



GRUPA HGS

biuro@hgs.net.pl

www.hgs.net.pl

02-512 Warszawa, ul. Puławska 26 lok. 33
tel.: +4822 465-12-33, fax: +4822 468-86-79

Egz. 5

***RAPORT WYNIKOWY nr 7
z I serii (zerowej) pomiarów
wglębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej
w Czersku i Słomczynie (przekrój XIII i XIV)
z III serii pomiarów wglębnych przemieszczeń Skarpy
Wiślanej w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII),
z V serii pomiarów wglębnych przemieszczeń
Skarpy Wiślanej w Czersku (przekrój IX i X)
oraz VII serii pomiarów wglębnych przemieszczeń
Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii (przekrój I-VIII)
pow. piaseczyński, woj. mazowieckie***

ZAMAWIAJĄCY:

POWIAT PIASECZYŃSKI
UL. CHYLICKOWSKA 14
05-500 PIASECZNO

Opracował zespół:

mgr Rafał Kuszyk
upr. V-1553, VII-1362

mgr Aneta Cała
upr. XII-193

Warszawa – sierpień 2014r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. CZERSK I SŁOMCZYN - PRZEKROJE XIII – XIV	4
3. GÓRA KALWARIA, CZERSK I KAWĘCZYN- PRZEKROJE I – XII.....	9
4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH	12
5. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY.....	13
5.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii (przekroje I-VIII)	13
5.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekroje IX i X).....	19
5.3. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna (przekroje XI i XII).....	21
6. WNIOSKI KOŃCOWE.....	22

ZAŁĄCZNIKI

Zał. 1.0	Mapy lokalizacyjne, skala 1:10 000
Zał. 2.0	Mapy inwentaryzacji, skala 1:10 000
Zał. 3.0	Mapy dokumentacyjne, skala 1:1000
Zał. 4.0	Profile otworów, skala 1:150
Zał. 5.0	Karty inklinometrów, skala 1:100
Zał. 6.0	Odległości pomiędzy głowicami kolumn inklinometrycznych w poszczególnych przekrojach pomiarowych [m]
Zał. 7.0	Zestawienie wyników pomiarów przemieszczeń pionowych i poziomych głowic kolumn inklinometrycznych
Zał. 8.0	Wyniki pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej

1. WSTĘP

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

- wyniki pierwszej (zerowej) serii pomiarów przemieszczeń wgłębnych w miejscowości Czersk i Słomczyn – przekroje pomiarowe XIII i XIV;
- wyniki trzeciej serii pomiarów przemieszczeń wgłębnych w miejscowości Czersk i Kawęczyn – przekroje pomiarowe XI i XII;
- wyniki piątej serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk – przekroje pomiarowe IX i X
- wyniki siódmej serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń 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 obszarów występowania osuwisk oraz terenów zagrożonych ruchami masowymi (wg [13]) została przedstawiona w Zał. 1.0. Lokalizacja kolumn inklinometrycznych, z których składają się przekroje pomiarowe oraz reperów odniesienia 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] Dokumentacja geologiczna z wykonania inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii gm. Góra Kalwaria, pow. Piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 10.2011.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Raport wynikowy nr 6 z II serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII), z IV serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku (przekrój IX i X) oraz VI serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii (przekrój I-VIII) pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 11-2013.
- [9] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria (M 34-7A), wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1966.
- [10] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560, wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1974.
- [11] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria 597, wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [12] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560 (N-34-139-C) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [13] System Osłony Przeciw Osuwiskowej SOPO. Państwowy Instytut Geologiczny.
- [14] PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [15] PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- [16] PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [17] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2006 r. nr 129, poz. 902 z późn. zm.).
- [18] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. nr 163, poz. 981).
- [19] 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).
- [20] Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi. PiG. Warszawa 2008.

2. CZERSK I SŁOMCZYN - PRZEKROJE XIII – XIV

2.1. Charakterystyka geologiczno-inżynierska Czersk (przekrój XIII)

Teren badań w Czersku obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną oraz obszar tarasu zalewowego wyższego Wisły znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy. W rejonie badań skarpa ma ok. 22 m wysokości oraz nachylenie ok. 30°. Krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 105,0 m n.p.m.

