

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

ZAMAWIAJĄCY:

POWIAT PIASECZYŃSKI
UL. CHYLICKOWSKA 14
05-500 PIASECZNO

Opracował zespół:

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

mgr Aneta Cała

Warszawa – listopad 2013r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	3
2. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA	4
3. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW	5
4. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH	7
5. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY	8
5.1. Przemieszczenia skarpy w rejonie Góry Kalwarii (przekroje I-VIII)	8
5.2. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska (przekroje IX i X)	13
5.3. Przemieszczenia skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna (przekroje XI i XII)	14
6. WNIOSKI KOŃCOWE	15

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	Odległości pomiędzy głowicami kolumn inklinometrycznych w poszczególnych przekrojach pomiarowych [m]
Zał. 5.0	Zestawienie wyników pomiarów przemieszczeń pionowych i poziomych głowic kolumn inklinometrycznych
Zał. 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 Kawęczyn – przekroje pomiarowe XI i XII;
- wyniki czwartej serii pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w miejscowości Czersk – przekroje pomiarowe IX i X
- wyniki szóstej 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 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 po-

- miarów wglębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej w Górze Kalwarii (przekrój I-VIII) pow. Piaseczyński, woj. Mazowieckie. HydroGeoStudio. 09-2013.
- [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. 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 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 Przeciwosuwiskowej SOPO Państwowego Instytutu Geologicznego [11]. 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 [4], [5], [7] i [8]):

- 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;
- 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.

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

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

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] i [3].

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"
	INK5/2	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"
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"

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

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 Mo-czydłowa) i Kawęczynie 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 i Kawęczyn;
- 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 i Kawęczyn;
- 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 odnie-sieniu 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 kątowna 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

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 z wyjątkiem INK5/1, który został przysypany hałdą ziemi. Warunki pogodowe w czasie szóstej serii pomiarów: temp. od 3 do 9° C, w ciągu dnia duże 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 6,0 ÷ 35,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 07 ÷ 11,8 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 1,8 ÷ 34,0 mm. W kolumnie inklinometrycznej INK1/2 rura inklinometryczna została uszkodzona prawdopodobnie przez maszyny rolnicze. Ruchy widoczne na wykresie (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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 1,0 ÷ 18,0 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 $5,6 \div 12,9$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $1,3 \div 6,4$ mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 zmieniły się o $1,0 \div 8,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $0,2 \div 22,7$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $2,0 \div 11,7$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $4,2 \div 49,4$ 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 $1,0 \div 9,0$ mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o $0,0 \div 1,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $14,0 \div 47,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $9,0 \div 17,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły $4,0 \div 47,0$ mm;

- przemieszczenia powierzchniowe pionowe w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o $0,0 \div 2,1$ mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o $0,2 \div 3,6$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $0,6 \div 16,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $1,2 \div 15,8$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły $1,5 \div 7,9$ mm;

- przemieszczenia poziome wgłębne w okresie 11.2011 ÷ 10.2012 zmieniły się o $1,2 \div 10,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $0,5 \div 19,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $1,5 \div 16,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły $7,2 \div 55,0$ mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,0 m ppt (INK3/3).

Kolumna inklinometryczna INK3/2 wykonuje ruch boczny w kierunku Warszawy – właściciele działki zgłaszają osuwający się garaż. Długość rury inklinometrycznej jest zbyt krótka by uchwycić powierzchnię poślizgu.

W przekroju pomiarowym IV (Zał. 3.4)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 11.2011 ÷ 04.2012 zmieniły się o $11,0 \div 18,0$ mm, w okresie 04.2012 ÷ 10.2012 zmieniły się o $4,0 \div 11,0$ mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o $2,0 \div 81,0$ mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o $6,0 \div 19,0$ mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły $24,0 \div 94,0$ 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,0 ÷ 27,5 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 2,1 ÷ 40,0 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, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 6,0 ÷ 20,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 51,0 ÷ 611,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 30,3 ÷ 90,6 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 48,0 ÷ 50,0 mm. Powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości ok. 5,8 m ppt (INK5/2).

Kolumna inklinometryczna INK5/1 jest niedostępna do pomiaru – głowica kolumny została zasypana zwałami gruzu i ziemi.

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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 17,0 ÷ 60,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 4,2 ÷ 5,7 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 5,1 ÷ 43,0 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, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 2,0 ÷ 14,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 12,0 ÷ 18,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,5 ÷ 7,1 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 4,2 ÷ 36,0 mm. Góra kolumny inklinometrycznej INK7/1 jest niestabilna – prawdopodobnie została wypłukana iniekcja wózków 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 2,0 ÷ 3,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 2,6 ÷ 5,1 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,7 ÷ 12,95 mm.

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

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
- 4 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013

Pomiary przeprowadzono na 6 pionach inklinometrycznych w 2 przekrojach pomiarowych (zlokalizowanych prostopadle do badanej skarpy) oraz 8 reperach odniesienia zlokalizowanych poza zasięgiem wpływu skarpy w rejonie Czerska. 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 czwartej serii pomiarów: temp. od 3 do 9° C, w ciągu dnia duże 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 0,0 ÷ 12,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,2 ÷ 5,2 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 2,9 ÷ 17,5 mm.

W przekroju pomiarowym X (Zał. 3.10)

- przemieszczenia powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 05.2012 ÷ 10.2012 wynosiły 11,0 ÷ 17,0 mm, w okresie 10.2012 ÷ 08.2013 zmieniły się o 14,0 ÷ 23,0 mm, w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zmieniły się o 11,0 ÷ 24,0 mm, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe poziome wynosiły 12,0 ÷ 14,0 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia powierzchniowe pionowe wynosiły 1,2 ÷ 4,7 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, od początku pomiarów całkowite przemieszczenia poziome wgłębne wynosiły 3,1 ÷ 21,0 mm.

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

Sesje pomiarowe przeprowadzono w następujących okresach:

- 1 seria (pomiar zero) w okresie 18.09.2013
- 2 seria w okresie 07 ÷ 14.11.2013

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 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 po-miarowym skarpy. Przeszacowania poziome, pionowe, oraz ruchy górotworu badane inklinometrycznie wykonano dla każdej z rur inklinometrycznych. Warunki pogodowe w czasie drugiej serii pomiarów: temp. od 3 do 9° C, w ciągu dnia duże zachmurzenie, umiarkowany wiatr. Analizując wyniki pomiarów przeszacowań mas ziemnych skarpy w rejonie Czerska i Kawęczyna stwierdzono, iż:

W przekroju pomiarowym XI (Zał. 3.11)

- przeszacowania powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 10,0 ÷ 11,0 mm;
- przeszacowania powierzchniowe pionowe w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,2 ÷ 1,0 mm;
- przeszacowania poziome wgłębne w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,4 ÷ 4,0 mm.

W przekroju pomiarowym XII (Zał. 3.12)

- przeszacowania powierzchniowe poziome w kierunku prostopadłym do skarpy w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 4,0 ÷ 6,0 mm;
- przeszacowania powierzchniowe pionowe w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 0,5 ÷ 6,3 mm;
- przeszacowania poziome wgłębne w okresie 09.2013 ÷ 11.2013 wynosiły 1,0 ÷ 2,8 mm.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Z analizy przeszacowań 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 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 5 sesji pomiarowej (08.2013), zwiększyły się o $1 \div 25$ mm. Największe rzędu $17 \div 25$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/2 – 20 mm), II (INK2/1 – 19 mm), III (INK3/3 – 17 mm), IV (INK4/1 – 19 mm), V (INK5/3 – 20 mm), oraz VIII (INK8/1 – 20 mm, INK8/2 – 25 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły $1 \div 611$ mm. Największe rzędu $35 \div 611$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/2 – 35 mm), III (INK3/2 – 47 mm, INK3/3 – 42 mm), IV (INK4/2 – 94 mm), V (INK5/2 – 51 mm, INK5/3 – 611 mm), co daje maksymalny powierzchniowy ruch skarpy na poziomie ok. 5,0 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 5 sesji pomiarowej (08.2013), zmieniły się o $0,5 \div 15,8$ mm. Największe rzędu $8,7 \div 15,8$ mm wystąpiły w przekroju II (INK2/1 – 12,9 mm, INK2/3 – 8,7 mm), III (INK3/3 – 15,8 mm), IV (INK4/2 – 14,9 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przemieszczenia pionowe wyniosły $0,7 \div 90,6$ mm. Największe rzędu $27,5 \div 90,6$ mm wystąpiły w przekroju IV (INK4/2 – 27,5 mm) oraz V (INK5/2 – 30,3 mm, INK5/3 – 90,6 mm).
 - C) Pomiary inklinometryczne ruchów wglębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w stosunku do 5 sesji pomiarowej (08.2013) przemieszczenie wzrosło o $0,2 \div 16,0$ mm. Największe rzędu $10,0 \div 16,0$ mm wystąpiły w przekroju II (INK2/1 – 10,0 mm, INK2/2 – 11,7 mm), III (INK3/3 – 16,0 mm), IV (INK4/2 – 11,0 mm), V (INK5/2 – 15,0 mm, INK5/3 – 11,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (10.2011) przemieszczenia wglębne wyniosły $1,8 \div 55,0$ mm. Największe rzędu $22,5 \div 55,5$ mm wystąpiły w przekroju I (INK1/1 – 34 mm), II (INK2/1 – 27,5 mm, INK2/2 – 49,4 mm), III (INK3/1 – 29,0 mm, INK3/2 – 22,5 mm, INK3/3 – 55,0 mm), IV (INK4/1 – 32,0 mm, INK4/2 – 40,0 mm), V (INK5/2 – 48,0 mm, INK5/3 – 50,0 mm), VI (INK6/1 – 43,0 mm) oraz VII (INK7/1 – 28,5 mm, INK7/2 – 36,0 mm), co daje maksymalny wglębny ruch skarpy na poziomie ok. 1,5 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 ciągłe i postępujące wglębne ruchy mas ziemnych zagrażające infrastrukturze naziemnej;

- w przekroju VIII w okresie 08.2013 ÷ 11.2013 zarejestrowano najmniejsze wgłębne ruchy mas ziemnych (ok. 0,5 ÷ 0,7 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 3 sesji pomiarowej (08.2013), zwiększyły się o 4,0 ÷ 24,0 mm. Największe rzędu 11 ÷ 24 mm wystąpiły w przekroju X (INK10/1 – 11,0 mm, INK10/2 – 24,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia poziome wyniosły 0,0 ÷ 14,0 mm. Największe rzędu 12,0 ÷ 14,0 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1– 12,0 mm) oraz X (INK10/1– 14,0 mm, INK10/2 – 12,0 mm), co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 0,7 mm / miesiąc.

B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do 3 sesji pomiarowej (08.2013), zwiększyły się o 0,3 ÷ 5,6 mm. Największe rzędu 4,2 ÷ 5,6 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1 – 4,2 mm, INK9/2 – 5,6 mm, INK9/3 - 4,8 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) przemieszczenia pionowe wyniosły 1,2 ÷ 5,2 mm. Największe rzędu 4,7 ÷ 5,2 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/1– 5,2 mm) oraz X (INK10/3 – 4,7 mm).

C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do 3 sesji pomiarowej (08.2013), przemieszczenie wzrosło o 0,4 ÷ 3,0 mm. Największe rzędu 3,0 mm wystąpiło w przekroju IX (INK9/2 – 3,0 mm), X (INK10/2 – 3,0 mm). W odniesieniu do pomiaru zerowego (05.2012) całkowite przemieszczenia wgłębne wyniosły 2,9 ÷ 21,0 mm. Największe rzędu 14,0 ÷ 21,0 mm wystąpiły w przekroju IX (INK9/2 – 17,5 mm) oraz X (INK10/1 – 14,0 mm, INK10/2 – 21 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 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 pomiaru zerowego (09.2013), wyniosły $4,0 \div 10,0$ mm. Największe rzędu $10,0 \div 11,0$ mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/1 – 10,0 mm, INK11/2 – 11,0 mm) co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 5,3 mm / miesiąc.
- B) Przemieszczenia pionowe punktów, w odniesieniu do pomiaru zerowego (09.2013), wyniosły $0,2 \div 6,3$ mm. Największe rzędu $4,6 \div 6,3$ mm wystąpiły w przekroju XII (INK12/2 – 6,3 mm, INK1/3 – 4,6 mm).
- C) Pomiary inklinometryczne ruchów wgłębnych mas ziemnych w badanych punktach wykazały, iż w odniesieniu do pomiaru zerowego (09.2013) przemieszczenie wyniosło $0,4 \div 4,0$ mm. Największe rzędu 4,0 mm wystąpiły w przekroju XI (INK11/2 – 4,0 mm) co daje maksymalny ruch skarpy na poziomie ok. 2,0 mm / miesiąc.
7. Stwierdza się, iż na badanym obszarze w Czersku i Kawęczynie, w zainstalowanych przekrojach pomiarowych, występują postępujące wgłębne ruchy mas ziemnych mogące zagrażać infrastrukturze naziemnej.
8. Z uwagi na pojawiające się istotne ruchy poprzeczne jednej z kolumn inklinometrycznych (INK3/2) konieczne jest wprowadzenie geodezyjnego układu odniesienia, który umożliwi wyznaczenie wiarygodnych, rzeczywistych wartości przemieszczeń. Obecny system odniesienia umożliwia monitoring ruchów przede wszystkim w kierunku zgodnym z upadem skarpy. W tym systemie badanie przemieszczeń poprzecznych nie jest możliwe.