

Egz. 3

RAPORT WYNIKOWY nr 15
z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej
w powiecie piaseczyńskim

SERIA	PRZERÓJ	LOKALIZACJA
3	XVIII	Konstancin-Jeziorna
5	XVII	Czersk
7	XV i XVI	Obory i Podgórze
9	XIII i XIV	Czersk i Słomczyn
11	XI i XII	Czersk i Kawęczyn
13	IX i X	Czersk
15	I - VIII	Góra Kalwaria

Generalny wykonawca	DWG MONITORING	DWG MONITORING Sp. z o.o. 05-400 Otwock, ul. Matejki 8/4 tel. 501 162 704 dwg.monitoring@gmail.com
Zamawiający	Powiat Piaseczyński ul. Chyliczkowska 14 05-500 Piaseczno	
Opracował zespół w składzie:		
KIEROWNIK PRAC	Mgr inż Grzegorz Sobczak upr. geodezyjne 22355	
OPRACOWANIE WYNIKÓW	Inż. Mariusz Żyła	
KIEROWNIK PRAC POMIAROWYCH	Inż. Mariusz Żyła	
WSPÓŁPRACA	mgr Rafał Kuszyk upr. geol. V-1553, VII-1362	

Warszawa – wrzesień 2018r.

-1-

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	4
2. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA.....	8
2.1. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekroje I – XIV i XVII.....	8
2.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XV.....	9
2.3. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XVI.....	11
2.4. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XVIII.....	13
3. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW.....	15
4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH.....	18
5. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY.....	20
5.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii (przekroje I-VIII).....	20
5.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekroje IX i X).....	28
5.3. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna (przekroje XI i XII).....	30
5.4. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna (przekroje XIII i XIV).....	32
5.5. Przemieszczenia skarpy w rejonie Obór i Podgórze (przekroje XV i XVI).....	34
5.6. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekrój XVII).....	37
5.7. Przemieszczenia skarpy w rejonie Konstancina-Jeziorny (przekrój XVIII).....	38
6. WNIOSKI KOŃCOWE.....	40
7. UWAGI DO POMIARÓW INKLINOMETRYCZNYCH.....	44

ZAŁĄCZNIKI

- Zał. 1.0 Wyniki pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej
- Zał. 2.0 Mapy przeglądowe
- Zał. 3.0 Mapy dokumentacyjne
- Zał. 4.0 Szkice z odległościami pomiędzy głowicami kolumn inklinometrycznych w poszczególnych przekrojach pomiarowych [m]
- Zał. 5.0 Zestawienie tabelaryczne wyników pomiarów przemieszczeń pionowych i poziomych głowic kolumn inklinometrycznych

1. WSTĘP

Niniejszy raport sporządzono na zamówienie Powiatu Piaseczyńskiego z siedzibą przy ul. Chyliczkowskiej 14 w Piasecznie. Opracowanie zawiera:

- wyniki trzeciej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Konstancin-Jeziorna – przekrój pomiarowy XVIII;
- wyniki piątej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Czersk – przekrój pomiarowy XVII;
- wyniki siódmej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Obory i Podgórze – przekroje pomiarowe XV i XVI;
- wyniki dziewiątej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Czersk i Słomczyn – przekroje pomiarowe XIII i XIV;
- wyniki jedenastej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Czersk i Kawęczyn – przekroje pomiarowe XI i XII;
- wyniki trzynastej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk – przekroje pomiarowe IX i X
- wyniki piętnastej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych Skarpy Wiślanej w miejscowości Góra Kalwaria (na odcinku od zbiegu ulic Wojska Polskiego i Batalionu Czwartaków do Moczydłowa) - przekroje pomiarowe I - VIII

Lokalizacja przekroi pomiarowych na tle podkładu mapy topograficznej w skali 1:10000 została przedstawiona w Zał. 2.0. Szczegółową lokalizację poszczególnych przekroi pomiarowych wraz z wynikami pomiarów przemieszczeń pionowych i poziomych głowic kolumn inklinometrycznych w odniesieniu do pomiaru zerowego przedstawiono w Zał. 3.0.

Dla potrzeb opracowania niniejszego raportu wykorzystano:

- [1] Projekt prac geologicznych na wykonanie inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 08.2011.

- [2] Projekt robót geologicznych na wykonanie inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działkach ew. nr 518/6, 526/8, 526/9 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria, pow. Piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 04.2012.
- [3] Projekt robót geologicznych na wykonanie inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działkach ew. nr 311 w obrębie 0009 i ew. nr 10 w obrębie 0006 w Kawęczynie, gm. Konstancin Jeziorna oraz na działkach ew. nr 838 i 841 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria pow. piaseczyński, woj. Mazowieckie. HydroGeoStudio. 07.2013.
- [4] Projekt robót geologicznych na wykonanie inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działce ew. nr 811/2 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria oraz na działkach ew. nr 34 i 32 w obrębie 0021 w Słomczynie, gm. Konstancin-Jeziorna, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. GRUPA HGS 05.2014.
- [5] 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 Podgórze, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. GEOTECHNIKA 2015.
- [6] Projekt robót geologicznych na wykonanie inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działkach ew. nr 838 i 537/3 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. DWG 05.2016.
- [7] Dokumentacja geologiczna z wykonania inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii gm. Góra Kalwaria, pow. Piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 10.2011.
- [8] Dokumentacja geologiczna z wykonania inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działkach ew. nr 518/6, 526/8, 526/9 w obrębie 0015 w Czersku gm. Góra Kalwaria, pow. Piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 05.2012.
- [9] Dokumentacja geologiczna z wykonania inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działkach ew. nr 311 w obrębie 0009 i ew. nr 10

w obrębie 0006 w Kawęczynie, gm. Konstancin – Jeziorna oraz na działkach ew. nr 838 i 841 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 11.2013.

- [10] 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 Podgórze, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. GEOTECHNIKA 2015.
- [11] Dokumentacja geologiczna z wykonanie inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej na działkach ew. nr 838 i 537/3 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. DWG 05.2016.
- [12] Raport wynikowy nr 11 z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w powiecie piaseczyńskim: seria I w Czersku (przekrój XVII); seria III w Oborach i Podgórzu (przekroje XV i XVI); seria V w Czersku i Słomczynie (przekroje XIII i XIV); seria VII w Czersku i Kawęczynie (przekroje XI i XII); seria IX w Czersku (przekroje IX i X); seria XI w Górze Kalwarii (przekroje I – VIII) – DWG Październik 2016 r
- [13] Raport wynikowy nr 14 z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w powiecie piaseczyńskim: seria II w Konstancinie-Jeziorny (przekrój XVIII); seria IV w Czersku (przekrój XVII); seria VI w Oborach i Podgórzu (przekroje XV i XVI); seria VIII w Czersku i Słomczynie (przekroje XIII i XIV); seria X w Czersku i Kawęczynie (przekroje XI i XII); seria XII w Czersku (przekroje IX i X); seria XIV w Górze Kalwarii (przekroje I – VIII) – ITB Styczeń 2018 r
- [14] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria (M34-7A), wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1966.
- [15] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560, wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1974.
- [16] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria 597, wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [17] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560 (N-34-139-C) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.

- [18] System Osłony Przeciw Osuwiskowej SOPO. Państwowy Instytut Geologiczny.
- [19] PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [20] PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- [21] PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [22] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2006 r. nr 129, poz. 902 z późn. zm.).
- [23] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. nr 163, poz. 981).
- [24] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. z 2007 r. nr 121, poz. 840).
- [25] Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi. PiG. Warszawa 2008.

2. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

2.1. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekroje I – XIV i XVII

Teren badań obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną oraz obszar tarasu zalewowego niższego i tarasu zalewowego wyższego Wisły znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy. W rejonie obszaru badań skarpa ma około 15 ÷ 30 m wysokości oraz nachylenie od ok. 17% w Słomczynie i Kawęczynie do ok. 30% w Górze Kalwarii i Czersku. W Czersku krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 110,0 ÷ 114,0 m n.p.m., w Górze Kalwarii wznosi się do rzędnej 115,0 ÷ 117,5 m n.p.m. i obniża się w kierunku Moczydłowa do rzędnej 100,0 m n.p.m. Nieco dalej w Kawęczynie krawędź skarpy nieznacznie wznosi się do rzędnej ok. 111,5 m n.p.m. W Słomczynie krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 110,0 m n.p.m. W obrębie Skarpy Wiślanej w rejonie Czerska, Góry Kalwarii, Kawęczyna i Słomczyna występują osuwiska (głównie nieaktywne i aktywne okresowo) oraz tereny zagrożone ruchami masowymi opisane szczegółowo w Systemie Osłony Przeciwsuwiskowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego. Przekroje pomiarowe zostały zlokalizowane w najbardziej newralgicznych rejonach (przekroje I ÷ V oraz IX, XI i XII), gdzie doszło do ruchów mas ziemnych skutkujących miejscami naruszeniem konstrukcji budynków bądź infrastruktury technicznej. Dodatkowo przekroje VI ÷ VIII, X, XIII, XIV i XVII zlokalizowano w rejonach potencjalnie narażonych na takie ruchy, w rejonie intensywnej zabudowy. Na badanym terenie bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują :

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 0,4 ÷ 1,5 m ppt gleba i nasypy głównie niebudowlane;
- do głębokości 2,5 ÷ 16,0 m ppt utwory niespoiste w postaci piasków drobnych – piaski zastoiskowe miejscami przykryte utworami lodowcowymi w postaci glin piaszczystych i pylastych oraz utworami wodnolodowcowymi w postaci piasków drobnych zalegających na bruku morenowym o łącznej miąższości 2,7 ÷ 7,5 m;
- do głębokości rozpoznania utwory spoiste w postaci ilów – utwory zastoiskowe miejscami przykryte lub podścielone utworami lodowcowymi w postaci glin

piaszczystych i piasków gliniastych oraz utworami wodnolodowcowymi w postaci piasków średnich.

B. Na tarasie zalewowym niższym i tarasie zalewowym wyższym:

- do głębokości 0,3 ÷ 0,8 m ppt gleba;
- do głębokości rozpoznania a miejscami do głębokości 0,6 ÷ 2,4 m ppt utwory spoiste głównie w postaci glin pylastych i piasków gliniastych - utwory rzeczne facji powodziowej – mady;
- poniżej ww. utworów a miejscami poniżej gleby do głębokości rozpoznania utwory niespoiste głównie w postaci piasków drobnych, pylastych i średnich – utwory rzeczne miejscami podścielone madami w postaci glin pylastych oraz utworami zastoiskowymi w postaci iłów.

Na wysoczyźnie lodowcowej nie nawiercono ciągłego poziomu wodonośnego. W obrębie skarpy stwierdza się występowanie wielu, nieregularnie rozmieszczonych sączeń śródglinowych. Miejscami występują również okresowe wysięki wód na zboczu skarpy. Wody podziemne spływają z wysoczyzny ku dolinie w sposób nieregularny po stropie utworów spoistych. Natężenie spływu zależne jest od intensywności opadów.

U podnóża skarpy – na obszarze tarasu zalewowego niższego i tarasu zalewowego wyższego Wisły w rejonie Góry Kalwarii nawiercono zwierciadło wód podziemnych, miejscami napięte przez wyżej zalegające mady. Zwierciadło swobodne nawiercono na głębokości 0,8 m ppt. Zwierciadło napięte nawiercono na głębokości 1,5 ÷ 2,4 m p.p.t.

Na obszarze tarasu zalewowego wyższego Wisły w rejonie Czerska nawiercono zwierciadło wód podziemnych o charakterze swobodnym na głębokości 0,3 ÷ 1,5 m p.p.t.

2.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XV

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 rzedne 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 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 koluwalne.

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 koluwalne 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.

Holoceny grunty niespoiste (piaski różnej granulacji) zdeponowane tu zostały przez wody rzeczne. Zalegają one poniżej gruntów organicznych i koluwalnych 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 żwiru 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 zawieszane 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.

2.3. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XVI

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° - 23,0° . 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 równoległe 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 Osłony 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 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 doprowadziła 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.

2.4. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XVIII

Pod Teren przekroju obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną i dolinę Wisły. Powierzchnia wysoczyzny na tym obszarze jest zdenudowana i zrównana, występują lokalne obniżenia i wzniesienia powstałe w wyniku erozyjnej działalności wód fluwioglacjalnych, obniżenia wypełnione są piaskami i żwirami fluwioglacjalnymi. Nachylenie skarpy na analizowanym odcinku w Konstancinie-Jeziorny (dzielnica Klarysew) wynosi ok. 25-30°. Jest ono bezpośrednio związane z budową geologiczną skarpy, tam gdzie występują osady czwartorzędowe (piaski i gliny) obserwuje się zestromienie zboczy. W rejonie badań skarpa ma ok. 13-15 m wysokości, a krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 103,5 m n.p.m. Dolina Wisły to morfologicznie obszar tarasu zalewowego wyższego (taras falenicki) Wisty znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy.

Generalny spływ wód powierzchniowych odbywa się w kierunku wschodnim, do doliny Wisły. W bezpośrednim sąsiedztwie terenu badań, na południe, płynie rzeka Jeziorka (lewy dopływ Wisły). W odległości ok. 3,5 km od terenu badań znajduje się rzeka Wisła. Pod względem hydrograficznym teren badań leży w zlewni rzeki Wisły.

Na wysoczyźnie lodowcowej przy krawędzi skarpy od powierzchni terenu w profilu geologicznym występują:

- do głębokości ok. 2,0 m p.p.t. - piaski drobne;
- w przelocie ok. 2,0 + 3,0 m p.p.t. - piaski gliniaste;
- w przelocie ok. 3,0 + 5,0 m p.p.t. - gliny piaszczyste z przewarstwieniem w postaci iłów;
- w przelocie ok. 5,0 - 15,5 m p.p.t. - piaski drobne.

Na obszarze tarasu zalewowego wyższego Wisły od powierzchni terenu w profilu geologicznym występują:

- w przedziale głębokości 0,0 + 0,35 m p.p.t. - gleba/nasypy piaszczyste, holocenijskie;
- pod glebą i nasypami do głębokości 3,5 m p.p.t. - piaski rzeczne, facji korytowej, różnoziarniste, z okresu zlodowacenia północnopolskiego (bałtyckiego), głębiej w profilu z okresu interstadiału eemskiego;

Na omawianym terenie (wysoczyźnie lodowcowej) główny użytkowy poziom wodonośny stanowią między-morenowe piaski i żwiry wodnolodowcowe z okresu zlodowaceń środkowopolskich. Swobodne zwierciadło wody kształtuje się tu na głębokości <5 m. Poziom ten pozbawiony jest od powierzchni naturalnej izolacji, co powoduje, że stopień zagrożenia jakości wód jest bardzo wysoki.

3. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW

Kolumny inklinometryczne, wykonane z łączonych odcinków rur typu ABS (długości 3,0 m) zostały zainstalowane w otworach wiertniczych zgodnie z [1], [2], [3] i [4]. Dokładna lokalizacja kolumn inklinometrycznych przedstawiona została na mapach dokumentacyjnych w Zał. 3.0. Współrzędne geodezyjne i geograficzne w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 2000 (układ odniesienia - Kronsztad 1986) zamieszczono w Tab.1.

Tab. 1 Współrzędne geodezyjne i geograficzne kolumn inklinometrycznych

Numer przekroju pomiarowego	Numer kolumny inklinometrycznej	Współrzędne				
		geodezyjne (układ 2000)			geograficzne (WSG'84)	
		X	Y	H	B	L
I	INK1/1	5759530,84	7514754,54	143,18	51°58'10,287"	21°12'52,946"
	INK1/2	5759552,65	7514789,69	136,03	51°58'10,989"	21°12'54,791"
	INK1/3	5759553,53	7514891,77	123,52	51°58'11,008"	21°13'00,139"
II	INK2/1	5759842,04	7514744,85	145,93	51°58'20,357"	21°12'52,487"
	INK2/2	5759829,91	7514814,13	133,18	51°58'19,958"	21°12'56,114"
	INK2/3	5759812,62	7514882,38	123,87	51°58'19,392"	21°12'59,687"
III	INK3/1	5759924,68	7514750,71	65,88	51°58'23,031"	21°12'52,807"
	INK3/2	5759920,15	7514777,49	140,81	51°58'22,881"	21°12'54,209"
	INK3/3	5759896,01	7514841,97	131,40	51°58'22,094"	21°12'57,583"
	INK3/4	5759863,29	7514958,82	122,68	51°58'21,024"	21°13'03,700"
IV	INK4/1	5760101,71	7514774,63	69,41	51°58'28,757"	21°12'54,088"
	INK4/2	5760094,75	7514808,44	143,44	51°58'28,528"	21°12'55,857"
	INK4/3	5760034,59	7515026,02	122,68	51°58'26,560"	21°13'07,247"
V	INK5/1	5760235,37	7514837,79	146,58	51°58'33,075"	21°12'57,417"
	INK5/2	5760213,33	7514824,65	144,19	51°58'32,363"	21°12'56,725"
	INK5/3	5760186,11	7514914,97	132,82	51°58'31,474"	21°13'01,453"
VI	INK6/1	5761142,29	7515152,72	151,36	51°59'02,390"	21°13'14,062"

Numer przekroju pomiarowego	Numer kolumny inklinometrycznej	Współrzędne				
		geodezyjne (układ 2000)			geograficzne (WSG'84)	
		X	Y	H	B	L
VI	INK6/2	5761178,51	7515172,62	138,26	51°59'03,560"	21°13'15,110"
	INK6/3	5761203,25	7515263,21	62,46	51°59'04,352"	21°13'19,862"
VII	INK7/1	5761764,16	7514896,58	149,24	51°59'22,536"	21°13'00,736"
	INK7/2	5761786,07	7514967,03	55,07	51°59'23,239"	21°13'04,433"
	INK7/3	5761768,65	7515039,66	42,37	51°59'22,668"	21°13'08,236"
VIII	INK8/1	5762894,84	7513700,17	142,56	51°59'59,232"	21°11'58,195"
	INK8/2	5762944,28	7513755,97	134,50	52°00'00,827"	21°12'01,127"
	INK8/3	5763046,53	7513923,39	122,84	52°00'04,121"	21°12'09,919"
IX	INK9/1	5758791,10	7515344,78	113,33	51°57'46,294"	21°13'23,749"
	INK9/2	5758818,56	7515335,18	105,90	51°57'47,183"	21°13'23,250"
	INK9/3	5758884,12	7515395,68	94,80	51°57'49,299"	21°13'26,430"
X	INK10/1	5758517,55	7515745,19	110,74	51°57'37,402"	21°13'44,676"
	INK10/2	5758536,40	7515754,61	106,81	51°57'38,011"	21°13'45,173"
	INK10/3	5758634,08	7515796,93	92,44	51°57'41,168"	21°13'47,406"
XI	INK11/1	5758339,37	7516123,17	113,81	51°57'31,598"	21°14'04,443"
	INK11/2	5758334,94	7516159,77	98,23	51°57'31,451"	21°14'06,360"
	INK11/3	5758339,34	7516188,92	95,68	51°57'31,590"	21°14'07,887"
XII	INK12/1	5768065,76	7511953,75	110,56	52°02'46,692"	21°10'27,294"
	INK12/2	5768071,21	7511963,76	108,20	52°02'46,867"	21°10'27,820"
	INK12/3	5768107,87	7512135,42	89,35	52°02'48,040"	21°10'36,833"
XIII	INK13/1	5758030,28	7515576,40	104,04	51°57'21,652"	21°13'35,755"
	INK13/2	5758008,14	7515611,27	99,28	51°57'20,932"	21°13'37,578"
	INK13/3	5757986,04	7515653,77	89,35	51°57'20,213"	21°13'39,800"
XIV	INK14/1	5769599,18	7511076,54	107,80	52°03'36,373"	21°09'41,439"
	INK14/2	5769631,04	7511091,87	102,00	52°03'37,403"	21°09'42,248"
	INK14/3	5769650,22	7511120,68	90,07	52°03'38,021"	21°09'43,762"

Numer przekroju pomiarowego	Numer kolumny inklinometrycznej	Współrzędne				
		geodezyjne (układ 2000)			geograficzne (WSG'84)	
		X	Y	H	B	L
XV	INK15/1	5770265,64	7510564,16	92,83	52°03'57,973"	21°09'14,617"
	INK15/2	5770227,50	7510520,67	99,48	52°03'56,742"	21°09'12,330"
	INK15/3	5770211,19	7510469,60	107,09	52°03'56,218"	21°09'09,647"
XVI	INK16/1	5754933,52	7516076,42	93,50	51°55'41,399"	21°14'01,421"
	INK16/2	5754913,27	7515959,28	98,34	51°55'40,756"	21°13'55,287"
	INK16/3	5754914,22	7515928,30	106,50	51°55'40,790"	21°13'53,665"
XVII	INK17/1	5758375.21	7516108.25	113.95	51°57'32,759"	21°14'03,668"
	INK17/2	5758395.76	7516119.08	102.15	51°57'33,423"	21°14'04,239"
	INK17/3	5758527.94	7516124.25	92.82	51°57'37,699"	21°14'04,532"
XVIII	INK18/1	5774364.42	7507483.27	103.69	52°06'10,776"	21°06'33,195"
	INK18/2	5774374.93	7507489.76	103.65	52°06'11,116"	21°06'33,537"
	INK18/3	5774392.72	7507516.66	91.63	51°06'11,690"	21°06'34,951"

4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH

W ramach prowadzonych pomiarów przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku, Górze Kalwarii (na odcinku od zbiegu ulic Wojska Polskiego i Batalionu Czwartaków do Moczydłowa), Kawęczynie, Słomczynie, Oborach, Konstancinie-Jeziornie i Podgórzu wyznaczono metodami geodezyjnymi:

- a) przemieszczenia pionowe badanych punktów – wynik pomiarów przedstawiono w Zał. 5.1 i 5.2 – Góra Kalwaria, w Zał. 5.5 i 5.6 – Czersk, w Zał. 5.9 i 5.10 – Kawęczyn i Słomczyn oraz w Zał. 5.13 i 5.14 – Obory, Podgórze i Konstancin-Jeziorna;
- b) przemieszczenia poziome badanych punktów (składowej prostopadłej do badanej skarpy) – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 5.3, 5.4 – Góra Kalwaria, w Zał. 5.7 i 5.8 – Czersk, w Zał. 5.11 i 5.12 – Kawęczyn i Słomczyn oraz w Zał. 5.15 i 5.16 – Obory, Podgórze i Konstancin-Jeziorna;
- c) ruchy górotworu na podstawie pomiarów inklinometrycznych – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 1.0.

Wszystkie składowe przemieszczeń (w odniesieniu do sesji I) są dodatkowo zobrazowane na mapach w Zał. 3.0.

W poszczególnych przekrojach pomiarowych pomierzono odległości pomiędzy głowicami kolumn inklinometrycznych zaznaczając kierunki ich przemieszczenia w odniesieniu do poprzedniej serii pomiarowej. Wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 4.0.

Pomiary przemieszczeń pionowych wykonano niwelacją precyzyjną geometryczną, a dla odcinków o najwyższym nachyleniu niwelacją precyzyjną trygonometryczną. Użyto sprzętu:

- Niwelator Leica DNA 03 (dokładność 0,3 mm/km podwójnej niwelacji), łąty inwarowe ze stojakami, żabki niwelacyjne;
- Tachimetr Leica TS30 (dokładność dalmierza 0,6 mm ± 1 ppm, dokładność kątowa 0,5") wraz z osprzętem.

Przemieszczenia poziome w kierunku składowej prostopadłej do badanej skarpy wykonano poprzez pomiar wzajemny odległości pomiędzy badanymi punktami. Użyto sprzętu:

- Tachimetr Leica TS30.

Ruchy górotworu wyznaczono poprzez pomiary inklinometryczne wgłębne w rurach zlokalizowanych w badanych punktach. Użyto sprzętu:

- Inklinometr SISGEO (S242HV3000).

Uzyskane dokładności pomiarowe:

- średni błąd pomiaru wysokości reperów $m_H = \pm 2\text{mm}$;

- średni błąd pomiaru odległości $m_D = \pm 2\text{ mm}$.

5. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY

W obliczeniach przemieszczeń wykorzystano wyrównanie ściśle przewyższeń z warunkiem stałości na wyselekcjonowane repery odniesienia oraz obliczenie wartości przemieszczeń na podstawie wyników wyrównania (przy wykorzystaniu programu WYR1). Wyznaczenie zmian odległości poziomych między reperami kontrolowanymi (wloty kolumn inklinometrycznych) wykonano w odniesieniu do kolumny inklinometrycznej położonej najniżej. Analizę przemieszczeń należy rozpatrywać dwutorowo:

1. Jako analizę przemieszczeń punktów powierzchniowych w płaszczyźnie $x(N)$, $y(E)$, z (składowe przemieszczeń $x(N)$ i z są dodatkowo zobrazowane na mapach w Zał. 3.0).
2. Jako analizę przemieszczeń wgłębnych w profilach inklinometrycznych w płaszczyźnie $x(N)$, $y(E)$.

Taki układ pomiarowy pozwala uzyskać pełen obraz przemieszczenia powierzchni terenu wzdłuż przekrojów pomiarowych oraz ruchu wgłębego mas ziemnych.

5.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii (przekroje I-VIII)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiar zero) 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 ÷ 29.06.2015;
- 10 seria w okresie 20 ÷ 23.10.2015;

- 11 seria w okresie 03 ÷ 21.10.2016;
- 12 seria w okresie 02 ÷ 23.11.2016;
- 13 seria w październiku 2017 r.
- 14 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 15 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 24 z 25 pionów inklinometrycznych (kolumna inklinometryczna INK7/3 została zniszczona przed rozpoczęciem prac pomiarowych) w 8 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 32 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Góry Kalwarii. Lokalizację przekrojów pomiarowych na tle zinwentaryzowanych wg SOPO osuwisk i terenów zagrożonych przedstawiono w Zał. 2.1. Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. (w przypadku szczególnie niekorzystnych warunków ukształtowania terenu u podnóża skarpy wszystkie repery odniesienia montowano powyżej jej korony) Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Dla uzyskania jednoznaczności punktu centralnego rury oraz wysokości góry rury zastosowano głowice centrujące. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych (z wyjątkiem pomiaru związanego ze zniszczoną kolumną inklinometryczną INK7/3 oraz pomiaru odległości pomiędzy rurami inklinometrycznymi INK 4/3 a INK 5/1, INK 5/2 oraz INK 5/3. Pomiar odległości był niemożliwy z powodu rozrostu drzew na celowych pomiarowych). Warunki pogodowe w czasie piętnastej serii pomiarów: temp. Od 10 do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Góry Kalwarii stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym I (Zał. 3.1)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 40 mm w górze skarpy oraz o 69 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 67 mm w górze skarpy oraz 110 mm w części środkowej;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 58,1 mm w górze skarpy, o 2,4 mm w części środkowej oraz 1,6 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 77,5 mm w górze skarpy, o 9,3 mm w części środkowej oraz 2,3 mm u podstawy skarpy;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 63 mm w górze skarpy, do 4 mm w części środkowej oraz do 1 u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 73 mm w górze skarpy, do 4 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

W kolumnie inklinometrycznej INK1/2 najpłytszy fragment rury inklinometrycznej został uszkodzony przed szóstą serią pomiarową – prawdopodobnie przez maszyny rolnicze. Ruchy widoczne na wykresie w seriach 6-16 (Zał. 1.0) na poziomie od 0 do 1 m poniżej poziomu gruntu wynikają z opisanego uszkodzenia. Pomiar w kolumnie inklinometrycznej INK1/1 możliwy tylko do głębokości 4 m. Prawdopodobnie nastąpił znaczny ruch w płaszczyźnie poślizgu blokujący pomiary inklinometryczne lub ścinający samą kolumnę inklinometryczną. Kolumna inklinometryczna INK1/1 wykazała duże przemieszczenia powierzchniowe pionowe i poziome oraz nastąpiło prawdopodobnie ścięcie kolumny inklinometrycznej w płaszczyźnie poślizgu. Wskazuje to na znaczny spływ skarpy w kierunku podstawy skarpy. Spływ ten był obserwowany we wcześniejszych sesjach, ale został spotęgowany prowadzonymi w pobliżu pracami budowlanymi związanymi z budową obwodnicy Góry Kalwarii.

W przekroju pomiarowym II (Zał. 3.2)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 14 mm w górze skarpy oraz o 19 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite

przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 17 mm w górze skarpy oraz 42 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 2,4 mm w górze skarpy, o 1,9 mm w części środkowej oraz 0,2 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,2 mm w górze skarpy, o 2,0 mm w części środkowej oraz 0,8 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 39 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 7 mm w górze skarpy, do 96 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

Najpłytszy fragment kolumny inklinometrycznej INK2/1 wykazuje pewną niestabilność co odzwierciedla wykres (por. Zał. 6.0). Prawdopodobnie została wypłukana iniekcja stabilizująca wokół rury do głębokości ok.1,5 m. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK2/2 widoczna jest wyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 7 – 8,5 m o wielkości ok 100 mm. Kolumna inklinometryczna INK2/2 wykazuje duże ruchy w płaszczyźnie poziomej. Podobnie jak w kolumnie INK1/1, prawdopodobnie z powodu prowadzonych prac budowlanych przy budowie obwodnicy Góry Kalwarii w pobliżu kolumny INK 2/2 nastąpiło uaktywnienie się spływu skarpy po powierzchni poślizgu na głębokości 7 – 8,5 m.

W przekroju pomiarowym III (Zał. 3.3)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 38 - 49 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 1 mm w górze skarpy oraz 103 - 105 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,2 mm w górze skarpy, o 2,1-11,5 mm w części środkowej oraz 2,5 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 3,9 mm w górze skarpy, o 1 – 14,1 mm w części środkowej oraz 1,5 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 14 mm w górze skarpy, do 1-2 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 85 mm w górze skarpy, do 4 - 6 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK3/1 na głębokości poniżej 17 m jest zasypana i niedrożna na odcinku o długości 1,5 m. Kolumna inklinometryczna INK3/2 na głębokości poniżej 11 m jest zamulona i niedrożna na odcinku o długości 2,0 m.

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK3/3 widoczna jest wyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 4,5 - 6 m o wielkości ok 81 mm. Z powodu prawdopodobnego ścięcia rury inklinometrycznej, pomiar w kolumnie inklinometrycznej INK3/3 możliwy tylko do głębokości 4,5 m. Prawdopodobnie nastąpił znaczny ruch w płaszczyźnie poślizgu uniemożliwiający pomiary poniżej tego poziomu. Ruch ten ma zapewne związek z prowadzonymi w bezpośrednim sąsiedztwie pracami budowlanymi związanymi z budową obwodnicy Góry Kalwarii.

W przekroju pomiarowym IV (Zał. 3.4)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 4 mm w górze skarpy oraz o 95 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 26 mm w górze skarpy oraz 256 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 2,6 mm w górze skarpy, o 25,2 mm w części środkowej oraz 0,5 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,6 mm w górze skarpy, o 63,4 mm w części środkowej oraz 5,9 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 4 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 3 mm w górze skarpy, do 24 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK 4/1 na głębokości poniżej 14 m jest zasypana i niedrożna na odcinku o długości 3 m.

Charakter przemieszczeń na dole inklinometru od 14 do 16 m (sesje 1-10) oraz niedrożność trzonu mogą wskazywać na występowanie zjawiska przemieszczania się gruntu na głębokości dna kolumny a możliwe, że i poniżej. Duże przemieszczenia poziome powierzchniowe kolumny inklinometrycznej INK 4/2 oraz brak widocznego podobnego ruchu na wykresach przemieszczeń poziomych wgłębnych wskazują na możliwy spływ całej kolumny w kierunku podstawy skarpy. Wskazane byłoby pogłębienie tej kolumny w celu wykrycia powierzchni poślizgu.

W przekroju pomiarowym V (Zał. 3.5)

- Dla przekroju V, z powodu znacznego rozrostu drzew niemożliwy był pomiar odległości prowadzony na dotychczasowych parach kolumn: INK4/3 – INK5/1, INK4/3 – INK5/2 oraz INK4/3 – INK5/3. Wykonano w zamian pomiary odległości dla par kolumn: INK5/3 – INK5/1 oraz INK5/3 – INK5/2.

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 21,4 mm w górze skarpy, o 0,6 mm w części środkowej oraz 7,7 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 25,5 mm w górze skarpy, o 40,5 mm w części środkowej oraz 103,0 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 4 mm w górze skarpy, do 18 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 9 mm w górze skarpy, do 62 mm w części środkowej oraz do 6 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK5/1 była przez dwa lata zasypana zwałami gruzu i ziemi co mogło mieć wpływ na wartości jej przemieszczeń. Kolumna inklinometryczna INK5/1 jest zamulona na odcinku 1 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do głębokości 15,5 metra. Kolumna inklinometryczna INK5/2 także jest zamulona na odcinku 1,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do głębokości 11 metra.

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK5/2 widoczna jest wyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 5 – 6,5 m o wielkości ok 60 mm. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK5/1 widoczna jest niewyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 5 – 6,5 m o

wielkości ok 9 mm Duże przemieszczenia poziome powierzchniowe kolumny inklinometrycznej INK 5/3 oraz brak widocznego podobnego ruchu na wykresach przemieszczeń poziomych wgłębnych wskazują na możliwy spływ całej kolumny w kierunku podstawy skarpy z powierzchnią poślizgu poniżej jej dna. Wskazanym byłoby pogłębienie tej kolumny w celu wykrycia powierzchni poślizgu. Konieczne jest także uzyskanie wymaganych pozwoleń na wycinkę drzew oraz przeprowadzenie samej przecinki drzew umożliwiającej wykonanie pomiarów pomiędzy kolumną INK4/3 a kolumnami INK5/1, INK5/2 oraz INK5/3.

W przekroju pomiarowym VI (Zał. 3.6)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 19 mm w górze skarpy oraz o 25 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4 mm w górze skarpy oraz 22 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,9 mm w górze skarpy, o 3,6 mm w części środkowej oraz 2,8 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 51,5 mm w górze skarpy, o 166,6 mm w części środkowej oraz 1,3 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 8 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 8 mm w górze skarpy, do 6 mm w części środkowej oraz do 1mm u podstawy skarpy;

W kolumnach inklinometrycznych INK 6/2 i INK 6/3 uszkodzone są studzienki zabezpieczające rury inklinometryczne. Prawdopodobnie uszkodzona jest także rura inklinometryczna w kolumnie INK 6/2 na głębokość ok 1,5 m , na której to głębokości widoczna jest niewyraźna powierzchnia poślizgu. Rura inklinometryczna INK 6/2 jest zamulona na odcinku ok 1,5 m. Pomiar w tej kolumnie możliwy jest do głębokości 4 m.

W przekroju pomiarowym VII (Zał. 3.7)

- W przekroju VII w wyniku prac ziemnych polegających na podniesieniu terenu zniszczona została kolumna inklinometryczna INK 7/3, będąca bazą dla pomiarów odległości. W związku z tym pomiar odległości był niemożliwy.

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,1 mm w górze skarpy, o 0,3 mm w części środkowej oraz braku pomiaru z powodu zniszczenia kolumny inklinometrycznej u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 3,8 mm w górze skarpy, o 0,2 mm w części środkowej oraz braku pomiaru z powodu zniszczenia kolumny inklinometrycznej u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 3 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz brak pomiaru u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 7 mm w górze skarpy, do 12 mm w części środkowej oraz brak pomiaru u podstawy skarpy;

Góra kolumny inklinometrycznej INK7/1 jest niestabilna, co odzwierciedla wykres – prawdopodobnie została wypłukana iniekcja stabilizująca wokół rury do głębokości ok. 4 m. Kolumna inklinometryczna INK7/1 jest zamulona na odcinku 1 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do 15,5 metra. Kolumna inklinometryczna INK7/2 jest zamulona na odcinku 0,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do 12,5 metra. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK7/2 widoczna jest powierzchnia poślizgu na głębokości 4,5 – 6,5 m o wielkości ok 10 mm.

W przekroju pomiarowym VIII (Zał. 3.8)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 2 mm w górze skarpy oraz o 4 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 10 mm w górze skarpy oraz 11 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,1 mm w górze skarpy, o 1,6 mm w części środkowej oraz o 0,7 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,2 mm w górze skarpy, o 4,6 mm w części środkowej oraz o 2,7 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz brak ruchu u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 4 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz brak ruchu u podstawy skarpy;

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK8/1 widoczna jest niewyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 8 – 8,5 m o wielkości ok 5 mm.

5.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekroje IX i X)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiary zerowe) w okresie 29.05.2012
- 2 seria w okresie 22.10.2012;
- 3 seria w okresie 01 ÷ 08.08.2013;
- 4 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013;
- 5 seria w okresie 20.05.2014 ÷ 23.06.2014;
- 6 seria w okresie 10.10.2014.
- 7 seria w okresie 22 ÷ 29.06.2015;
- 8 seria w okresie 20 ÷ 23.10.2015;
- 9 seria w okresie 03 ÷ 21.10.2016;
- 10 seria w okresie 02 ÷ 23.11.2016;
- 11 seria w październiku 2017 r.
- 12 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 13 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w IX i X przekroju pomiarowym (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 4 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska. Lokalizację przekrojów pomiarowych przedstawiono w Zał. 2.2.

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie trzynastej serii pomiarów: temp. od 10° C do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czarska stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym IX (Zał. 3.9)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 5 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 8 mm w górze skarpy oraz 26 mm w części środkowej;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,3 mm w górze skarpy, o 0,3 mm w części środkowej oraz 5,6 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,6 mm w górze skarpy, o 6,7 mm w części środkowej oraz 6,1 mm u podstawy skarpy;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2 mm w górze skarpy, do 17 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 3 mm w górze skarpy, do 37 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK 9/1 poniżej 18,5 m jest zasypana i niedrożna na odcinku o długości 1,0 m. Kolumna inklinometryczna INK 9/2 jest zamulona na odcinku 6,0 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do 8 metra. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK9/2 widoczna jest powierzchnia poślizgu na głębokości 4 – 5 m o wielkości ok 30 mm.

W przekroju pomiarowym X (Zał. 3.10)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 9 mm w górze skarpy oraz o 20 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 15 mm w górze skarpy oraz 17 mm w części środkowej;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,4 mm w górze skarpy, o 1,2 mm w części środkowej oraz 2,8 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,9 mm w górze skarpy, o 6,5 mm w części środkowej oraz 2,8 mm u podstawy skarpy;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wstępne zmieniły się do 7 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wstępne wynoszą do 7 mm w górze skarpy, do 10 mm w części środkowej oraz do 3 mm u podstawy skarpy;

Na wykresie przemieszczeń poziomych wstępnych kolumny inklinometrycznej INK10/2 widoczna jest niewyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 2,5 – 2,0 m o wielkości ok 10 mm. Kolumna inklinometryczna INK 10/1 jest zamulona na odcinku 0,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do 19 metra.

5.3. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna (przekroje XI i XII)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiar zerowy) w okresie 18.09.2013;
- 2 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013;
- 3 seria w okresie 20.05.2014 ÷ 20.06.2014;
- 4 seria w okresie 07 ÷ 13.10.2014.
- 5 seria w okresie 22 ÷ 29.06.2015;
- 6 seria w okresie 20 ÷ 23.10.2015;
- 7 seria w okresie 03 ÷ 21.10.2016;
- 8 seria w okresie 02 ÷ 23.11.2016;
- 9 seria w październiku 2017 r.

- 10 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 11 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 7 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czarska i Kawęczyna. Lokalizację przekrojów pomiarowych przedstawiono w Zał. 2.2 (przekrój XI) i 2.3 (przekrój XII).

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie jedenastej serii pomiarów: temp. od 10° do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czarska i Kawęczyna stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XI (Zał. 3.11)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 4 mm w górze skarpy oraz o 14 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 3 mm w górze skarpy oraz 9 mm w części środkowej;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 2,3 mm w górze skarpy, o 1,2 mm w części środkowej oraz 2,0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,7 mm w górze skarpy, o 3,0 mm w części środkowej oraz 0,0 mm u podstawy skarpy;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 7 mm w górze skarpy, do 11 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku

pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 5 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK11/1 widoczna jest niewyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 18 m o wielkości ok 7 mm.

W przekroju pomiarowym XII (Zał. 3.12)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 2 mm w górze skarpy oraz o 1 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4 mm w górze skarpy oraz 10 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,5 mm w górze skarpy, o 1,8 mm w części środkowej oraz 0,3 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,0 mm w górze skarpy, o 2,5 mm w części środkowej oraz 3,1 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 5 mm w górze skarpy, do 4 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 5 mm w górze skarpy, do 6 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy;

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK12/2 zarysowuje się powierzchnia poślizgu na głębokości 2 – 4 m o wielkości ok 6 mm. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK12/1 zarysowuje się powierzchnia poślizgu na głębokości 5 – 6 m o wielkości ok 5 mm.

5.4. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna (przekroje XIII i XIV)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiarzy zerowe) w okresie 08.2013;
- 2 seria w okresie 08 ÷ 13.10.2014.
- 3 seria w okresie 22 ÷ 29.06.2015;

- 4 seria w okresie 20 ÷ 23.10.2015;
- 5 seria w okresie 03 ÷ 21.10.2016;
- 6 seria w okresie 02 ÷ 23.11.2016;
- 7 seria w październiku 2017 r.
- 8 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 9 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 9 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna. Lokalizację przekrojów pomiarowych w Zał. 2.2 (przekrój XIII) i 2.3 (przekrój XIV).

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie dziewiątej serii pomiarów: temp. od 10° do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XIII (Zał. 3.13)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 6 mm w górze skarpy oraz o 5 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 43 mm w górze skarpy oraz 7 mm w części środkowej;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,1 mm w górze skarpy, o 1,5 mm w części środkowej oraz 1,7 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 3,7 mm w górze skarpy, o 0,2 mm w części środkowej oraz 3,3 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 7 mm w górze skarpy, do 6 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 4 mm w górze skarpy, do 7 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy;

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK13/2 zarysowuje się powierzchnia poślizgu na głębokości 3 – 2 m o wielkości ok 6 mm.

W przekroju pomiarowym XIV (Zał. 3.14)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 1 mm w górze skarpy oraz o 12 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 45 mm w górze skarpy oraz 11 mm w części środkowej. W związku z niedrożnością rury inklinometrycznej INK14/1, w 15 sesji pomiarowej nastąpiła naprawa rury inklinometrycznej INK 14/1 oraz INK 14/3. W sesji tej wykonano także pomiar wyjściowy dla naprawionych rur;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,9 mm w górze skarpy, o 3,1 mm w części środkowej oraz 0,5 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,2 mm w górze skarpy, o 8,9 mm w części środkowej oraz 2,7 mm u podstawy skarpy. W związku z niedrożnością rury inklinometrycznej INK14/1, w 15 sesji pomiarowej nastąpiła naprawa rury inklinometrycznej INK 14/1 oraz INK 14/3. W sesji tej wykonano także pomiar wyjściowy dla naprawionych rur;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 20 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne do 23 mm w części środkowej. W związku z niedrożnością rury inklinometrycznej INK14/1, w 15 sesji pomiarowej nastąpiła naprawa rury inklinometrycznej INK 14/1 oraz INK 14/3. W sesji tej wykonano także pomiar wyjściowy dla naprawionych rur;

5.5. Przeszaczenia skarpy w rejonie Obór i Podgórze (przekroje XV i XVI)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

-34-

Raport wynikowy nr 15 z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w powiecie piaseczyńskim: seria III w Konstancinie-Jeziornie (przekrój XVIII); seria V w Czersku (przekrój XVII); seria VII w Oborach i Podgórze (przekroje XV i XVI); seria IX w Czersku i Słomczynie (przekroje XIII i XIV); seria XI w Czersku i Kawęczynie (przekroje XI i XII); seria XIII w Czersku (przekroje IX i X); seria XV w Górze Kalwarii (przekroje I – VIII)

– Wrzesień 2018 r.

- 1 seria (pomiar wyjściowy) w okresie 22 ÷ 29.06.2015;
- 2 seria w okresie 20 ÷ 23.10.2015;
- 3 seria w okresie 03 ÷ 21.10.2016;
- 4 seria w okresie 03 ÷ 21.11.2016;
- 5 seria w październiku 2017 r.
- 6 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 7 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 5 z 6 pionów inklinometrycznych (kolumna INK15/1 niedostępna do pomiaru) w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 12 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Obór i Podgórze. Lokalizację przekrojów pomiarowych przedstawiono w Zał. 2.3 (przekrój XV) i 2.4 (przekrój XVI).

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z dostępnych rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie siódmej serii pomiarów: temp. od 10 do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane za-chmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Obór i Podgórze stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XV (Zał. 3.15)

- W 15 sesji pomiarowej niemożliwy był wstęp na teren na którym znajduje się kolumna inklinometryczna INK15/1, w związku z tym nie wykonano pomiaru na tej kolumnie. Dodatkowo wykonano także naprawę rury inklinometrycznej INK 15/3 oraz przeprowadzono pomiar wyjściowy dla nowego układu rur;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,4 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia

powierzchniowe pionowe wynosiły 2,4 mm w części środkowej. W 15 sesji pomiarowej niemożliwy był wstęp na teren na którym znajduje się kolumna inklinometryczna INK15/1, w związku z tym nie wykonano pomiaru na tej kolumnie. Dodatkowo wykonano także naprawę rury inklinometrycznej INK 15/3 oraz przeprowadzono pomiar wyjściowy dla nowego układu rur;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 17 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK15/2 jest zamulona na odcinku 0,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest do 9 m.

W przekroju pomiarowym XVI (Zał. 3.16)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 13 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 2 mm w górze skarpy oraz 11 mm w części środkowej;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,6 mm w górze skarpy, o 2,1 mm w części środkowej oraz 1,1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,6 mm w górze skarpy, o 2,5 mm w części środkowej oraz 0,2 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 16 mm w górze skarpy, do 11 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy;

Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK16/1 zarysowuje się powierzchnia poślizgu na głębokości 4 m o wielkości ok 10 mm.

5.6. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekrój XVII)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiar wyjściowy) w okresie 03 ÷ 21.10.2016;
- 2 seria w okresie 03 ÷ 21.11.2016;
- 3 seria w październiku 2017 r.
- 4 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 5 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 3 pionach inklinometrycznych w 1 przekroju pomiarowym (zlokalizowanym prostopadle do badanej skarpy) oraz 7 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska. Lokalizację przekroju pomiarowego przedstawiono w Zał. 2.2 (przekrój XVII).

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie piątej serii pomiarów: temp. od 10 do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XVII (Zał. 3.17)

- W okresie 11.2017 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 12 mm w górze skarpy oraz o 20 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 14 mm w górze skarpy oraz 24 mm w części środkowej;
- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 5,6 mm w górze skarpy, o 4,3 mm w części środkowej oraz 1,6 mm u podstawy skarpy. Od

początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 5,1 mm w górze skarpy, o 2,3 mm w części środkowej oraz 1,6 mm u podstawy skarpy;

- W okresie 11.2016 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 3 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 1 mm w górze skarpy, do 4 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

Rura inklinometryczna INK 17/1 została zablokowana na głębokości 13 m. Pomiar możliwy tylko do głębokości 13 m.

5.7. Przeszczenia skarpy w rejonie Konstancina-Jeziorny (przekrój XVIII)

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria w październiku 2017 r.
- 2 seria w listopadzie 2017 r. - styczeń 2018 r.
- 3 seria we wrześniu 2018 r.

Pomiary przeprowadzono na 3 pionach inklinometrycznych w 1 przekroju pomiarowym (zlokalizowanym prostopadle do badanej skarpy) oraz 2 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Konstancina-Jeziorny. Lokalizację przekroju pomiarowego przedstawiono w Zał. 2.5 (przekrój XVIII).

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przeszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie trzeciej serii pomiarów: temp. od 10 do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przeszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Konstancina-Jeziorny stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XVIII (Zał. 3.18)

- W okresie 01.2018 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 21 mm w górze skarpy oraz o 25 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 21 mm w górze skarpy oraz 25 mm w części środkowej;
- W okresie 01.2018 ÷ 09.2018 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 2,6 mm w górze skarpy, o 3,1 mm w części środkowej oraz 0,6 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,6 mm w górze skarpy, o 3,1 mm w części środkowej oraz 0,6 mm u podstawy skarpy;
- W okresie 01.2018 ÷ 09.2018 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 7 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 7 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy;

6. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Z analizy przemieszczeń punktów wynika, iż na całej długości badanego odcinka Skarpy Wiślanej w rejonie Góry Kalwarii, Czerska, Kawęczyna, Obór, Podgórze i Konstancina-Jeziorny występują narastające ruchy masowe skarpy. Główną przyczyną ruchu skarpy jest jej zawodnienie i przepływ wód gruntowych z wysoczyzny ku dolinie Wisły. Lata 2010 i 2011 były okresami wyjątkowo mokrymi skutkującymi podniesieniem się zwierciadła wody na terenie praktycznie całego kraju. Na omawianym terenie skutkowało to uruchomieniem mas ziemnych, które dotychczas pozostawały w chwilowej równowadze. Rok 2012, był okresem suchym, co skutkowało zmniejszeniem tempa ruchów mas ziemnych w obrębie skarpy. Rok 2013 w porównaniu do 2012 roku był okresem mokrym, co przyczyniało się do zwiększenia tempa ruchów mas ziemnych w obrębie skarpy. W roku 2014, 2015 i 2016 zauważa się dalsze ruchy mas ziemnych na monitorowanych obszarach. Ruch ten kontynuowany jest w roku 2017 i 2018.
2. Na badanym obszarze sieć do badania ruchów mas ziemnych składa się z 18 przekrojów pomiarowych z 55 pionami inklinometrycznymi. Pomiary na tej sieci powinny być wykonywane 2 razy do roku, najlepiej w odstępie półrocznym. W sesji 15 nie wykonano pomiarów na kolumnach inklinometrycznych INK7/3 (zniszczony w wyniku prac ziemnych oraz INK15/1 (nieдоступny do pomiaru z powodu ogrodzenia terenu na którym się znajduje).
3. Stwierdza się, iż na badanym obszarze Góry Kalwarii we wszystkich przekrojach pomiarowych występują wgłębne ruchy mas ziemnych o różnym natężeniu. W przekrojach I, II, III, IV, V i VI występują ciągłe i postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych zagrażające infrastrukturze naziemnej. Biorąc pod uwagę przemieszczenia wgłębne zarejestrowane w poprzednich sesjach pomiarowych można spodziewać się ponownego narastania wgłębnych ruchów mas ziemnych w tym rejonie i należy traktować ten odcinek Skarpy Wiślanej jako niestabilny.

4. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Górze Kalwarii w przekroju pomiarowym: VII i VIII występują postępujące powolne wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej.
5. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku, w przekroju pomiarowym: IX i X występują postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej. Biorąc pod uwagę przemieszczenia wgłębne w przekroju IX zarejestrowane w poprzednich sesjach pomiarowych można spodziewać się ponownego narastania wgłębnych ruchów mas ziemnych w tym rejonie i należy traktować ten odcinek Skarpy Wiślanej jako niestabilny.
6. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku i Kawęczynie, w przekrojach pomiarowych XI i XII, występują powolne wgłębne ruchy mas ziemnych nie mogące w najbliższej przyszłości zagrażać infrastrukturze naziemnej.
7. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku i Słomczynie, w przekrojach pomiarowych XIII i XIV, występują powolne wgłębne ruchy mas ziemnych nie mogące w najbliższej przyszłości zagrażać infrastrukturze naziemnej.
8. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Oborach i Podgórzu, w przekrojach pomiarowych XV i XVI, występują powolne wgłębne ruchy mas ziemnych nie mogące w najbliższej przyszłości zagrażać infrastrukturze naziemnej.
9. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku, w przekroju pomiarowym XVII występują powolne wgłębne ruchy mas ziemnych nie mogące w najbliższej przyszłości zagrażać infrastrukturze naziemnej.
10. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Konstancinie-Jeziornie, w przekroju pomiarowym XVIII, występują powolne wgłębne ruchy mas ziemnych nie mogące w najbliższej przyszłości zagrażać infrastrukturze naziemnej.
11. W wyniku prowadzonych prac budowlanych związanych z budową obwodnicy Góry Kalwarii, naruszono prawdopodobnie stabilność Skarpy Wiślanej na odcinku przekrojów I, II i III. Widoczne jest to zwłaszcza na rurach inklinometrycznych INK1/1 (brak możliwości pomiaru inklinometrycznego poniżej 4m – na głębokości występującej wcześniej powierzchni poślizgu nastąpiło prawdopodobnie ścięcie rury inklinometrycznej oraz bardzo duże przemieszczenia poziome i pionowe

- powierzchniowe), INK2/2 (wyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości ok 8 m o wartości ok 100 mm) oraz INK3/3 (brak możliwości pomiaru inklinometrycznej poniżej 4,5m – na głębokości występującej wcześniej powierzchni poślizgu nastąpiło prawdopodobnie ścięcie rury inklinometrycznej oraz bardzo duże przemieszczenia poziome i pionowe powierzchniowe. Zaleca się zagęszczenie liczby pomiarów Skarpy Wiślanej na tym odcinku oraz zainstalowania nowych rur inklinometrycznych w kolumnach INK1/1 i INK3/3.
12. W przekroju IX na kolumnie inklinometrycznej INK9/2 także występuje problem z brakiem możliwości pomiaru poniżej poziomu 8 m – na głębokości występującej wcześniej powierzchni poślizgu oraz bardzo duże przemieszczenia poziome i pionowe powierzchniowe. Zaleca się zagęszczenie liczby pomiarów Skarpy Wiślanej na tym odcinku oraz zainstalowania nowej rury .
13. W przekroju XVII nastąpiło zablokowanie kolumny inklinometrycznej INK17/1 na poziomie 13 m. Zaleca się udrożnienie tej rury.
14. Na pewnej ilości rur występuje typowe dla rur inklinometrycznych zjawisko zamulenia dna rur. Wartości zamulenia przedstawiono w punkcie 7 operatu.
15. W przekroju IV, w związku z dużymi przemieszczeniami poziomymi powierzchniowymi, zamuleniem oraz podejrzeniem występowania powierzchni poślizgu w poziomie posadowienia kolumn lub poniżej ich poziomu posadowienia zaleca się pogłębienie kolumn INK4/1 oraz INK4/2.
16. W przekroju V, w związku z dużymi przemieszczeniami poziomymi powierzchniowymi oraz podejrzeniem występowania powierzchni poślizgu w poziomie posadowienia kolumn lub poniżej ich zaleca się pogłębienie kolumn INK5/3. W przekroju tym zaleca się także uzyskanie potrzebnych zgód do wykonania przecinki drzew oraz wykonanie samej przecinki, aby umożliwić kontynuację pomiarów odległości do kolumny INK4/3.
17. Zalecane byłoby także przeniesienie w przekroju XV kolumny INK15/1 w inne miejsce, gdyż obecnie teren na którym znajduje się ta kolumna został sprzedany i ogrodzony. Dostęp do tej kolumny jest niemożliwy.

18. Zaleca się przegląd reperów odniesienia dla wszystkich przekrojów, gdyż w związku z pracami budowlanymi, zniszczeniami budynków, przekształceniami własnościowymi oraz zaprzestaniem produkcji rolnej (zarastaniem terenów wokół skarpy drzewami i krzewami), część reperów odniesienia uległa zniszczeniu lub brak jest do nich swobodnego dostępu, co może prowadzić do niemożliwości wykonania części pomiarów w przyszłości.
19. Zaleca się kontynuowanie dalszych pomiarów wgłębnych inklinometrycznych przy użyciu sondy SISGEO. Wprowadzanie sond działających w oparciu o inny algorytm może uniemożliwić porównanie wyników w kolejnych sesjach. Stawia to pod znakiem zapytania zasadność wykonywania pomiarów innymi narzędziami pomiarowymi wobec faktycznego przerwania ciągłości monitoringu.
20. Z uwagi na wadliwe wykonanie pomiaru wysokościowego służącego do określenia przemieszczeń pionowych kolumn inklinometrycznych (najprawdopodobniej nie zastosowano nakładek na końcówki rur inklinometrycznych) w roku 2017 wykazano zafałszowane wartości przemieszczeń pionowych. Przy obliczaniu przyrostów przemieszczeń (sesja do sesji) pomiary te zostały pominięte, Obecne pomiary w sesji 15 odniesiono do 12 sesji pomiarowej - ostatniej prawidłowo wykonanej .
21. W sesji 15 wykonano naprawę inklinometrów INK14/1, INK 14/3 oraz INK15/3. Naprawa traktowana była jako czynność nie wykraczająca poza standardowe czynności związane z pomiarami inklinometrycznymi. W związku z tym odstąpiono od konieczności uzyskania zgód właścicieli gruntów. Podobnie jak na każdorazowy pomiar nie występuje się o zgodę właściciela na wejście w teren uznano, że zgody właścicieli gruntów nie były konieczne również dla wykonania napraw.
22. W sesji 15 w czasie naprawy kolumn inklinometrycznych INK14/1, INK 14/3 oraz INK15/3 nie wykonywano nowych odwiertów pod te kolumny inklinometryczne, porzeczano tylko na udrożnieniu oraz naprawie istniejących rur. W związku z tym nie było wymogu wykonywania i zatwierdzania projektu robót geologicznych zgodnie z ustawą z dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz 2016 z późniejszymi zmianami).

7. UWAGI DO POMIARÓW INKLINOMETRYCZNYCH

inklinometr	uwagi
INK1/1	Pomiar możliwy tylko do głębokości 4 m z 13 m
INK2/1	Ostatnie 0,5 metry trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 10 m.
INK3/1	Ostatnie 1,5 metry trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 17 m.
INK3/2	Ostatnie 2,0 metry trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 11 m.
INK3/3	Pomiar możliwy tylko do głębokości 4,5 m z 17 m
INK4/1	Ostatnie 3 metry trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 14 m.
INK5/1	Ostatnie 1 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 15,5 m.
INK5/2	Ostatnie 1,5 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 11 m.
INK6/1	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 17 m.
INK6/2	Ostatnie 1,5 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 4 m.
INK6/3	Uszkodzona studzienka zabezpieczająca górę trzonu.
INK7/1	Ostatnie 1 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 15,5 m.
INK7/2	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 12,5 m.
INK9/1	Ostatnie 1 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 18/5 m.
INK9/2	Ostatnie 6 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 8 m.
INK10/1	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, pomiar możliwy do głębokości 19 m.
INK15/2	Ostatnie 0,5 m trzonu niedrożne, pomiar możliwy do głębokości 9 m.
INK15/3	Ostatnie 0,5 m trzonu niedrożne, pomiar możliwy do głębokości 3,5 m.
INK17/1	Ostatnie 6 m trzonu niedrożne, pomiar możliwy do głębokości 13 m.