W obrębie Skarpy Wiślanej w rejonie terenu badań w Czersku występują osuwiska nieaktywne oraz tereny zagrożone ruchami masowymi opisane szczegółowo w Systemie Osłony Przeciwosuwiskowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego [13]. Wytypowany przekrój pomiarowy XIII znajduje się w obrębie terenu zagrożonego ruchami masowymi o numerze identyfikacyjnym 2434 wg [13].

Na badanym terenie bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują (wg Zał. 4.0 oraz [9]):

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 4,4 m p.p.t. – utwory niespoiste w postaci piasków średnich na pograniczu piasków drobnych (utwory jeziorne i rzeczne);
- do głębokości 14,5 m p.p.t. – utwory spoiste w postaci ilów (utwory zastoiskowe);
- do głębokości rozpoznania – utwory niespoiste w postaci piasków średnich na pograniczu piasków drobnych (utwory wodnolodowcowe).

B. Na tarasie zalewowym wyższym:

- do głębokości 0,3 m p.p.t. – gleba;
- do głębokości 1,6 m p.p.t. – utwory niespoiste w postaci piasków drobnych (utwory den dolinnych i innych obniżen terenu);
- do głębokości 2,2 m p.p.t. – utwory organiczne w postaci torfów (utwory den dolinnych i innych obniżen terenu);
- do głębokości 2,8 m p.p.t. – utwory spoiste w postaci glin (utwory rzeczne facji powodziowej – mady);
- do głębokości rozpoznania – utwory spoiste w postaci ilów (utwory zastoiskowe).

Na wysoczyźnie lodowcowej nie nawiercono ciągłego poziomu wodonośnego. W obrębie skarpy stwierdza się występowanie nieregularnie rozmieszczonych sączen śródglinowych. U podnóża skarpy nawiercono swobodne zwierciadło wód podziemnych na głębokości ok. 0,3 m p.p.t.

2.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska Słomczyn (przekrój XIV)

Teren badań w Słomczynie obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną oraz obszar tarasu nadzalewowego (praskiego) Wisły znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy. W rejonie badań skarpa ma ok. 20 m wysokości oraz nachylenie ok. 17°. Krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 110 m n.p.m.

W obrębie Skarpy Wiślanej w rejonie terenu badań w Słomczynie występują tereny zagrożone ruchami masowymi opisane szczegółowo w Systemie Osłony Przeciwosuwiskowej

skowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego [13]. Wytypowany przekrój pomiarowy XIV znajduje się w obrębie terenu zagrożonego ruchami masowymi o numerze identyfikacyjnym 2417 wg [13].

Na badanym terenie bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują (wg Zał. 4.0 oraz [10]):

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 0,9 m p.p.t. – nasypy niebudowlane w postaci piasków drobnych z gruzem (utwory antropogeniczne);
- do głębokości 4,8 m p.p.t. – utwory niespoiste w postaci piasków średnich na pograniczu piasków drobnych z otoczkami w spągu (utwory wodnolodowcowe);
- do głębokości 19,7 m p.p.t. – utwory spoiste w postaci ilów (utwory zastoiskowe);
- do głębokości rozpoznania – utwory niespoiste w postaci piasków średnich na pograniczu piasków drobnych (utwory rzeczne).

B. Na tarasie nadzalewowym:

- do głębokości 2,3 m p.p.t. – utwory spoiste w postaci piasków gliniastych (utwory rzeczne facji powodziowej – mady);
- do głębokości rozpoznania – utwory niespoiste w postaci piasków średnich na pograniczu piasków drobnych (utwory rzeczne).

Na wysoczyźnie lodowcowej nie nawiercono ciągłego poziomu wodonośnego. W obrębie skarpy stwierdza się występowanie nieregularnie rozmieszczonych sączeń śródglinowych. U podnóża skarpy, do głębokości rozpoznania, również nie stwierdzono występowania zwierciadła wód podziemnych.

