

RAPORT WYNIKOWY nr 5
z I serii (zerowej) pomiarów wgłębnych
przemieszczeń Skarpy Wiślanej
w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII),
z III serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń
Skarpy Wiślanej w Czersku (przekrój IX i X)
oraz V serii pomiarów wgłębnych 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

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. CZERSK I KAWĘCZYN - PRZEKROJE XI – XII	4
2.1. Charakterystyka geologiczno-inżynierska Czersk	4
2.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska Kawęczyn	5
2.3. Zakres wykonanych prac	6
2.4. Opis przekrojów pomiarowych	7
2.5. Technologia wykonania inklinometrów	7
2.6. Stabilizacja punktów i sprzęt pomiarowy	9
3. GÓRA KALWARIA I CZERSK - PRZEKROJE I - X	10
3.1. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY	11
3.4.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii	12
3.4.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska	16
4. WNIOSKI KOŃCOWE	17

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:

- szczegóły techniczne konstrukcji punktów monitorujących ruchy masowe Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk i Kawęczyn – przekrój pomiarowy XI i XII;
- wyniki pierwszej (zerowej) serii pomiarów przemieszczeń wgłębnych w miejscowości Czersk i Kawęczyn – przekroje pomiarowe XI i XII;
- wyniki trzeciej serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk – przekroje pomiarowe IX i X
- wyniki piątej 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 [11]) 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 w raz 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] Dokumentacja geologiczna z wykonania inklinometrów do pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii gm. Góra Kalwaria, pow. Piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio 10.2011.
- [5] 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.

- [6] Raport wynikowy z II serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku oraz IV serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej Górze Kalwarii, gm. Góra Kalwaria, pow. Piaseczyński, woj. mazowieckie. HydroGeoStudio. 11-2012.
- [7] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria (M 34-7A), wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1966.
- [8] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560, wraz z objaśnieniami. Instytut Geologiczny 1974.
- [9] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Góra Kalwaria 597, wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [10] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Piaseczno 560 (N-34-139-C) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny 1997.
- [11] System Osłony Przeciw Osuwiskowej SOPO. Państwowy Instytut Geologiczny.
- [12] PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [13] PN-EN ISO 14688. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów.
- [14] PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [15] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2006 r. nr 129, poz. 902 z późn. zm.).
- [16] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. nr 163, poz. 981).
- [17] 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).
- [18] Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi. PiG. Warszawa 2008.

2. CZERSK I KAWĘCZYN - PRZEKROJE XI – XII

2.1. Charakterystyka geologiczno-inżynierska Czersk

Teren badań w rejonie Czerska obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną oraz obszar tarasu zalewowego wyższego Wisły znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy. Skarpa ma około 22 m wysokości oraz nachylenie ok. 30°. Krawędź skarpy układa się na rzędnej ok 114,0 m npm.

Na terenie badań, powyżej krawędzi skarpy, znajduje się Zamek Książąt Mazowieckich w Czersku wpisany do rejestru zabytków pod nr 1009/116 z 25.01.1958r oraz Kościół p.w. Przemienienia Pańskiego wpisany do rejestru zabytków pod nr 1010/690/62 z dnia 12.04.1962r. Obszar u podnóża skarpy stanowią tereny zabudowane, grunty rolne i łąki.

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

[11]. Przekrój pomiarowy XI nie znajduje się w obrębie terenu zagrożonego ruchami masowymi wg [11] (por. Zał. 1.0). Z wizji lokalnej terenu, stwierdzano spękania na budynku kościoła i punktu informacyjnego Zamku Książąt Mazowieckich będących skutkiem ruchów mas ziemnych budujących skarpę.

Na badanym terenie bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują (wg Zał. 4.0 i poz. [7]):

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 1,0 m ppt nasypy niebudowlane zbudowane z gleby, otoczków i fragmentów cegły (utwory antropogeniczne);
- do głębokości 5,7 m ppt utwory niespoiste w postaci piasków średnich (utwory jeziorne i rzeczne);
- do głębokości 10,2 m ppt utwory spoiste w postaci piasków gliniastych przewarstwionych gliną piaszczystą i otoczkami (utwory lodowcowe);
- do głębokości rozpoznania utwory spoiste w postaci łąw przewarstwionych glinami piaszczystymi (utwory zastoiskowe).

B. Na tarasie zalewowym wyższym:

- do głębokości 0,5 m ppt gleba;
- do głębokości rozpoznania utwory spoiste w postaci piasków gliniastych (utwory rzeczne facji powodziowej – mady).

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.

2.2. Charakterystyka geologiczno-inżynierska Kawęczyn

Teren badań w Kawęczynie 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 około 21 m wysokości oraz nachylenie ok. 17°. Krawędź skarpy układa się na rzędnej ok 111,5 m npm.

W obrębie Skarpy Wiślanej w rejonie terenu badań w Kawęczynie występują osuwiska (okresowo aktywne i nieaktywne) oraz tereny zagrożone ruchami masowymi opisane szczegółowo w Systemie Osłony Przeciwośuwiskowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego [11]. Wytypowany przekrój pomiarowy XII znajduje się w obrębie terenu zagrożonego ruchami masowymi o numerze identyfikacyjnym 2417 wg [11] (por. Zał. 1.0).

Na badanym terenie bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują (wg Zał. 4.0 i poz. [8]):

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 0,3 ÷ 0,4 m ppt gleba;
- do głębokości 9,0 ÷ 10,0 m ppt utwory spoiste w postaci glin piaszczystych i piasków gliniastych (utwory lodowcowe) miejscami przykryte piaskami średnimi (utwory rzeczne);
- do głębokości 14,0 ÷ 20,0 m ppt utwory spoiste w postaci łąw (utwory zastoiskowe) miejscami przykryte piaskami drobnymi (utwory zastoiskowe);
- do głębokości rozpoznania utwory niespoiste w postaci piasków średnich (utwory rzeczne).

B. Na tarasie zalewowym wyższym:

- do głębokości 1,0 m ppt gleba;
- do głębokości rozpoznania utwory niespoiste w postaci piasków średnich (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 – Kawęczyn i Czersk. Każdy profil pomiarowy składa się z trzech kolumn inklinometrycznych oraz reperów odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy (Zał. 2.1 i Zał. 2.3). Piony inklinometryczne wykonano na podstawie projektu prac geologicznych wg poz. [1]. Inklinometry zostały zainstalowane w Kawęczynie na działkach ew. nr 311 w obrębie 0009 i ew. nr 10 w obrębie 0006, gm. Konstancin Jeziorna oraz na działkach ew. nr 838 i 841 w obrębie 0015 w Czersku, gm. Góra Kalwaria, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie.

Lokalizację profili 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 XI - Czersk, rejon Zamku Książąt Mazowieckich (Zał. 3.11)

- repery kontrolne: reper na budynku przy ul. Warszawskiej 14, reper na budynku przy ul. Wąskiej 1, reper na budynku przy ul. Mostowej 1, reper na budynku przy ul. Królowej Bony 1;
- repery kontrolowane: trzy repery stabilizowane na wlotach rur inklinometrycznych na górze, środku i na dole skarpy INK11/1, INK11/2, INK11/3.

Przekrój XII – Kawęczyn 46A (Zał. 3.12)

- *repery kontrolne*: reper na budynku Kawęczyn 46, reper na budynku Kawęczyn 51, reper na ogrodzeniu betonowym przy budynku Kawęczyn 37;
- repery kontrolowane: trzy repery stabilizowane na wlotach rur inklinometrycznych na górze, środku i na dole skarpy INK12/1, INK12/2, INK12/3.

2.5. Technologia wykonania inklinometrów

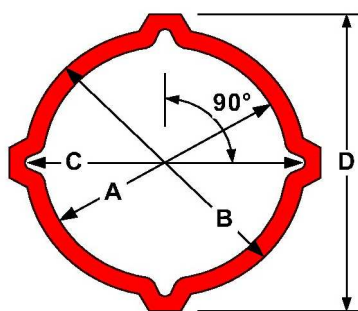
Kolumny inklinometryczne, wykonane z łączonych odcinków rur typu ABS (długości 3,0 m) zostały zainstalowane w otworach wiertniczych. Szczegóły konstrukcyjne wg Rys. 1 i Tab. 1.

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+→B+→A-→B-.



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

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.

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
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"

2.6. Stabilizacja punktów i sprzęt pomiarowy

Punkty odniesienia na budynkach lub innych obiektach budowlanych zastabilizowane zostały za pomocą prętów stalowych z osadzoną kulą. Reper na moście, na kanale Czarna – Cedron to istniejący reper państwowy.

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 I CZERSK - PRZEKROJE I - X

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. Skarpa ma około $15 \div 30$ m wysokości oraz nachylenie powyżej 30%. W Górze Kalwarii krawędź skarpy układa się na rzędnej $115,0 \div 117,5$ m npm i obniża się w kierunku Moczydłowa do rzędnej 100,0 m npm. W Czersku krawędź skarpy układa się na rzędnej ok 110,0 m npm.

W ramach prowadzonych pomiarów przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku oraz Górze Kalwarii (na odcinku od zbiegu ulic Wojska Polskiego i Batalionu Czwartaków do Moczydłowa) wyznaczono metodami geodezyjnymi:

- a) przemieszczenia pionowe badanych punktów – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 7.1, 7.2 dla punktów pomiarowych w Górze Kalwarii - przekroje I – VIII oraz w Zał. 7.5, 7.6 dla punktów pomiarowych w Czersku - przekroje IX – X;
- b) przemieszczenia poziome badanych punktów (składowej prostopadłej do badanej skarpy) – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 7.3, 7.4 dla punktów pomiarowych w Górze Kalwarii - przekroje I – VIII oraz w Zał. 7.7, 7.8 dla punktów pomiarowych w Czersku - przekroje IX – X;
- c) ruchy górotworu na podstawie pomiarów inklinometrycznych – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 8.0.

Lokalizacja kolumn inklinometrycznych oraz składowe przemieszczenia $x(N)$ i z (w odniesieniu do sesji I) przedstawione zostały 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. Współrzędne geodezyjne i geograficzne w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 2000 (układ odniesienia - Kronsztad 1960) zamieszczono w Tab.3.

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°12'54,791"
	INK1/3	5759553,53	7514891,77	123,52	51°58'11,008"	21°13'00,139"
II	INK2/1	5759842,04	7514744,85	145,93	51°58'20,357"	21°12'52,487"
	INK2/2	5759829,91	7514814,13	133,18	51°58'19,958"	21°12'56,114"
	INK2/3	5759812,62	7514882,38	123,87	51°58'19,392"	21°12'59,687"
III	INK3/1	5759924,68	7514750,71	65,88	51°58'23,031"	21°12'52,807"
	INK3/2	5759920,15	7514777,49	140,81	51°58'22,881"	21°12'54,209"
	INK3/3	5759896,01	7514841,97	131,40	51°58'22,094"	21°12'57,583"
	INK3/4	5759863,29	7514958,82	122,68	51°58'21,024"	21°13'03,700"
IV	INK4/1	5760101,71	7514774,63	69,41	51°58'28,757"	21°12'54,088"
	INK4/2	5760094,75	7514808,44	143,44	51°58'28,528"	21°12'55,857"
	INK4/3	5760034,59	7515026,02	122,68	51°58'26,560"	21°13'07,247"
V	INK5/1	5760235,37	7514837,79	146,58	51°58'33,075"	21°12'57,417"
	INK5/2	5760213,33	7514824,65	144,19	51°58'32,363"	21°12'56,725"
	INK5/2	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°13'15,110"
	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"

3.1. 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 ko-

lumn 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. 2.0).
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.

3.4.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujący 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

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. 1.0. Lokalizacja poszczególnych punktów pomiarowych i reperów odniesienia została przedstawiona w Zał. 2.0.

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 z wyjątkiem INK5/1 który został przysypany hałdą ziemi. Warunki pogodowe w czasie piątej serii pomiarów: temp. od 20 do 35° C, w ciągu dnia niewielkie 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 7,0 ÷ 15,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,3 ÷ 8,2 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,6 ÷ 32,0 mm.

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 14,0 ÷ 20,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 10,1 ÷ 12,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 2,2 ÷ 37,7 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 11,0 ÷ 56,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,4 ÷ 22,2 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 5,7 ÷ 39,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,0 m ppt (INK3/3).

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 5,0 ÷ 88,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,3 ÷ 12,6 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,7 ÷ 30,0 mm.

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 57,0 ÷ 591,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 33,8 ÷ 88,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły

33,0 ÷ 39,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,8 m ppt (INK5/2).

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 11,0 ÷ 61,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,1 ÷ 1,8 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,6 ÷ 38,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4,0 ÷ 10,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,0 ÷ 6,3 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,2 ÷ 34,0 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 ÷ 10.2012 zmieniły się o 9,0 ÷ 10,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 11,0 ÷ 17,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 18,0 ÷ 22,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 3,0 ÷ 4,6 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,2 ÷ 12,25 mm.

3.4.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujący 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

Pomiary 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. 1.0. Lokalizacja poszczególnych punktów pomiarowych i reperów odniesienia została przedstawiona w Zał. 2.0.

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 18 do 35° C, w ciągu dnia niewielkie zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym IX (Zał. 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4,0 ÷ 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, od początku

pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $1,1 \div 9,4$ mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły $1,0 \div 8,5$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $1,5 \div 6,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $2,5 \div 14,5$ mm.

W przekroju pomiarowym X (Zał. 3.10)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły $11,0 \div 17,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $14,0 \div 23,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły $3,0 \div 12,0$ mm;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły $1,4 \div 5,5$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $3,6 \div 6,8$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $0,9 \div 5,0$ mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły $1,3 \div 15,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $1,0 \div 3,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $2,3 \div 18,0$ mm.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Z analizy przemieszczeń punktów wynika, iż na całej długości badanego odcinka Skarpy Wiślanej w rejonie Góry Kalwarii oraz Czerska 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 ubiegłego roku jest okresem mokrym, co przyczynia się do zwiększenia tempa ruchów mas ziemnych w obrębie skarpy.

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 4 sesji pomiarowej (10.2012), zwiększyły się o $2 \div 570$ mm. Największe rzędu $40 \div 570$ mm wystąpiły w przekroju III (INK3/2 – 47 mm), IV (INK4/2 – 81 mm) oraz V (INK5/2 – 40 mm, INK5/3 – 570 mm). W odniesieniu do pomiaru ze-

rowego (10.2011) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły $4 \div 591$ mm. Największe rzędu $56 \div 591$ mm wystąpiły w przekroju III (INK3/2 – 56 mm), IV (INK4/2 – 88 mm), V (INK5/2 – 57 mm, INK5/3 – 591 mm), co daje maksymalny powierzchniowy ruch skarpy na poziomie ok. 9,0 mm / miesiąc. Ekstremum wystąpiło w przekroju V, gdzie pojawiły się również spękania gruntu w okolicy punktu pomiarowego INK5/3.

B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 4 sesji pomiarowej (10.2012), zmieniły się o $0,1 \div 88,1$ mm. Największe rzędu $33,2 \div 88,1$ mm wystąpiły w przekroju V (INK5/2 – 33,2 mm, INK5/3 – 88,1 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przemieszczenia pionowe wyniosły $0,1 \div 88,0$ mm. Największe rzędu $22,2 \div 88$ mm wystąpiły w przekroju III (INK3/3 – 22,2 mm) oraz V (INK5/2 – 33,8 mm, INK5/3 – 88 mm).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wglębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w stosunku do 4 sesji pomiarowej (10.2012) przemieszczenie wzrosło o $0,2 \div 34$ mm. Największe rzędu $17 \div 34$ mm wystąpiły w przekroju II (INK2/2 – 22,7 mm), III (INK3/3 – 19 mm), V (INK5/2 – 17 mm, INK5/3 – 34 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przemieszczenia wglębne wyniosły $1,6 \div 39$ mm. Największe rzędu $24,5 \div 39$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/1 – 32 mm), II (INK2/2 – 37,7 mm), III (INK3/1 – 26,5 mm, INK3/3 – 39 mm) IV (INK4/1 – 30 mm, INK4/2 – 29 mm), V (INK5/2 – 33 mm, INK5/3 – 39 mm), VI (INK6/1 – 38 mm) oraz VII (INK7/1 – 24,5 mm, INK7/2 – 34 mm) co daje maksymalny wglębny ruch skarpy na poziomie ok. 1,4 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 wglębne ruchy mas ziemnych o różnym natężeniu:

