geodezyjnych wykonanych w latach 80-tych XX wieku nie wykazały przemieszczenia mas gruntu co może wskazywać na to, że osuwisko jest ustabilizowane. Może się ono uaktywnić po wypełnieniu zbiornika wodą do rzędnej maksymalnego piętrzenia 312 m n.p.m.

Na obszarze osuwiska, przez otwór badawczy OB-1/9 i archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz827, Sz828, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski V – V' (zał. B.1.3, B.2.5, B.3.3).

#### Osuwisko nr 22

Zlokalizowane jest ono w miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryszów). Znajduje się na prawym brzegu Skawy w odległości około 150 m na N od opisywanego wcześniej osuwiska nr 9. Na południe od osuwiska jest nieczynny kamieniołom gruboławicowych piaskowców ciężkowickich. Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko insekwentno-strukturalne, zwietrzelinowe o szerokości około 100 m i długości 250 m (Fischer, Ciombor, 1995). Prawdopodobnie, jak w przypadku wyżej opisanych osuwisk nr 8 i 9, powstało ono na skutek erozyjnego podcięcia stoku wzgórza Las Dąbrowski przez Skawę.

W wyniku prac kartograficznych przeprowadzonych podczas realizacji dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007), zasięg osuwiska został zweryfikowany. Obecnie osuwisko posiada o szerokość 150 m i długość 200 m. Powyżej osuwiska nr 22 stwierdzono obecność dwóch niewielkich osuwisk (zał. A.1, B.1.3).

W czasie prac terenowych na obszarze osuwiska wykonano 3 otwory o głębokości od 10 do 12 m (zał. B.1.3, B.4.16-B.4.18). W dwóch z nich zamontowano rury inklinometryczne, a jeden zaadaptowano na piezometr.

Osuwisko nr 22 rozwinęło się na stromym zboczu doliny Skawy, na granicy wydzielenia warstw ropianieckich i ciężkowickich w obrębie łupków pstrych. Stwierdzono tu liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych. Koluwia o miąższości do kilkunastu metrów (zwłaszcza w dolnej partii osuwiska) stanowią pyły, gliny pylaste, rumosz piaskowcowy, ilolupki i mułowce. Na podstawie obserwacji profilów otworów badawczych i wykonanych ciągów badań geofizycznych można stwierdzić, że ruchy masowe odbywają się zarówno w obrębie zwietrzałej strefy przypowierzchniowej o miąższości nie przekraczającej kilku metrów, jak i głębiej zalegających stropowych partii utworów fliszowych (zał. B.2.6, B.4.16-B.4.18). Wody podziemne w postaci sączeń występują w strefie przypowierzchniowej, w obrębie utworów zwietrzelinowych na głębokości nie większej niż 2,2 m p.p.t. Powierzchnia morfologiczna osuwiska jest niespokojna, z licznymi podmokłościami.

Wyniki obserwacji geodezyjnych wykonanych w latach 80-tych XX wieku nie wykazały przemieszczenia mas gruntu, co wskazuje, że osuwisko jest ustabilizowane. Może się ono uaktywnić po wypełnieniu zbiornika wodą do rzędnej maksymalnego piętrzenia 312 m n.p.m.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-1/22, OB-4/22, archiwalne wyrobiska górnicze - szybiki Sz823, Sz824 i archiwalny otwór badawczy OR224, poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski VI – VI' (zał. B.1.3, B.2.6, B.3.3).

#### Osuwisko nr 10

Zlokalizowane jest ono w miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryszów). Znajduje się na stromym zboczu u wylotu doliny Stryszówki. Powstało ono prawdopodobnie na skutek erozyjnego podcięcia stoku przez Skawę. Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko insekwentno–strukturalne, zwietrzelinowe o szerokości około 600 m i długości około 100 m (zał. 1, 3.4; Fischer, Ciombor, 1995).

W czasie prac terenowych na obszarze osuwiska wykonano 6 otworów o głębokości od 10 do 22 m (zał. B.1.4, B.4.19-B.4.24). W trzech z nich zamontowano rury inklinometryczne, a jeden zaadoptowano na piezometr.

W wyniku prac kartograficznych przeprowadzonych podczas realizacji dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007),

zasięg osuwiska został zweryfikowany. Obecnie obszar zaznaczony w projekcie badań jako osuwisko nr 10 składa się z trzech części (zał. A.1, B.1.4).

W podłożu osuwisk zalegają łupkowo – piaskowcowe warstwy ropianieckie, często zbrekcjowane. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych. Koluwia o miąższości do 15,0 m, są wykształcone jako pyły, gliny iłolupki, mułowce i piaskowce. (zał. B.2.7).

Wyniki obserwacji geodezyjnych wykonanych w latach 80-tych XX wieku nie wykazały jego aktywności, jednak jego dolna część po wypełnieniu zbiornika wodą znajdować się będzie poniżej poziomu piętrzenia, co może spowodować jego ponowne uruchomienie.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-3/10, OB-4/10 poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski VII – VII' (zał. B.1.4, B.2.7, B.3.4).

#### Osuwisko nr 11b

Zlokalizowane jest ono na lewym brzegu doliny Stryszówki – prawobrzeżnego dopływu Skawy, w miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryszów; zał. 1, 3.4). Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko strukturalne, asekwentne, zwietrzelinowe zaznaczające się w terenie szeregiem nisz o krawędziach zatartych i świeżych. Jego czoło ma długość 470 m, a szerokość do 700 m (Fischer, 1995). W wyniku prac kartograficznych przeprowadzonych podczas realizacji dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007), obszar osuwiska został zakwalifikowany jako obszar intensywnego spęływania, a jedynie w zachodniej części obszaru stwierdzone zostały dwa niewielkie osuwiska, których prawdopodobny zasięg przedstawiono na załączniku zał. A.1, B.1.4 i B.3.4.

Budowa geologiczna terenu osuwisk nr 11b wskazuje, że wymieszanie materiału skalnego nastąpiło w wyniku procesów soliflukcyjnych. Podobnie jak w przypadku osuwiska nr 23 nie można wykluczyć, że jest to stare (plejstocenijskie) osuwisko, którego morfologia została zatarta na skutek erozji i działalności antropogenicznej. Obszar zaznaczony jako osuwisko nr 11b stanowi rejon potencjalnie zagrożony wystąpieniem ruchów masowych, szczególnie po spiętrzeniu wód zbiornika.

Omawiany teren został rozpoznany 13 wierceniami o głębokości od 15 do 20 m (zał. B.1.4, B.4.25-B.4.37). W 6-ciu z nich zabudowano rury inklinometryczne, natomiast jeden przeznaczono na piezometr. W podłożu występują warstwy ropianieckie (iłolupki z



wkładkami piaskowców i mułowców) przeważnie zbrekcjowane. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych, głównie soliflukcyjnych (zał. B.4.25-B.4.37). Należy zaznaczyć, że teren osuwiska znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie strefy nasunięcia jednostki magurskiej na śląską. Ponadto przez obszar osuwiska przebiega duża dyslokacja – tzw. uskok Stryzawski o kierunku N-S (Książkiewicz, 1974). Istnienie dyslokacji utrudnia interpretację genezy zlustrowań. Strefa przypowierzchniowa o miąższości do kilku metrów zbudowana jest z glin, pyłów, okruchów piaskowców, mułowców i iłolupków. W północno-zachodniej części obszaru stwierdzono w kilku otworach obecność osadów organicznych reprezentowanych przez ily z detrytusem o miąższości do kilku metrów z 10 centymetrową wkładką torfów (zał. B.1.4, B.4.25, B.4.28, B.4.29). Są to prawdopodobnie osady starszych tarasów (zał. B.2.8).

Wyniki obserwacji geodezyjnych wykonane w latach siedemdziesiątych XX wieku wykazały, iż w obszarze tym istniały lokalne przemieszczenia. W związku z powyższym uznano, że w tym rejonie wystąpiły zjawiska ruchów masowych i obszar ten uznano za osuwisko (Fischer, 1995). Linia maksymalnego piętrenia zbiornika przebiega u podstawy stoku, co może uaktywnić wystąpienie zjawisk geodynamicznych.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-3/11b, OB-4/11b, OB-5/11b poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski VIII – VIII' (zał. B.1.4, B.2.8, B.3.4), a przez otwory badawcze OB-9/11b, OB-10/11b, OB-11/11b poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski IX – IX' (zał. B.1.4, B.2.9, B.3.4).

#### Osuwisko nr 11a

Osuwisko nr 11a zlokalizowane jest na lewym brzegu doliny Stryzówki – prawobrzeżnego dopływu Skawy, na północ od opisanego wcześniej osuwiska nr 11b (zał. A.1, B.1.5). Administracyjnie należy do miejscowości Dąbrówka (powiat wadowicki, gmina Stryzów). Według materiałów archiwalnych jest to osuwisko strukturalne, asekwentne, zwietrzelinowe zaznaczające się w terenie szeregiem nisz o krawędziach zatartych i świeżych. Jego czoło ma długość 1100 m, a szerokość do 550 m (Fischer, 1995). W wyniku prac kartograficznych przeprowadzonych podczas realizacji dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dotyczącej przełożenia linii kolejowej (Chowaniec i in., 2007), obszar osuwiska został

zakwalifikowany jako obszar intensywnego spelzwywania, a jedynie w południowej części obszaru stwierdzone zostało osuwisko szerokości 160 m i długości 300 m (zał. A.1, B.1.5).

Budowa geologiczna terenu osuwiska nr 11a wskazuje, że podobnie jak w przypadku osuwiska nr 11b, wymieszanie materiału skalnego na większości obszaru nastąpiło w wyniku procesów soliflukcyjnych. Podobnie jak w przypadku osuwiska nr 23 i 11b nie można wykluczyć, że jest to stare (plejstoczeńskie) osuwisko, którego morfologia została zatarta na skutek erozji i działalności antropogenicznej. Obszar wyznaczony jako osuwisko nr 11a stanowi rejon potencjalnie zagrożony wystąpieniem ruchów masowych, szczególnie po spiętrzeniu wód zbiornika.

Teren badań został rozpoznany 14 wierceniami o głębokości od 15 do 20 m (zał. B.1.5, B.4.38-B.4.51). W 7 z nich zabudowano rury inklinometryczne, natomiast jeden przeznaczono na piezometr. W podłożu występują warstwy ropianieckie (iłolupki z wkładkami piaskowców i mułowców) przeważnie zbrekcjowane. Utwory skalne, w północnej części obszaru osuwiskowego, reprezentują warstwy krośnieńskie jednostki śląskiej. Wykształcone są w postaci pakietów piaskowców drobnoziarnistych i pelitycznych z wkładkami iłolupków i mułowców. W obrębie warstw podłoża osuwiska występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych, głównie soliflukcyjnych (zał. B.4.38-B.4.51). Należy zaznaczyć, że w północnej części osuwiska przebiega nasunięcie jednostki magurskiej na śląską, ponadto przez obszar osuwiska przebiega duża dyslokacja – tzw. uskok Stryszawski o kierunku N-S (Książkiewicz, 1974). Istnienie dyslokacji utrudnia interpretację genezy zlustrowań. Strefa przypowierzchniowa o miąższości do kilku metrów zbudowana jest z glin, glin pylastych, pyłów, okruchów piaskowców, mułowców i iłolupków.

Wyniki obserwacji geodezyjnych wykonane w latach siedemdziesiątych XX wieku wykazały lokalne przemieszczenia na obszarze osuwiska. W związku z tym stwierdzono, że w tym rejonie wystąpiły zjawiska ruchów masowych i obszar ten uznano za osuwisko (Fischer, 1995). Linia maksymalnego piętrzenia zbiornika przebiega u podstawy stoku, co może aktywować wystąpienie zjawisk geodynamicznych.

Na obszarze osuwiska, przez otwory badawcze OB-1/11a, OB-2/11a, OB-3/11a poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski X – X' (zał. B.1.5, B.2.10, B.3.5), a przez otwory badawcze OTR-1, OB-11/11a, OB-12/11a, OB-13/11a poprowadzony został przekrój geologiczno – inżynierski XI – XI' (zał. B.1.5, B.2.11, B.3.5).

### 9.3. Charakterystyka osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba”

#### Osuwisko 1a

Osuwisko 1a rozpoznane zostało po raz pierwszy podczas prac terenowych przy realizacji „Projektu prac geologicznych ...” (Wójcik i in., 2004). Usytuowane jest ono naprzeciwko mostu nr 8, w strefie jego przyczółka południowego (zał. C.1.1). Rozwinęło się w krawędzi erozyjnej Śleszówki, lewobocznego dopływu Skawy. Osuwisko to rozpoczyna wyraźna nisza o wysokości 1-3 m, a jego czoło schodzi do dna doliny. Ma ono charakter osuwiska asekwentnego (zał. C.3.1). W podłożu występują utwory piaskowcowo – łupkowe warstw krośnieńskich o kącie zapadania około 30° w kierunku południowym. Jest to małe osuwisko o powierzchni 0,5 ha i miąższości koluwiów do 3 m. W skład koluwiów wchodzi gliny pylaste z okruchami piaskowców, iłolupków i mułowców (zał. C.2.1-C.2.3). Osuwisko nr 1a można określić jako aktywne, a jego rozwój związany jest prawdopodobnie z przecięciem poziomych wód gruntowych w czwartorzędowych utworach soliflukcyjno-deluwialnych.

Rzędna czoła osuwiska sięga 310 m n.p.m., co po spiętrzeniu wody w projektowanym zbiorniku może zintensyfikować jego aktywność.

#### Osuwisko 1c

Osuwisko 1c wcześniej określane było jako południowa część osuwiska nr 1 (zał. C.1.2). Rozpoczyna się ono wyraźnymi niszami i należy do głębokich osuwisk strukturalnych, w dolnej części rozciętych dolinami wciosowymi. Jego czoło schodzi do dna doliny Skawy. W południowej części występują ślady starszego osunięcia, mniej zaznaczające się w morfologii powierzchni osuwiska. Osuwisko ma charakter konsekwentny. Miąższość koluwiów w jego górnej części, rozpoznanych pracami geologicznymi wykonanymi w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna (Chowaniec i in., 2005), wynosi 12-13 m. Zbudowane są one z glin zwietrzelinowych i stropowej partii skał fliszowych. Podłoże osuwiska stanowią osady

piaskowcowo-lupkowe warstw krośnieńskich i inoceramowych. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych. Piaskowcowe warstw krośnieńskich występują w północnej części omawianego terenu i oddzielone są od warstw inoceramowych reprezentowanych tu głównie przez ilolupki uskokiem tektonicznym (zał. C.2.4 – C.2.9, C.3.2).

Po spiętrzeniu zbiornika do rzędnej 312 m n.p.m., jego dolna część zostanie zalana. Może to spowodować aktywowanie ruchów masowych w jego obrębie.

#### Osuwisko nr 17

Osuwisko nr 17 położone jest na południe od osuwiska nr 1c. Ma ono charakter konsekwentno-strukturalny, skalno-zwietrzelinowy. Koluwia o miąższości do 18 m składają się z nadkładu czwartorzędowego wykształconego w postaci glin zwietrzelinowych i skalnej brekcji tektonicznej. W podłożu występują warstwy inoceramowe o przewadze ilolupków i lupków pstrych nad osadami piaskowcowo-mułowcowymi. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych (zał. C.2.10-C.2.20, C.3.3).

Z pomiarów inklinometrycznych wykonanych do 1998 roku wynika, że przemieszczenia stwierdzano poniżej głębokości 9,5 m p.p.t. Tak głębokie występowanie powierzchni poślizgu wskazuje, że osuwisko może być trudne do stabilizacji, zwłaszcza po jego uruchomieniu w czasie budowy projektowanej drogi Mucharz – Tarnawa Dolna.

Czoło osuwiska sięga rzędnej około 303 m n.p.m., co po spiętrzeniu wód Skawy w projektowanym zbiorniku do rzędnej 312 m n.p.m. może spowodować uaktywnienie ruchów masowych w jego obrębie.