2.3. Zakres wykonanych prac

W celu prowadzenia pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej wykonano dwa profile pomiarowe – po jednym profilu w każdej z miejscowości – Czersk i Słomczyn. Każdy profil pomiarowy składa się z trzech kolumn inklinometrycznych oraz reperów odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy (Zał. 2.3 i Zał. 2.4). Piony inklinometryczne wykonano na podstawie projektu robót geologicznych wg poz. [4]. Inklinometry zostały zainstalowane w Czersku na działce ew. nr 811/2 w obrębie 0015, gm. Góra Kalwaria oraz w Słomczynie na działkach ew. nr 34 i 32 w obrębie 0021, gm. Konstancin-Jeziorna pow. piaseczyński, woj. mazowieckie.

Lokalizację przekroi pomiarowych przedstawiono w Zał. 1.0. Projekt techniczny inklinometrów przedstawiono w Zał. 5.0. Po zainstalowaniu kolumn inklinometrycznych wykonano I (zerową) serię pomiarów wgłębnych przemieszczeń skarpy.

2.4. Opis przekrojów pomiarowych

Przekroje pomiarowe zostały zlokalizowane w następujących miejscach:

Przekrój XIII – Czersk, ul. Warecka 20 (Zał. 3.13)

– reper na ogrodzeniu przy budynku Czersk ul. Warecka 23, reper na ogrodzeniu przy budynku Czersk ul. Warecka 18, reper na ogrodzeniu przy budynku Czersk ul. Warecka 18a;

– repery kontrolowane: trzy repery stabilizowane na wlotach rur inklinometrycznych na górze, środku i na dole skarpy INK13/1, INK13/2, INK13/3.

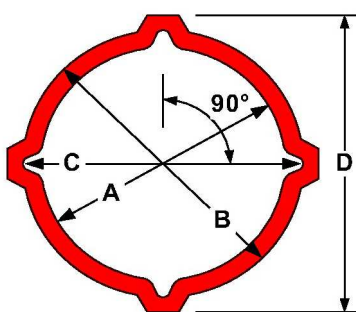
Przekrój XIV – Słomczyn, w rejonie ul Wiślanej 85 (Zał. 3.14)

– repery kontrolne: reper na ogrodzeniu betonowym przy budynku Słomczyn ul. Wiślana 90, reper na ogrodzeniu betonowym przy budynku Słomczyn ul. Jabłoniowa 1, reper na ogrodzeniu kościoła w Słomczynie ul. Wiślana 85, dwa repery na ogrodzeniu cmentarza parafialnego w Słomczynie, reper na murze przycmentarnego miejsca składowania odpadów;

– repery kontrolowane: trzy repery stabilizowane na wlotach rur inklinometrycznych na górze, środku i na dole skarpy INK14/1, INK14/2, INK14/3.

2.5. Technologia wykonania inklinometrów

Kolumny inklinometryczne, wykonane z łączonych odcinków rur typu ABS (długości 3,0 m) zostały zainstalowane w otworach wiertniczych. Szczegóły konstrukcyjne wg Rys. 1 i Tab. 1.



Rys. 1 Przekrój poprzeczny przez kolumnę inklinometryczną typu ABS 50

Tab. 1 Parametry charakterystyczne rury inklinometrycznej

Wymiary Typ	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]
2"	47	55	54	60

Instalacja kolumny inklinometrycznej odbyła się w następujący sposób:

- wiercenie otworu;
- montaż rur o długości odcinków 3,0m;
- iniekcja wypełniająca;
- instalacja osłony metalowej w górnej części kolumny przystosowanej do pomiarów geodezyjnych.

Przestrzeń między gruntem a kolumną rur inklinometrycznych została wypełniona zaczynem cementowym niskociśnieniowo w celu uzyskania właściwej współpracy kolumny z otaczającym gruntem. Spód kolumny zabezpieczony został korkiem a w części górnej zamontowana została żeliwna osłona z zamknięciem systemowym.

Pomiary przemieszczeń poziomych, realizowane w terenie, wyznaczają położenie, wzajemnie prostopadłych, osi pomiarowych A i B. Umownie przyjęto, że oś skierowana prostopadle do skarpy oznaczona została jako oś A+. Przyjęte oznaczenie osi A+ należy zachować w kolejnych cyklach pomiarowych. Pozostałe kierunki oznaczone są zgodnie z ruchem wskazówek zegara tzn. rozpoczynając od $A+ \rightarrow B+ \rightarrow A- \rightarrow B-$.

