

Egz. 1

RAPORT WYNIKOWY nr 12
z pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej
w powiecie piaseczyńskim

SERIA	PRZERÓJ	LOKALIZACJA
2	XVII	Czersk
4	XV i XVI	Obory i Podgórze
6	XIII i XIV	Czersk i Słomczyn
8	XI i XII	Czersk i Kawęczyn
10	IX i X	Czersk
12	I - VIII	Góra Kalwaria

Generalny wykonawca	DWG GEODEZJA	DWG Witold Domaradzki 05-400 Otwock, ul. Matejki 8/4 tel. 22 779 46 66; 501 162 704 <u>dwg.geodezja@wp.pl</u>
Zamawiający	Powiat Piaseczyński ul. Chyliczkowska 14 05-500 Piaseczno	
Opracował zespół w składzie:		
KIEROWNIK PRAC	Mgr inż Grzegorz Sobczak upr. geodezyjne 22355	
OPRACOWANIE WYNIKÓW	Mgr inż. Marzena Gałęcka	
KIEROWNIK PRAC POMIAROWYCH	Mgr inż. Tomasz Bączyk	
WSPÓŁPRACA	mgr Rafał Kuszyk upr. geol. V-1553, VII-1362	

Warszawa – listopad 2016r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	3
2. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA.....	6
2.1. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekroje I – XIV i XVII.....	6
2.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XV.....	8
2.3. Charakterystyka geologiczno-inżynierska przekrój XVI.....	9
3. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW.....	11
4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH.....	14
5. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY.....	15
5.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii (przekroje I-VIII).....	15
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).....	31
5.4. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna (przekroje XIII i XIV).....	34
5.5. Przemieszczenia skarpy w rejonie Obór i Podgórze (przekroje XV i XVI).....	37
5.6. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekrój XVII).....	39
6. WNIOSKI KOŃCOWE.....	40
7. UWAGI DO POMIARÓW INKLINOMETRYCZNYCH.....	42

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 odległości pomiędzy głowicami kolumn inklinometrycznych
w poszczególnych przekrojach pomiarowych [m]
- Zał. 5.0 Zestawienie tabelaryczne wyników pomiarów przemieszczeń pionowych i
poziomych głowic kolumn inklinometrycznych
- Zał. 6.0 Karty rejestracyjne osuwisk i terenów zagrożonych.

1. WSTĘP

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

- wyniki drugiej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Czersk – przekrój pomiarowy XVII;
- wyniki czwartej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Obory i Podgóra – przekroje pomiarowe XV i XVI;
- wyniki szóstej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Czersk i Słomczyn – przekroje pomiarowe XIII i XIV;
- wyniki ósmej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych w miejscowości Czersk i Kawęczyn – przekroje pomiarowe XI i XII;
- wyniki dziesiątej serii pomiarów przemieszczeń powierzchniowych i wgłębnych Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk – przekroje pomiarowe IX i X
- wyniki dwunastej 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. Hydro-GeoStudio 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 Podgóra, 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 Podgóra, 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] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria (M34-7A), wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1966.
- [14] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560, wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1974.
- [15] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria 597, wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [16] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560 (N-34-139-C) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [17] System Osłony Przeciw Osuwiskowej SOPO. Państwowy Instytut Geologiczny.
- [18] PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [19] PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- [20] PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [21] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2006 r. nr 129, poz. 902 z późn. zm.).

- [22] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. nr 163, poz. 981).
- [23] 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).
- [24] 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 Przeciwośuwiskowej 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 iłów – 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 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 stwierdza się, że w rozpoznanym podłożu zalegają osady czwartorzędowe (plejstoceńskie i holocenne).

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.

Holocenne 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 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.

2.3. 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 $12,9^\circ$ - $23,0^\circ$. 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 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.

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) za-mieszczono 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"

Numer przekroju pomiarowego	Numer kolumny inklinometrycznej	Współrzędne				
		geodezyjne (układ 2000)			geograficzne (WSG'84)	
		X	Y	H	B	L
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"
	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"

Numer przekroju pomiarowego	Numer kolumny inklinometrycznej	Współrzędne				
		geodezyjne (układ 2000)			geograficzne (WSG'84)	
		X	Y	H	B	L
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"
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"

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 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 i Kawęczyn oraz w Zał. 5.9 i 5.10 – Słomczyn, Obory i Podgórze;
- 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 i Kawęczyn oraz w Zał. 5.11 i 5.12 – Słomczyn, Obory i Podgórze;
- 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 repy 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 (pomiary zerowe) 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

Pomiary przeprowadzono na 25 pionach inklinometrycznych w 8 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadłe 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. 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 dwunastej serii pomiarów: temp. Od 0 do 10° 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)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 5,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 8,0 ÷ 22,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 13,0 ÷ 20,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 17,0 ÷ 31,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 3,0 ÷ 38,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 4 mm w górze skarpy oraz o 15 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016

przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 1 mm w górze skarpy oraz o 2 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 25 mm w górze skarpy oraz 55 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,8 ÷ 2,3 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 0,6 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 1,1 ÷ 2,4 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 1,6 ÷ 3,6 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 9,5 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 4,6 ÷ 12,5 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 5,8 mm w górze skarpy, o 4,5 mm w części środkowej oraz 1,4 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,8 mm w górze skarpy, o 0,8 mm w części środkowej oraz 0,9 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 19,4 mm w górze skarpy, o 6,9 mm w części środkowej oraz 3,9 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 3,5 mm w górze skarpy, do 3,5 mm w części środkowej oraz do 3,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 1,3 mm w części środkowej oraz do 0,4 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 4,3 mm w górze skarpy, do 6,3 mm w części środkowej oraz do 0,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 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 30 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz brak ruchu u podstawy skarpy;

W kolumnie inklinometrycznej INK1/2 rura inklinometryczna została uszkodzona przed szóstą serią pomiarową – prawdopodobnie przez maszyny rolnicze. Ruchy widoczne na wykresie w seriach 6+ (Zał. 1.0) na poziomie 1 m wynikają z opisanego uszkodzenia. Kolumna inklinometryczna INK1/1 wykazuje powolny spływ w kierunku podstawy skarpy.

W przekroju pomiarowym II (Zał. 3.2)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 21,0 ÷ 28,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 4,0 ÷ 19,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 14,0 ÷ 15,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 80,0 mm, W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 10 mm w górze skarpy oraz o 5 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 2 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 1 mm w górze skarpy oraz 27 mm w części środkowej;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,4 ÷ 1,9 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,6 ÷ 2,8 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 10,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 5,6 ÷ 12,9 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 4,3 ÷ 10,9 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 2,9 ÷ 5,4 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 3,7 mm w górze skarpy, o 4,2 mm w części środkowej oraz 1,8 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,2 mm w górze skarpy, o 0,7 mm w części środkowej oraz 0,3 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,2 mm w górze skarpy, o 3,9 mm w części środkowej oraz 1,0 mm u podstawy skarpy;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 5 mm w górze skarpy, do 40 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 10 mm w części środkowej oraz do 0,1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 9,4 mm w górze skarpy, do 9,7 mm w części środkowej oraz do 1,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 0 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 4 mm w górze skarpy, do 55 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy;

Góra kolumny inklinometrycznej INK2/1 jest niestabilna 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. 65 mm.

W przekroju pomiarowym III (Zał. 3.3)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 9,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 1,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 14,0 ÷ 47,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 9,0 ÷ 17,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 7,0 ÷ 17,0 mm, W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 7 mm w górze skarpy oraz o 3-5 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 2 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 6 mm w górze skarpy oraz 60 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 2,1 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,2 ÷ 3,6 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,6 ÷ 16,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 1,2 ÷

15,8 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 1,4 ÷ 14,2 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,2 ÷ 6,8 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 8,3 mm w górze skarpy, o 0,3-12,4 mm w części środkowej oraz 1,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,2 mm w górze skarpy, o 0,3 mm w części środkowej oraz 0,4 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,7 mm w górze skarpy, o 2,6 mm w części środkowej oraz 1,0 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 3 mm w górze skarpy, do 3,5 mm w części środkowej oraz do 3,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 42 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 8,3 mm w górze skarpy, do 21,7 mm w części środkowej oraz do 1,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 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 4 mm w górze skarpy, do 75 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy;

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

W przekroju pomiarowym IV (Zał. 3.4)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 11,0 ÷ 18,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012

zmieniły się o 4,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 2,0 ÷ 81,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 6,0 ÷ 19,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 12,0 ÷ 31,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 8,0 ÷ 17,0 mm, W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 9 mm w górze skarpy oraz o 7 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 5 mm w górze skarpy oraz o 3 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 24 mm w górze skarpy oraz 152 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,3 ÷ 3,5 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 0,6 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,1 ÷ 9,7 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 1,6 ÷ 14,9 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 2,1 ÷ 2,8 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się 3,1 ÷ 9,2 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 5,5 mm w górze skarpy, o 2,9 mm w części środkowej oraz 4,3 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,3 mm w górze skarpy, o 1,7 mm w części środkowej oraz 3,7 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0 mm w górze skarpy, 38,2 mm w części środkowej oraz 5,4 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1,5 mm w górze skarpy, do 6,0 mm w części środkowej oraz do 1,3 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 1,5 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 9,7 mm w górze skarpy, do 10 mm w części środkowej oraz do 0,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 0 mm w górze skarpy, o 0 mm w części

środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 3 mm w górze skarpy, do 9 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK 4/1 poniżej 15 m jest zasypana i niedrożna na odcinku o długości 2 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 trzonu 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. Wskazany byłoby pogłębienie tej kolumny w celu wykrycia powierzchni poślizgu.

W przekroju pomiarowym V (Zał. 3.5)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 10,0 ÷ 14,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 3,0 ÷ 8,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 40,0 ÷ 570,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 6,0 ÷ 20,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 103,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 23,0 mm, W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 0 mm w górze skarpy, o 6 mm w części środkowej oraz 15 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy, o 6 mm w części środkowej oraz o 5 mm w części dolnej . Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 31 mm w górze skarpy, 56 mm w części środkowej oraz 757 w części dolnej;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,8 ÷ 7,7 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,2 ÷ 0,7 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 33,2 ÷ 88,1 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 2,6 ÷ 3,5 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 4,2 ÷ 6,8 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 4,6 ÷ 15,4 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 15,3 mm w górze skarpy, o 16,0 mm w części środkowej oraz 18,8 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016

przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 4 mm w górze skarpy, o 4,6 mm w części środkowej oraz 3,2 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,1 mm w górze skarpy, o 41,1 mm w części środkowej oraz 95,3 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 3,5 mm w górze skarpy, do 32 mm w części środkowej oraz do 9 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 0,5 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 12 mm w górze skarpy, do 9,3 mm w części środkowej oraz do 10,2 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 0 mm w górze skarpy, o 1 mm w części środkowej oraz o 2 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 5 mm w górze skarpy, do 43 mm w części środkowej oraz do 5 mm u podstawy skarpy;

Kolumna inklinometryczna INK5/1 była przez dwa lata zasypana zwałami gruzu i ziemi co mogło mieć wpływ na przemieszczenia. Kolumna inklinometryczna INK5/1 jest zamulona na odcinku 1 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest od 15,5 metra. Kolumna inklinometryczna INK5/2 także jest zamulona na odcinku 0,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest od 12,5 metra. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK5/2 widoczna jest wyraźna powierzchnia poślizgu na głębokości 5 – 6,5 m o wielkości ok 52 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. Wskazany byłoby pogłębienie tej kolumny w celu wykrycia powierzchni poślizgu.

W przekroju pomiarowym VI (Załącz. 3.6)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 4,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 2,0 ÷ 5,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 2,0 ÷ 5,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 1,0 ÷ 6,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 4,0 ÷ 9,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 9,0 ÷ 16,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 1 mm w górze skarpy oraz o 14 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 13 mm w górze skarpy oraz o 10 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 10 mm w górze skarpy oraz 43 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,8 ÷ 3,8 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 1,7 ÷ 5,7 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,9 ÷ 5,3 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 2,6 ÷ 5,6 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 3,8 ÷ 8,7 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,0 ÷ 1,3 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 49,8 mm w górze skarpy, o 167,2 mm w części środkowej oraz 0,4 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 2,9 mm w górze skarpy, o 0,3 mm w części środkowej oraz 1,0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 53,4 mm w górze skarpy, o 163,0 mm w części środkowej oraz 1,5 mm u podstawy skarpy. Duże przemieszczenia powierzchniowe pionowe spowodowane są uszkodzeniem głowic na kolumnach inklinometrycznych;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 6 mm w górze skarpy, do 2,5 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 4 mm w górze skarpy, do 2,5 mm w części środkowej oraz do 0,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016

przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 16,3 mm w górze skarpy, do 1,6 mm w części środkowej oraz do 1,6 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2 mm w górze skarpy, o 0 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 7 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz do 1 mm 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.

W przekroju pomiarowym VII (Zał. 3.7)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 2,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 10,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 3,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 2,0 ÷ 14,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 2,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 13,0 ÷ 20,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 17 mm w górze skarpy oraz o 4 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 4 mm w górze skarpy oraz o 2 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 17 mm w górze skarpy oraz 28 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,5 ÷ 2,3 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,3 ÷ 4,2 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 1,6 ÷ 4,7 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,8 ÷ 6,1 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 9,3 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 2,9 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 4,0 mm w górze skarpy, o 3,9 mm w części środkowej oraz 0,7 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,1 mm w górze skarpy, o 2,7 mm w części środkowej oraz 0,2 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite

przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,9 mm w górze skarpy, o 0,1 mm w części środkowej oraz 1,8 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 15 mm w górze skarpy, do 15 mm w części środkowej oraz do 1,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1,5 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 10,6 mm w górze skarpy, do 18,1 mm w części środkowej oraz do 1,4 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 3 mm w górze skarpy, do 6 mm w części środkowej oraz o 0 mm 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 0,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest od 16 metra. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK7/2 widoczna jest powierzchnia poślizgu na głębokości 4,5 – 6,5 m o wielkości ok 8 mm.

W przekroju pomiarowym VIII (Zał. 3.8)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 4,0 ÷ 9,0 mm w okresie 04.2012 ÷ 2012 zmieniły się o 9,0 ÷ 10,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 11,0 ÷ 17,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 20,0 ÷ 25,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 4,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 5,0 ÷ 7,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 6 mm w górze skarpy oraz o 6 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia

powierzchniowe poziome zmieniły się o 7 mm w górze skarpy oraz o 10 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4 mm w górze skarpy oraz 1 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,1 ÷ 3,7 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,3 ÷ 8,2 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,4 ÷ 2,5 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,5 ÷ 5,7 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 1,9 ÷ 19,9 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,4 ÷ 5,1 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,6 mm w górze skarpy, o 0,3 mm w części środkowej oraz 2,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,6 mm w górze skarpy, o 1,6 mm w części środkowej oraz 3,8 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,3 mm w górze skarpy, o 3,0 mm w części środkowej oraz 3,4 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 3 mm w górze skarpy, do 3 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2,5 mm w górze skarpy, do 1,5 mm w części środkowej oraz do 0,4 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 5,6 mm w górze skarpy, do 2,8 mm w części środkowej oraz do 0,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, o 0 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 4 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy;

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiaru 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;

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 szóstej serii pomiarów: temp. od 0° C do 10° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym IX (Załącznik 3.9)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły 4,0 ÷ 6,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 2,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 4,0 ÷ 5,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 7,0 ÷ 12,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 4,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się

o 10 mm w górze skarpy oraz o 13 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 1 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 3 mm w górze skarpy oraz 19 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły 3,4 ÷ 5,8 mm w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 1,0 ÷ 6,9 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 4,2 ÷ 5,6 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 2,1 ÷ 12,5 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,1 ÷ 8,4 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,6 mm w górze skarpy, o 7,0 mm w części środkowej oraz 0,1 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,3 mm w górze skarpy, o 0,4 mm w części środkowej oraz 0,8 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,9 mm w górze skarpy, o 6,4 mm w części środkowej oraz 0,5 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2 mm w górze skarpy, do 12 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1,5 mm w górze skarpy, do 3 mm w części środkowej oraz do 0,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 5 mm w górze skarpy, do 12,9 mm w części środkowej oraz do 3,3 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, o 0 mm w części środkowej oraz do 01 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 1 mm w górze skarpy, do 18 mm w części środkowej oraz o 0 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 0,5

metra od dna, pomiar zaś możliwy jest od 13,5 metra. Na wykresie przemieszczeń poziomych wgłębnych kolumny inklinometrycznej INK9/2 widoczna jest powierzchnia poślizgu na głębokości 4 – 5 m o wielkości ok 19,5 mm.

W przekroju pomiarowym X (Zał. 3.10)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły 11,0 ÷ 17,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 14,0 ÷ 23,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 11,0 ÷ 24,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,0 ÷ 1,0 mm. W okresie 06.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 9 mm w górze skarpy oraz o 6 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 2 mm w górze skarpy oraz o 0 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4 mm w górze skarpy oraz 6 mm w części środkowej;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły 1,4 ÷ 5,5 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 3,6 ÷ 6,8 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,3 ÷ 2,7 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 9,6 mm. W okresie 06.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,7 mm w górze skarpy, o 10,5 mm w części środkowej oraz 0,7 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,1 mm w górze skarpy, o 0,8 mm w części środkowej oraz 1,4 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,5 mm w górze skarpy, o 5,3 mm w części środkowej oraz 5,6 mm u podstawy skarpy;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły 1,3 ÷ 15,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 1,0 ÷ 3,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,8 ÷ 3,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,8 ÷ 7,5 mm. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 1,5 mm w części środkowej oraz do 2,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 21,8 mm w górze skarpy, do 24,4 mm w części środkowej oraz do 3,7 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 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 4 mm w górze skarpy, do 5 mm w części środkowej oraz do 4 mm u podstawy skarpy;

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiarzy zerowe) 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;

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 Czerska 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 czwartej serii pomiarów: temp. od 0° do 10° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XI (Zał. 3.11)

-przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 10,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0 ÷ 21 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 4,0 ÷ 30,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 6 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 2 mm w górze skarpy oraz o 3 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 9 mm w górze skarpy oraz 23 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,2 ÷ 1,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,6 ÷ 2,3 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,4 ÷ 2,9 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,2 mm w górze skarpy, o 0,4 mm w części środkowej oraz 0,2 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,4 mm w górze skarpy, o 0,5 mm w części środkowej oraz 0,4 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,6 mm w górze skarpy, o 1,8 mm w części środkowej oraz 2,0 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,4 ÷ 4,0 mm, 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2,5 mm w górze skarpy, do 3 mm w części środkowej oraz do 0,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2,5 mm w górze skarpy, do 1 mm w części środkowej oraz do 0,5 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 18,9 mm w górze skarpy, do 32,7 mm w części środkowej oraz do 0,6 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się o 0 mm w górze skarpy, do 3 mm w części środkowej oraz do 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 5 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

W przekroju pomiarowym XII (Zał. 3.12)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 4,0 ÷ 6,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 3,0 ÷ 4,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 8,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 20 mm w górze skarpy oraz o 9 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 9 mm w górze skarpy oraz o 11 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 10 mm w górze skarpy oraz 13 mm w części środkowej;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,5 ÷ 6,3 mm; w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 1,1 ÷ 6,5 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,2 ÷ 9,4 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,1 mm w górze skarpy, o 0,8 mm w części środkowej oraz 3,3 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0 mm w górze skarpy, o 1,8 mm w części środkowej oraz 1,4 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,5 mm w górze skarpy, o 0,7 mm w części środkowej oraz 3,4 mm u podstawy skarpy;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 1,0 ÷ 2,8 mm, 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. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 0,5 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 25,0 mm w górze skarpy, do 15,2 mm w części środkowej oraz do 3,0 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 2 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 2 mm w górze skarpy, do 3 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.

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;

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 drugiej serii pomiarów: temp. od 0° do 10° 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)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 4,0 ÷ 37,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 0 mm w górze skarpy oraz o 3 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 6 mm w górze skarpy oraz o 8 mm w części środkowej. Od początku

pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 43 mm w górze skarpy oraz 9 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 0,2 ÷ 4,1 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 1,7 mm w górze skarpy, o 4,6 mm w części środkowej oraz 3,6 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,0 mm w górze skarpy, o 3,2 mm w części środkowej oraz 2,9 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,6 mm w górze skarpy, o 1,7 mm w części środkowej oraz 1,6 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 0,8 ÷ 1,7 mm. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, do 4 mm w części środkowej oraz do 3 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 0,5 mm w górze skarpy, do 2,5 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 18,1 mm w górze skarpy, do 16,4 mm w części środkowej oraz do 3,7 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, o 0 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 3 mm w górze skarpy, do 5 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

W przekroju pomiarowym XIV (Zał. 3.14)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 1,0 ÷ 30,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 18 mm w górze skarpy oraz o 2 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 2 mm w górze skarpy oraz o 2 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 46 mm w górze skarpy oraz 1 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 4,0 ÷ 37,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 10.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe

zmieniły się o 2,7 mm w górze skarpy, o 4,4 mm w części środkowej oraz 3,7 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,8 mm w górze skarpy, o 2,7 mm w części środkowej oraz 2,0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,7 mm w górze skarpy, o 5,8 mm w części środkowej oraz 2,2 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 4,0 ÷ 37,0 mm. W okresie 10.2014 ÷ 07.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2 mm w górze skarpy, do 3 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 07.2015 ÷ 11.2015 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 2,5 mm w górze skarpy, do 1,5 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 14,7 mm w części środkowej oraz do 2,4 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 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 3 mm w części środkowej oraz do 2 mm u podstawy skarpy. Pomiar przemieszczeń wgłębnych na górze skarpy niemożliwy z powodu zablokowania kanału pomiarowego poniżej 2 m.

Kolumna inklinometryczna INK14/1 jest niedrożna, pomiar zaś możliwy jest tylko do 2 metra;

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 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;

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych 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. 1.3 (przekrój XV) i 1.4 (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 rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie drugiej serii pomiarów: temp. od 0 do 10° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Obór i Podgórze stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XV (Zał. 3.15)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 06.2015 ÷ 10.2016 zmieniły się o 9 mm w górze skarpy oraz o 0 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 11 mm w górze skarpy oraz o 10 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 2 mm w górze skarpy oraz 10 mm w części środkowej;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 06.2015 ÷ 10.2016 zmieniły się o 0,6 mm w górze skarpy, o 3,2 mm w części środkowej oraz 1,0 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,4 mm w górze skarpy, o 1,2 mm w części środkowej oraz 0,8 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,0 mm w górze skarpy, o 2,0 mm w części środkowej oraz 0,2 mm u podstawy skarpy;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 07.2015 ÷ 11.2015 zmieniły się do 4,5 mm w górze skarpy, do 7 mm w części środkowej oraz do 3 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 10,0 mm w górze skarpy, do 7,7 mm w części środkowej oraz do 0,6 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 3 mm w górze skarpy, o 0 mm w części środkowej oraz o 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów

całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 9 mm w górze skarpy, do 17 mm w części środkowej oraz do 8 mm u podstawy skarpy;

Kolumny inklinometryczne INK15/1, INK15/2 oraz INK15/3 są zamulone na odcinku 0,5 metra od dna, pomiar zaś możliwy jest odpowiednio od 14 m, od 9 m oraz od 3,5 m.

W przekroju pomiarowym XVI (Zał. 3.16)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 06.2015 ÷ 10.2016 zmieniły się o 3 mm w górze skarpy oraz o 7 mm w części środkowej. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe poziome zmieniły się o 2 mm w górze skarpy oraz o 3 mm w części środkowej. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 1 mm w górze skarpy oraz 4 mm w części środkowej;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 06.2015 ÷ 10.2016 zmieniły się o 1,3 mm w górze skarpy, o 5,1 mm w części środkowej oraz 1,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia powierzchniowe pionowe zmieniły się o 0,3 mm w górze skarpy, o 0,5 mm w części środkowej oraz 0,6 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,0 mm w górze skarpy, o 4,6 mm w części środkowej oraz 1,3 mm u podstawy skarpy;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 07.2015 ÷ 11.2015 zmieniły się do 4 mm w górze skarpy, do 6 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy. W okresie 11.2015 ÷ 10.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 5,1 mm w górze skarpy, do 3,8 mm w części środkowej oraz do 1,9 mm u podstawy skarpy. W okresie 10.2016 ÷ 11.2016 przemieszczenia poziome wgłębne zmieniły się do 1 mm w górze skarpy, o 0 mm w części środkowej oraz do 0 mm u podstawy skarpy. Od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynoszą do 18 mm w górze skarpy, do 12 mm w części środkowej oraz do 1 mm u podstawy skarpy;

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;

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. 1.2 (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 drugiej serii pomiarów: temp. od 0 do 10° 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)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 10.2016 ÷ 11.2016 zmieniły się o 1 mm w górze skarpy oraz o 7 mm w części środkowej;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 10.2016 ÷ 11.2016 zmieniły się o 0,5 mm w górze skarpy, o 2,0 mm w części środkowej oraz 0,2 mm u podstawy skarpy.
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 10.2016 ÷ 11.2016 zmieniły się o 1 mm w górze skarpy, o 2 mm w części środkowej oraz o 0 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 i Podgórze 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 i 2015 zauważa się dalsze ruchy mas ziemnych na monitorowanych obszarach. Ruch ten kontynuowany jest w roku 2016.

2. Na badanym obszarze sieć do badania ruchów mas ziemnych składa się z 16 przekrojów pomiarowych z 49 pionami inklinometrycznymi. Pomiary na tej sieci powinny być wykonywane 2 razy do roku, najlepiej w odstępie półrocznym.
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 VII 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. Należy udrożnić kolumnę inklinometryczną INK 14/1 (należy usunąć gałęzie wrzucone do środka).

7. UWAGI DO POMIARÓW INKLINOMETRYCZNYCH

inklinometr	uwagi
P4-I1	Ostatnie 2 metry trzonu zamulone, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 15 m.
P5-I1	Ostatnie 1 m trzonu zamulone, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 15,5 m.
P5-I2	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 12,5 m.
P6-I3	Uszkodzona studzienka zabezpieczająca górę trzonu.
P7-I1	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 16 m.
P9-I1	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 18,5 m.
P9-I2	Ostatnie 0,5 m trzonu zamulone, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 13,5 m.
P14-I1	Trzon niedrożny na ok. 2 m, brak możliwości wykonania pomiaru.
P15-I1	Ostatnie 0,5 m trzonu niedrożne, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 14 m.
P15-I2	Ostatnie 0,5 m trzonu niedrożne, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 9 m.
P15-I3	Ostatnie 0,5 m trzonu niedrożne, brak możliwości pomiaru. Za poziom odniesienia przyjęto głębokość 3,5 m.