



Egz. nr 1

RAPORT WYNIKOWY nr 10

z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w pow. piaseczyńskim:
seria II w Oborach i Podgórzu (przekroje XV i XVI);
seria IV w Czersku i Słomczynie (przekroje XIII i XIV);
seria VI w Czersku i Kawęczynie (przekroje XI i XII);
seria VIII w Czersku (przekroje IX i X);
seria X w Górze Kalwarii (przekroje I - VIII).

Zamawiający: Powiat Piaseczyński

05 – 500 Piaseczno, ul. Chyliczkowska 14

Opracował:

mgr Przemysław Przyborowski
upr. geol. nr VII-1188 i V-1354

Prezes:

mgr inż. Urszula Paderewska
upr. geol. nr VII – 1159

mgr inż. Andrzej Doberski
upr. geodezyjne nr 1914

Współpraca:

mgr Miłosz Dybowski
mgr Paweł Owczarek
mgr Szymon Żulewski

Toruń, listopad 2015r.r.

Spis treści

- I. Wstęp
- II. Charakterystyka geologiczno-inżynierska
- III. Technologia wykonania inklinometrów
- IV. Zakres prac pomiarowych
- V. Analiza przemieszczeń skarp
- VI. Analiza geotechniczna
- VII. Wnioski końcowe

Załączniki graficzne:

- 1/1. Mapy przeglądowe w skali 1 : 10 000
- 1/2. Mapy dokumentacyjne w skali 1 : 1000
2. Wyniki pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej
3. Zestawienie współrzędnych geodezyjnych, geograficznych i rzędnych wysokościowych kolumn inklinometrycznych
4. Zestawienie współrzędnych geodezyjnych, geograficznych i rzędnych wysokościowych kolumn inklinometrycznych i reperów odniesienia – przekroje pomiarowe nr XV i XVI

Zawartość płyty CD:

Tekst *Raportu wynikowego nr 9* ... - format pdf

- 1/1. Mapy przeglądowe w skali 1 : 10 000 – format pdf
- 1/2. Mapy dokumentacyjne w skali 1 : 1000 – format pdf
- 1/3. Odległości między osiami kolumn inklinometrycznych - przekroje pomiarowe nr XV i XVI
2. Wyniki pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej – – format pdf
3. Zestawienie współrzędnych geodezyjnych, geograficznych i rzędnych wysokościowych kolumn inklinometrycznych –format pdf
4. Zestawienie współrzędnych geodezyjnych, geograficznych i rzędnych reperów odniesienia – przekroje pomiarowe nr XV i XVI - format txt
5. Pomiarowe dane źródłowe – format xls

I. WSTĘP

Niniejszy *Raport* sporządzono na podstawie umowy pomiędzy firmą GEOTECHNICA Toruń a Zamawiającym - Starostwem Powiatowym w Piasecznie. W opracowaniu przedstawiono wyniki:

- II serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju XV w miejscowości Obory, gm. Konstancin Jeziorna oraz w przekroju XVI w miejscowości Podgóra, gm. Góra Kalwaria;

- IV serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju XIII w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria oraz w przekroju XIV w miejscowości Słomczyn, gm. Konstancin Jeziorna;

- VI serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju XI w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria oraz w przekroju XII w miejscowości Kawęczyn, gm. Konstancin Jeziorna;

- VIII serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju IX w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria;

- X serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekrojach I -VIII w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria.

Na potrzeby opracowania wykorzystano:

1.1. Ustawa z dn. 9 czerwca 2011r.r. - Prawo geologiczne i górnicze

(Dz. U. z 2011r. r. nr 163, poz. 981 z późniejszymi zmianami);

1.2. Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, PIG Warszawa 2008r;

1.3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20.06.2007r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. Nr 121, poz. 840);

