

Egz. nr

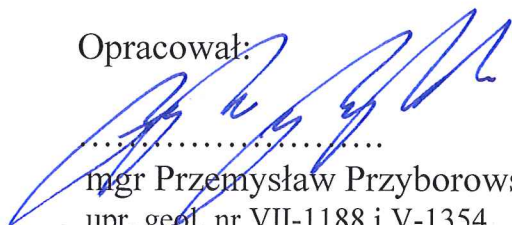
RAPORT WYNIKOWY nr 9

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 (przekroje XIII i XIV);
seria V w Czersku i Kawęczynie (przekroje XI i XII);
seria VII w Czersku (przekroje IX i X);
seria IX 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, lipiec 2015r.

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
- 1/3. Odległości między osiami kolumn inklinometrycznych -
przekroje pomiarowe nr XV i XVI
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:

- „pomiar zerowy” w przekroju XV w miejscowości Obory, gm. Konstancin Jeziorna oraz w przekroju XVI w miejscowości Podgórze, gm. Góra Kalwaria. Inklinometry w tych przekrojach wykonano w roku 2015r;
- III serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju XIII w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria oraz w przekroju XIV w miejscowości Słomczyn, gm. Konstancin Jeziorna;
- V serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju XI w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria oraz w przekroju XII w miejscowości Kawęczyn, gm. Konstancin Jeziorna;
- VII serii pomiarowej przemieszczeń wgłębnych w przekroju IX w miejscowości Czersk, gm. Góra Kalwaria;
- IX 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. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 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.
- 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, 2015
- 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, 2015

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.]. Poniżej przedstawiono charakterystykę geologiczno – inżynierską rejonu nowych przekrojów pomiarowych XV i XVI.

2.1 Przekrój XV - Gmina Konstancin-Jeziorna - Obręb 0015 – Obory-

Łyczyn

Pod względem podziału fizyczno-geograficznego Polski J. Kondrackiego teren badań położony jest na granicy dwóch mezoregionów: Równina Warszawska i Dolina Środkowej Wisły, stanowiących część makroregionu Niziny Środkowopolskie.

Rzeźba terenu zarówno powyżej jak i poniżej zbocza skarpy jest mało urozmaicona i ma charakter płaskiej równiny. Powyżej górnej krawędzi skarpy rzędne terenu kształtują się w przedziale wartości 106,9 – 107,9 m n.p.m. z nachyleniem w kierunku krawędzi skarpy tj. w kierunku NE. Poniżej dolnej krawędzi skarpy rzędne terenu osiągają wartości 90,0 – 91,3 m n.p.m. i nachylają się w kierunku osi doliny Wisły. Skarpa w miejscu badań osiąga wysokość ca 13 – 14 m przy nachyleniu ca 9,5° - 13,2°. Zbocze w miejscu badań osiąga długość od 65,0 m do 125,0 m.

W obrębie terenu badań brak jest cieków powierzchniowych. Wody opadowe infiltrują w przepuszczalne podłoże gruntowe. W obrębie skarpy oborskiej występują liczne młaki i wypływy wód gruntowych. W środkowej części terenu badań występuje niewielka młaka z wysiękiem wód gruntowych. W odległości ca 100 m od terenu badań przepływa niewielki ciek.

Teren badań znajduje się w obrębie Terenu Zagrożonego Ruchami Masowymi Ziemi nr 2416 posiadającego kartę rejestracyjną założoną w listopadzie 2010r. W miejscu założenia nowego profilu do pomiarów inklinometrycznych w październiku 2010 zostało zarejestrowane i skartowane nieaktywne osuwisko gruntowe. Jest to osuwisko asekwentne o charakterze zsuwu. Obecnie na omawianym terenie **brak jest przejawów występowania ruchów masowych ziemi.**

Na podstawie wyników robót geologicznych wykonanych dla montażu kolumn inklinometrycznych [1.7.] stwierdza się, że w rozpoznanym podłożu zalegają osady czwartorzędowe (plejstoceny i holoceny).

Holocen (Q_h) - reprezentowany jest przez, *grunty organiczne*, niespoiste *grunty rzeczne* oraz pokrywowe *osady koluwialne*.

Grunty organiczne reprezentowane są przez piaski drobne próchniczne. Miąższość tych osadów jest niewielka i wynosi ona od 0,3 do 0,6 m. Występują one na powierzchni całego opisywanego terenu.

Osady koluwialne wykształcone są w postaci mieszaniny gruntów piaszczysto – pylasto – gliniastych z domieszkami i przewarstwieniami gruntów organicznych. Są to osady spływowe. Występują one głównie u podnóża skarpy. W otworze 15/3 grunty te osiągają miąższość 3,7 m.

Holocenijskie *grunty niespoiste* (piaski różnej granulacji) zdeponowane tu zostały przez wody rzeczne. Zalegają one poniżej gruntów organicznych i koluwialnych u podnóża skarpy.

Plejstocen(Q_p) wykształcony jest w postaci *gruntów rzeczno- lodowcowych* i *gruntów zastoiskowych*.

Grunty rzeczno-lodowcowe to litologicznie piaski różnej granulacji oraz żwiry i otoczaki. W trakcie badań grunty te stwierdzono w otworze 15/1 do głębokości 6,5 m p.p.t.

Grunty zastoiskowe wykształcone są w postaci glin pylastych i glin pylastych zwiezłych przewarstwianych piaskami pylastymi i drobnymi. Występują one pod piaskami, w trakcie prac związanych z montażem inklinometrów gruntów tych nie przewiercono.

W podłożu występują wody gruntowe. W otworze 15/3 na gł. 3,8 m p.p.t. tj. na rzędnej 89,32 m n.p.m. nawiercono wody I poziomu wodonośnego będącego w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami w rzece Wiśle.

W otworach 15/2 i 15/1 nawiercono wody gruntowe zawieszone na stropie gruntów słabo przepuszczalnych. Wody te nawiercono na głębokości 3,5 i 2,75 m p.p.t. tj. na rzędnych 96,29 i 106,0 m n.p.m. Nawiercone w tym rejonie wody gruntowe charakteryzują się swobodnym zwierciadłem.

2.2 Przekrój XVI - Gmina Góra Kalwaria Obręb 0034 - Podgóra

Pod względem podziału fizyczno-geograficznego Polski J. Kondrackiego teren badań położony jest w obrębie mezoregionu Dolina Środkowej Wisły. Powyżej górnej krawędzi skarpy powierzchnia terenu ma charakter falistej równiny nachylającej się pod kątem ca 1° w kierunku osi doliny Wisły tj. w kierunku NE. Rzędne terenu zawierają się tu w przedziale od 112,5 m n.p.m. 300 m od krawędzi skarpy do ca 106,3 m n.p.m. przy górnej krawędzi skarpy. Poniżej dolnej krawędzi skarpy powierzchnia terenu ma charakter płaskiej równiny zalewowej. Rzędne terenu osiągają tutaj wartości od 93,0 do 95,5 m n.p.m. Skarpa w miejscu badań osiąga wysokość ca 10 – 13 m przy nachyleniu ca $12,9^{\circ}$ - $23,0^{\circ}$. Zbocze w miejscu badań osiąga długość od 21,0 do 46,0 m.

W obrębie badań na zboczu skarpy brak jest wód powierzchniowych. Wzdłuż podnóża skarpy, na północ od terenu badań w odległości ca 40 m przebiega rów melioracyjny.

W odległości ca 100 m na wschód od terenu badań przepływa równolegle do osi doliny inny rów melioracyjny. Kolejny rów przepływa w odległości 315 m na wschód od terenu badań. Brzeg rzeki Wisły znajduje się w odległości ca 750 m. Teren położony pomiędzy dolną krawędzią skarpy a Wisłą jest równiną zalewową rzeki Wisły.

Obecnie teren ten oddzielony jest od Wisły wałem przeciwpowodziowym. Korona wału przeciwpowodziowego znajduje się tu na rzędnej ca 98,14 m n.p.m.

Rzędna wody dziesięcioletniej Wisły na wysokości terenu badań wynosi 95,32 m n.p.m., a wody stuletniej 96,58 m n.p.m. (źródło: *Informatyczny System Oslony Kraju* - V 2015), tj. ca 0,5 i 1,5 m powyżej rzędnej terenu u podnóża opisywanego odcinka skarpy i ponad 2 m poniżej korony wału.

Teren badań znajduje się w obrębie Terenu Zagrożonego Ruchami Masowymi Ziemi nr 2437 posiadającego kartę rejestracyjną założoną w listopadzie 2010r. Obecnie na omawianym terenie **brak jest przejawów występowania ruchów masowych ziemi.**

Na podstawie analiz wyników robót geologicznych wykonanych dla montażu kolumn inklinometrycznych [1.7.] stwierdza się, że w rozpoznanym podłożu zalegają osady czwartorzędowe (plejstoceny i holoceny).

Holocen (Q_h) - reprezentowany jest przez *grunty organiczne* i niespoiste *grunty rzeczne*.

Grunty organiczne to osady reprezentowane przez piaski drobne próchniczne i gliny humusowe. Miąższość tych osadów dochodzić do 1,1 m. Występują one na powierzchni całego opisywanego terenu.

Holoceny *grunty niespoiste* (piaski różnej granulacji) zdeponowane tu zostały przez wody rzeczne. Zalegają one poniżej gruntów organicznych u podnóża skarpy. W rejonie badań budują one rzeźbę terenu poniżej skarpy.

Plejstocen (Q_p) wykształcony jest w postaci *gruntów rzeczno-lodowcowych* i *zastoiskowych*.

Grunty rzeczno-lodowcowe wykształcone są w postaci piasków różnej granulacji.

W otworze 16/2 występują one poniżej gruntów organicznych i do głębokości 7,5 m p.p.t. nie zostały przewiercone w trakcie montażu inklinometrów. W otworze 16/1 grunty te stwierdzono na głębokości 12,0 m p.p.t.

Grunty zastoiskowe wykształcone są w postaci glin pylastych i pyłów. Stwierdzono je w otworze 16/1 w przedziale głębokości 3,8 – 9,5 m p.p.t.

W otworze 16/1 na głębokości 9,5 m p.p.t. stwierdzono warstwę gruntów morenowych o miąższości 2,5 m wykształconą jako gliny piaszczyste.

Rozpoznana budowa geologiczna dowodzi silnych procesów erozji bocznej wód wodno – lodowcowych i rzecznych, która doprowadzała do wyerodowania w glin pokrywowych w środkowej części stoku (otw. 16/2).

W trakcie badań w rejonie tym nawiercono wody I poziomu wód podziemnych.

Poziom ten charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem zalegającym na głębokości 1,1 – 13,4 m p.p.t. tj. na rzędnych 92,37 – 93,24 m n.p.m. Wody tego poziomu są w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami w rzece Wiśle.

III. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW

Poniżej przedstawiano technologię montażu inklinometrów w przekrojach pomiarowych XV i XVI.

Rury inklinometryczne to specjalne rury, instalowane w otworach wiertniczych. Stosowane są one do monitorowania wgłębnych przemieszczeń poziomych na poszczególnych głębokościach. Rury charakteryzują się niskim skręceniem spiralnym i zapewniają precyzyjne działanie oraz ustawienie (orientację) sondy inklinometrycznej podczas pomiaru.

Zamontowane kolumny inklinometryczne zostały zorientowane (zamontowane) w taki sposób, że jedna z płaszczyzn rowków pomiarowych [A] odpowiada azymutowi kierunku przemieszczenia utworów koluwalnych – zgodnie z miejscową praktyką jest to kierunek prostopadły do nachylenia zbocza (predysponowany kierunek przemieszczeń).

Druga oś [B] jest prostopadła do niej. W obu przekrojach pomiarowych (XV i XVI jest to generalnie kierunek odpowiednio NE [A] i SW [B].

Materiał: ABS tworzywo

Średnica zew.: 71.0 mm

Średnica wew.: 60.0 mm

Średnica wew. rowka: 65.0 mm

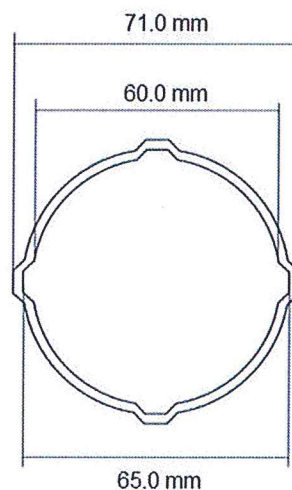
Grubość: 3.75 mm

Długość: 3 metry

Masa: 0.70 kg/m

Skręcenie spiralne: $<0.6^\circ / 3 \text{ m}$

Rys. 1 Przekrój poprzeczny przez zamontowane kolumny inklinometryczne ABS



W trakcie instalacji kolumny inklinometrycznej wprowadzona została mieszanina cementu i bentonitu między nią a ścianki otworu, która pęczniąc całkowicie wypełniła przestrzeń. Górną część kolumny, powyżej powierzchni terenu, została zabezpieczona przed zniszczeniem poprzez obudowanie pokrywą z zamknięciem.

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 wgłębnych Skarpy Wiślanej w piętnastu przekrojach pomiarowych na terenie gmin Konstancin Jeziorna i Góra Kalwaria w powiecie piaseczyńskim wykonano:

- „pomiar zerowy“ w przekrojach XV i XVI;
- pomiar III w przekrojach XIII i XIV;
- pomiar V w przekrojach XI i XII;
- pomiar VII w przekroju IX;
- pomiar IX w przekrojach I – VIII.

