



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. 1

***RAPORT WYNIKOWY nr 8
z II serii (zerowej) pomiarów
wglębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej
w Czersku i Słomczynie (przekrój XIII i XIV)
z IV serii pomiarów wglębnych przemieszczeń Skarpy
Wiślanej w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII),
z VI serii pomiarów wglębnych przemieszczeń
Skarpy Wiślanej w Czersku (przekrój IX i X)
oraz VIII 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 – listopad 2014r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA	5
3. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW	6
4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH	8
5. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY	9
5.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii (przekroje I-VIII)	9
5.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekroje IX i X)	16
5.3. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna (przekroje XI i XII)	18
5.4. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna (przekroje XIII i XIV)	19
6. WNIOSKI KOŃCOWE	20

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1.0	Mapy lokalizacyjne, skala 1:10 000
Załącznik 2.0	Mapy inwentaryzacji, skala 1:10 000
Załącznik 3.0	Mapy dokumentacyjne, skala 1:1000
Załącznik 4.0	Odległości pomiędzy głowicami kolumn inklinometrycznych w poszczególnych przekrojach pomiarowych [m]
Załącznik 5.0	Zestawienie wyników pomiarów przemieszczeń pionowych i poziomych głowic kolumn inklinometrycznych
Załącznik 6.0	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 drugiej serii pomiarów przemieszczeń wgłębnych w miejscowości Czersk i Słomczyn – przekroje pomiarowe XIII i XIV;
- wyniki czwartej serii pomiarów przemieszczeń wgłębnych w miejscowości Czersk i Kawęczyn – przekroje pomiarowe XI i XII;
- wyniki szóstej serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk – przekroje pomiarowe IX i X
- wyniki ósmej 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 7 z I serii (zerowej) pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku i Słomczynie (przekrój XIII i XIV), z III serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku i Kawęczynie (przekrój XI i XII), z V serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Czersku (przekrój IX i X) oraz VII serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii (przekrój I-VIII) pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. HGS 08-2014.
- [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. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Teren badań obejmuje wschodni skraj wysoczyzny lodowcowej, Skarpę Wiślaną oraz obszar tarasu zalewowego niższego i tarasu zalewowego wyższego Wisły znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie podnóża skarpy. W rejonie obszaru badań skarpa ma około 15 ÷ 30 m wysokości oraz nachylenie od ok. 17% w Słomczynie i Kawęczynie do ok. 30% w Górze Kalwarii i Czersku. W Czersku krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 110,0 ÷ 114,0 m 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 Słomczynie krawędź skarpy układa się na rzędnej ok. 110,0 m npm

W obrębie Skarpy Wiślanej w rejonie Czerska, Góry Kalwarii, Kawęczyna i Słomczyna występują osuwiska (głównie nieaktywne i aktywne okresowo) oraz tereny zagrożone ruchami masowymi opisane szczegółowo w Systemie Osłony Przeciwośuwiskowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego [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, X, XIII i XIV 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] i [10]):

A. Na wysoczyźnie lodowcowej:

- do głębokości 0,4 ÷ 1,5 m ppt gleba i nasypy głównie niebudowlane;
- do głębokości 2,5 ÷ 16,0 m ppt utwory niespoiste w postaci piasków drobnych – piaski zastoiskowe miejscami przykryte utworami lodowcowymi w postaci glin

piaszczystych i pylastych oraz utworami wodnolodowcowymi w postaci piasków drobnych zalegających na bruku morenowym o łącznej miąższości $2,7 \div 7,5$ m;

- do głębokości rozpoznania utwory spoiste w postaci ilów – utwory zastoiskowe miejscami przykryte lub podścielone utworami lodowcowymi w postaci glin piaszczystych i piasków gliniastych oraz utworami wodnolodowcowymi w postaci piasków średnich.