1.4. System Osłony Przeciwośuwiskowej SOPO. Państwowy Instytut Geologiczny

- 1.5. Raport wynikowy nr 8 z II serii (zerowej) pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku i Słomczynie (przekrój XIII i XIV) z IV serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII), z VI serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku (przekrój IX i X) oraz VIII serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii (przekrój I-VIII) pow. piaseczyński, woj. Mazowieckie, oprac. HGS Warszawa 2014r.r.
- 1.6. Projekt robót geologicznych na wykonanie 6 otworów wiertniczych dla montażu inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na dz. nr 62/19 i 62/24 w obrębie 0015 w miejscowości Obory, gm. Konstancin Jeziorna oraz na dz. nr 90 i 94 w obrębie 0034 w miejscowości Podgóra, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. opracowanie GEOTECHNICA Toruń, 2015r.
- 1.7. Dokumentacja geologiczna z wykonania 6 otworów wiertniczych dla montażu inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na dz. nr 62/19 i 62/24 w obrębie 0015 w miejscowości Obory, gm. Konstancin Jeziorna oraz na dz. nr 90 i 94 w obrębie 0034 w miejscowości Podgóra, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. GEOTECHNICA Toruń, 2015r.r.
- 1.8. Raport wynikowy nr 9 z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w pow. piaseczyńskim : „pomiar zerowy” w Oborach i Podgórzu (przekroje XV i XVI); seria III w Czersku i Słomczynie (przekrój XIII i XIV); seria V w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII); seria VII w Czersku (przekrój IX i X); seria IX w Górze Kalwarii (przekrój I-VIII). oprac. GEOTECHNICA Toruń 2015r.r.

II. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Charakterystykę geologiczno-inżynierską w rejonie przekrojów pomiarowych

I – XIV przedstawiono we wcześniejszych opracowaniach – dokumentacjach

geologicznych z wykonania inklinometrów oraz w raportach z wcześniejszych serii pomiarowych [1.5.]. Charakterystykę geologiczno-inżynierską w rejonie przekrojów pomiarowych XV i XVI przedstawiono w *Raporcie wynikowym nr 9*...[1.8.].

III. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW

Technologie montażu kolumn inklinometrycznych w przekrojach pomiarowych I-XIV przedstawiono w dokumentacjach geologicznych z ich montażu. W *Raporcie wynikowym nr 9*...[1.8.] opisano szczegółowo technologie montażu kolumn inklinometrycznych w przekrojach pomiarowych XV i XVI.

Na zał. nr 3 zestawiono współrzędne geodezyjne, geograficzne i rzędne wysokościowe wszystkich kolumn inklinometrycznych. Dla przekrojów I÷XIV jest to zestawienie z *Raportu wynikowego nr 8* [1.5]. Dla przekrojów nr XV÷XVI wykonano je w ramach opracowania *Dokumentacji geologicznej z montażu* [1.7].

IV. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH

W trakcie prac pomiarowych przemieszczeń wglębnych Skarpy Wiślanej w piętnastu przekrojach pomiarowych na terenie gmin Konstancin Jeziorna i Góra Kalwaria w powiecie piaseczyńskim wykonano:

- pomiar 1 (seria II) w przekrojach XV i XVI;
- pomiar 3 (seria IV) w przekrojach XIII i XIV;
- pomiar 5 (seria VI) w przekrojach XI i XII;
- pomiar 7 (seria VIII) w przekroju IX;
- pomiar 5 (seria VIII) w przekroju X;
- pomiar 9 i 10 (seria X) w przekrojach I – VIII.

Przed wykonaniem pomiarów wszystkie kolumny inklinometryczne oczyszczono i pomierzono ich głębokości.

Zasypanie stwierdzono w inklinometrach: INK9-1 na głębokości 18,5 m p.p.t., INK9-2 na głębokości 13,5 m p.p.t., INK 4-1 na głębokości 16,1 m p.p.t.

Obudowa kolumny inklinometrycznej nr 6/2 została zniszczona i góra inklinometru jest przesunięta.

Do wykonania pomiarów przemieszczeń wgłębnych użyty został zestaw pomiarowy składający się z sondy cyfrowej firmy Sisgeo model S242DVXX, numer seryjny S150653 oraz rejestratora polowego Archimede ver. 0.5.0 firmy Sisgeo. Zestaw ten przystosowany jest do zapisu pomiarów w interwałach co 0,5 m.