W przekroju X nie wykonano pomiaru ze względu na brak zgody właściciela na wejście na teren posesji (sytuacja powtarzająca się z poprzedniej sesji pomiarowej).

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

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

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 Sisseo model S242DVXX, numer seryjny S150653 oraz rejestratora polowego Archimede ver. 0.5.0 firmy Sisseo. 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 zerowy) w okresie 04 ÷ 13.10.2011;
- 2 seria w okresie 23 ÷ 29.11.2011;
- 3 seria w okresie 28.03.2012 ÷ 04.04.2012;
- 4 seria w okresie 16 ÷ 29.10.2012;
- 5 seria w okresie 01 ÷ 08.08.2013;
- 6 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013;
- 7 seria w okresie 21.05.2014 ÷ 23.06.2014;
- 8 seria w okresie 07 ÷ 13.10.2014.
- 9 seria w okresie 22 ÷ 29.06.2015r.

Pomiary przemieszczeń wgłębnych wykonano w 46 pionach inklinometrycznych zgrupowanych w 15 przekrojach pomiarowych (bez przekroju nr X).

Przekroje pomiarowe zlokalizowane są prostopadłe do badanej skarpy.

Poniżej zamieszczono analizę przemieszczeń poziomych wgłębnych na podstawie danych zawartych w *Raporcie wynikowym nr 8* [1.5] obejmującym okres do października 2014r oraz na podstawie pomiaru z czerwca 2015r.

V.1. Przekrój pomiarowy I

W okresie 11.2011 ÷ 10.2012 wgłębne przemieszczenia poziome zmieniły się o 0,2 ÷ 6,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,4 ÷ 5,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,2 ÷ 2,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,2 ÷ 2,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,5 ÷ 3,0 mm [1.5].

W okresie 10.2014 ÷ 06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły ca 0,45-3,5 mm. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od niespełna 2 mm w dole skarpy do niewiele ponad 35 mm na koronie.

V.2. Przekrój pomiarowy II

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od 1,2 mm u podnóża skarpy ca 40 mm w środkowej części przekroju i 5 mm na górze skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 3 mm na dole skarpy, ca 55 mm środkowej części skarpy i ca 20 mm na koronie skarpy. Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości 7,5-8,0 m p.p.t. w inklinometrze zlokalizowanym w środku przekroju (INK2-2).

V.3. Przekrój pomiarowy III

W okresie 11.2011 ÷ 10.2012 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 1,2 ÷ 10,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,5 ÷ 19,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 1,5 ÷ 16,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,5 ÷ 1,8 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,4 ÷ 5,0 mm [1.5].

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 1÷3mm w górze przekroju, 42 mm w części środkowej i ca 0,4 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 15-20 mm na koronie skarpy, ca 70 mm środkowej części zbocza i ca 1 mm na dole zbocza.

Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości 5,0÷5,5m m p.p.t. w inklinometrze zlokalizowanym w środku przekroju (INK3-3).

V.4. Przekrój pomiarowy IV

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 1,5mm w górze przekroju, 6 mm w części środkowej i ca 1,3 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 24 mm na koronie skarpy, ca 55 mm środkowej części skarpy i ca 2,7 mm na dole skarpy.

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

Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w całym inklinometrze w środkowej części stoku (INK4-2).

V.5 Przekrój pomiarowy V

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od 3,5mm w górze przekroju, ca 32 mm w części środkowej i ca 9 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 10 mm na koronie skarpy, ca 44 mm środkowej części skarpy i ca 57 mm na dole skarpy. Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w całym inklinometrze w dolnej części stoku (INK5-3) oraz wyraźne przesunięcie gruntu w strefie głębokości 5,5-6,0 m p.p.t. w inklinometrze na środku przekroju (INK5-2).

V.6 Przekrój pomiarowy VI

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 6mm w górze przekroju, ca 2,5 mm w części środkowej i 1,4 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 24 mm na koronie skarpy, ca 10 mm środkowej części skarpy i ca 3 mm na dole skarpy.

Uwaga:

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

V.7 Przekrój pomiarowy VII

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 15mm w górze przekroju, ca 15 mm w części środkowej i 1,5 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 10 mm na koronie skarpy, ca 15 mm środkowej części skarpy i ca 2 mm na dole skarpy.

V.8 Przekrój pomiarowy VIII

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 3mm w górze przekroju, ca 3 mm w części środkowej i 0,7 mm w części dolnej . Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 7,5 mm na koronie skarpy, ca 6 mm środkowej części skarpy i ca 2 mm na dole skarpy. Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości 7,5÷8,5m m ppt w inklinometrze zlokalizowanym w górze skarpy (INK8-1).

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Czerska

V.9 Przekrój pomiarowy IX

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 2mm w górze przekroju, ca 12 mm w części środkowej i 1 mm w części dolnej . Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 4 mm na koronie skarpy, ca 23 mm środkowej części skarpy i ca 3 mm na dole skarpy.

Zauważalna jest dalej wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w strefie głębokości 4,6-5,0m m ppt w inklinometrze zlokalizowanym w środku przekroju (INK9-2).

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

V.10 Przekrój pomiarowy X

Brak dostępu do inklinometrów

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna

V.11 Przekrój pomiarowy XI

W okresie 09.2013 ÷ 11.2013 przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 0,4 ÷ 4,0mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 4,2 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 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 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 2,5mm w górze przekroju, ca 3 mm w części środkowej i 0,3 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 20 mm na koronie skarpy, ca 33 mm środkowej części skarpy i ca 0,3 mm na dole skarpy.

Zauważalna jest wyraźna tendencja przesunięcia poziomego gruntu w całym inklinometrze INK11-2 .

V.12 Przekrój pomiarowy XII

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 1mm w górze przekroju, ca 2 mm w części środkowej i 0,9 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 25 mm na koronie skarpy, ca 12 mm środkowej części skarpy i ca 3 mm na dole skarpy.

Zarejestrowano po raz pierwszy przesunięcie gruntu w całym inklinometrze na koronie skarpy (INK12-1) i trwającą tendencję ruchu poziomego gruntu w inklinometrze w centralnej części przekroju (INK12-2).

Analiza przemieszczeń skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna

V.13 Przekrój pomiarowy XIII

Dot. 2 serii pomiarowych

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 1.2mm w górze przekroju, ca 3,8 mm w części środkowej i 2,5 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 12 mm na koronie skarpy, ca 13 mm środkowej części skarpy i ca 6 mm na dole skarpy.

Zarejestrowano trwającą tendencję ruchu poziomego gruntu w inklinometrze na koronie skarpy (INK13-1) i po raz pierwszy przesunięcie gruntu w inklinometrze w centralnej i dolnej części przekroju (INK13-2 i 13-3).

V.14 Przekrój pomiarowy XIV

Dot. 2 serii pomiarowych

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

W okresie 10.2014÷06.2015 wgłębne przemieszczenia poziome wynosiły od ca 2mm w górze przekroju, ca 3 mm w części środkowej i 1,2 mm w części dolnej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły od ca 20 mm na koronie skarpy, ca 10 mm środkowej części skarpy i ca 4 mm na dole skarpy.

Zarejestrowano przesunięcie gruntu we wszystkich inklinometrach

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 7,5÷8,0 m ppt (INK2-2) i 5,0÷5,5 m ppt 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. Jedynie w INK3-3 strefie 5,0-5,5 m ppt stwierdzono podwyższoną dynamikę tych ruchów (42mm w ciągu 8 miesięcy).

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 ppt. 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 10 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 2013 i 2429. W przekroju IX-IX w inklinometrze INK9-2 na głębokości $4,6 \div 5,0$ 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 nie prowadzono pomiarów.

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 pomiary XII-XII przebiega przez teren zagrożony ruchami masowymi nr 2417. Zarejestrowano po raz pierwszy przesunięcie gruntu w całym 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. Wykonano tu dotychczas jedynie dwie serie pomiarowe. Rejestruje się tu tendencje do ruchu we wszystkich inklinometrach.

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 (drżenia 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 Przeciwsuwiskowej 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. Należy administracyjne, uzyskać zgodę władających nieruchomością w przebiegu przekroju nr X, dostępu do urządzeń pomiarowych będących własnością Starostwa Powiatowego.
5. 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.
6. Dla istniejącej sieci pomiarowej zaleca się opracować *Instrukcję prowadzenia pomiarów inklinometrycznych*.
7. Montaż nowych kolumn inklinometrycznych (przekroje XV i XVI) wykonano zgodnie z zatwierdzonym przez Marszałka Województwa Mazowieckiego *Projektem robót geologicznych*
8. Wykonane w ramach tej serii pomiarowej nieprzetworzone wyniki pomiarów źródłowych w formie edytowanej (xls) zawarto na płycie CD.