#### Osuwisko nr 16

Osuwisko nr 16 ma charakter insekwentny, zwietrzelinowo-skalne, wyraźnie zaznaczone w terenie z licznymi nieckami i podmokłościami. W południowej części rozwinęło się ono w obrębie serii lupków pstrych należących do warstw ciężkowickich i inoceramowych w części północnej. W obrębie tych warstw występują liczne zlustrowania pochodzenia tektonicznego, jak i powstałe w wyniku ruchów masowych (zał. C.2.21-C.2.30, C.3.4).

Osuwisko to rozpoczyna się w strefie grzbietu, na wysokości około 460 m n.p.m., a czołem swym schodzi do dolin Skawy (304 m n.p.m.). Jego długość wynosi około 1 km, przy blisko 0,5 km szerokości (zał. C.1.4). Powstało ono przez podcięcie zbocza przez nurt rzeki Skawy. Morfologia powierzchni osuwiska jest zróżnicowana. W górnej części, na znacznym obszarze, zaznaczają się procesy spełzywania zwietrzeliny. Koluwia składają się ze zwietrzeliny lupków i brekcji ilastej z okruchami piaskowców, lokalnie występują gliny i wkładki namulów. Miąższość koluwiów dochodzi do 16 m. W otworze OTW-24 stwierdzono obecność koluwiów na osadach akumulacji rzecznej, co świadczy że czoło osuwiska nasunęło się głęboko w dolinę rzeki Skawy (zał. C.2.24). Osuwisko to należy do osuwisk aktywnych. Inklinometry założone w latach 1987-1988 ulegały przemieszczeniu w całości, gdyż zamontowano je w otworach, które nie zeszły poniżej powierzchni poślizgu i nie przebiły koluwiów. Osuwisko to w wielu miejscach jest aktywne i zagraża budynkom zlokalizowanym w jego górnej części. Dodatkowo stateczność czoła osuwiska może być zmniejszona poprzez nawodnienie koluwiów w czasie piętrzenia wody w zbiorniku.

## **10. Charakterystyka i ocena warunków geotechnicznych w obszarach rozpatrywanych osuwisk**

Charakterystykę i ocenę warunków geotechnicznych przeprowadzono dla poszczególnych osuwisk, w oparciu o wykonane badania terenowe i laboratoryjne, uwzględniając przy tym zweryfikowane obszary osuwisk. Szczegółową charakterystykę i ocenę warunków geotechnicznych dla osuwisk nr 5, 12, 13, 14, 7, 3, 6, 1b, 18, 19, 20, 22L, 21 rozpoznanych podczas prac w ramach niniejszej dokumentacji przedstawiono w załączniku tekstowym nr 2. Charakterystykę warunków geotechnicznych osuwisk nr 2, 23, 8, 9, 22, 10, 11b i 11a przedstawiono w oparciu o „Dokumentację geologiczno-inżynierską dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryszów – Zembrzyce” (Chowaniec i in., 2007), a osuwisk nr 1a, 1c, 17 i 16 w oparciu o „Dokumentację geologiczno-inżynierską osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba” (Chowaniec i in., 2005).

Przedstawiona analiza warunków geotechnicznych poszczególnych osuwisk, przeprowadzona została przy przyjęciu podziału rozpoznanego podłoża na **trzy wydzielone warstwy**. Zakwalifikowanie poszczególnych utworów do odpowiedniej warstwy było związane

z genezą utworów, litologią oraz przemieszaniem na skutek procesów geodynamicznych. Dlatego też brak jest ciągłych przebiegów warstw, charakteryzujących rodzaje gruntów w przekrojach geotechnicznych. Dotyczy to głównie warstwy II stanowiącej koluwia w obrębie kompleksów łupkowo – piaskowcowych. Utwory te w większości są w stanie twardoplastycznym i półzwałym, jedynie lokalnie występują uplastycznienia, dla których ciągłości warstwy nie da się ustalić. W związku z tym w profilach występują dość znaczne zróżnicowania w parametrach geotechnicznych wydzielonych warstw. Lokalne uplastycznienia powstają na skutek infiltracji wód powierzchniowych w głąb i mogą być mniejsze lub większe, w zależności od pory roku i intensywności opadów atmosferycznych. Ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną podłoża w niektórych rejonach poszczególnych osuwisk przebieg warstw wyznaczono hipotetycznie. Przy interpretacji podziału na warstwy i ich przebieg wykorzystano wyniki prac geofizycznych (zał. tekst 3).

Wydzielono następujące warstwy:

- warstwa I - utwory koluwalne zwiertzelinowej pokrywy czwartorzędowej (gliny, gliny pylaste, pyły z okruchami piaskowców i iłolupków),
- warstwa II - utwory koluwalne w obrębie kompleksów łupkowo – piaskowcowych (łupki, iłolupki, piaskowce, mułowce),
- warstwa III – podłoże fliszowe piaskowcowo – łupkowe (łupki, iłolupki, piaskowce, mułowce).

Szczegółowy opis warunków geotechnicznych obszarów poszczególnych osuwisk ze wszystkich dokumentacji opisujących warunki występowania osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba zawarty został w dokumentacji geotechnicznej stanowiącej integralną część niniejszej dokumentacji (Chowaniec i in., 2005, 2007; zał. tekst. 2).

## **11. Opis rejonów geologiczno-inżynierskich**

Mapy rejonów geologiczno-inżynierskich dla obszarów osuwisk nr 5, 12, 13, 14, 7, 3, 6, 1b, 18, 19, 20, 22L, 21 rozpoznanych podczas prac w ramach niniejszej dokumentacji przedstawiono na załącznikach nr A.5.1-A.5.10. Rejony geologiczno-inżynierskie obszaru osuwisk nr 2, 23, 8, 9, 22, 10, 11b i 11a przedstawiono w oparciu o „Dokumentację geologiczno-inżynierską dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryszów – Zembrzyce” (zał. B.3.1-B.3.5; Chowaniec i in., 2007), a obszarów osuwisk nr 1a, 1c, 17 i 16

w oparciu o „Dokumentację geologiczno-inżynierską osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba” (zał. C.4.1-C.4.4; Chowaniec i in., 2005).

Oprócz wydzielonych na mapach rejonów geologiczno-inżynierskich obszarów aktywnych osuwisk i spływów soliflukcyjnych za predysponowane do wystąpienia zjawisk geodynamicznych uznać należy rejon geologiczno-inżynierski  $F_2$  - obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych (zał. A.5.1-A.5.10, B.3.1-B.3.5, C.4.1-C.4.4).

### **11.1 Opis rejonów geologiczno-inżynierskich w obszarach osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno – inżynierskiej dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia map ruchów masowych”**

W obrębie osuwisk nr 6, 3, 7 i w ich bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejonu geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.1):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- $B_2$  - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,
- C – obszar spływów soliflukcyjnych,
- D – obszar tarasu zalewowego,
- E – obszar nasypu antropogenicznego,
- $F_2$  – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska nr 12 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejonu geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.2):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- $B_1$  – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,
- $B_2$  - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-

piaskowcowych.

D – obszar tarasu zalewowego,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców,

F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwisk nr 13 i 14 oraz w ich bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.3):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,

D – obszar tarasu zalewowego,

E – obszar nasypu antropogenicznego,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

W obrębie osuwiska nr 5 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.4):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B<sub>2</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,

D – obszar tarasu zalewowego,

E – obszar nasypu antropogenicznego,

F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska nr 21 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.5):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,



B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców.

D – obszar tarasu zalewowego.

E – obszar nasypu antropogenicznego.

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

W obrębie osuwiska nr 22L i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.6):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową.

B – obszar stoków osuwiskowych.

B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,

D – obszar tarasu zalewowego.

E – obszar nasypu antropogenicznego.

F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska nr 20 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.7):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową.

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców.

B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,

D – obszar tarasu zalewowego.

E – obszar nasypu antropogenicznego.

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska nr 19 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.8):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,

D – obszar tarasu zalewowego,

E – obszar nasypu antropogenicznego,

F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska nr 18 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.9):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

W obrębie osuwiska nr 1B i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. A.5.10):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,

B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,

D – obszar tarasu zalewowego,

E – obszar nasypu antropogenicznego,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

## 11.2. Opis rejonów geologiczno-inżynierskich w obszarach osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryszów – Zembrzyce”.

W obrębie osuwiska 2 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejonu geologiczno-inżynierskie (zał. B.3.1):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- B – obszar stoków osuwiskowych,
- B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,
- D – obszar tarasu zalewowego,
- E – obszar nasypu antropogenicznego,
- F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

Na obszarze osuwiska nr 23 i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejonu geologiczno-inżynierskie (zał. B.3.2):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- B – obszar stoków osuwiskowych,
- B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,
- C – obszar spływów soliflukcyjnych,
- D – obszar tarasu zalewowego,
- E – obszar nasypu antropogenicznego,
- F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

Na obszarach osuwisk nr 8, 9, 22 i w ich bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejonu geologiczno-inżynierskie (zał. B.3.3):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B – obszar stoków osuwiskowych,

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,

B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,

C – obszar spływów soliflukcyjnych,

D – obszar tarasu zalewowego,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców,

F<sub>2</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

Na obszarach osuwisk nr 10, 11b i w ich bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. B.3.4):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B – obszar stoków osuwiskowych,

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,

C – obszar spływów soliflukcyjnych,

D – obszar tarasu zalewowego,

E – obszar nasypu antropogenicznego,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

Na obszarze osuwiska nr 11a i w jego bezpośrednim sąsiedztwie, wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. B.3.5):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,

B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,

C – obszar spływów soliflukcyjnych,

D – obszar tarasu zalewowego,

E – obszar nasypu antropogenicznego,

F<sub>1</sub> – obszar stoku krawędziowego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców.

### **11.3. Opis rejonów geologiczno-inżynierskich w obszarach osuwisk rozpoznanych w ramach „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba”**

W obrębie osuwiska 1a wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. C.4.1):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,
- C – obszar teras zalewowych,
- D – obszar nasypu antropogenicznego.

W obrębie osuwiska 1c wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. C.4.2):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- B – obszar stoków osuwiskowych,
- B<sub>1</sub> – obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach piaskowców,
- B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,
- E<sub>1</sub> – obszar stoku krawędzistego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach piaskowców,
- E<sub>2</sub> – obszar stoku krawędzistego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska 17 wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. C.4.3):

- A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową,
- B – obszar stoków osuwiskowych,
- B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych,
- C – obszar teras zalewowych.

D – obszar nasypu antropogenicznego.

E<sub>2</sub> – obszar stoku krawędzistego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

W obrębie osuwiska 16 wyróżniono następujące rejony geologiczno-inżynierskie (zał. C.4.4):

A – obszar stoków skalnych z pokrywą zwietrzelinową.

B – obszar stoków osuwiskowych.

B<sub>2</sub> - obszar stoków z aktywnym osuwiskiem na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

C – obszar teras zalewowych.

D – obszar nasypu antropogenicznego.

E<sub>2</sub> – obszar stoku krawędzistego o nachyleniu powyżej kilkunastu stopni na wychodniach łupkowo-piaskowcowych.

## **12. Program monitoringu geodezyjnego.**

Monitoring wgłębny i powierzchniowy osuwisk obejmujący badanie przemieszczeń zainstalowanych punktów obserwacyjnych oraz pomiary inklinometryczne będzie prowadzony w celu:

- oceny zagrożenia wystąpienia zjawisk geodynamicznych,
- określenia zasięgu występowania zjawisk geodynamicznych,
- ustalenie tendencji zmian dotyczących zarówno ich charakteru, wielkości i czasu,
- oceny zagrożenia dla obiektów zlokalizowanych w sąsiedztwie osuwisk.

Dla spełnienia wyżej wymienionych. zadań na obszarach osuwiskowych w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba założono sieć monitoringową opartą o wykonane punkty obserwacji geodezyjnej (184 repery) – monitoring powierzchniowy oraz otwory badawcze z zainstalowanymi rurami inklinometrycznymi (53 otwory) i piezometrami (15 otworów) – monitoring wgłębny (tab. 5).

Tabela 5. Zestawienie punktów monitoringu powierzchniowego i wglębnego.

l.p.	Obszar osuwiskowy	Rodzaj punktu			Nr punktu	Współrzędne*			
		monitoring powierzchniowy	monitoring wgłębny			X	Y	H	
		reper	inklinometr	piezometr					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	6	+			PP1/6	213056,85	542980,37	322,165	
2		+			PP2/6	213074,68	543051,26	331,027	
3		+			PP3/6	213121,74	542941,19	325,434	
4		+			PP4/6	213276,17	542957,77	370,273	
5		+			PP5/6	213251,65	543025,71	360,333	
6		+			PP6/6	213162,71	543104,21	343,045	
7		+			PP7/6	213251,79	543125,24	354,042	
8		+			PP8/6	213325,84	543156,65	370,683	
9		+			PP9/6	213327,05	543075,38	370,781	
10		+			PP10/6	213366,32	543122,28	371,845	
11				+		OB-1/6	213048,26	543046,04	322,590
12				+		OB-3/6	213253,17	543023,29	363,140
13	3	+			PP1/3	213177,68	542750,42	324,736	
14		+			PP2/3	213192,84	542662,97	326,262	
15		+			PP3/3	213236,77	542803,91	352,286	
16		+			PP4/3	213283,65	542693,46	345,433	
17		+			PP5/3	213279,73	542613,30	346,763	
18		+			PP6/3	213336,39	542651,26	358,546	
19			+		OB-1/3	213178,01	542747,88	324,740	
20				+	OB-2/3	213286,13	542751,80	349,380	
21				+	OB-3/3	213284,67	542686,08	345,040	
22	7	+			PP1/7	213228,72	542511,76	326,544	
23		+			PP2/7	213263,61	542461,10	336,956	
24		+			PP3/7	213305,77	542479,89	351,865	
25		+			PP4/7	213233,73	542407,71	318,856	
26		+			PP5/7	213278,88	542294,20	326,660	
27			+		OB-1/7	213256,25	542464,27	335,330	
28			+		OB-2/7	213261,11	542293,52	317,000	
29	23	+			PP1/23	213739,37	542185,82	317,726	
30		+			PP2/23	213786,29	542250,19	318,506	
31		+			PP3/23	213673,14	542291,06	337,269	
32		+			PP4/23	213701,80	542369,26	341,471	
33		+			PP5/23	213649,38	542442,35	356,595	
34		+			PP6/23	213788,72	542450,81	336,031	
35		+			PP7/23	213884,83	542393,53	315,706	
36		+			PP8/23	213942,32	542524,51	318,471	
37		+			PP9/23	213875,00	542572,57	334,420	
38		+			PP10/23	213773,59	542659,57	360,760	
39		+			PP11/23	213904,05	542737,07	347,554	
40		+			PP12/23	213949,73	542667,30	334,749	
41		+			PP13/23	214071,25	542685,38	313,671	
42		+			PP14/23	213960,35	542818,25	353,318	
43		+			PP15/23	214095,46	542835,98	342,777	
44		+			PP16/23	214153,51	542775,75	327,562	
45				+		OB-1/23	213748,14	542174,69	314,040