Wyniki pomiarów określające położenie osi pomiarowych A i B w kolejnych sesjach pomiarowych stanowią bazę dla dalszych obliczeń i pozwalają na określenie:

- przemieszczeń sumarycznych – są to wartości przemieszczeń stwierdzone w okresie pomiędzy pomiarem w danej sesji a pomiarem bazowym;
- przemieszczeń okresowych – są to wartości przemieszczeń w okresie pomiędzy kolejnymi pomiarami;
- przemieszczeń sumarycznych wypadkowych P_w , które wskazują wartość i kierunek wektora przemieszczeń wyznaczonego ze składowych $P(A)$ i $P(B)$ w danej sesji pomiarowej.

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 1960) zamieszczono w Tab.2.

I serię (zerową) pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej, przemieszczeń pionowych i przemieszczeń poziomych kierunku (składowej prostopadłej do badanej skarpy) wykonano w sierpniu 2014 r.

Tab. 2 Współrzędne geodezyjne i geograficzne kolumn inklinometrycznych

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

2.6. Stabilizacja punktów i sprzęt pomiarowy

Punkty odniesienia na budynkach lub innych obiektach budowlanych zastabilizowane zostały za pomocą prętów stalowych z osadzoną kulką.

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 $m_H = \pm 1\text{mm}$;
- średni błąd pomiaru odległości $m_D = \pm 1\text{ mm}$.

3. GÓRA KALWARIA, CZERSK I KAWĘCZYN- PRZEKROJE I – XII

Teren badań obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną oraz obszar tarasu zalewowego niższego i tarasu zalewowego wyższego Wisły znajdu-

jący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy. W rejonie obszaru badań skarpa ma około 15 ÷ 30 m wysokości oraz nachylenie od ok. 17% w Kawęczynie do ok. 30% w Górze Kalwarii i Czersku. W Czersku krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 110,0 ÷ 114,0 m npm, w Górze Kalwarii wznosi się do rzędnej 115,0 ÷ 117,5 m npm i obniża się w kierunku Moczydłowa do rzędnej 100,0 m npm. Nieco dalej w Kawęczynie krawędź skarpy nieznacznie wznosi się do rzędnej ok 111,5 m npm.

W obrębie Skarpy Wiślanej w rejonie Czerska, Góry Kalwarii i Kawęczyna występują osuwiska (głównie nieaktywne i aktywne okresowo) oraz tereny zagrożone ruchami masowymi opisane szczegółowo w Systemie Osłony Przeciwośuwiskowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego [13]. 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 oraz X zlokalizowano w rejonach potencjalnie narażonych na takie ruchy, w rejonie intensywnej zabudowy.

Na badanym terenie bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują (wg [5], [6], [7], [9], [10]):

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 0,40÷1,50 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.

B. Na tarasie zalewowym niższym i tarasie zalewowym wyższym:

- do głębokości 0,30÷0,80 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.

Tab. 3 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°12'5 4,791"
	INK1/3	5759553,53	7514891,77	123,52	51°58'11,008"	21°13'0 0,139"
II	INK2/1	5759842,04	7514744,85	145,93	51°58'20,357"	21°12'5 2,487"
	INK2/2	5759829,91	7514814,13	133,18	51°58'19,958"	21°12'5 6,114"
	INK2/3	5759812,62	7514882,38	123,87	51°58'19,392"	21°12'5 9,687"
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°12'5 7,583"
	INK3/4	5759863,29	7514958,82	122,68	51°58'21,024"	21°13'0 3,700"
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°12'5 5,857"
	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°12'5 7,417"
	INK5/2	5760213,33	7514824,65	144,19	51°58'32,363"	21°12'56,725"
	INK5/2	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°13'1 5,110"
	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°13'0 0,736"
	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°11'5 8,195"
	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"

Na wysoczyźnie lodowcowej nie nawiercono ciągłego poziomego 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 ppt.

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

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 1960) zamieszczono w Tab.3.

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) i Kawęczynie wyznaczono metodami geodezyjnymi:

- a) przemieszczenia pionowe badanych punktów – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 7.1 i 7.2 – Góra Kalwaria oraz w Zał. 7.5 i 7.6 – Czersk i Kawęczyn;
- b) przemieszczenia poziome badanych punktów (składowej prostopadłej do badanej skarpy) – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 7.3, 7.4 – Góra Kalwaria oraz w Zał. 7.7 i 7.8 – Czersk i Kawęczyn;
- c) ruchy górotworu na podstawie pomiarów inklinometrycznych – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 8.0.

Składowe przemieszczeń $x(N)$ i z (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. 6.0.

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 $\pm$ 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 $m_H = \pm 1\text{mm}$;
- średni błąd pomiaru odległości $m_D = \pm 1\text{ mm}$.

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

Pomiary przeprowadzono na 24 pionach inklinometrycznych 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. 1.2. Lokalizacja poszczególnych punktów pomiarowych i reperów odniesienia została przedstawiona 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 siódmej serii pomiarów: temp. od 15 do 25° 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4,0 ÷ 23,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,0 ÷ 10,9 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 2,0 ÷ 36,0 mm.

W kolumnie inklinometrycznej INK1/2 rura inklinometryczna została uszkodzona przed szóstą serią pomiarową – prawdopodobnie przez maszyny rolnicze. Ruchy widoczne na wykresie w szóstej i siódmej serii pomiarowej (Zał. 6.0) na poziomie 1 m wynikają z opisanego uszkodzenia.

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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 14,0 ÷ 32,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,9 ÷ 5,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 6,2 ÷ 56,4 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 7,5 m ppt (INK2/2).

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 3,0 ÷ 59,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,3 ÷ 20,6 mm;

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 9,0 ÷ 63,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,2 m ppt (INK3/3).

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.

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 12,0 ÷ 125,0 mm.

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,9 ÷ 30,2 mm;

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 2,3 ÷ 50,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 11,0 m ppt (INK4/1).

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 29,0 ÷ 714,0 mm;

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 10,8 ÷ 94,8 mm;

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 53,0 ÷ 56,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,8 m ppt (INK5/2).

Kolumna inklinometryczna INK5/1 była przez dwa lata zasypana zwałami gruzu i ziemi co mogło mieć wpływ na przemieszczenia. Zaleca się odnoszenie kolejnych pomiarów do obecnej serii pomiarów, obecną serię pomiarów należy ustalić jako wyjściową – zerową.

W przekroju pomiarowym VI (Zał. 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 13,0 ÷ 51,0 mm;

- 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,6 ÷ 4,5 mm;

- 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 5,4 ÷ 45,5 mm.

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 10,0 ÷ 17,0 mm;
- 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,2 ÷ 2,3 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 4,3 ÷ 37,5 mm.

Góra kolumny inklinometrycznej INK7/1 jest niestabilna co odzwierciedla wykres – prawdopodobnie została wypłukana iniekcja wokół rury do głębokości ok. 4 m.

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 ÷ 10.2012 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 2,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,7 ÷ 14,8 mm;

- 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 4,0 ÷ 13,55 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 8,2 m ppt (INK8/1).

5.2. Przeszczszenia 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

Pomiaru przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadłe do badanej skarpy) oraz 8 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska. Lokalizację przekrojów pomiarowych na tle zinwentaryzowanych wg SOPO osuwisk i terenów zagrożonych przedstawiono w Zał. 1.3. Lokalizacja poszczególnych punktów pomiarowych i reperów odniesienia została przedstawiona w Zał. 2.3.

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. Przeszczszenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie piątej serii pomiarów: temp. od 15 do 25° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przeszczszeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym IX (Zał. 3.9)

- przeszczszenia 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 0,0 ÷ 7,0 mm;

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,9 ÷ 8,8 mm;

- 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,8 ÷ 20,5 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 4,8 m ppt (INK9/2).

Kolumna inklinometryczna INK9/1 poniżej 18,5 m jest zasypana i niedrożna na odcinku o długości 1,0 m

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 12,0 ÷ 15,0 mm;

- 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 od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,9 ÷ 4,9 mm;

- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,9 ÷ 28,5 mm.

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiary zerowe) w okresie 18.09.2013
- 2 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013
- 3 seria w okresie 20.05.2014 ÷ 20.06.2014

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadłe do badanej skarpy) oraz 7 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna. Lokalizację przekrojów pomiarowych na tle zinwentaryzowanych wg SOPO osuwisk i terenów zagrożonych przedstawiono w Zał. 1.1 (przekrój XII) i 1.3 (przekrój XI). Lokalizacja poszczególnych punktów pomiarowych i reperów odniesienia została przedstawiona w Zał.2.1 (przekrój XII) i 2.3 (przekrój XI).

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 trzeciej serii pomiarów: temp. od 15 do 25° 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 1,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,2 ÷ 1,3 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 0,7 ÷ 6,4 mm.

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 0,0 ÷ 3,0 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,2 ÷ 1,3 mm;
- 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,7 ÷ 6,6 mm.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Z analizy przemieszczeń punktów wynika, iż na całej długości badanego odcinka Skarpy Wiślanej w rejonie Góry Kalwarii, Czerska i Kawęczyna 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. Rok 2014 również jest obfity w opady co stymuluje ruch mas ziemnych.
2. Analizując przemieszczenia mas ziemnych w rejonie Góry Kalwarii stwierdza się, iż:
 - A) Przemieszczenia poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do 6 sesji pomiarowej (11.2013), zwiększyły się o 1 ÷ 103 mm. Największe rzędu 17 ÷ 103 mm wystąpiły w przekroju I (INK1/1 – 17 mm, INK1/2 – 31 mm), III (INK3/3 – 17 mm), IV (INK4/2 – 31 mm), V (INK5/3 – 103 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły 2 ÷ 714 mm. Największe rzędu 49 ÷ 714 mm wystąpiły w przekroju III (INK3/2 – 54 mm, INK3/3 – 59 mm), IV (INK4/2 – 125 mm), V (INK5/2 – 49 mm, INK5/3 – 714 mm), co daje maksymalny powierzchniowy ruch skarpy na poziomie

ok. 6,2 mm / miesiąc. Ekstremum wystąpiło w przekroju V, gdzie pojawiły się również spękania gruntu w okolicy punktu pomiarowego INK5/3.

B) Przeszacowania pionowe punktów, w odniesieniu do 6 sesji pomiarowej (11.2013), zmieniły się o $0,3 \div 19,9$ mm. Największe rzędu $8,7 \div 19,9$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/2 – 9,5 mm), II (INK2/2 – 10,9 mm), III (INK3/3 – 14,2 mm), VI (INK6/2 – 8,7 mm), VII (INK7/2 – 9,3 mm), VIII (INK8/3 – 19,9 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przeszacowania pionowe wyniosły $0,2 \div 94,8$ mm. Największe rzędu $20,6 \div 94,8$ mm wystąpiły w przekroju III (INK3/3 – 20,6 mm), IV (INK4/2 – 30,2 mm) oraz V (INK5/2 – 37,1 mm, INK5/3 – 94,8 mm).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w stosunku do 6 sesji pomiarowej (11.2013) przeszacowanie wzrosło o $0,1 \div 10,0$ mm. Największe rzędu $6,0 \div 10,0$ mm wystąpiły w przekroju II (INK2/2 – 7,0 mm), III (INK3/3 – 8,0 mm), IV (INK4/2 – 10,0 mm), V (INK5/3 – 6,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przeszacowania wgłębne wyniosły $2,0 \div 63,0$ mm. Największe rzędu $45,5 \div 63,0$ mm wystąpiły w przekroju II (INK2/2 – 56,4 mm), III (INK3/3 – 63,0 mm), IV (INK4/2 – 50,0 mm), V (INK5/2 – 53,0 mm, INK5/3 – 56,0 mm), VI (INK6/1 – 45,0 mm) co daje maksymalny wgłębny ruch skarpy na poziomie ok. 1,7 mm / miesiąc.