- w przekrojach I, II, III, IV, V, VII i VIII występują ciągłe i postępujące wglębne ruchy mas ziemnych zagrażające infrastrukturze naziemnej;
- w przekroju VI w okresie 10.2011 ÷ 08.2013 zarejestrowano najmniejsze wglębne ruchy mas ziemnych (ok. $0,2 \div 1,0$ mm);

Biorąc pod uwagę przemieszczenia wglębne zarejestrowane w poprzednich sesjach pomiarowych (w okresie 11.2011 ÷ 04.2012), można spodziewać się ponownego narastania wglębnych ruchów mas ziemnych w tym rejonie i należy traktować ten odcinek Skarpy Wiślanej jako niestabilny. Postępujące ruchy skarpy spowodowane są czynnikami atmosferycznymi jak również nieprawidłowym zagospodarowaniem części posesji znajdujących się bezpośrednio na skarpie – niekontrolowane dociążanie

korony skarpy zwałkami gruzu oraz składem materiałów budowlanych, co może doprowadzać do przyspieszonej destabilizacji skarpy.

4. Analizując przemieszczenia mas ziemnych w rejonie Czerska stwierdza się, iż:

A) Przemieszczenia poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do 2 sesji pomiarowej (10.2012), zwiększyły się o $2 \div 23$ mm. Największe rzędu $14 \div 23$ mm wystąpiły w przekroju X (INK10/1 – 14 mm, INK10/2 – 23 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły $4 \div 12$ mm. Największe rzędu $7 \div 12$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1– 7 mm) oraz X (INK10/2– 12 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,6 mm / miesiąc.

B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do II sesji pomiarowej (10.2012), zwiększyły się o $1,0 \div 6,9$ mm. Największe rzędu $6,8 \div 6,9$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/3 – 6,9 mm) oraz X (INK10/1 – 6,8 mm).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do 2 sesji pomiarowej (10.2012), przemieszczenie wzrosło o $0,7 \div 6$ mm. Największe rzędu $3 \div 6$ mm wystąpiło w przekroju IX (INK9/2 – 6mm), X (INK10/2 – 3 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia wgłębne wyniosły $2,5 \div 18$ mm. Największe rzędu $14,5 \div 18$ mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/2 – 14,5 mm) oraz X (INK10/2 – 18 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 1,0 mm / miesiąc.

5. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku, w zainstalowanych przekrojach pomiarowych, występują wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej.

Biorąc pod uwagę powyższe oraz ustalenie Rozporządzenia [17], iż "tereny zagrożone ruchami masowymi ziemi ustala się na podstawie m.in. wywiadu i analizy dostępnych w tym zakresie materiałów archiwalnych, analizy dostępnych materiałów kartograficznych, analizy dostępnych dokumentacji geologicznych, wizji w terenie" należy włączyć teren wokół Zamku Książąt Mazowieckich oraz Kościoła p.w. Przemienienia Pańskiego (rejon przekroju pomiarowego XI) do terenów zagrożonego ruchami masowymi a także wprowadzić go do rejestru Systemu Osłony Przeciwoświatowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego – Instytutu Badawczego (zgodnie z §2 ust. 1 pkt. 3 Rozporządzenia [17]).

Z wywiadu i wizji w terenie stwierdza się występowanie spękań na kościele oraz budynku punktu informacyjnego zamku będących skutkiem ruchów mas ziemnych. Jednocześnie w obrębie skarpy stwierdza się nieregularnie rozmieszczone sączenia

śródoglinowe występujące w formie wysięków na zboczach (podobnie jak na innych częściach skarpy między Górą Kalwarią i Czerskiem), co przyczynia się do pełzania skarpy.

W związku z powyższym, na mocy Ustawy Prawo ochrony środowiska [15] (art. 110a) Starosta Piaseczyński ustanowił w tym miejscu (por. Zał. 1.3) teren zagrożony ruchami masowymi o numerze identyfikacyjnym SP1/2013.