Lp.	Obszar osuwiskowy	Rodzaj punktu			Nr punktu	Współrzędne*		
		monitoring powierzchniowy	monitoring wgłębny			X	Y	H
		reper	inklinometr	piezometr				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
46			+		OB-2/23	213783,70	542249,39	318,680
47			+		OB-4/23	213627,24	542468,69	362,630
48			+		OB-5/23	213923,05	542531,86	323,810
49				+	OB-6/23	213873,39	542572,99	334,800
50			+		OB-8/23	214049,16	542710,18	328,660
51			+		OB-9/23	213957,32	542816,46	353,870
52			+		OB-10/23	214151,34	542816,33	333,570
53	8	+			PP1/8	214552,42	542969,33	317,917
54		+			PP2/8	214566,75	542914,56	311,497
55		+			PP3/8	214623,45	542922,29	312,833
56		+			PP4/8	214596,63	543075,8	344,644
57		+			PP5/8	214618,85	543035,42	332,388
58			+		OB-1/8	214547,80	542975,70	318,170
59			+		OB-2/8	214563,62	542920,74	312,290
60	9	+			PP1/9	214811,00	542876,33	318,141
61		+			PP2/9	214759,79	542932,17	322,902
62		+			PP3/9	214812,30	542984,45	345,044
63		+			PP4/9	214867,87	542944,90	345,914
64		+			PP5/9	214840,67	542861,65	331,634
65			+		OB-1/9	214763,79	542904,47	318,080
66	22	+			PP1/22	214980,93	542728,08	313,476
67		+			PP2/22	214915,90	542778,71	312,286
68		+			PP3/22	214834,96	542795,07	309,171
69		+			PP4/22	214918,89	542878,00	338,294
70		+			PP5/22	214963,83	542880,16	338,028
71		+			PP6/22	214977,58	542823,87	320,573
72		+			PP7/22	215021,62	542708,63	317,373
73			+		OB-1/22	214945,26	542747,70	310,330
74			+		OB-2/22	214916,08	542761,27	307,150
75				+	OB-4/22	214992,87	542823,95	322,820
76	10	+			PP1/10	215465,66	542705,56	309,585
77		+			PP2/10	215543,64	542746,86	315,654
78		+			PP3/10	215585,24	542735,82	310,671
79		+			PP4/10	215599,75	542761,35	317,861
80		+			PP5/10	215628,10	542698,15	302,511
81		+			PP6/10	215706,59	542793,8	326,581
82		+			PP7/10	215748,50	542757,01	311,409
83			+		OB-1/10	215484,33	542739,01	315,560
84			+		OB-3/10	215572,35	542738,80	311,080
85				+	OB-4/10	215587,82	542768,06	317,690
86			+		OB-5/10	215707,72	542777,17	324,770
87	11B	+			PP1/11B	215876,32	542828,02	314,680
88		+			PP2/11B	215802,10	542827,67	324,339
89		+			PP3/11B	215848,59	542988,29	322,150
90		+			PP4/11B	215958,05	542962,15	310,637
91		+			PP5/11B	215847,82	543151,89	327,219



Lp.	Obszar osuwiskowy	Rodzaj punktu			Nr punktu	Współrzędne*			
		monitoring powierzchniowy	monitoring wgłębny			X	Y	H	
		reper	inklinometr	piezometr					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
92		+			PP6/11B	215824,69	543280,7	339,260	
93		+			PP7/11B	215975,85	543159,58	318,140	
94		+			PP8/11B	215953,55	543261,10	327,990	
95		+			PP9/11B	216070,36	543223,52	317,722	
96		+			PP10/11B	215837,78	543446,04	351,074	
97		+			PP11/11B	215988,96	543378,38	333,657	
98		+			PP12/11B	216085,34	543317,06	319,833	
99		+			PP13/11B	216166,82	543261,72	312,805	
100		+			PP14/11B	216119,17	543462,39	320,585	
101		+			PP15/11B	216023,44	543484,66	331,448	
102				+		OB-1/11B	215873,73	542826,13	314,570
103				+		OB-4/11B	215945,98	542963,62	311,530
104				+		OB-7/11B	215964,18	543156,92	317,890
105				+		OB-8/11B	215828,68	543166,30	327,220
106					+	OB-10/11B	215994,37	543373,09	332,580
107				+		OB-11/11B	216079,88	543379,46	323,400
108				+		OB-13/11B	216137,95	543479,20	317,680
109	11A	+			PP1/11A	216294,15	543236,35	305,681	
110		+			PP2/11A	216304,30	543369,94	324,935	
111		+			PP3/11A	216349,77	543555,36	346,736	
112		+			PP4/11A	216285,67	543567,39	338,573	
113		+			PP5/11A	216316,78	543674,08	348,294	
114		+			PP6/11A	216466,46	543325,63	321,416	
115		+			PP7/11A	216573,45	543268,16	316,247	
116		+			PP8/11A	216584,62	543372,56	331,537	
117		+			PP9/11A	216593,54	543559,80	357,748	
118		+			PP10/11A	216658,49	543410,96	339,691	
119		+			PP11/11A	216793,80	543211,84	305,922	
120		+			PP12/11A	216774,43	543441,63	340,659	
121		+			PP13/11A	216754,83	543648,22	364,333	
122		+			PP14/11A	216827,60	543663,85	364,343	
123		+			PP15/11A	216922,90	543473,77	338,861	
124		+			PP16/11A	217012,69	543368,64	316,489	
125		+			PP17/11A	216901,99	543739,70	365,229	
126		+			PP18/11A	217038,27	543556,90	336,692	
127		+			PP19/11A	217077,16	543449,37	319,413	
128		+			PP20/11A	217148,33	543524,16	324,251	
129				+		OB-2/11A	216304,08	543361,96	323,150
130				+		OB-4/11A	216420,47	543329,31	321,190
131				+		OB-5/11A	216461,88	543314,88	321,150
132					+	OB-6/11A	216578,46	543372,23	331,860
133				+		OB-7/11A	216596,73	543558,79	357,980
134				+		OB-8/11A	216789,81	543252,59	312,600
135				+		OB-9/11A	216767,38	543447,58	340,530
136				+		OB-12/11A	217004,03	543344,58	311,300
137	12	+			PP1/12	216313,00	542704,97	323,562	
138		+			PP2/12	216466,07	542670,16	327,621	

l.p.	Obszar osuwiskowy	Rodzaj punktu			Nr punktu	Współrzędne*		
		monitoring powierzchniowy	monitoring wgłębny			X	Y	H
		reper	inklinometr	piezometr				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
139		+			PP3/12	216421,96	542514,46	318,713
140		+			PP4/12	216462,68	542574,49	321,515
141		+			PP5/12	216493,99	542547,15	328,496
142		+			PP6/12	216543,48	542627,27	321,940
143		+			PP7/12	216638,55	542628,62	326,763
144		+			OB-1/12	216464,69	542679,96	329,221
145				+	OB-2/12	216473,11	542569,69	323,425
146				+	OB-4/12	216582,43	542632,17	323,878
147				+	OB-5/12	216635,31	542627,14	326,523
148	13	+			PPI/13	216882,41	541405,20	313,382
149		+			PP2/13	216909,17	541329,07	320,512
150		+			PP3/13	216892,54	541282,22	316,715
151			+		OB-1/13	216878,53	541353,43	313,040
152			+		OB-2/13	216882,70	541405,90	313,39
153	14	+			PPI/14	217016,66	541031,33	318,899
154		+			PP2/14	216989,63	541057,21	323,604
155			+		OB-1/14	216980,34	541058,81	324,650
156	5	+			PPI/5	217980,47	538529,95	312,485
157		+			PP2/5	218041,65	538534,37	316,076
158		+			PP3/5	218105,99	538535,02	350,006
159		+			PP4/5	218073,60	538672,64	328,877
160		+			PP5/5	218148,00	538694,41	346,512
161	21	+			PPI/21	217962,20	537797,29	316,713
162		+			PP2/21	217961,60	537702,35	329,631
163		+			PP3/21	217930,34	537682,45	324,406
164		+			PP4/21	217980,47	537634,91	345,608
165		+			PP5/21	217927,53	537602,46	338,668
166		+			PP6/21	217879,35	537732,20	303,835
167				+	OB-1/21	217964,45	537760,83	322,050
168			+		OB-3/21	217970,76	537683,47	335,880
169			+		OB-4/21	217973,91	537641,73	342,800
170	22L	+			PPI/22L	216710,39	537829,14	316,654
171		+			PP2/22L	216663,38	537868,47	327,298
172		+			PP3/22L	216592,03	537910,46	325,005
173			+		OB-1/22L	216718,93	537821,37	315,850
174				+	OB-2/22L	216665,18	537866,94	327,300
175			+		OB-3/22L	216561,06	537929,89	324,540
176	20	+			PPI/20	216909,78	539511,91	330,821
177		+			PP2/20	216903,08	539417,72	322,793
178		+			PP3/20	216954,01	539362,28	308,021
179			+		OB-1/20	216904,45	539445,85	326,050
180	19	+			PPI/19	217270,09	540375,68	320,562
181		+			PP2/19	217330,76	540373,59	317,429
182		+			PP3/19	217384,08	540354,44	311,105
183	18	+			PPI/18	214713,03	541150,44	326,542
184		+			PP2/18	214691,53	541200,75	329,820

Lp.	Obszar osuwiskowy	Rodzaj punktu			Nr punktu	Współrzędne*		
		monitoring powierzchniowy	monitoring wgłębny			X	Y	H
		reper	inklinometr	piezometr				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
185		+			PP3/18	214722,73	541230,12	320,920
186		+			PP4/18	214732,42	541181,08	323,722
187				+	OB-1/18	214704,95	541176,54	329,350
188			+		OB-2/18	214724,17	541187,79	326,130
189	1B	+			PPI/1B	214820,74	541754,23	322,220
190		+			PP2/1B	214809,85	541800,76	318,662
191		+			PP3/1B	214794,46	541845,81	318,767
192		+			PP4/1B	214777,58	541916,63	318,114
193			+		OB-1/1B	214814,88	541811,75	316,230
194	1C	+			R1	214613,00	541851,94	347,914
195		+			R2	214597,55	541875,71	343,632
196		+			R3	214574,57	541911,42	341,459
197		+			R4	214554,32	541942,74	342,801
198		+			R5	214573,27	541847,07	348,561
199		+			R6	214613,85	541891,80	340,798
200		+			R7	214635,26	541913,43	337,266
201		+			R8	214662,68	541942,92	330,102
202		+			R9	214700,53	541983,69	321,794
203		+			R10	214671,93	542018,43	320,500
204		+			R11	214637,58	541981,31	327,845
205		+			R13	214612,25	541952,99	332,615
206		+			R14	214593,07	541931,85	337,772
207		+			R15	214538,90	541870,94	349,638
208		+			R15A	214555,27	541888,01	346,469
209		+			R16	214658,54	541874,70	341,596
210		+			R17	214587,61	541992,95	336,329
211		+			R18	214614,70	542018,66	330,558
212		+			R19	214681,82	541913,59	333,487
213				+	OTW-7	214587,52	541861,32	344,063
214				+	OTW-8	214663,72	541941,10	330,080
215	17	+			A	214439,68	541831,74	354,980
216		+			B	214484,80	541845,19	354,856
217		+			R20	214445,21	541923,62	346,459
218		+			R21	214402,13	541956,38	330,392
219		+			R22	214367,59	542002,19	321,991
220		+			R23	214340,19	542038,01	318,690
221		+			R24	214309,84	542077,72	314,881
222		+			R25	214275,20	542107,71	308,339
223		+			R26	214420,27	541863,89	350,181
224		+			R27	214372,05	541913,17	330,582
225		+			R28	214330,13	541975,85	319,482
226		+			R29	214303,72	542014,50	317,433
227		+			R30	214271,03	542061,09	308,360
228		+			R31	214235,84	542090,83	303,032
229		+			R31A	214257,24	542072,44	307,206
230		+			R32	214446,71	542056,35	336,514
231		+			R33	214414,49	542034,18	325,801

Lp.	Obszar osuwiskowy	Rodzaj punktu			Nr punktu	Współrzędne*			
		monitoring powierzchniowy	monitoring wglębny			X	Y	H	
		reper	inklinometr	piezometr					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
232		+			R34	214390,56	542096,40	330,062	
233		+			R35	214379,04	542060,22	321,647	
234		+			R36	214270,78	541992,89	313,761	
235		+			R37	214220,30	541959,74	314,633	
236		+			R38	214373,92	541818,01	350,434	
237		+			R39	214316,45	541845,30	334,490	
238		+			R40	214299,84	541898,36	327,064	
239		+			R41	214291,36	541948,82	318,584	
240		+			R42	214259,21	541922,03	320,806	
241				+		OTW-11	214336,70	542135,26	319,750
242				+		OTW-12	214419,46	541961,90	332,530
243				+		OTW-15	214341,10	542032,56	318,510
244				+		OTW-18	214339,17	541948,16	322,420
245				+		OTW-20	214304,83	542008,15	317,630
246	16			+	OTW-21	214025,41	541810,72	312,360	
247				+	OTW-25	213698,61	541489,99	333,635	
248				+	OTW-26	213837,45	541553,26	332,626	
249				+	OTW-27	213694,22	541578,04	324,556	
250	2	+			PP1/2	212098,80	542487,19	326,066	
251		+			PP2/2	212112,11	542524,35	317,868	
252				+	OB-1/2	212081,11	542493,05	327,200	

\* współrzędne sytuacyjne w układzie 1992, wysokości Kronsztad 86

Pomiary powinny być prowadzone z częstotliwością dostosowaną do dynamiki osuwisk .  
Częstotliwość pomiarów przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Program obserwacji osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba

Rodzaj monitoringu		Częstotliwość pomiaru		
		przed piętrzeniem wody w zbiorniku	w trakcie piętrzenia wody w zbiorniku	w czasie eksploatacji zbiornika
powierzchniowy		raz na 6 miesięcy	raz na 1-3 miesięcy	raz na 6-12 miesięcy
wglębny	inklinometry	raz na 6 miesięcy	raz na miesiąc	raz na 3 miesięcy
	piezometry	raz na 6 miesięcy	raz na 2 tygodnie	raz na miesiąc

Częstotliwości pomiarów mogą ulec zmianie, szczególnie w przypadku wystąpienia dynamicznych ruchów na obszarze osuwiska, zagrażających sąsiadującym obiektom budowlanym. Ponadto częstotliwość pomiarów powinna ulec weryfikacji w przypadku znacznych wahań rzędnej poziomu piętrzenia zbiornika (stany powodziowe, konserwacja zbiornika itp.) oraz w zależności od wyników obserwacji.

Zmiany częstotliwości pomiarów w stosunku do zaproponowanych w „Projekcie prac geologicznych...” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005) wynikają z rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na obszarach osuwiskowych w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba. Analiza danych geologicznych i geologiczno-inżynierskich wykazała, iż budowa podłoża jest bardzo skomplikowana (duże zaangażowanie tektoniczne podłoża - strefa nasunięcia jednostki magurskiej na jednostkę śląska) a obszar wokół zbiornika jest w dużym stopniu predysponowany do wystąpienia zjawisk geodynamicznych.

Pomiar geodezyjny punktów monitoringu powierzchniowego powinien zapewniać dokładności nie mniejsze niż  $\pm 2$  cm dla współrzędnych XY oraz  $\pm 5$  mm dla współrzędnej H w ramach jednego osuwiska. Może być wykonany technikami tradycyjnymi jako pomiar sztywnej sieci sytuacyjno-wysokościowej, lub za pomocą techniki RTK GPS. Nawiązanie takiej sieci powinno znajdować się poza strefą wpływu osuwiska.

Pomiary inklinometryczne należy wykonywać równocześnie z pomiarami punktów monitoringu powierzchniowego w taki sposób, aby błąd wyznaczonych przemieszczeń na całej długości kolumny inklinometrycznej nie przekroczył 5 mm.

Pomiary poziomu zwierciadła wód podziemnych w piezometrach należy wykonywać przy pomocy taśmy mierniczej i wskaźnika położenia zwierciadła wód podziemnych (np. świstawka) z dokładnością do 1 cm.

Wynikiem prac powinny być:

- współrzędne punktów monitoringu powierzchniowego,
- obliczone wektory przemieszczeń punktów w stosunku do stanu zerowego, oraz ostatniego pomiaru,
- wykresy przemieszczeń poziomych warstwy objętej pomiarem inklinometrycznym w stosunku do stanu zerowego oraz ostatniego pomiaru,
- głębokość zalegania zwierciadła wód podziemnych w m p.p.t. i w m n.p.m.

Pomiary powinni wykonywać przeszkoleni obserwatorzy posiadający odpowiednie kwalifikacje. Wszystkie uzyskane dane podczas pomiarów należy zapisywać w dziennikach pomiarowych, a następnie w wersji cyfrowej.

### **13. Wytyczne do sporządzenia Mapy Ruchów Masowych.**

Informacje z przeprowadzonych pomiarów monitoringowych będą stanowiły bazę do stworzenia systemu geoinformacji – Mapy Ruchów Masowych.

#### Oprogramowanie do budowy mapy

Mapa ruchów masowych jest systemem geoinformacji. Budowa jej może być oparta o różne dostępne specjalistyczne programy typu desktop, GIS (m.in.: AutoCad, MapInfo, ArcInfo, ArcView, GeoMedia lub innych). Przyjęta platforma winna umożliwiać zrealizowanie następujących zadań:

- budowę bazy danych,
- analizy bazodanowe.
- budowę rysunków wektorowych,
- budowę modelu topograficznego na podstawie rysunków wektorowych,
- analizy przestrzenne,
- funkcje interpolacyjne,
- algorytmy obliczeń geotechnicznych.

Powyższe należy traktować jako podstawowe wymogi spełnione przez przyjęte oprogramowanie. Należy wziąć także pod uwagę format danych wejściowych. Przyjęte oprogramowanie winno mieć możliwość czytania tych danych. Powinno ono być wyposażone w funkcje pozwalające na łatwą konwersję danych do formatu używanego w tym oprogramowaniu. Możliwe są tu dwa podejścia - przyjęcie jednej platformy, spełniającej postawione wymagania, lecz kosztownej, lub dobranie pewnej grupy programów (np.: Autodesk Map, Surfer, MS Access, WinCalc itp) współpracujących ze sobą, które sprostają merytorycznym wymogom, będą tańsze, lecz mniej wygodne w użytkowaniu.

#### Podkłady mapowe

Materiałem wyjściowym systemu informatycznego będzie mapa zasadnicza (może być pozyskana w Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej) w formie wektorowej lub ortofotomapa rejonu Zbiornika Wodnego Świnna Poręba. Skala mapy powinna być tak dobrana, aby zapewnić

maksymalną czytelność przedstawionych na niej informacji (np. 1:2000 dla poszczególnych obszarów osuwiskowych i 1:5000 dla całego rejonu Zbiornika Wodnego Świnna Poręba). Mapę tę należy zmodyfikować, uwzględniając następujące informacje:

- w przypadku podziału sekcyjnego dokonać połączenia sekcji w jeden rysunek,
- nakładka osnowy geodezyjnej winna być oparta o warstwę reperów,
- oddzielne nakładki należy przewidzieć dla inklinometrów oraz piezometrów,
- na nakładce sytuacyjnej umieścić informacje dotyczące cieków, dróg, linii kolejowej, budynków.

Zasięg występowania osuwisk należy wykonać na osobnej warstwie na podstawie danych z map dokumentacyjnych (zał. A.3.1-A.3.10, B.1.1-B.1-5, C.1.1-C.1.4).

#### Tabele danych geometrycznych

Dane z pomiarów geodezyjnych powinny być zebrane w tabele danych. Informacje w przypadku punktów monitoringu powierzchniowego powinny obejmować:

- nr punktu,
- data wykonania pomiaru,
- współrzędne X, Y, H.

W przypadku pomiarów inklinometrycznych:

- nr punktu,
- data wykonania pomiaru,
- przemieszczenia poziome wraz z ich rzędnymi wysokościami.

W przypadku pomiarów w piezometrach:

- nr punktu,
- data wykonania pomiaru,
- głębokość do zwierciadła wód podziemnych (w m p.p.t. i w m n.p.m.).

Rekordy tabeli powinny być powiązane z obiektami rysunkowymi.

Tak stworzona baza danych powinna umożliwiać obliczenie wektorów przemieszczeń punktów monitoringu powierzchniowego, przemieszczeń poziomych w kolumnach inklinometrycznych oraz gradientów tych wielkości w czasie oraz zmian głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych.

Na podstawie tych danych w systemie geoinformacji sporządzone zostaną mapy tematyczne:

- mapa przemieszczeń pionowych,
- mapa przemieszczeń poziomych,
- mapa maksymalnych gradientów przemieszczeń w czasie,
- mapa zasięgu osuwisk,
- mapa poziomu piezometrycznego wód podziemnych.

Z mapami należy łączyć algorytmy obliczeń geotechnicznych, umożliwiające:

- ocenę i prognozowanie zmian parametrów geotechnicznych,
- prognozę kierunków i maksymalnych wartości przemieszczeń poziomych oraz pionowych,
- analizę stateczności stoków w ustalonych przekrojach,
- prognozę zmian współczynnika bezpieczeństwa w przekrojach maksymalnych gradientów przemieszczeń.

Podany zakres tematyczny może być modyfikowany na etapie tworzenia systemu informatycznego tak, aby mógł obejmować dodatkowe nie uwzględnione tutaj informacje.

#### **14. Prognoza oddziaływania sieci monitoringu na środowisko naturalne**

W świetle ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001.62.627) założenie sieci kompleksowego monitoringu osuwisk występujących w rejonie budowanego Zbiornika Wodnego Świnna Poręba nie powinno negatywnie oddziaływać na środowisko. Zatem nie ma wymogu opracowania raportu o oddziaływaniu na środowisko na podstawie ust. 2 wyżej wymienionej ustawy.

#### **15. Podsumowanie i wnioski**

Opracowanie dokumentacji: geologiczno-inżynierskiej, dokumentacji geotechnicznej i dokumentacji badań geofizycznych wraz z załącznikami graficznymi wykonane zostało na podstawie „Projektu prac geologicznych dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia mapy ruchów masowych” (Koluch, Gaszyńska-Freiwald, 2005).



Przedstawiona analiza warunków geotechnicznych poszczególnych osuwisk została przeprowadzona dla przyjętego podziału rozpoznania podłoża na warstwy. Zakwalifikowanie poszczególnych utworów do odpowiedniej warstwy związane było z genezą tych utworów, ich rodzajem oraz wykształceniem na skutek procesów geologicznych, w tym z powstałymi w przeszłości zjawiskami tektonicznymi. Duży wpływ na zakwalifikowanie do poszczególnych warstw miał również ich aktualny stan. Przy wydzielaniu warstw uwzględniono wyniki wierceń, kartowania geologicznego i badań laboratoryjnych zawartych w niniejszej dokumentacji. Szczegółowa charakterystyka wydzielonych warstw znajduje się w załączniku tekstowym nr 2 opracowanym przez Politechnikę Krakowską.

Na obszarach dokumentowanych osuwisk i obszarów spływów soliflukcyjnych zostały wydzielone następujące warstwy:

- warstwa I - utwory koluwalne zwiertzelinowej pokrywy czwartorzędowej (gliny, gliny pylaste, pyły z okruchami piaskowców i iłolupków),
- warstwa II - utwory koluwalne w obrębie kompleksów łupkowo – piaskowcowych (łupki, iłolupki, piaskowce, mułowce),
- warstwa III – podłoże fliszowe piaskowcowo – łupkowe (łupki, iłolupki, piaskowce, mułowce).

Należy nadmienić, że podział podłoża na warstwy odpowiada w przybliżeniu wydzieleniom na przekrojach sporządzonych na podstawie rezultatów badań geofizycznych, natomiast płaszczyzny poślizgu zostały określone na podstawie wyników wierceń jak i rezultatów badań geofizycznych i przedstawione na przekrojach geologiczno-inżynierskich zawartych w niniejszej dokumentacji (zał. A.4.1 – A.4.13).

Przy wydzielaniu warstw analizie poddano także stan gruntów i ich wilgotność. Należy podkreślić, że własności te mają zasadniczy wpływ na parametry wytrzymałościowe.

Wyniki badań laboratoryjnych dla wszystkich badanych osuwisk zostały zawarte w dokumentacji geotechnicznej stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

Przeprowadzone badania terenowe, zarówno do projektu jak i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, przyczyniły się do bardziej szczegółowego rozpoznania obszarów osuwiskowych. Dotyczy to zwłaszcza korekty zasięgu poszczególnych osuwisk (zał. A.1, A.3.1-A.3.10).

Wykonane badania geofizyczne umożliwiły dokładniejsze rozpoznanie miąższości

koluwiiów oraz stwierdzenie przebiegu płaszczyzny poślizgu, która szczegółowo została udokumentowana wynikami wierceń. Wyniki badań geofizycznych i ich interpretacja została przedstawiona w załączniku tekst. nr 3.