3. Stwierdza się, iż na badanym obszarze Góry Kalwarii (na odcinku od zbiegu ulic Wojska Polskiego i Batalionu Czwartaków do Moczydłowa) we wszystkich przekrojach pomiarowych występują wgłębne ruchy mas ziemnych o różnym natężeniu:

- w przekrojach I, II, III, IV, V, VI i VII występują ciągłe i postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych zagrażające infrastrukturze naziemnej;
- w przekroju VIII w 6 i 7 sesji pomiarowej zarejestrowano najmniejsze wgłębne ruchy mas ziemnych (w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 ok. $0,5 \div 0,7$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 ok. $0,3 \div 0,8$ mm);

Biorąc pod uwagę przeszacowania 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. Analizując przeszacowania mas ziemnych w rejonie Czerska (przekrój IX i X) stwierdza się, iż:

A) Przeszacowania poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do 4 sesji pomiarowej (11.2013), zwiększyły się o $0,0 \div 12,0$ mm.

Największe rzędu $7 \div 12$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1 – 12,0 mm, INK9/2 – 7,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły $0,0 \div 15,0$ mm. Największe rzędu $12,0 \div 15,0$ mm wystąpiły w przekroju X (INK10/1 – 15,0 mm, INK10/2 – 12,0 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,5 mm / miesiąc.

B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 4 sesji pomiarowej (11.2013), zwiększyły się o $0,2 \div 12,5$ mm. Największe rzędu $8,6 \div 12,5$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1 – 8,6 mm, INK9/3 – 12,5 mm) oraz X (INK10/2 – 9,6 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) przemieszczenia pionowe wyniosły $0,9 \div 8,8$ mm. Największe rzędu $6,0 \div 8,8$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/3 – 8,8 mm) oraz X (INK10/2 – 6,0 mm).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do 4 sesji pomiarowej (11.2013), przemieszczenie wzrosło o $0,8 \div 7,5$ mm. Największe rzędu 7,5 mm wystąpiło w przekroju X (INK10/1 – 7,5 mm, INK10/2 – 7,5 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia wgłębne wyniosły $3,9 \div 28,5$ mm. Największe rzędu $20,5 \div 28,5$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/2 – 20,5 mm) oraz X (INK10/1 – 21,5 mm, INK10/2 – 28,5 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,9 mm / miesiąc.

5. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku, w przekrojach pomiarowych: IX i X, występują postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej.

6. Analizując przemieszczenia mas ziemnych w rejonie Czerska i Kawęczyna (przekrój XI i XII) stwierdza się, iż:

A) Przemieszczenia poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do 2 sesji pomiarowej (11.2013), zwiększyły się o $0,0 \div 21,0$ mm. Największe rzędu 21,0 mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/2 – 21,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (09.2013) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły $0,0 \div 10,0$ mm. Największe rzędu 10,0 mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/1 – 10,0 mm, INK11/2 – 10,0 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 1,1 mm / miesiąc.

B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 2 sesji pomiarowej (11.2013), zwiększyły się o $0,6 \div 6,5$ mm. Największe rzędu $5,9 \div 6,5$ mm wystąpiły w przekroju XII (INK12/2 – 6,5 mm, INK12/3 – 5,9 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (09.2013) przemieszczenia pionowe wyniosły $0,2 \div 1,3$ mm. Największe

rzędu 1,3 mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/2 – 1,3 mm) oraz XII (INK12/3 – 1,3 mm).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do 2 sesji pomiarowej (11.2013), przemieszczenie wzrosło o $0,3 \div 4,2$ mm. Największe rzędu $3,8 \div 4,2$ mm wystąpiło w przekroju XI (INK11/1 – 4,2 mm) oraz XII (INK12/1 – 3,8 mm). W odniesieniu do pomiaru zeroowego (09.2013) całkowite przemieszczenia wgłębne wyniosły $0,7 \div 7,0$ mm. Największe rzędu $5,5 \div 7,0$ mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/1 – 6,4 mm, INK11/2 – 7,0 mm) oraz XII (INK12/1 – 6,6 mm, INK12/2 – 5,5 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,7 mm / miesiąc.

7. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku i Kawęczynie, w przekrojach pomiarowych XI i XII, występują postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej.