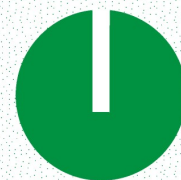


**GEOTECHNICA** sp.z o.o.  
*geologia i budownictwo*

87-100 Toruń, ul. Kościuszki 49d  
Regon nr 871524622 NIP 879-22-58-295; KRS nr 0000145007  
tel.(0-56) 655-80-40, tel./fax (0-56) 655-96-75; e-mail: biuro@geotechnica.pl



**Egz. nr 1**

**POMIAR - XI 2023**

## **SPRAWOZDANIE**

z pomiarów przemieszczeń wgłębnych wykonanych w 13 kolumnach inklinometrycznych zainstalowanych na odcinku staromiejskim Skarpy Wiślanej w Płocku oraz w 4 kolumnach inklinometrycznych zainstalowanych na Skarpie Wiślanej w rejonie ul. Grabówka w Płocku, pow. Płock, woj. mazowieckie

Zamawiający: **Gmina – Miasto Płock**  
09 – 400 Płock, ul. Stary Rynek 1

Opracował:

.....  
mgr Przemysław Przyborowski  
upr. geol. nr V-1354; VI-0442;VII-1188

Współpraca:

.....  
mgr inż. Anna Pustułka  
upr. geol. nr VII-1597

Toruń, listopad 2023r.

## Spis treści

- I. Wstęp
- II. Charakterystyka geologiczno-inżynierska
- III. Technologia wykonania inklinometrów
- IV. Zakres prac pomiarowych
- V. Analiza przemieszczeń skarp
- VI. Analiza geotechniczna
- VII. Wnioski końcowe

### Załączniki graficzne:

- 1/1. Mapy przeglądowe w skali 1 : 10 000
- 1/2. Mapy dokumentacyjne w skali 1 : 500
2. Profile geologiczne otworów inklinometrycznych
3. Wyniki pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej

### Zawartość płyty CD:

Tekst *Sprawozdania ...* - format pdf

- 1/1. Mapy przeglądowe w skali 1 : 10 000 – format pdf
- 1/2. Mapy dokumentacyjne w skali 1 : 500 – format pdf
2. Profile geologiczne otworów inklinometrycznych – format pdf
3. Wyniki pomiarów wgłębnych przemieszczeń Skarpy Wiślanej –  
– format pdf
4. Pomiarowe dane źródłowe – format txt

## I. WSTĘP

Niniejsze *Sprawozdanie* sporządzono na podstawie umowy pomiędzy firmą GEOTECHNICA Toruń, a Zamawiającym – Gminą Miasto Płock.

W opracowaniu przedstawiono wyniki pomiarów przemieszczeń wgłębnych wykonanych w 13 kolumnach inklinometrycznych zamontowanych na staromiejskim odcinku Skarpy Wiślanej oraz w 4 kolumnach inklinometrycznych zamontowanych przy ul. Grabówka w Płocku, woj. mazowieckie.

Na potrzeby opracowania wykorzystano:

- 1.1. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U.2011 nr 163 poz. 981) wraz z późniejszymi zmianami – tekst jednolity z dnia 27 stycznia 2023r (Dz.U. 2023 poz. 633);
- 1.2. Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, PIG Warszawa 2008r;
- 1.3. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 4 grudnia 2020 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz.U. 2020 poz. 2270);
- 1.4. Dokumentacja geologiczno-inżynierska w ramach projektowania przebudowy i zabezpieczenia odcinka ul. Grabówka w Płocku w rejonie czynnego osuwiska, Laboratorium Hydrogeologiczne i Geologiczno-Inżynierskie PIG – PIB, Warszawa, 2010;
- 1.5. Dokumentacja geologiczna (powykonawcza) dla czterech otworów hydrogeologicznych obserwacyjno-pomiarowych monitoringu lokalnego wody podziemnej pierwszego horyzontu wodonośnego, Zakład Badań Geologicznych i Robót Inżynierskich GEOBAD Krzysztof Denis, Słupno, wrzesień 2011;
- 1.6. Sprawozdanie z monitoringu inklinometrycznego skarpy Wiślanej w Płocku, Zakład Geotechniki i Fundamentowania ITB, Warszawa, listopad 2013r;
- 1.7. Operat Techniczny z wykonania pomiaru w 12 kolumnach inklinometrycznych zainstalowanych na odcinku staromiejskim Skarpy Wiślanej w Płocku, DWG Witold Domaradzki, Warszawa, wrzesień 2014;
- 1.8. Operat Techniczny z wykonania pomiaru w 4 kolumnach inklinometrycznych zainstalowanych na Skarpie Wiślanej przy ulicy Grabówka w Płocku, DWG Witold Domaradzki, Warszawa, wrzesień 2014;
- 1.9. Sprawozdanie z pomiarów przemieszczeń wgłębnych wykonanych w 12 kolumnach inklinometrycznych zainstalowanych na odcinku staromiejskim Skarpy Wiślanej w Płocku oraz w 4 kolumnach inklinometrycznych zainstalowanych na Skarpie Wiślanej w rejonie ul. Grabówka w Płocku, pow. Płock, woj. mazowieckie; Geotechnica, Toruń, październik 2015;
- 1.10. Sprawozdanie z monitoringu inklinometrycznego skarpy wiślanej w Płocku (czerwiec 2016), Zakład Konstrukcji Budowlanych i Geotechniki ITB, Warszawa, czerwiec 2016r;

- 1.11. Sprawozdanie z monitoringu inklinometrycznego skarpy wiślanej w Płocku (wrzesień 2016), Zakład Konstrukcji Budowlanych i Geotechniki ITB, Warszawa, październik 2016r;
- 1.12. Operat techniczny z montażu i pomiaru zerowego kolumny inklinometrycznej INK5 położonej na dz. nr 1010/1 przy ul. Kościuszki 18 w Płocku, pow. Płock, woj. mazowieckie, GEOTECHNICA Toruń, grudzień 2018r.

## II. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Objęte pomiarami kolumny inklinometryczne zainstalowane są na dwóch odcinkach Skarpy Wiślanej w granicach administracyjnych miasta Płocka, w prawobrzeżnej jego części. Inklinometry I-1, I-2, I-3, I-4, I-5A, I-6, I-7, I-8A, INK1A, INK2, INK3, INK4 i INK5 położone są na odcinku staromiejskim powyżej górnej krawędzi skarpy. Inklinometry I1, I2, I3, I4 położone są w dolnej części skarpy przy ul. Grabówka. Inklinometry przy ul. Grabówka zamontowane są w parach z hydrogeologicznymi otworami obserwacyjnymi – piezometrami.

### Odcinek staromiejski Skarpy Wiślanej

Pod względem geomorfologicznym teren badań położony jest w południowo-wschodnim krańcu wysoczyzny morenowej Pojezierza Dobrzyńskiego. Poziom wysoczyzny jest wyrównany, a rzędne zawierają się w granicach 94,0-102,0 m n.p.m. Od południa wysoczyzna morenowa graniczy z doliną rzeki Wisły. Średni poziom wody w Wiśle kształtuje się tu na rzędnej ca 57,0 m n.p.m. Zbocze na odcinku staromiejskim ma wysokość ca 30 - 40 m i średnie nachylenie skłonu wynosi ok. 20°-30°. W rejonie badań powierzchniowe ruchy masowe ziemi obecnie ograniczają się do procesów spłukiwania i wymywania gruntu przez wody deszczowe. Jednak na obszarze tym znajduje się szereg starych nisz osuwiskowych, a także obszary nisz osuwiskowych, które zostały zasypane.

Analizowany odcinek skarpy wiślanej, w strefie objętej obserwacjami w otworach inklinometrycznych, budują grunty czwartorzędowe i neogeńskie:

Czwartorzęd (Q) - stwierdzono tu osady holoceni i plejstoceni.

Holocen (Qh) reprezentowany jest przez *grunty antropogeniczne (nasypy niekontrolowane)*. Litologicznie są to bezstrukturalne, niejednorodne, równowiekowe mieszaniny piaszczysto-gliniasto-gruzowe. Osady te stwierdzono na powierzchni, maksymalnie do głebokości 7,3 m p.p.t. Najmniejszą miszo osad antropogenicznych stwierdzono w otworach INK4, INK5, INK1 i I-8A. Natomiast największą miszo stwierdzono w otworach I-4, I-1 i I-5. Grunty antropogeniczne zostały stwierdzone we wszystkich otworach poza otw. I-3.

Plejstocen (Qp) wykształcony jest w postaci *gruntów lodowcowych i wodno-lodowcowych*.

*Grunty lodowcowe* są dominującym osadem budującym wysoczyzn morenową. Litologicznie są to gliny piaszczyste i gliny pylaste.

*Grunty wodno-lodowcowe* zostały stwierdzone na całym odcinku. Występują one w postaci przewarstwieni i soczewek w obrębie spoistych gruntów lodowcowych. Litologicznie są to piaski średnie oraz piaski drobne, grube i pospolki. Miszo gruntów piaszczystych waha się od 0,2 do 11,2 m. W inklinometrze INK5 i I-6 gruntów tych nie przewiercono.

W przewarstwieniach gruntów wodno-lodowcowych występuje woda podziemna o zwierciadle zarówno swobodnym jak i napiętym. Na podstawie danych geologicznych z wykonania inklinometrów stwierdza się, że nie jest to ciągły poziom wodonośny.