W trakcie pomiarów inklinometrycznych mierzone jest kątowe odchylenie kolumny od pionu, którego zmiany są wynikiem ruchu mas ziemnych. Na podstawie znanego odcinka pomiarowego, na którym mierzone jest kątowe odchylenie od pionu, oblicza się wartość liniową odchylenia. Wykonując okresowe pomiary liniowych odchyleń kolumny inklinometrycznej od pionu wyznacza się zachodzące w interwale czasu przemieszczenia poziome tej kolumny. Pomiary przemieszczeń poziomych, realizowane w terenie, wyznaczają położenie, wzajemnie prostopadłych osi pomiarowych A i B. Umownie przyjęto, że oś skierowaną zgodnie z upadem skarpy oznacza się jako oś A1. Przyjęte oznaczenie osi A1 należy zachować w trakcie wszystkich kolejnych pomiarów okresowych danego inklinometru.

Wykonany „pomiar zerowy” w profilach pomiarowych XV i XVI stanowić będzie bazę porównawczą dla kolejnych pomiarów okresowych w wykonanych inklinometrach. „Pomiar zerowy” wykonano w trybie A1/B1/A2/B2/A3/B3/A4/B4, tzn. pomiar wykonany został we wszystkich 4 możliwych położeniach sondy pomiarowej.

Określone w trakcie pomiaru zerowego pierwotne odchylenia inklinometru w osiach pomiarowych A i B pozwolą w trakcie kolejnych pomiarów na określenie:

- przyrostów przemieszczeń (*incremental displacement*) – stanowiących zmianę odchylenia od pionu kolumny inklinometrycznej na określonej głębokości wyznaczona pomiędzy pomiarem zerowym a kolejnym pomiarem okresowym;

- przemieszczeń sumarycznych (*cumulative displacement*) – stanowiących sumę przyrostów przemieszczeń do określonych głębokości licząc od głębokości umownej (spód kolumny).

V. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiar zero) w okresie 04 ÷ 13.10.2011r.;
- 2 seria w okresie 23 ÷ 29.11.2011r.;
- 3 seria w okresie 28.03.2012r. ÷ 04.04.2012r.;
- 4 seria w okresie 16 ÷ 29.10.2012r.;
- 5 seria w okresie 01 ÷ 08.08.2013r.;
- 6 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013r.;
- 7 seria w okresie 21.05.2014r. ÷ 23.06.2014r.;
- 8 seria w okresie 07 ÷ 13.10.2014r.;
- 9 seria w okresie 22 ÷ 29.06.2015r.;
- 10 seria w okresie 20 ÷ 23.10.2015r.

Pomiary przemieszczeń wgłębnych wykonano w 49 pionach inklinometrycznych zgrupowanych w 16 przekrojach pomiarowych.

Przekroje pomiarowe zlokalizowane są prostopadle do badanej skarpy.

Poniżej zamieszczono analizę przemieszczeń poziomych wgłębnych na podstawie wykonanych pomiarów serii 10 oraz danych zawartych w *Raporcie wynikowym nr 8* [1.5] obejmującym okres do października 2014r. i *Raporcie wynikowym nr 9* [1.8]

V.1. Przekrój pomiarowy I

W okresie 11.2011r. ÷ 10.2012r. wgłębne przemieszczenia poziome zmieniły się o 0,2 ÷ 6,0 mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 0,4 ÷ 5,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 0,2 ÷ 2,0 mm,

w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o $0,2 \div 2,0$ mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o $1,5 \div 3,0$ mm [1.5].

W okresie 06.2015r. ÷ 11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca $1,0-1,2$ mm w górnej części przekroju, $0,6-1,3$ mm w środkowej części skarpy i poniżej $0,4$ mm u podnóża skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od niespełna 1 mm w dole skarpy do niewiele ponad 35 mm na koronie.

V.2. Przekrój pomiarowy II

W okresie 11.2011r. ÷ 10.2012r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o $1,0 \div 8,0$ mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o $0,2 \div 22,7$ mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o $2,0 \div 11,7$ mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o $2,0 \div 7,0$ mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o $0,5 \div 1,0$ mm [1.5].

W okresie 06.2015r. ÷ 11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły poniżej $0,1$ mm u podnóża skarpy, ca $1-10$ mm w środkowej części przekroju i poniżej 1 mm na górze skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 1 mm na dole skarpy, ca 54 mm w środkowej części skarpy i ca $18,0$ mm na koronie skarpy. Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości $7,0-8,0$ m p.p.t. w inklinometrze zlokalizowanym w środku przekroju (INK2-2). Przesunięcie gruntu w tej strefie nastąpiło pomiędzy pomiarami 4 i 5 (18/10/2012r.-12/06/2013r.) i wyniosło $15,8$ mm. W następnych pomiarach ruch w tej strefie stopniowo słabł. W okresie od 10.2014r. do 11.2015r. przemieszczenie na tej głębokości wyniosło $2,8$ mm.

V.3. Przekrój pomiarowy III

W okresie 06.2015r. ÷ 11.2015r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o $1,2 \div 10,0$ mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o $0,5 \div 19,0$ mm,

w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o $1,5 \div 16,0$ mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o $0,5 \div 1,8$ mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o $0,4 \div 5,0$ mm [1.5].

W okresie 06.2015r. ÷ 11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 1 mm w górze przekroju, 1-2,5 mm w części w środkowej i ca 1 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 15-20 mm na koronie skarpy, ca 16 mm (INK3-2) i 70 mm (INK3-3) w środkowej części zbocza i ca 4 mm na dole zbocza. W inklinometrze INK3-3 zlokalizowanym w środku przekroju w strefie głębokości $5,0 \div 5,5$ m p.p.t. pomiędzy pomiarami 3 i 4 (18/10/2012r.r.-12/06/2013r.) wystąpiło wyraźne poziome przesunięcie gruntu o wartości 13,7 mm. Przesunięcie to kontynuowało się do kolejnego pomiaru (14/11/2013r.) i jego wartość pomiędzy pomiarami 4 i 5 wyniosła 12,6 mm. W kolejnych latach przesunięcie poziome gruntu w tej strefie powoli słabło i od pomiaru 6 (12/06/2014r.) w kolejnych pomiarach osiągało wartość 0,5-1,0 mm.

V.4. Przekrój pomiarowy IV

W okresie 11.2011r. ÷ 10.2012r.r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o $0,3 \div 13,0$ mm, w okresie 10.2012r.r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o $0,4 \div 10,0$ mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o $0,4 \div 11,0$ mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o $0,2 \div 10$ mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o $0,3 \div 1,5$ mm. [1.5].

W okresie 06.2015r. ÷ 11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły poniżej 1 mm w górze przekroju, 0,5-1,5 mm w części środkowej i poniżej 1 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 19 mm na koronie skarpy, ca 54 mm w środkowej części skarpy i ca 3,9 mm na dole skarpy.

Uwaga: inklinometr INK4-1 jest trwale zasypany w części spągowej. Pomiar jest możliwy od głębokości 16 m p.p.t.

Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w całym inklinometrze w środkowej części stoku (INK4-2). Przesunięcie to zachodzi głównie na głębokości 6,5 m p.p.t. W okresie 10.2014r.-06.2015r. maksymalne sumaryczne przemieszczenie całej kolumny inklinometrycznej zwiększyło się o 15,8 mm. Natomiast w okresie 06.2015r.-11.2015r. nie notowano przemieszczenia.

V.5 Przekrój pomiarowy V

W okresie 11.2011r. ÷ 10.2012r.r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 4,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 10.2012r.r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 17,0 ÷ 34,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 11,0 ÷ 15,0 mm, w okresie 11.2013r.÷06.2014r. zmieniły się o 5,0 ÷ 6,0 mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o 1,0÷2,0 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły poniżej 0,5 mm w górze przekroju, poniżej 1 mm w części środkowej i ca 0,7-2,2 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 11 mm na koronie skarpy, ca 42,6 mm w środkowej części skarpy i ca 56,3 mm na dole skarpy. W inklinometrze INK5-2 zlokalizowanym w środku przekroju w strefie głębokości 5,0÷6,0 m p.p.t. pomiędzy pomiarami 3 i 4 (24/10/2012r.r.-12/06/2013r.) wystąpiło wyraźne poziome przesunięcie gruntu o wartości 29 mm. Przesunięcie to obserwowano w kolejnych pomiarach (13/11/2013r.) i jego wartość pomiędzy pomiarami 4 i 5 wyniosła 22 mm. W kolejnych latach przesunięcie poziome gruntu w tej strefie powoli słabło i od pomiaru 6 (12/06/2014r.), w kolejnych pomiarach, osiągało wartość 0,5-1,0 mm. W inklinometrze INK5-3 na głębokości 3,0 m p.p.t. pomiędzy pomiarami 3 i 4 (24/10/2012r.r.-12/06/2013r.) wystąpiło poziome przesunięcie gruntu o wartości 5,5 mm. Przesunięcie to kontynuowało się do kolejnego pomiaru (13/11/2013r.) i jego wartość pomiędzy pomiarami 4 i 5 wyniosła 1,95 mm. W kolejnych latach przesunięcie poziome gruntu w tej strefie powoli słabło i od pomiaru 6 (12/06/2014r.) w kolejnych pomiarach osiągało wartość poniżej 0,5 mm.

V.6 Przekrój pomiarowy VI

W okresie 11.2011r. ÷ 10.2012r.r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 1,0 ÷ 18,0 mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 0,2 ÷ 1,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 0,5 ÷ 5,0 mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o 0,3 ÷ 2,5 mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o 0,1 ÷ 0,6 mm. [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 1-4 mm w górze przekroju, ca 1,0-2,5 mm w części środkowej i poniżej 0,5 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 24 mm na koronie skarpy, ca 10 mm w środkowej części skarpy i ca 4 mm na dole skarpy.

Uwaga:

Przemieszczenia części stropowej w inklinometrze 6/2 spowodowane są mechanicznym przemieszczeniem (zniszczeniem) ca 1,5 m odcinka górnego inklinometr. Obudowę odtworzono.

V.7 Przekrój pomiarowy VII

W okresie 11.2011r.r. ÷ 10.2012r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 1,0 ÷ 14,0 mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 0,2 ÷ 5,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 1,0 ÷ 4,0 mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o 0,1 ÷ 5,0 mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o 0,2 ÷ 1,5 mm. [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 0,5-1,5mm w górze przekroju, poniżej 1 mm w części środkowej i 0,5-0,8 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 15,5 mm na koronie skarpy, ca 16 mm w środkowej części skarpy i ca 32 mm na dole skarpy.

V.8 Przekrój pomiarowy VIII

W okresie 11.2011r. ÷ 10.2012r. przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 1,0 ÷ 4,0 mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 0,7 ÷ 3,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 0,5 ÷ 0,7 mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r.r. zmieniły się o 0,3 ÷ 0,8 mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o 0,2 ÷ 0,4 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 1-2,5 mm w górze przekroju, ca 0,5-1,5 mm w części środkowej i poniżej 0,4 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 8 mm na koronie skarpy, ca 8 mm w środkowej części skarpy i ca 2 mm na dole skarpy. Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja niewielkiego przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości 7,5÷8,5m m p.p.t. w inklinometrze zlokalizowanym w górze skarpy (INK8-1). Na głębokości 8 m p.p.t. przesunięcia poziome gruntu pomiędzy pomiarami osiągają wartość ca 1,0 cm.

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Czerska

V.9 Przekrój pomiarowy IX

W okresie 05.2012r. ÷ 10.2012r. - przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,0 ÷ 8,5 mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 1,5 ÷ 6,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 0,4 ÷ 3,0 mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o 0,9÷ 3 mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. zmieniły się o 0,8 ÷ 1,4 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 0,5-1,5 mm w górze przekroju, ca 1-3 mm w części środkowej i poniżej 0,5 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 5,3 mm na koronie skarpy, ca 25,2 mm w środkowej części skarpy i ca 3,5 mm na dole skarpy. Pomiedzy pomiarami 1 i 2 (22/10/2012r.-13/06/2013r.) wystąpiło wyraźne poziome przesunięcie gruntu o wartości 7,6 mm. Pomiedzy kolejnymi pomiarami wartość przesunięcia wyniosła ca 1,6 mm.

Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości 4,0-5,0 m p.p.t. w inklinometrze zlokalizowanym w środku przekroju (INK9-2).

Uwaga: Niedrożne kolumny inklinometryczne: INK9-1 poniżej 18,5m p.p.t. i INK9-2 poniżej 13,5 m p.p.t.

V.10 Przekrój pomiarowy X

W okresie 05.2012r. ÷ 10.2012r. przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,3 ÷ 15,0 mm, w okresie 10.2012r. ÷ 08.2013r. zmieniły się o 1,0 ÷ 3,0 mm, w okresie 08.2013r. ÷ 11.2013r. zmieniły się o 0,8 ÷ 3,0 mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o 0,8 ÷ 7,5 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,9 ÷ 28,5 mm, w okresie 06.2014r. ÷ 10.2014r. pomiary nie były wykonywane [1.5].

W okresie 05.2014r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły poniżej 1,0 mm w górze przekroju, ca 0,5-1,5 mm w części środkowej i 1,5-2,5 mm w części dolnej . Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 14 mm na koronie skarpy, ca 24 mm w środkowej części skarpy i ca 7 mm na dole skarpy.

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna

V.11 Przekrój pomiarowy XI

W okresie 09.2013r. ÷ 11.2013r. przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 0,4 ÷ 4,0mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o 0,3 ÷ 4,2 mm, w okresie 06.2014r.÷10.2014r. zmieniły się o 0,2 ÷ 4,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 0,9 ÷ 11,0 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 0,5-2,5 mm w górze przekroju, ca 0,5-1,1 mm w części środkowej i poniżej 0,5 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne

wynosiły od ca 22,5 mm na koronie skarpy, ca 34 mm w środkowej części skarpy i ca 2,7 mm na dole skarpy.

Zauważalna jest wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w inklinometrze INK11-2 na głębokości 8 m p.p.t. Pomiedzy pomiarami 3 i 4 (13/10/2014r.- 24/06/2015r.) wystąpiło tu poziome przemieszczenie gruntu o wartości 2,4 mm. W okresie pomiędzy pomiarami 4 i 5 ruch ten nie kontynuował się.

V.12 Przekrój pomiarowy XII

W okresie 09.2013r. ÷ 11.2013r. przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,0 ÷ 2,8mm, w okresie 11.2013r. ÷ 06.2014r. zmieniły się o 0,7 ÷ 3,8 mm, w okresie 06.2014r.÷10.2014r. zmieniły się o 1,0 ÷ 4,0 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły poniżej 0,8 mm w górze przekroju, poniżej 0,5 mm w części środkowej i 0,3-1,2 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 22,5 mm na koronie skarpy, ca 15 mm w środkowej części skarpy i ca 4,5 mm na dole skarpy.

Zarejestrowano obecnie po raz pierwszy przesunięcie gruntu w inklinometrze na koronie skarpy (INK12-1). Na głębokości 22,0-22,5 m p.p.t. pomiędzy pomiarami 3 i 4 zarejestrowano przesunięcie o wartości 0,7 mm, które pomiędzy pomiarami 4 i 5 nie kontynuowało się. W inklinometrze INK12-2 na głębokości 19,5 m p.p.t. pomiędzy pomiarami 3 i 4 zarejestrowano przemieszczenie o wartości ca 0,5 mm. W strefach głębokości 11-13 m i 2-4,5 m p.p.t. dalej zachodzą niewielkie przesunięcia poziome gruntu o wartości ca 0,2 mm pomiędzy kolejnymi pomiarami.

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna

V.13 Przekrój pomiarowy XIII

W okresie 08.2014r. ÷ 10.2014r. przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 0,8 ÷ 1,7 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły poniżej 0,5 mm w górze przekroju, ca 2,5 mm w części środkowej i 1,7 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 12 mm na koronie skarpy, ca 16,3 mm w środkowej części skarpy i ca 6 mm na dole skarpy.

W inklinometrze INK13-1 w okresie pomiędzy pomiarami 1 i 2 w przedziale głębokości 14,0-15,5 m p.p.t. zarejestrowano poziome przemieszczenie gruntu o wartości ca 1,0 mm. Ruch ten nie kontynuował się w okresie pomiędzy pomiarami 2 i 3. W przedziale głębokości 11,5-12,0 od początku pomiarów rejestrowane jest poziome przemieszczenie gruntu osiągające wartości ca 0,5 mm pomiędzy pomiarami. W inklinometrze INK13-2 pomiędzy pomiarami 1 i 3 zarejestrowano przemieszczenie gruntu o wartości ca 1,0 mm na głębokości 11,0 m p.p.t.

V.14 Przekrój pomiarowy XIV

W okresie 08.2014r. ÷ 10.2014r. przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 4,0÷37,0 mm [1.5].

W okresie 06.2015r.÷11.2015r. wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 2,3 mm w górze przekroju, ca 0,5-1,5 mm w części środkowej i 0,45-0,8 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły ca 23 mm na koronie skarpy, ca 13 mm w środkowej części skarpy i ca 4 mm na dole skarpy.

W inklinometrze INK14-1 w okresie pomiędzy pomiarami 1 i 2 na głębokości 20 m p.p.t. zarejestrowano poziome przemieszczenie gruntu o wartości 0,4 mm. W kolejnym pomiarze przemieszczenie to miało wartość 1,5 mm. W inklinometrze INK14-2 w okresie pomiędzy pomiarami 1 i 2 na głębokości 12 m p.p.t. zarejestrowano poziome przemieszczenie gruntu o wartości 0,5 mm. W kolejnym pomiarze nie zarejestrowano kontynuacji tego przemieszczenia.

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Oborów

V.15 Przekrój pomiarowy XV

W okresie 07.2015r. ÷ 11.2015r. (tj. od pomiaru zerowego) wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 0,7-4,5 mm w górze przekroju (największe w strefie 6,0-4,5 m ppt i 12,5 m ppt), 0-7 mm w środkowej jego części (największe w strefie ca 2 m ppt) oraz do 3 mm na dole skarpy.

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Podgóry

V.16 Przekrój pomiarowy XVI

W okresie 07.2015r.4 ÷ 11.2015r. (tj. od pomiaru zerowego) wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 0,5-3,8 mm w górze przekroju (największe w strefie ca 6 m ppt) , ca 0,7-5,8 mm w części środkowej (największe przemieszczenia wystąpiły w strefie 4,5 m p.p.t.) i poniżej 0,7 mm w części dolnej.

VI. OCENA GEOTECHNICZNA

1. Przekroje pomiarowe I-I; II-II; III-III znajdują się na wydzielonym terenie zagrożonym ruchami masowymi nr 2428. Stwierdza się tu trwającą tendencję pełznięcia gruntu w środkowej części stoku, w strefie głębokości 7,0÷8,0 m p.p.t. (INK2-2) i 5,0÷5,5 m p.p.t. w INK3-3. Przemieszczenia sumaryczne (cumulative displacement) w tych inklinometrach wynoszą ca 55-70 mm. W ostatnim okresie pomiarowym nie stwierdzono uaktywnienia poziomych procesów wgłębnych (przemieszczenia ca 1,0-2,6 mm).
Ocenia się, że obecne przemieszczenia nie stanowią jeszcze zagrożenia dla stateczności zbocza.
2. Przekroje pomiarowe IV –IV i V-V zgodnie z wydzieleniami SOPO PIG znajdują się na terenie osuwiskowym (16183), w którym stopień aktywności oceniono jako aktywne, okresowo aktywne i nieaktywne. Na podstawie

wykonanych pomiarów wynika, że największą aktywność wgłębnych ruchów poziomych stwierdzono w środkowej części zbocza, gdzie przemieszczenia sumaryczne wynoszą 55 mm (INK4-2) i 44 mm w strefie głębokości 5,5÷6,0 m p.p.t. w INK 5-2. W ostatnim okresie pomiarowym nie stwierdzono uaktywnienia poziomych procesów wgłębnych.

Ocenia się, że obecne przemieszczenia nie stanowią jeszcze zagrożenia dla stateczności zbocza.

3. W przekrojach pomiarowych VI-VI; VII-VII i VIII-VIII przebiegających przez osuwiska odpowiednio nr 16235; 16180 i 16173 stwierdzono przemieszczenia maksymalne poniżej 20 mm. W ostatnim okresie pomiarowym nie stwierdzono uaktywnienia poziomych procesów wgłębnych.

Obecnie nie stwierdza się zagrożeń dla stateczności.

4. Przekroje IX-IX i; X-X przebiegają przez tereny zagrożone ruchami masowymi nr 2013r. i 2429. W przekroju IX-IX w inklinometrze INK9-2 na głębokości 4,6÷5,0 m ppt. zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu. Jednakże dynamika tego procesu (w ciągu ostatnich 8 miesięcy) wynosi jedynie 12 mm. W przekroju X-X wykonano pomiar po 16 miesiącach przerwy. Przemieszczenia w tym przekroju w ostatnim okresie pomiarowym nie przekroczyły 3 mm.

Obecnie nie stwierdza się zagrożeń dla stateczności.

5. Przekrój pomiarowy XI-XI przebiega przez osuwisko nr 16189. Zauważalna jest tu wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w całym inklinometrze INK11-2. W ostatnim okresie pomiarowym nie stwierdzono gwałtownego uaktywnienia poziomych procesów wgłębnych (3 mm w 8 miesięcy).

Obecnie nie stwierdza się zagrożeń dla stateczności.

6. Przekrój pomiarowy XII-XII przebiega przez teren zagrożony ruchami masowymi nr 2417. Zarejestrowano po raz pierwszy przesunięcie gruntu w inklinometrze na koronie skarpy (INK12-1) i trwającą tendencję ruchu poziomego gruntu

w inklinometrze w centralnej część przekroju (INK12-2).

W ostatnim okresie pomiarowym nie stwierdzono uaktywnienia poziomych procesów wgłębnych.

Obecnie nie stwierdza się zagrożeń dla stateczności.

7. Przekroje pomiarowe XIII-XIII i XIV-XIV przebiegają przez tereny zagrożone ruchami masowymi nr 2434 i 2417. W inklinometrach INK13-1, INK13-2, INK14-1 i INK14-2 w ich dolnych częściach w dwóch ostatnich pomiarach zarejestrowano wyraźne strefy niewielkich przemieszczeń poziomych o wartości 0,5-1,5 mm. Rejestruje się tu tendencje do ruchu we wszystkich inklinometrach. Obecnie nie stwierdza się zagrożeń dla stateczności
8. W przekrojach pomiarowych XV i XVI wykonano dotychczas tylko po jednym pomiarze kontrolnym. W wszystkich kolumnach inklinometrycznych zarejestrowano przemieszczenia rzędu 1,0-6,0 mm. Obecnie nie stwierdza się zagrożeń dla stateczności

Z analizy warunków geośrodowiskowych powodujących aktywizację zjawisk osuwiskowych na badanym terenie wynika, że główną rolę ogrywają tu zmiany wilgotności (naturalnej i sztucznej), zwiększenie naziomu (zabudowa skarp, prace makroniwelacyjne) na koronie i zboczach oraz ruchy technogeniczne (drgania spowodowane ruchem kołowym itp.).

VII. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Budowa geologiczna oraz lokalne warunki geomorfologiczne powodują, iż na terenie powiatu piaseczyńskiego, w oparciu o wytyczne Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej SOPO, wydzielono szereg terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów osuwiskowych.
2. Część z tych terenów objęta jest obserwacją w sieci monitorującej przemieszczenia wgłębne z wykorzystaniem inklinometrów.

3. Obecnie sieć ta składa się z XVI przekrojów pomiarowych z 49 pionami inklinometrycznymi. W sieci tej należy prowadzić systematyczne (dwa razy w roku) pomiary.
4. W istniejącej sieci należy odtworzyć możliwość pomiarów w inklinometrach: INK9-1 poniżej głębokości 18,5 m ppt, INK9-2 poniżej głębokości 13,5 m ppt. INK 4-1 poniżej głębokości 16 m ppt. Obudowa kolumny inklinometrycznej nr 6/2 została zniszczona i góra inklinometru jest przesunięta.
5. Dla istniejącej sieci pomiarowej zaleca się opracować *Instrukcję prowadzenia pomiarów inklinometrycznych*.
6. Wykonane w ramach tej serii pomiarowej nieprzetworzone wyniki pomiarów źródłowych w formie edytowanej (xls) zawarto na płycie CD.