Na badanym terenie wykonano 27 wierceń badawczych o łącznym metrażu 402,2 mb na obszarach osuwiskowych oraz w bezpośrednim ich sąsiedztwie, w tym 18 otworów z zamontowanymi inklinometrami o metrażu 221,5 mb i 5 piezometrów o metrażu 80,0 mb (tab. 2; zał. A.6.1- A.6.27). Ich lokalizację przedstawiono na zał. A.3.1-A.3.10, A.5.1-A.5.10.

Na całym badanym obszarze osuwisk nie zaobserwowano ciągłego zwierciadła wód podziemnych, a jedynie ich przejawy stwierdzono w postaci sączeń i wysięków. Należy zaznaczyć, że badania prowadzone były w okresie, który charakteryzował się bardzo małą ilością opadów atmosferycznych (okres suchy). Przy normalnej ilości opadów (700 – 800 mm/rok) należy spodziewać się większego zawodnienia strefy przypowierzchniowej, co może powodować uplastycznienie gruntów. Natomiast przy wystąpieniu obfitych opadów atmosferycznych prawdopodobne jest uruchomienie zjawisk geodynamicznych.

Osuwiska te rozwinęły się w strefie nasunięcia jednostki magurskiej na śląską oraz w strefach występowania w ich podłożu dyslokacji nieciągłych (uskok Brzeszcza, Mucharza, Skawy, Łękawicy i Stryszawski; Książkiewicz, 1974). Urozmaicona tektonika obszaru badań dodatkowo skomplikowała warunki geologiczno-inżynierskie.

W niniejszej dokumentacji wykorzystano mapy, przekroje oraz karty otworów z wcześniej opracowanych dokumentacji geologiczno-inżynierskich, których zakres obejmował prace rozpoznawcze na obszarach osuwisk przy realizacji wcześniejszych zadań: przełożenie drogi krajowej nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna (Chowaniec i in., 2005), przełożenie linii kolejowej na odcinku Stryszów – Zembrzyce (Chowaniec i in., 2007) oraz obecnie realizowanej mapy geologicznej rejonu Zbiornika Wodnego Świnna Poręba (Wójcik i in., 2007).

W sieci kompleksowego monitoringu osuwisk wykorzystane zostaną punkty obserwacji przemieszczeń powierzchniowych i podziemnych wykonane zarówno w ramach niniejszej dokumentacji, a także wcześniejszych opracowań (tab. 5; Chowaniec i in., 2005; Chowaniec i in., 2007). Ponadto w dokumentacji podano wytyczne dla sporządzenia Map Ruchów Masowych dla rejonu Zbiornika Wodnego Świnna Poręba.

## 16. Spis literatury i opracowań archiwalnych

- Ambrożewski Z., 1998 – Zbiorniki wodne a środowisko na przykładzie zbiorników wodnych: Świnna Poręba na rzece Skawie i Sulejów na rzece Pilicy. [w:] Paulo A., - red. IX Konferencja Sozologiczna, 1-2 październik 1998, Kraków, Świnna Poręba.
- Bażyński J., Dragowski A., Frankowski Z., Kaczyński R., Rybicki S., Wysokiński L. - 1999 - Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- Bober L., 1994, Mapa dolin polskich Karpat fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. Biul. PIG, 340, 115-162.
- Chowaniec J., 1998-1999, Wody podziemne polskich Karpat fliszowych. Folia Geographica, 29-30: 112-133.
- Chowaniec J., Witek K., 2000, Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000 ark. Wadowice. Arch. CAG, Warszawa.
- Chowaniec J., Freiwald P., Koziara T., Łopuiszyńska M., Nescieruk P., Patorski R., Witek K., 2005, Dokumentacja geologiczno-inżynierska osuwisk dla potrzeb projektowania zabezpieczeń drogi nr 28 na odcinku Mucharz – Tarnawa Dolna w ramach zadania Budowa Zbiornika Wodnego Świnna Poręba. Arch. RZGW. Kraków.
- Chowaniec J., Borowiec M., Freiwald P., Gaszyńska-Freiwald G., Jurczak S., Nescieruk P., Olszewska B., Patorski R., Witek K., 2007, Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla przełożenia linii kolejowej Kraków - Sucha Beskidzka, odc. Stryśzów – Zembrzyce. Arch. RZGW. Kraków.
- Dziewański J., Komarow I. S., Aleksandrowicz-Mołokow I., Reuter F., 1983 – Badania geologiczne masuwów skalnych w budownictwie wodnym. Wyd. Geol. Warszawa.
- Fischer J., Ciombor C., 1982, Dokumentacja geologiczno - inżynierska do PT linii kolejowej Kraków – Zakopane na odcinku Stryśzów – Zembrzyce – Etap I. PGBW - Hydrogeo, Kraków.
- Fischer J., 1988, Zagrożenie zbiornika Świnna Poręba osuwiskami. IX Konf. Sozologiczna PTG, 117-132, Świnna Poręba.
- Fischer J., 1990, Dokumentacja technicznych badań podłoża projektowanej drogi Wadowice – Nowy Sącz na odc. obejście Mucharza. Hydrogeo – Kraków, 1990.

- Fischer J., 1995, Analiza dotychczasowych opracowań lokalizacji osuwisk i ich zabezpieczanie na terenie projektowanego zbiornika Świnna Poręba.
- Gałaś A., Paulo A., 2001. Osuwiska w otoczeniu zbiornika Świnna Poręba. Przewod. 72 Zjazdu PTG, 11-15 września 2001, Kraków, 262-266.
- Gospodarka wodna na zbiorniku wodnym Świnna Poręba – Aktualizacja, 2003 – Hydroprojekt Warszawa.
- Jamka P., 2001 – Budowa zbiornika retencyjnego na Skawie. [w:] Przewodnik LXXII zjazdu PTG, 12-15 września 2001, Kraków.
- Kleczkowski A.S., - red. 1990, Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. Wyd. AGH Kraków.
- Kondracki J., 1998, Geografia Polski Mezoregiony fizyczno - geograficzne. PWN. Warszawa.
- Książkiewicz M., 1974, Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Sucha Beskidzka. Wyd. Geol. Warszawa.
- Kołuch Z., Gaszyńska-Freiwald G., 2005, Projekt prac geologicznych dla określenia stabilności osuwisk w rejonie Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Skawie wraz z siecią kompleksowego monitoringu i programem obserwacji oraz wytycznymi dla sporządzenia mapy ruchów masowych. Arch. RZGW Kraków.
- Łajczak A., 1998 – Prognoza zamulania zbiornika „Świnna Poręba” na Skawie. [w:] Paulo A., - red. IX Konferencja Sozologiczna, 1-2 październik 1998, Kraków, Świnna Poręba.
- Nowacki J., Naborczyk UJ., Pietrasz J., Sala A., 1999, Instrukcja obserwacji i badań osuwisk drogowych, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa.
- Paczyński B., - red. 1993, Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Część I. Systemy zwykłych wód podziemnych. PIG. Warszawa.
- Paczyński B., - red. 1995, Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Część II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. PIG. Warszawa.
- Salawa J., 2000. Problemy osuwiskowe występujące w rejonach zbiorników wodnych na przykładzie zbiorników wodnych Świnna Poręba i Jezioro Rożnowskie. Zeszyty Nauk.-Techn. SITK, Oddział w Krakowie, seria: Materiały Konferencyjne, nr 35, z. 76.
- Skąpski K., Patorski R., 1997, Mapa Hydrogeologiczna Polski 1:50 000, ark. Sucha Beskidzka. Krak. Przed. Geol. „PROGEO”.

- Starkel L., 1972. Karpaty Zewnętrzne. (W:) M. Klimaszewski (ed.), Geomorfologia Polski. T. 1  
Polska Południowa - góry i wyżyny, 52-115. PWN Warszawa.
- Wójcik A., Nescieruk P., Granoszewski W., Rączkowski W., Garecka M., Marciniec P., Mrozek  
T., Zimna Z., Szydło A., Skulich J., 2007 – Kompleksowa i szczegółowa mapa  
geologiczna rejonu Zbiornika Wodnego Świnna Poręba na rzece Sakwie wraz z mapami  
tematycznymi w skali 1:10 000 – mat. rękopiśmienne. OK PIG. Kraków.
- Zabuski L., Thiel K., Bober L. – 1999 - Osuwiska we fliszu Karpat Polskich, IBW PAN, Gdańsk.