Neogen (Ng) wykształcony jest w postaci mioceńsko-plioceniskich iłów formacji poznańskiej. W otworach inklinometrycznych osady te stwierdzono na głebokości 29,0 – 36,8 m p.p.t. tj. na rzędnych 62,38 – 69,17 m n.p.m. Gruntów tych nie stwierdzono w otworach INK2, INK5, I-6 i I-7.

Na zał. nr 2 zestawiono karty geologiczne otworów piezometrycznych ilustrujące budow geologiczną tego odcinka Skarpy Wiślanej.

## **Odcinek Skarpy Wiślanej przy ul. Grabówka**

Pod względem geomorfologicznym teren badań położony jest u podnóża wysoczyzny morenowej Pojezierza Dobrzyńskiego w skrajnie brzeżnej części Kotliny Płockiej. Wysoczyzna w tym miejscu charakteryzuje się skłonem zbocza łagodniejszym niż na odcinku staromiejskim. Średnie nachylenie zbocza wynosi tu ca 5°. Wysokość zbocza osiąga tu około 23 m. Inklinometry zainstalowane są na prawej terasie nadzalewowej rzeki Wisły. Rzędne zawierają się w granicach 65,0-68,0 m n.p.m. Inklinometry zostały zainstalowane w rejonie osuwiska, które w latach 2009, 2010 i wcześniejszych było aktywne. Osuwanie się mas ziemnych w tym rejonie doprowadziło do zniszczenia drogi. Procesy osuwania się mas ziemnych zachodziły w wyniku przesylenia niespoistych osadów nasypowych i koluwalnych wodą gruntową pochodząca z infiltracji po intensywnych opadach atmosferycznych. Wody te spływając w obrębie mas ziemnych po zboczu wysoczyzny powodowały wymywanie drobnego materiału i rozluźnienie gruntów. Obecnie osuwisko zostało zabezpieczone, a droga została odbudowana. W trakcie badań geologiczno-inżynierskich prowadzonych przez PIG-PIB w roku 2010 została wyinterpretowana powierzchnia poślizgu osuwiska. Stwierdzono wówczas, że ruch mas ziemnych zachodzi w spągu osadów nasypowych i koluwalnych po stropie iłów plioceńskich. W założeniu inklinometry I1 i I2 powinny monitorować stan ruchów wgłębnych powyżej zasięgu wyinterpretowanej powierzchni poślizgu, natomiast kolumny I3 i I4 w jej zasięgu. Powierzchnia poślizgu w tych kolumnach powinna przebiegać nad stropem iłów tj. na głębokości około 6 – 8 m p.p.t.

### Budowa geologiczna analizowanego odcinka:

Na omawianym odcinku do głębokości rozpoznanej otworami inklinometrycznymi zalegają grunty czwartorzędowe i neogeńskie.

Czwartorzęd (Q) - stwierdzono tu osady holocenijskie.

Holocen (Qh) reprezentowany jest przez *grunty antropogeniczne (nasypy niekontrolowane)* oraz *osady koluwialne*. Osady te budują rzeźbę analizowanego terenu. Nasypy antropogeniczne są wykształcone jako bezstrukturalne, niejednorodne, różnowiekowe mieszaniny piaszczysto-gliniasto-gruzowe. Osady te stwierdzono do głębokości ca 2,6-8,1 m p.p.t. Najmniejszą miąższość zdeponowanych przez człowieka osadów stwierdzono w otworach I1 i I2. Natomiast największą miąższość stwierdzono w otworze I4. Grunty antropogeniczne zostały stwierdzone we wszystkich otworach. Koluwia stanowią przemieszczone przez procesy stokowe osady różnego wieku. Wyróżniono tu przemieszczone osady piaszczyste, gliniaste oraz iły neogenijskie. Miąższość koluwiów zawiera się w przedziale 7,0-11,8 m, jedynie w otworze I4 osadów koluwialnych nie stwierdzono.

Neogen (Ng) wykształcony jest w postaci mioceńsko-pliocenijskich iłów formacji poznańskiej. Osady te stwierdzono na głębokości 8,1 – 14,4 m p.p.t. tj. na rzędnych 54,74 – 58,45 m n.p.m.

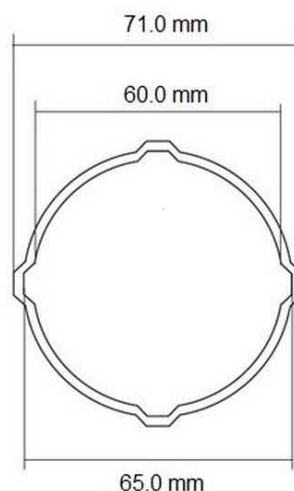
Z badań archiwalnych (z montażu inklinometrów i z badań geologiczno-inżynierskich rejonu osuwiska) wynika, że w gruntach niespoistych nasypowych i koluwialnych występuje poziom wód gruntowych spływających po zboczu wysoczyzny w kierunku doliny Wisły. Poziom tych wód jest silnie uzależniony od występowania opadów atmosferycznych oraz od poziomu wody w Wiśle. Według [1.4.] wody te występują na głębokości od 1,2 do 4,3 m p.p.t. Natomiast w trakcie montażu inklinometrów wodę gruntową stwierdzono jedynie w otworze I1 na głębokości 6,3 m p.p.t., zwierciadło napięte stabilizowało się na głębokości 5,5 m p.p.t. Na podstawie danych geologicznych pochodzących z montażu inklinometrów stwierdza się, że taki sam poziom wodonośny powinien być stwierdzony w pozostałych otworach. Brak jest jednak takiej informacji w kartach otworów inklinometrycznych (zał. nr 2). W bezpośrednim sąsiedztwie inklinometrów (zał. nr 1/2.G) zamontowano piezometry o głębokości 4,5 – 6,6 m p.p.t.

### III. TECHNOLOGIA WYKONANIA INKLINOMETRÓW

Rury inklinometryczne to specjalne rury, instalowane w otworach wiertniczych. Stosowane są one do monitorowania wglębnych przemieszczeń poziomych na poszczególnych głębokościach. Rury charakteryzują się niskim skruceniem spiralnym i zapewniają precyzyjne działanie oraz ustawienie (orientację) sondy inklinometrycznej podczas pomiaru.

Zamontowane kolumny inklinometryczne powinny być zorientowane (zamontowane) w taki sposób, że jedna z płaszczyzn rowków pomiarowych [A] odpowiada azymutowi kierunku przemieszczenia utworów koluwalnych – zgodnie z miejscową praktyką jest to kierunek zgodny z nachyleniem zbocza (predysponowany kierunek przemieszczeń). Druga oś [B] jest prostopadła do niej.

Materiał: ABS tworzywo ; Średnica zew.: 71.0 mm; Średnica wew.: 60.0 mm  
Średnica wew. rowka: 65.0 mm; Grubość: 3.75 mm; Długość: 3 metry  
Masa: 0.70 kg/m; Skrucenie spiralne:  $<0.6^\circ / 3 \text{ m}$



**Rys. 1** Przekrój poprzeczny przez zamontowane kolumny inklinometryczne ABS

Inklinometry nr I1 do I4 przy ul. Grabówka oraz INK1A do INK4 oraz I-5A na odcinku staromiejskim wykonano z rur typu ABS 0S131006000 o średnicy 71 mm. Pozostałe inklinometry na odcinku staromiejskim wykonano z rur ABS 50 dla nr I-1 do I-4 oraz ABS 0S141107000 dla nr I-6 do I-8A.



#### IV. ZAKRES PRAC POMIAROWYCH

W trakcie prac pomiarowych w listopadzie 2023r. wykonano, w 17 kolumnach inklinometrycznych kolejne serie pomiarów przemieszczeń wgłębnych Skarpy Wiślanej. Pomiary te oznaczono:

- inklinometr INK5 pomiar 010 (inklinometr wykonany w listopadzie 2018r.);
- inklinometry I-5A, I-8A i INK1A pomiar 017;
- inklinometry I1, I2, I3 i I4 (Grabówka) pomiar 020;
- inklinometry I-1, I-4 i INK2 pomiar 023;
- inklinometry I-6, INK3 i INK4 pomiar 024;
- inklinometry I-2, I-3 i I-7 pomiar 025.

Przed wykonaniem pomiarów wszystkie kolumny inklinometryczne oczyszczono i pomierzono ich głębokości.

W żadnej kolumnie nie stwierdzono zasypania ani uszkodzenia głowic. Prawidłowy pomiar możliwy jest we wszystkich kolumnach.

Do wykonania pomiarów przemieszczeń wgłębnych użyty został zestaw pomiarowy składający się z sondy cyfrowej firmy Sisgeo model S242DVXX, numer seryjny S150653 oraz rejestratora polowego Archimede ver. 0.5.0 firmy Sisgeo. Zestaw ten przystosowany jest do zapisu pomiarów w interwałach co 0,5 m, posiada on aktualną klibrację producenta. W kolumnach INK2, INK3 i INK4, ze względu na wcześniej przyjętą metodykę, do analiz (porównań) przyjęto wyniki pomiarów w interwale co 1 m. Jednakże na dołączonym do niniejszego sprawozdania załączniku cyfrowym dane zawierają pomiar w interwale 0,5m.

W trakcie pomiarów inklinometrycznych mierzone jest kątowe odchylenie kolumny od pionu, którego zmiany (odchylenia) interpretowane są jako wynik ruchu mas ziemnych. Dla każdego odcinka pomiarowego, mierzone jest kątowe odchylenie od pionu i oblicza się wartość liniową odchylenia. Wykonując okresowe pomiary liniowych odchyień kolumny inklinometrycznej od pionu wyznacza się zachodzące w interwale czasu przemieszczenia poziome tej kolumny. Pomiary przemieszczeń

poziomych, realizowane w terenie, wyznaczają położenie, wzajemnie prostopadłych osi pomiarowych A i B. Jak podano w rodz. III, przyjęto, że oś skierowaną zgodnie z upadem skarpy oznacza się jako oś A1. Przyjęte oznaczenie osi A1 należy zachować w trakcie wszystkich kolejnych pomiarów okresowych danego inklinometru.

W większości kolumn inklinometrycznych przyjęta w trakcie pomiaru zerowego oś A1 jest zgodna z kierunkiem generalnego upadu skarpy wiślanej (zgeneralizowany upad skarpy w kierunku Wisły nieuwzględniający lokalnych rozcięć erozyjnych w skarpie) – przyjęto ca 210-215°. Wyjątek od tego stanowią inklinometry: INK2, INK3 i INK4. W inklinometrach tych oś A1 przyjęta przy pomiarze zerowym skierowana jest w kierunku zbliżonym do północy magnetycznej.

W INK2 azymut osi A1 wynosi ca 30°, przy azymucie upadu skarpy wynoszącym ca 190°. W INK3 azymut osi A1 wynosi ca 360°, przy azymucie upadu skarpy wynoszącym ca 260°. W INK4 azymut osi A1 wynosi ca 30°, przy azymucie upadu skarpy wynoszącym ca 242°.

Określone w trakcie pomiarów odchylenia inklinometru w osiach pomiarowych A i B pozwoliły na określenie w stosunku do pomiarów zerowych:

**przemieszczeń sumarycznych** (*cumulative displacement*) – stanowiących sumę przyrostów przemieszczeń do określonych głębokości licząc od głębokości umownej (spód kolumny).

## V. ANALIZA PRZEMIESZCZEŃ SKARPY

Wyniki sesji pomiarowych wykonanych w listopadzie br. przedstawiono graficznie na zał. nr 3. Przemieszczenia sumaryczne (*cumulative displacement*) przedstawiono dla każdego inklinometru na trzech wykresach:

- wykres przemieszczeń sumarycznych w kierunku osi A i B;
- wykres przemieszczeń sumarycznych w kierunku maksymalnych wartości przemieszczeń oraz wykres zmian azymutu tych przemieszczeń;
- wykres biegunowy przemieszczeń sumarycznych względem osi A i B.

Wyniki pomiarów sondą inklinometryczną porównywano do pomiarów wcześniejszych zachowujących ogólną tendencję kształtu krzywej przemieszczeń.

### **Inklinometr I-1**

Wyniki porównywano z pomiarami 018:23/06/2021, 019:16/11/2021, 020:06/06/2022 021:09/11/2022 i 022:22/06/2023. Przemieszczenia w obu osiach zawierają się w przedziale od kilku do 20-25 mm. Największe przemieszczenia występują w górnej części kolumny. Nadal zaznaczają się przemieszczenia w strefie występowania przewarstwienia nawodnionych piasków drobnych na głębokości ca 11 m p.p.t. W odniesieniu do pomiaru 022 (czerwiec 2023r), w tej strefie głębokości przemieszczenie wynosi 3-4mm i odbywa się w kierunku prostopadłym do upadu skarpy. Jest to również dominujący kierunek nachylenia całego pionu.

### **Inklinometr I-2**

Wyniki porównywano z pomiarami 020:23/06/2021, 021:16/11/2021, 022:06/06/2022, 023:09/11/2022 i 024:22/06/2023.

Nadal wyraźne są przemieszczenia w strefie występowania przewarstwienia nawodnionych piasków drobnych na głębokości ca 10 m p.p.t. Jednak w bieżącym pomiarze zmniejszyły się one. W odniesieniu do pomiaru zerowego, w tej strefie głębokości przemieszczenie w bieżącym pomiarze zawiera się w granicach

ca 20-23 mm i odbywa się w kierunku prostopadłym do upadu skarpy. Jest to również dominujący kierunek nachylenia całego pionu. W stosunku do pomiaru 024 (czerwiec 2023r) przemieszczenie sumaryczne się zmniejszyło i wyniosło do 3-5mm.

### **Inklinometr I-3**

Wyniki porównywano z pomiarami 020:23/06/202, 021:16/11/2021, 022:06/06/2022, 023:09/11/2022 i 024:22/06/2023.

Największe przemieszczenia występują w górnej części kolumny w strefie występowania przewarstwień piaszczystych częściowo nawodnionych. Bardzo wyraźne, rejestrowane we wszystkich pomiarach jest przemieszczenie w strefie głębokości 23 m p.p.t. Mierzone w roku 2011 przemieszczenie sumaryczne (w stosunku do pomiaru zerowego) wynoszą 10-12cm i wyraźnie ukierunkowane są zgodnie z upadem skarpy. To największe przemieszczenie kolumny w tym miejscu wystąpiło krótko po jej montażu – co było prawdopodobnie spowodowane osiadaniem obsypki. Z analiz wynika, że nie odnotowano tu znaczących wzrostów przemieszczeń w stosunku do pomiaru z 2011r. W stosunku do pomiaru 024 (czerwiec 2023r.) przemieszczenia sumaryczne w tym miejscu nie wzrosło. Generalnie w bieżącym pomiarze nie odnotowuje się przemieszczeń względem pomiaru 024.

### **Inklinometr I-4**

Wyniki porównywano z pomiarami 018:22/06/2021, 019:16/11/2021, 020:06/06/2022, 021:09/11/2022 i 022:22/06/2023.

W strefie powyżej warstwy wodonośnej (ca 11-14 m p.p.t.) zarejestrowano przemieszczenie rzędu 18-20 mm w kierunku generalnego nachylenia Skarpy Płockiej. W porównaniu z pomiarem z czerwca 2023r. przemieszczenie w tym miejscu wzrosło o 3-4mm. Przemieszczenia te wymagają dalszej obserwacji. Generalny ruch wglębny zgodnie z upadem skarpy.

### **Inklinometr I-5A**

Wyniki porównywano z pomiarami 012:22/06/2021, 013:16/11/2021, 014:06/06/2022 i 015:08/11/2022 i 016:21/06/2023. Brak zwiększonej dynamiki w stosunku do pomiaru 016 (czerwiec 2023r.). Nadal największe ruchy występują w przedziale głębokości 8-11m p.p.t i 18-21 m p.p.t. dochodzące do 8-9mm w stosunku do pomiaru zerowego. Niniejszy pomiar potwierdził występowanie niewielkich przemieszczeń w tych przedziałach oraz w przedziale 32-36m ppt.

W strefie głębokości 32-36m p.p.t. tak jak w poprzednich pomiarach stwierdzono przemieszczenia dochodzące do 13-14mm w stosunku do pomiaru zerowego.

Dominującym kierunkiem ruchu całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek przeciwny do upadu zbocza.

### **Inklinometr I-6**

Wyniki porównywano z pomiarami 019:22/06/2021, 020:16/11/2021, 021:06/06/2022, 022:08/11/2022 i 023:21/06/2023.

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. W całym monitorowanym górotworze stwierdza się ruch w kierunku prostopadłym do upadu skarpy. Dynamika tego procesu jest nieznaczna. W bieżącym pomiarze zauważa się nieznaczne zwiększenie przemieszczeń sumarycznych w stosunku do pomiaru 023(czerwiec 2023r)

### **Inklinometr I-7**

Wyniki porównywano z pomiarami 020:22/06/2021, 021:16/11/2021, 022:06/06/2022 i 023:08/11/2022 i 024:22/06/2023.

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Generalnie łączne przemieszczenia sumaryczne nie przekraczają 23mm. W stosunku do pomiaru 024 (czerwiec 2023r) obserwuje się zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w całym profilu o ca 2-3 mm. Tendencję tą zaobserwowano generalnie w całym profilu

inklinometru. Dominującym kierunkiem nachylenia całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek przeciwny do upadu zbocza.

### **Inklinometr I-8A**

Wyniki porównywano z pomiarami 012:22/06/2021, 013:16/11/2021, 014:06/06/2022 015:08/11/2022 i 016:21/06/2023.

W bieżącym pomiarze nie stwierdzono w stosunku do pomiaru 016 (czerwiec 2023r) zwiększonych przemieszczeń na głębokościach 18-23m ppt w kierunku prostopadłym do upadu skarpy i 27-29m ppt w kierunku zgodnym z upadem skarpy. Obserwuje się zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w odniesieniu do pomiaru poprzedniego.

Generalnie łączne przemieszczenia w niniejszym pomiarze wynoszą maksymalnie 5-6 mm. Dominującym kierunkiem nachylenia całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek prostopadły do upadu zbocza.

### **Inklinometr INK1A**

Wyniki porównywano z pomiarami 012:22/06/2021, 013:16/11/2021, 014:06/06/2022 015:08/11/2022 i 016:21/06/2023.

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Generalnie łączne przemieszczenia nie przekroczyły 10 -11mm. W stosunku do pomiaru 016 (czerwiec 2023r) przemieszczenia sumaryczne są niewielkie i zmniejszyły się o 2-3 mm. W górotworze stwierdza się ruch w kierunku prostopadłym i przeciwnym do upadu skarpy.

### **Inklinometr INK2**

Wyniki porównywano z pomiarami 018:22/06/2021, 019:15/11/2021, 020:06/06/2022 021:08/11/2022 i 022:21/06/2023. Brak zwiększonej dynamiki w stosunku do poprzednich pomiarów. Strefa przemieszczeń w spągu nasypu (ca 6 m p.p.t.) i na

głębokości 11m ppt rzędu ca 40mm w kierunku zgodnym z upadem skarpy. Największe przemieszczenia nadal zaznaczają się w górnej części kolumny.

W stosunku do pomiaru 022 (czerwiec 2023r) przemieszczenie wyniosło ca 1-2mm.

### **Inklinometr INK3**

Wyniki porównywano z pomiarami 019:22/06/2021, 020:16/11/2021, 021:06/06/2022 022:09/11/2022 i 022:21/06/2023.

W bieżącym pomiarze zaznaczają się zwiększone przemieszczenia sumaryczne generalnie w całym profilu inklinometru rzędu 3-5mm w stosunku do pomiaru 022 (czerwiec 2023r) głównie w górnej części kolumny w kierunku przeciwnym do upadu skarpy wiślanej. Generalny ruch wgłębny w kierunku do zasypanego rozcięcia erozyjnego (górna część jaru Abisynia). Przemieszczenia te wymagają dalszej obserwacji.

### **Inklinometr INK4**

Wyniki porównywano z pomiarami: 019:22/06/2021 i 020:17/11/2021, 21:06/06/2022 22:08/11/2022 i 023:21/06/2023.

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Maksymalne przemieszczenia w spiaszczonych glinach w strefie głębokości 4-10 m rzędu 40-50 mm w stosunku do pomiaru zerowego. Brak zwiększonej dynamiki w stosunku do poprzednich pomiarów. W stosunku do pomiaru 023 (czerwiec 2023r) przemieszczenie sumaryczne wyniosło max 1-2 mm w górnej części kolumny. Generalny ruch wgłębny w kierunku prostopadłym do upadu skarpy.

### **Inklinometr INK5**

Jest to inklinometr zamontowany w listopadzie 2018r., a pomiar zerowy wykonano w grudniu 2018r. Wyniki porównywano z pomiarem: 005:23/06/2021, 006:17/11/2021, 007:06/06/2022, 008:09/11/2022 i 009:22/06/2023.

Odnotowuje się niewielkie wzrosty przemieszczeń rzędu 1-2mm w stosunku do pomiaru 009 (czerwiec 2023r.). Łączne przemieszczenia nie przekroczyły 8-9 mm. Dominującym kierunkiem ruchu całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek prostopadły i skośny do upadu zbocza.

Wyniki pomiarów inklinometrów zlokalizowanych przy ul. Grabówka porównano z pomiarami 015:23/06/2021, 016:17/11/2021, 017:06/06/2022, 018:10/11/2022 i 019:23/06/2023.

### **Inklinometr I1**

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Przemieszczenia sumaryczne nie przekraczają 3-4 mm. Brak zwiększenia dynamiki ruchu. W stosunku do pomiaru 019 (czerwiec 2023r.) przemieszczenie jest minimalne. Generalny ruch wgłębny w kierunku zgodnym z upadem skarpy.

### **Inklinometr I2**

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Przemieszczenia w bieżącym pomiarze nie przekroczyły 3-5mm. Brak zwiększenia dynamiki ruchu. W stosunku do pomiaru 019 (czerwiec 2023r.) przemieszczenie wyniosło do 2-3mm. Generalny ruch wgłębny w kierunku zgodnym z upadem skarpy.



### **Inklinometr I3**

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. W wykonanych seriach pomiarowych nie stwierdzono ruchów w wyinterpretowanej powierzchni poślizgu osuwiska (w dokumentacji archiwalnej [1.4]). Przemieszczenia z wszystkich pomiarów nie przekraczają 5 mm. Przemieszczenia w bieżącym pomiarze są zbliżone do pomiaru 019 (czerwiec 2023r.). Na głębokości ca 5m ppt w kolumnach notuje się minimalny ruch zgodny z upadem skarpy, który zaznacza się na wszystkich pomiarach. Generalny ruch wgłębny w kierunku zgodnym z upadem skarpy.

### **Inklinometr I4**

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. W wykonanych seriach pomiarowych nie stwierdzono ewidentnych ruchów w wyinterpretowanej powierzchni poślizgu osuwiska. Generalnie przemieszczenia nie przekraczają 8-9 mm. W stosunku do pomiaru 019 (czerwiec 2023r..) nie stwierdzono zwiększonej dynamiki przemieszczeń. Generalny ruch wgłębny w kierunku zgodnym z upadem skarpy.

## **VI. WNIOSKI I OCENA GEOTECHNICZNA**

1. Analiza przemieszczeń poziomych osi w pionach inklinometrycznych na odcinku staromiejskim Skarpy Wiślanej w Płocku nie wykazuje na istotne zagrożenia stateczności skarpy. Niniejszymi pomiarami nie stwierdzono wzbudzenia ruchów wgłębnych zagrażających stateczności skarpy.
2. W inklinometrze I-1 nadal zaznaczają się przemieszczenia w strefie występowania przewarstwienia nawodnionych piasków drobnych na głębokości ca 11 m p.p.t. W odniesieniu do pomiaru poprzedniego przemieszczenie te wynoszą 3-4mm.
3. W inklinometrze I-4 w strefie powyżej warstwy wodonośnej (ca 11-14 m p.p.t.) zarejestrowano przemieszczenie rzędu 18-20 mm w kierunku generalnego nachylenia Skarpy Płockiej. W porównaniu z pomiarem poprzednim

- przemieszczenie w tym miejscu wzrosło o 3-4mm. Przemieszczenia te wymagają dalszej obserwacji.
4. W inklinometrze I-5A nadal największe ruchy występują w przedziale głębokości 8-11m p.p.t i 18-21 m p.p.t. dochodzące do 8-9mm w stosunku do pomiaru zerowego. Pomiar aktualny potwierdził występowanie niewielkich przemieszczeń w tych przedziałach oraz w przedziale 32-36m ppt.
  5. W bieżącym pomiarze I-7 w stosunku do wcześniejszego pomiaru obserwuje się zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w całym profilu o ca 2-3 mm Tendencję tą zaobserwowano generalnie w całym profilu inklinometru.
  6. W inklinometrze I-8A nie odnotowano zwiększonej dynamiki w stosunku do poprzedniego pomiaru. Obserwuje się zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w odniesieniu do pomiaru poprzedniego.
  7. W inklinometrze INK3 w bieżącym pomiarze zaznaczają się zwiększone przemieszczenia sumaryczne generalnie w całym profilu inklinometru rzędu 3-5mm w stosunku do pomiaru poprzedniego. Przemieszczenia te wymagają dalszej obserwacji.
  8. W dokonanych analizach nie stwierdzono ruchów świadczących o rozwoju płaszczyzn poślizgu, w wykresach nie notuje się również wyraźnej tendencji do blokowego przemieszczania górotworu.
  9. Z analizy przemieszczeń wynika, ogólna tendencja do przemieszczania górotworu w kierunku zgodnym z upadem skarpy oraz w kierunku do niego prostopadłym (w kierunku przepływu wód Wisły).
  10. Drobne przemieszczenia, zwłaszcza w strefie nawodnionych gruntów gruboziarnistych związane być mogą ze zmianami wilgotności obsypki, w sytuacji gdy wypełnienie między pionem inklinometrycznym, a górotworem stanowi urobek lub grunt gruboziarnisty, a nie mieszanina bentonitowo – cementowa.

11. W rejonie ul. Grabówka w inklinometrach nr I3 i I4 nie stwierdzono wyinterpretowanej [1.4] rozwoju powierzchni poślizgu – skarpa zachowuje stateczność.

W inklinometrze I3 nie odnotowano zwiększonej dynamiki w stosunku do poprzedniego pomiaru. Na głębokości ca 5m ppt w koluwiach notuje się minimalny ruch zgodny z upadem skarpy, który zaznacza się na wszystkich pomiarach. Należy przemieszczenie to obserwować w dalszych pomiarach.

12. Wykonane w ramach tej serii pomiarowej nieprzetworzone wyniki pomiarów źródłowych w formie edytowalnej (txt) zawarto na płycie CD.

#### Wnioski w języku nietechnicznym:

Na Skarpie Wiślanej w Płocku zainstalowane są rury wykonane z tworzywa mogące odkształcać się w kierunku poziomym. Określa się je jako inklinometry, w Płocku jest ich zainstalowanych 17 szt. Dół rur inklinometrycznych osadzony jest na głębokościach, na których nie spodziewa się już przemieszczeń. Wielkość i kierunek ruchu przemieszczenia rur określa również skalę przemieszczeń gruntów, w których zostały osadzone. Możliwa jest szczegółowa interpretacja odchyłeń na poszczególnych poziomach. Po zamontowaniu rur dla każdej z nich wykonano pomiar pierwszy zwany pomiarem zerowym, każdy następny pomiar uwzględnia pierwotnie określony kształt krzywizny osadzania rury. Prowadzone okresowo pomiary i wykonywane analizy przemieszczeń dają obraz aktualnego stanu, a co równie ważne wskazują na tendencje i potencjalne przyszłe zagrożenia stateczności skarpy.

Dotychczasowe serie pomiarowe i wnioski formułowane przez kilka zespołów badawczych dowodzą, iż rejestrowane w inklinometrach na Skarpie Wiślanej w Płocku ruchy nie stanowią zagrożenia stateczności ogólnej zboczy.