B. Na tarasie zalewowym niższym i tarasie zalewowym wyższym:

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

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

U podnóża skarpy – na obszarze tarasu zalewowego niższego i tarasu zalewowego wyższego Wisły w rejonie Góry Kalwarii nawiercono zwierciadło wód podziemnych, miejscami napięte przez wyżej zalegające mady. Zwierciadło swobodne nawiercono na głębokości $0,8$ m ppt. Zwierciadło napięte nawiercono na głębokości $1,5 \div 2,4$ m ppt. Na obszarze tarasu zalewowego wyższego Wisły w rejonie Czerska nawiercono zwierciadło wód podziemnych o charakterze swobodnym na głębokości $0,3 \div 1,5$ m ppt.

3. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW

Kolumny inklinometryczne, wykonane z łączonych odcinków rur typu ABS (długości $3,0$ m) zostały zainstalowane w otworach wiertniczych zgodnie z [1], [2], [3] i [4].

Dokładna lokalizacja kolumn inklinometrycznych przedstawiona została na mapach dokumentacyjnych w Zał. 3.0. Współrzędne geodezyjne i geograficzne w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 2000 (układ odniesienia - Kronsztad 1960) zamieszczono w Tab.1.

Tab. 1 Współrzędne geodezyjne i geograficzne kolumn inklinometrycznych

Numer przekroju pomiarowego	Numer kolumny inklinometrycznej	Współrzędne:				
		geodezyjne (układ 2000)			geograficzne (WSG'84)	
		X	Y	H	B	L
I	INK1/1	5759530,84	7514754,54	143,18	51°58'10,287"	21°12'52,946"
	INK1/2	5759552,65	7514789,69	136,03	51°58'10,989"	21°12'54,791"
	INK1/3	5759553,53	7514891,77	123,52	51°58'11,008"	21°13'00,139"
II	INK2/1	5759842,04	7514744,85	145,93	51°58'20,357"	21°12'52,487"
	INK2/2	5759829,91	7514814,13	133,18	51°58'19,958"	21°12'56,114"
	INK2/3	5759812,62	7514882,38	123,87	51°58'19,392"	21°12'59,687"
III	INK3/1	5759924,68	7514750,71	65,88	51°58'23,031"	21°12'52,807"
	INK3/2	5759920,15	7514777,49	140,81	51°58'22,881"	21°12'54,209"
	INK3/3	5759896,01	7514841,97	131,40	51°58'22,094"	21°12'57,583"
	INK3/4	5759863,29	7514958,82	122,68	51°58'21,024"	21°13'03,700"
IV	INK4/1	5760101,71	7514774,63	69,41	51°58'28,757"	21°12'54,088"
	INK4/2	5760094,75	7514808,44	143,44	51°58'28,528"	21°12'55,857"
	INK4/3	5760034,59	7515026,02	122,68	51°58'26,560"	21°13'07,247"
V	INK5/1	5760235,37	7514837,79	146,58	51°58'33,075"	21°12'57,417"
	INK5/2	5760213,33	7514824,65	144,19	51°58'32,363"	21°12'56,725"
	INK5/3	5760186,11	7514914,97	132,82	51°58'31,474"	21°13'01,453"
VI	INK6/1	5761142,29	7515152,72	151,36	51°59'02,390"	21°13'14,062"
	INK6/2	5761178,51	7515172,62	138,26	51°59'03,560"	21°13'15,110"
	INK6/3	5761203,25	7515263,21	62,46	51°59'04,352"	21°13'19,862"
VII	INK7/1	5761764,16	7514896,58	149,24	51°59'22,536"	21°13'00,736"
	INK7/2	5761786,07	7514967,03	55,07	51°59'23,239"	21°13'04,433"
	INK7/3	5761768,65	7515039,66	42,37	51°59'22,668"	21°13'08,236"
VIII	INK8/1	5762894,84	7513700,17	142,56	51°59'59,232"	21°11'58,195"
	INK8/2	5762944,28	7513755,97	134,50	52°00'00,827"	21°12'01,127"
	INK8/3	5763046,53	7513923,39	122,84	52°00'04,121"	21°12'09,919"
IX	INK9/1	5758791,10	7515344,78	113,33	51°57'46,294"	21°13'23,749"
	INK9/2	5758818,56	7515335,18	105,90	51°57'47,183"	21°13'23,250"
	INK9/3	5758884,12	7515395,68	94,80	51°57'49,299"	21°13'26,430"
X	INK10/1	5758517,55	7515745,19	110,74	51°57'37,402"	21°13'44,676"
	INK10/2	5758536,40	7515754,61	106,81	51°57'38,011"	21°13'45,173"
	INK10/3	5758634,08	7515796,93	92,44	51°57'41,168"	21°13'47,406"
XI	INK11/1	5758339,37	7516123,17	113,81	51°57'31,598"	21°14'04,443"
	INK11/2	5758334,94	7516159,77	98,23	51°57'31,451"	21°14'06,360"
	INK11/3	5758339,34	7516188,92	95,68	51°57'31,590"	21°14'07,887"
XII	INK12/1	5768065,76	7511953,75	110,56	52°02'46,692"	21°10'27,294"
	INK12/2	5768071,21	7511963,76	108,20	52°02'46,867"	21°10'27,820"
	INK12/3	5768107,87	7512135,42	89,35	52°02'48,040"	21°10'36,833"
XIII	INK13/1	5758030,28	7515576,40	104,04	51°57'21,652"	21°13'35,755"
	INK13/2	5758008,14	7515611,27	99,28	51°57'20,932"	21°13'37,578"
	INK13/3	5757986,04	7515653,77	89,35	51°57'20,213"	21°13'39,800"
XIV	INK14/1	5769599,18	7511076,54	107,80	52°03'36,373"	21°09'41,439"
	INK14/2	5769631,04	7511091,87	102,00	52°03'37,403"	21°09'42,248"
	INK14/3	5769650,22	7511120,68	90,07	52°03'38,021"	21°09'43,762"

4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH

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

- a) przemieszczenia pionowe badanych punktów – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 5.1 i 5.2 – Góra Kalwaria oraz w Zał. 5.5 i 5.6 – Czersk, Kawęczyn i Słomczyn;
- b) przemieszczenia poziome badanych punktów (składowej prostopadłej do badanej skarpy) – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 5.3, 5.4 – Góra Kalwaria oraz w Zał. 5.7 i 5.8 – Czersk, Kawęczyn i Słomczyn;
- c) ruchy górotworu na podstawie pomiarów inklinometrycznych – wyniki pomiarów przedstawiono w Zał. 6.0.

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. 4.0.

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

- Niwelator Leica DNA 03 (dokładność 0,3 mm/km podwójnej niwelacji), łąty inwarowe ze stojakami, żabki niwelacyjne;
- Tachimetr Leica TS30 (dokładność dalmierza 0,6 mm $\pm$ 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 (pomiaru zerowe) w okresie 04 ÷ 13.10.2011;
- 2 seria w okresie 23 ÷ 29.11.2011;
- 3 seria w okresie 28.03.2012 ÷ 04.04.2012;
- 4 seria w okresie 16 ÷ 29.10.2012;
- 5 seria w okresie 01 ÷ 08.08.2013;
- 6 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013;
- 7 seria w okresie 21.05.2014 ÷ 23.06.2014;
- 8 seria w okresie 07 ÷ 13.10.2014.

Pomiary przeprowadzono na 25 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 zinventaryzowanych 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. Przeszacowania poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie ósmej serii pomiarów: temp. od 11 do 20° C , w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przeszacowań mas ziemnych skarpy w rejonie Góry Kalwarii stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym I (Załącz. 3.1)

- przeszacowania powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 5,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 8,0 ÷ 22,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 13,0 ÷ 20,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 17,0 ÷ 31,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 3,0 ÷ 38,0 mm, od początku pomiarów całkowite przeszacowania powierzchniowe poziome wynosiły 20,0 ÷ 42,0 mm;
- przeszacowania powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,8 ÷ 2,3 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 0,6 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 1,1 ÷ 2,4 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 1,6 ÷ 3,6 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 9,5 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 4,6 ÷ 12,5 mm, od początku pomiarów całkowite przeszacowania powierzchniowe pionowe wynosiły 1,6 ÷ 14,4 mm;
- przeszacowania poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,2 ÷ 6,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,4 ÷ 5,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,2 ÷ 2,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,2 ÷ 2,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,5 ÷ 3,0 mm, od początku pomiarów całkowite przeszacowania poziome wgłębne wynosiły 5,0 ÷ 37,5 mm.

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

W przekroju pomiarowym II (Załącznik 3.2)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 7,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 21,0 ÷ 28,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 4,0 ÷ 19,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 14,0 ÷ 15,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 80,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 6,0 ÷ 30,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 2,9 ÷ 5,4 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,3 ÷ 7,4 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,5 ÷ 1,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 6,7 ÷ 56,9 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 7,5 m ppt (INK2/2).

Góra kolumny inklinometrycznej INK2/1 jest niestabilna co odzwierciedla wykres (por. Załącznik 6.0). Prawdopodobnie została wypłukana iniekcja stabilizująca wokół rury do głębokości ok. 1,5 m.

W przekroju pomiarowym III (Załącznik 3.3)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 1,0 ÷ 9,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 1,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 14,0 ÷ 47,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 9,0 ÷ 17,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 7,0 ÷ 17,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 13,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 10,0 ÷ 53,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,2 ÷ 6,8 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,5 ÷ 13,8 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,4 ÷ 5,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 10,5 ÷ 68,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 8,0 ÷ 17,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 20,0 ÷ 142,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się 3,1 ÷ 9,2 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,2 ÷ 39,4mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,3 ÷ 13,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 0,4 ÷ 10,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 0,4 ÷ 11,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,2 ÷ 10 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 1,5 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 2,6 ÷ 51,5 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 23,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 28,0 ÷ 737,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 4,6 ÷ 15,4 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 15,4 ÷ 79,7 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 2,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 55,0 ÷ 57,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,8 m ppt (INK5/2).

Kolumna inklinometryczna INK5/1 była przez dwa lata zasypana zwalami gruzu i ziemi co mogło mieć wpływ na przemieszczenia. Siódma seria pomiarów została przyjęta jako wyjściowa – zerowa.

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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 9,0 ÷ 16,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 22,0 ÷ 67,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,0 ÷ 1,3 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,7 ÷ 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,1 ÷ 0,6 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 5,5 ÷ 46,1 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 15,0 m ppt (INK6/1).

W przekroju pomiarowym VII (Zał. 3.7)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o 2,0 mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o 0,0 ÷ 10,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 3,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 2,0 ÷ 14,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 1,0 ÷ 2,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 13,0 ÷ 20,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 30,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 2,9 mm, od początku

pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $1,3 \div 2,7$ mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 zmieniły się o $1,0 \div 14,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $0,2 \div 5,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $1,0 \div 4,0$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $0,1 \div 5,0$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $0,2 \div 1,5$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $4,5 \div 39,0$ mm.

Góra kolumny inklinometrycznej INK7/1 jest niestabilna, co odzwierciedla wykres – prawdopodobnie została wypłukana iniekcja stabilizująca 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 $4,0 \div 9,0$ mm w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o $9,0 \div 10,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $11,0 \div 17,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $20,0 \div 25,0$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $1,0 \div 4,0$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $5,0 \div 7,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły $3,0 \div 5,0$ mm;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o $0,1 \div 3,7$ mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o $0,3 \div 8,2$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $0,4 \div 2,5$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $0,5 \div 5,7$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $1,9 \div 19,9$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $1,4 \div 5,1$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $1,7 \div 9,7$ mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 zmieniły się o $1,0 \div 4,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $0,7 \div 3,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $0,5 \div 0,7$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $0,3 \div 0,8$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $0,2 \div 0,4$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $4,2 \div 13,8$ mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 8,2 m ppt (INK8/1).

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiaru zerowe) w okresie 29.05.2012
- 2 seria w okresie 22.10.2012;
- 3 seria w okresie 01 ÷ 08.08.2013;
- 4 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013;
- 5 seria w okresie 20.05.2014 ÷ 23.06.2014;
- 6 seria w okresie 10.10.2014.

Pomiary przeprowadzono na 3 pionach inklinometrycznych w IX przekroju pomiarowym (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 4 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska. Pomiar na pionach inklinometrycznych w X przekroju pomiarowym był niemożliwy ze względu na brak zgody właściciela na wejście na posesję. Lokalizację przekrojów pomiarowych na tle zinventaryzowanych 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. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie szóstej serii pomiarów: temp. od 11 do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym 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, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 4,0 ÷ 5,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 7,0 ÷ 12,0 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 2,0 ÷ 4,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 4,0 ÷ 5,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,1 ÷ 8,4 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 0,4 ÷ 3,8 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,8 ÷ 1,4 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 4,6 ÷ 21,5 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 brak pomiaru;
- 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 brak pomiaru;
- 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 brak pomiaru.

W aktualnej sesji pomiarowej niemożliwy był pomiar kolumn inklinometrycznych w X przekroju pomiarowym ze względu na brak zgody właściciela na wejście na posesję.

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiarów zerowe) w okresie 18.09.2013;
- 2 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013;
- 3 seria w okresie 20.05.2014 ÷ 20.06.2014;
- 4 seria w okresie 07 ÷ 13.10.2014.

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 7 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna. Lokalizację przekrojów pomiarowych na tle zinventaryzowanych 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 czwartej serii pomiarów: temp. od 11 do 20°C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XI (Zał. 3.11)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 10,0 ÷ 11,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0 ÷ 21 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 4,0 ÷ 30,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 14,0 ÷ 20,0 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, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o 0,4 ÷ 2,9 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,4 ÷ 1,8 mm;
- przemieszczenia poziome wzdłużne w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,4 ÷ 4,0 mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o 0,3 ÷ 4,2 mm, w okresie 06.2014 ÷

10.2014 zmieniły się o $0,2 \div 4,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $0,9 \div 11,0$ mm.

W przekroju pomiarowym XII (Zał. 3.12)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły $4,0 \div 6,0$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $3,0 \div 4,0$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $1,0 \div 8,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły $1,0 \div 11,0$ mm;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły $0,5 \div 6,3$ mm; w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $1,1 \div 6,5$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $0,2 \div 9,4$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $0,3 \div 8,1$ mm;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły $1,0 \div 2,8$ mm, w okresie 11.2013 ÷ 06.2014 zmieniły się o $0,7 \div 3,8$ mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 zmieniły się o $1,0 \div 4,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $2,7 \div 10,6$ mm.

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

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

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 9 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna. Lokalizację przekrojów pomiarowych na tle zinwentaryzowanych wg SOPO osuwisk i terenów zagrożonych przedstawiono w Zał. 1.3 (przekrój XIII) i 1.4 (przekrój XIV). Lokalizacja poszczególnych punktów pomiarowych i reperów odniesienia została przedstawiona w Zał. 2.3 (przekrój XIII) i 2.4 (przekrój XIV).

Dla każdego przekroju przewidziano minimum dwa punkty kontrolne (odniesienia) na górze skarpy oraz minimum dwa punkty kontrolne na dole skarpy. Punkty kontrolowane stanowią wloty (górne części) rur inklinometrycznych zainstalowanych w przekroju pomiarowym skarpy. Przemieszczenia poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe

w czasie drugiej serii pomiarów: temp. od 11 do 20° C, w ciągu dnia umiarkowane zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przemieszczeń mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska i Słomczyna stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XIII (Zał. 3.13)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 4,0 ÷ 37,0 mm;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 0,2 ÷ 4,1 mm;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 0,8 ÷ 1,7 mm.

W przekroju pomiarowym XIV (Zał. 3.14)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 1,0 ÷ 30,0 mm;
- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 4,0 ÷ 37,0 mm;
- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 08.2014 ÷ 10.2014 wynosiły 4,0 ÷ 37,0 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. W roku 2014 zauważa się dalsze ruchy mas ziemnych na monitorowanych obszarach.
2. Analizując przemieszczenia mas ziemnych w rejonie Góry Kalwarii stwierdza się, iż:

- A) Przeszaczenia poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do 7 sesji pomiarowej (06.2014), zwiększyły się o $1,0 \div 38,0$ mm. Największe rzędu $16,0 \div 38,0$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/2 – 38,0 mm), IV (INK4/2 – 17,0 mm), V (INK5/3 – 23,0 mm), VI (INK6/2 – 16,0 mm), VII (INK7/1 – 20,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) całkowite przeszaczenia poziome wyniosły $3,0 \div 737,0$ mm. Największe rzędu $47,0 \div 737,0$ mm wystąpiły w przekroju III (INK3/2 – 53,0 mm, INK3/3 – 47,0 mm), IV (INK4/2 – 142,0 mm), V (INK5/2 – 56,0 mm, INK5/3 – 737,0 mm), VI (INK6/2 – 67,0 mm), co daje maksymalny powierzchniowy ruch skarpy na poziomie ok. 5,1 mm / miesiąc. Ekstremum wystąpiło w przekroju V, gdzie pojawiły się również spękania gruntu w okolicy punktu pomiarowego INK5/3.
- B) Przeszaczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 7 sesji pomiarowej (06.2014), zmieniły się o $0,0 \div 15,4$ mm. Największe rzędu $9,2 \div 15,4$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/2 – 12,5 mm), IV (INK4/2 – 9,2 mm), V (INK5/2 – 15,4 mm, INK5/3 – 15,1 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przeszaczenia pionowe wyniosły $0,3 \div 79,7$ mm. Największe rzędu $39,4 \div 79,7$ mm wystąpiły w przekroju IV (INK4/2 – 39,4 mm) oraz V (INK5/2 – 52,5 mm, INK5/3 – 79,7 mm).
- C) Pomiaru inklinometryczne ruchów wglębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w stosunku do 7 sesji pomiarowej (06.2014) przeszaczenie wzrosło o $0,1 \div 5,0$ mm. Największe rzędu $2,0 \div 5,0$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/3 – 3,0 mm), III (INK3/3 – 5,0 mm), V (INK5/1 – 2,0 mm, INK5/2 – 2,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przeszaczenia wglębne wyniosły $2,6 \div 68,0$ mm. Największe rzędu $51,5 \div 68,0$ mm wystąpiły w przekroju II (INK2/2 – 56,9 mm), III (INK3/3 – 68,0 mm) IV (INK4/2 – 51,5 mm), V (INK5/1 – 57,0 mm, INK5/2 – 55,0 mm, INK5/3 – 57,0 mm), co daje maksymalny wglębny ruch skarpy na poziomie ok. 1,6 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, VI i VII występują ciągle i postępujące wglębne ruchy mas ziemnych zagrażające infrastrukturze naziemnej;
 - w przekroju VIII w 6, 7 i 8 sesji pomiarowej zarejestrowano najmniejsze wglębne ruchy mas ziemnych (w okresie 08.2013 $\div$ 11.2013 ok. $0,5 \div 0,7$ mm, w okresie

11.2013 ÷ 06.2014 ok. 0,3 ÷ 0,8 mm, w okresie 06.2014 ÷ 10.2014 ok. 0,2 ÷ 0,4 mm);

Biorąc pod uwagę przemieszczenia wgłębne zarejestrowane w poprzednich sesjach pomiarowych można spodziewać się ponownego narastania wgłębnych ruchów mas ziemnych w tym rejonie i należy traktować ten odcinek Skarpy Wiślanej jako niestabilny.

4. Analizując przemieszczenia mas ziemnych w rejonie Czerska (przekrój IX i X) stwierdza się, iż:

A) Przemieszczenia poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do 5 sesji pomiarowej (06.2014), zwiększyły się o 2,0 ÷ 4,0 mm. Największe rzędu 4,0 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły 4,0 ÷ 5,0 mm. Największe rzędu 5,0 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/2), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,2 mm / miesiąc.

B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 5 sesji pomiarowej (06.2014), zwiększyły się o 0,1 ÷ 8,4 mm. Największe rzędu 8,4 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/3). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) przemieszczenia pionowe wyniosły 0,4 ÷ 3,8 mm. Największe rzędu 3,8 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do 5 sesji pomiarowej (06.2014), przemieszczenie wzrosło o 0,8 ÷ 1,4 mm. Największe rzędu 1,4 mm wystąpiło w przekroju IX (INK9/1). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia wgłębne wyniosły 4,6 ÷ 21,5 mm. Największe rzędu 21,5 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/2), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,8 mm / miesiąc.

5. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku, w przekroju pomiarowym: IX występują postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej. W przekroju pomiarowym X pomiar był niemożliwy ze względu na brak zgody właściciela na wejście na posesję.

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 3 sesji pomiarowej (06.2014), zwiększyły się o 1,0 ÷ 30,0 mm. Największe rzędu 30,0 mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/2). W odniesieniu

- do pomiaru zerowego (09.2013) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły $1,0 \div 20,0$ mm. Największe rzędu 20,0 mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/2), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 1,5 mm / miesiąc.
- B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 3 sesji pomiarowej (06.2014), zwiększyły się o $0,2 \div 9,4$ mm. Największe rzędu 9,4 mm wystąpiły w przekroju XII (INK12/3). W odniesieniu do pomiaru zerowego (09.2013) przemieszczenia pionowe wyniosły $0,3 \div 8,1$ mm. Największe rzędu 8,1 mm wystąpiły w przekroju XII (INK12/3).
- C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do 3 sesji pomiarowej (06.2014), przemieszczenie wzrosło o $0,2 \div 4,0$ mm. Największe rzędu 4 mm wystąpiło w przekroju XI (INK11/2) oraz XII (INK12/1). W odniesieniu do pomiaru zerowego (09.2013) całkowite przemieszczenia wgłębne wyniosły $0,9 \div 11,0$ mm. Największe rzędu $10,6 \div 11$ mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/2 – 11,0 mm) oraz XII (INK12/1 – 10,6), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,8 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.
8. Analizując przemieszczenia mas ziemnych w rejonie Czerska i Słomczyna (przekrój XIII i XIV) stwierdza się, iż:
- A) Przemieszczenia poziome (na kierunku x(N) - prostopadłe do skarpy), w odniesieniu do pomiaru zerowego (08.2014), wyniosły $1,0 \div 37,0$ mm. Największe rzędu $30,0 \div 37,0$ mm wystąpiły w przekroju XIII (INK13/1 – 37,0 mm) oraz XIV (INK14/1 – 30,0 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 16,7 mm / miesiąc.
- B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do pomiaru zerowego (08.2014), wyniosły $0,2 \div 4,1$ mm. Największe rzędu 4,1 mm wystąpiły w przekroju XIV (INK14/2).
- C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do pomiaru zerowego (08.2014), wyniosły $0,8 \div 1,7$ mm. Największe rzędu 1,7 mm wystąpiło w przekroju XIV (INK14/2), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,8 mm / miesiąc.
9. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku i Słomczynie, w przekrojach pomiarowych XIII i XIV, występują postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej.