

GEOTECHNICA sp. z o. o.

87-100 Toruń, ul. Kościuszki 49d

tel. +48 56 655 80 40 biuro@geotechnica.pl

NIP 879-22-58-295; Regon nr 871524622; KRS nr 0000145007



Egz. nr 1

POMIAR - XI 2024

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 2024r.

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 10 lipca 2024r (Dz.U. 2024 poz. 1290);
- 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 splukiwania 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, różnowiekowe mieszaniny piaszczysto-gliniasto-gruzowe. Osady te stwierdzono na powierzchni, maksymalnie do głębokości 7,3 m p.p.t. Najmniejszą miąższość osadów antropogenicznych stwierdzono w otworach INK4, INK5, INK1 i I-8A. Natomiast największą miąższość 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 wysoczyznę morenową. Litologicznie są to gliny piaszczyste i gliny pylaste.

Grunty wodno-lodowcowe zostały stwierdzone na całym odcinku. Występują one w postaci przewarstwień i soczewek w obrębie spoistych gruntów lodowcowych. Litologicznie są to piaski średnie oraz piaski drobne, grube i pospółki. Miąższość 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 iłów formacji poznańskiej. W otworach inklinometrycznych osady te stwierdzono na głębokości 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 budowę 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 neogeńskie. 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

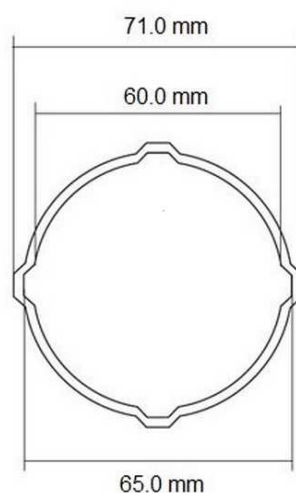
Rury inklinometryczne to specjalne rury, instalowane w otworach wiertniczych. Stosowane są one do monitorowania wgłębnych przemieszczeń poziomych na poszczególnych głębokościach. Rury charakteryzują się niskim skręceniem spiralnym i zapewniają precyzyjne działanie oraz ustawienie (orientację) sondy inklinometrycznej 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; Skręcenie 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 2024r. wykonano, w 17 kolumnach inklinometrycznych kolejne serie pomiarów przemieszczeń wgłębnych Skarpy Wiślanej. Pomiary te oznaczono:

- inklinometr INK5 pomiar 012 (inklinometr wykonany w listopadzie 2018r.);
- inklinometry I-5A, I-8A i INK1A pomiar 019;
- inklinometry I1, I2, I3 i I4 (Grabówka) pomiar 022;
- inklinometry I-1, I-4 i INK2 pomiar 025;
- inklinometry I-6, INK3 i INK4 pomiar 026;
- inklinometry I-2, I-3 i I-7 pomiar 027.

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 Sisseo model S242DVXX, numer seryjny S150653 oraz rejestratora polowego Archimede ver. 0.5.0 firmy Sisseo. 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 019:16/11/2021, 020:06/06/2022, 021:09/11/2022, 022:22/06/2023, 023:09/11/2023 i 024:25/06/2024. Przemieszczenia w obu osiach zawierają się w przedziale od kilku do 27 mm. Największe przemieszczenia występują w górnej części kolumny i mogą być spowodowane wymianą włazu. Wyraźne są przemieszczenia w strefie występowania przewarstwienia nawodnionych piasków drobnych na głębokości ca 11 m p.p.t. W niniejszym pomiarze zaznacza się wzrost przemieszczeń w tej strefie w porównaniu do poprzedniego pomiaru. W stosunku do pomiaru 024 (czerwiec 2024r) przemieszczenie sumaryczne wyniosło 4-5 mm.

W odniesieniu do pomiaru zerowego, w tej strefie głębokości przemieszczenie zawiera się w granicach ca 25-27mm i odbywa się w kierunku prostopadłym do upadu skarpy. Jest to również dominujący kierunek nachylenia całego pionu.

Inklinometr I-2

Wyniki porównywano z pomiarami 022:06/06/2022, 023:09/11/2022, 024:22/06/2023, 025:09/11/2023 i 026:25/06/2024.

Wyraźne są przemieszczenia w strefie występowania przewarstwienia nawodnionych piasków drobnych na głębokości ca 10 m p.p.t. W odniesieniu do pomiaru zerowego, w tej strefie głębokości przemieszczenie zawiera się w granicach ca 31-32 mm i odbywa się w kierunku prostopadłym do upadu skarpy. Jest to również dominujący kierunek nachylenia całego pionu. W bieżącym pomiarze zaznaczają się niewielkie

przemieszczenia w stosunku do pomiaru 026 (czerwiec 2024r) zaznaczają się głównie w strefie nawodnionych piasków na głębokości ca 9-10m ppt i wynoszą 1mm. W stosunku do pomiaru zerowego przemieszczenia sumaryczne wyniosło max 30-32mm (w górnej części kolumny).

Inklinometr I-3

Wyniki porównywano z pomiarami 022:06/06/2022, 023:09/11/2022, 024:22/06/2023, 025:11/09/2023 i 026:25/06/2024.

Niniejszy pomiar nie odbiega istotnie od pomiarów wcześniejszych.

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 23-24 m p.p.t. Pomierzone w roku 2011 przemieszczenie sumaryczne (w stosunku do pomiaru zerowego) wynosiło 6-7cm i wyraźnie ukierunkowane jest 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 026 (czerwiec 2024r.) przemieszczenia sumaryczne w całej kolumnie nie wzrosło.

Inklinometr I-4

Wyniki porównywano z pomiarami 021:09/11/2022, 022:22/06/2023, 023:09/11/2023 i 024:25/06/2024.

W strefie warstwy wodonośnej (ca 11-14 m p.p.t.) zarejestrowano przemieszczenie rzędu 13-15 mm w kierunku generalnego nachylenia Skarpy Płockiej. W porównaniu z pomiarem z czerwca 2024r. nie stwierdzono zwiększonej dynamiki przemieszczeń.

Niniejszy pomiar nie odbiega istotnie od pomiarów wcześniejszych. Maksymalne przemieszczenia sumaryczne wynoszą 15-22mm głównie w górnej części kolumny inklinometrycznej.

Inklinometr I-5A

Wyniki porównywano z pomiarami 014:06/06/2022, 015:08/11/2022, 016:21/06/2023, 017:09/11/2023 i 018:25/06/2024. Największe ruchy występują w przedziale głębokości 8-11m p.p.t i 18-21 m p.p.t. dochodzące do 8-11mm w stosunku do pomiaru zerowego. W strefie głębokości 32-36m p.p.t. stwierdzono przemieszczenia dochodzące do 13-14mm w stosunku do pomiaru zerowego. W bieżącym temacie stwierdzono zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w stosunku do pomiaru z czerwca 2024r. Dominującym kierunkiem ruchu całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek przeciwny i prostopadły do upadu zbocza.

Inklinometr I-6

Wyniki porównywano z pomiarami 021:06/06/2022, 022:08/11/2022, 023:21/06/2023, 024:09/11/2023 i 025:24/06/2024.

W bieżącym pomiarze zaznacza się wzrost przemieszczeń w stosunku do pomiaru z czerwca 2024r. rzędu 1-3mm – głównie w górnej części kolumny inklinometrycznej. Przemieszczenia to następują w kierunku zgodnym z upadem skarpy w płaszczyźnie A. W całym monitorowanym górotworze stwierdza się ruch w kierunku prostopadłym do upadu skarpy. Dynamika tego procesu jest nieznacząca.

W bieżącym pomiarze nie zauważa się znaczących przemieszczeń sumarycznych w stosunku do pomiaru 025 (czerwiec 2024r).

Inklinometr I-7

Wyniki porównywano z pomiarami 022:06/06/2022, 023:08/11/2022, 024:22/06/2023, 025:11/09/2023 i 026:24/09/2024.

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Bieżący pomiar jest zbliżony do pomiaru 022 (z czerwca 2023r). W stosunku do pomiaru 026 (z czerwca 2024r.) stwierdzono wzrost przemieszczeń sumarycznych rzędu 3-4mm w całej kolumnie inklinometrycznej. Generalnie łączne przemieszczenia sumaryczne nie przekraczają 25mm. Dominującym kierunkiem nachylenia całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek przeciwny do upadu zbocza.

Inklinometr I-8A

Wyniki porównywano z pomiarami 014:06/06/2022, 015:08/11/2022, 016:21/06/2023, 017:09/11/2023 i 018:24/06/2024.

W bieżącym pomiarze zaznaczają się strefy zwiększonych przemieszczeń na głębokościach 15-16m ppt i 18-23m ppt w kierunku generalnie prostopadłym do upadu skarpy i 27-29m ppt w kierunku zgodnym z upadem skarpy. W bieżącym pomiarze stwierdzono wzrost przemieszczeń sumarycznych w stosunku do pomiaru z czerwca 2024r. Generalnie łączne przemieszczenia w niniejszym pomiarze wynoszą maksymalnie 8mm. W stosunku do pomiaru 018 (czerwiec 2024r) przemieszczenie sumaryczne wzrosło o ca 3-5mm. Dominującym kierunkiem nachylenia całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek prostopadły do upadu zbocza.

Inklinometr INK1A

Wyniki porównywano z pomiarami 014:06/06/2022, 015:08/11/2022, 016:21/06/2023, 017:09/11/2023 i 018:24/06/2024.

W bieżącym pomiarze zaznaczają się strefy zwiększonych przemieszczeń na głębokościach 19-21m ppt i 27-33m ppt w kierunku przeciwnym do upadu skarpy.

W bieżącym pomiarze stwierdzono zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w

stosunku do pomiaru z czerwca 2024r w tych strefach. Generalnie łączne przemieszczenia w niniejszym pomiarze wynoszą maksymalnie 10-12mm. Dominującym kierunkiem nachylenia całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek prostopadły i przeciwny do upadu skarpy.

Inklinometr INK2

Wyniki porównywano z pomiarami 020:06/06/2022, 021:08/11/2022, 022:21/06/2023, 023:08/11/2023 i 024:24/06/2024.

Strefa przemieszczeń sumarycznych w spągu nasypu (ca 6 m p.p.t.) i na głębokości 11m ppt rzędu ca 40-56mm. Największe przemieszczenia nadal zaznaczają się w górnej części kolumny. Brak zwiększonej dynamiki w stosunku do poprzednich pomiarów.

W stosunku do pomiaru 024 (czerwiec 2024r) przemieszczenia sumaryczne nieznacznie się zwiększyły.

Inklinometr INK3

Wyniki porównywano z pomiarami 021:06/06/2022, 022:08/11/2022, 023:21/06/2023, 024:08/11/2023 i 025:24/06/2024.

Odnotowano nieznacznie zwiększoną dynamikę w stosunku do poprzedniego pomiaru 025 (czerwiec 2024r.)– w górnej części kolumny inklinometrycznej w strefie głębokości do ca 6m ppt. Generalny ruch wgłębny w kierunku do zasypanego rozcięcia erozyjnego (górną część jaru Abisynia). Największe przemieszczenie kolumny wystąpiło przed pomiarem 014.

Inklinometr INK4

Wyniki porównywano z pomiarami: 21:06/06/2022, 22:09/11/2022 023:22/06/2023, 024:10/11/2023 i 025:26/06/2024.

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Maksymalne przemieszczenia w spiaszczonych glinach w strefie głębokości 4-10 m rzędu 50-53 mm w stosunku do

pomiaru zerowego. Odnotowano zwiększoną dynamikę w stosunku do poprzedniego pomiaru – w strefie głębokości 8-14m ppt i 17-21m ppt. W stosunku do pomiaru 025 (czerwiec 2024r) przemieszczenie sumaryczne wyniosło 2-3 mm. 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: 007:06/06/2022, 08:09/11/2022, 009:22/06/2023, 010:09/11/2023 i 011:26/06/2024.

Odnawia się wzrost przemieszczeń w stosunku do pomiaru z czerwca 2024r. rzędu max 5mm – w górnej części kolumny inklinometrycznej. Łączne przemieszczenia nie przekroczyły 10-11mm. Kierunkiem ruchu całego pionu w bieżącym pomiarze jest kierunek prostopadły i zgodny z upadem zbocza. Wzrosty tych przemieszczeń choć niewielkie - wymagają dalszej obserwacji.

Wyniki pomiarów inklinometrów zlokalizowanych przy ul. Grabówka porównano z pomiarami 017:06/06/2022, 018:10/11/2022, 019:23/06/2023, 020:10/11/2023 i 021:25/06/2024.

Inklinometr I1

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Przemieszczenia sumaryczne nie przekraczają 4-5 mm. Brak zwiększenia dynamiki ruchu. W stosunku do pomiaru 021 (czerwiec 2024r.) przemieszczenia są mniejsze. Generalny ruch 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 021 (czerwiec 2024r.) przemieszczenia są nieznaczne. Generalny ruch w kierunku zgodnym z upadem skarpy.

Inklinometr I3

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. Generalnie odnotowano zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w stosunku do pomiaru 021 (czerwiec 2024r.) Przemieszczenia sumaryczne z wszystkich pomiarów nie przekraczają 5-7 mm. Przemieszczenia w bieżącym pomiarze nie przekraczają 6mm i największe są w górnej części kolumny inklinometrycznej. Generalny ruch w kierunku zgodnym z upadem skarpy.

Inklinometr I4

Brak jest widocznych stref wyraźnych przemieszczeń. W wykonanych seriach pomiarowych nie stwierdzono ruchów w wyinterpretowanej powierzchni poślizgu osuwiska. Generalnie przemieszczenia nie przekraczają 8-9 mm. W stosunku do pomiaru 021 (listopad 2024r.) nie stwierdzono zwiększonej dynamiki przemieszczeń. Generalny ruch w kierunku zgodnym z upadem skarpy.

VI. WNIOSKI I OCENA GEOTECHNICZNA

Wniosek generalny: Wyniki pomiarów wykonanych w listopadzie 2024r dowodzą, iż nie stwierdzono wzbudzenia ruchów wgłębnych zagrażających stateczności skarpy.

Przeprowadzone w czerwcu i niniejsze - w listopadzie 2024r analizy przemieszczeń poziomych osi w pionach inklinometrycznych na odcinku Staromiejskim Skarpy Wiślanej w Płocku nie wykazują na istotne zagrożenia stateczności skarpy.

1. W inklinometrze I-1 wyraźne są przemieszczenia w strefie występowania przewarstwienia nawodnionych piasków drobnych na głębokości ca 11 m p.p.t. W niniejszym pomiarze zaznacza się wzrost przemieszczeń w tej strefie w porównaniu do poprzedniego pomiaru. Wzrosty tych przemieszczeń wymagają dalszej obserwacji.
2. W inklinometrze I-2 w bieżącym pomiarze nie stwierdzono istotnych przemieszczeń - niewielkie przemieszczenia w stosunku do pomiaru 026 (czerwiec 2024r) zaznaczają się głównie w strefie nawodnionych piasków na głębokości ca 9-10m ppt i wynoszą 1mm. Należy nadal obserwować przemieszczenia w tej strefie.
3. W inklinometrze INK5 odnotowuje się wzrost przemieszczeń w stosunku do pomiaru z czerwca 2024r. rzędu max 5mm – w górnej części kolumny inklinometrycznej. Łączne przemieszczenia nie przekroczyły 10-11mm. Wzrosty tych przemieszczeń choć niewielkie - wymagają dalszej obserwacji.
4. W inklinometrach I-5A i INK1A nie stwierdzono wzrostu przemieszczeń w stosunku do pomiaru poprzedniego. W bieżącym temacie odnotowano zmniejszenie przemieszczeń sumarycznych w stosunku do pomiaru 026 (czerwiec 2024r.).
5. W inklinometrze INK4 odnotowano zwiększoną dynamikę w stosunku do poprzedniego pomiaru 026 (czerwiec 2024r.)–w strefie głębokości 8-14m ppt i 17-21m ppt. W stosunku do tego pomiaru przemieszczenie sumaryczne wyniosło 2-3 mm.
6. W inklinometrze INK5 odnotowano wzrost przemieszczeń w stosunku do pomiaru 026 z czerwca 2024r. rzędu max 5mm – w górnej części kolumny inklinometrycznej. Wzrosty tych przemieszczeń choć niewielkie - wymagają dalszej obserwacji.

7. W dokonanych analizach nie stwierdzono ruchów świadczących o rozwoju płaszczyzn poślizgu, w wykresach nie notuje się również wyraźnej tendencji do blokowego przemieszczania górotworu.
8. Z analizy przemieszczeń wynika, że ogólna tendencja do przemieszczania górotworu następuje w kierunku zgodnym z upadem skarpy oraz w kierunku do niego prostopadłym (w kierunku przepływu wód Wisły).
9. Drobne przemieszczenia, zwłaszcza w strefie nawodnionych gruntów gruboziarnistych związane być mogą z zmianami wilgotności różnych rodzajów obsypki stabilizujących rury inklinometryczne, zwłaszcza w sytuacji gdy wypełnienie między pionem inklinometrycznym, a górotworem stanowi urobek lub grunt gruboziarnisty, a nie mieszanina bentonitowo – cementowa.
10. W rejonie ul. Grabówka w inklinometrach nr I3 i I4 nie stwierdzono wyinterpretowanej [1.4] rozwoju powierzchni poślizgu – skarpa zachowuje stateczność.
11. 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 zgodnie z ruchem gruntów. 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 budujących Skarpę Wiślaną w Płocku. Możliwa jest szczegółowa interpretacja odchyleń na poszczególnych poziomach w każdej z płaszczyzn. Po zamontowaniu rur dla każdej z nich wykonano pomiar pierwszy zwany pomiarem zerowym. Każdy następny pomiar uwzględnia i odnosi się do pierwotnie określonego kształtu krzywizny

kolumny powstałej podczas osadzania rury inklinometrycznej. 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 wykonane na tej podstawie analizy dowodzą, iż rejestrowane w inklinometrach na Skarpie Wiślanej w Płocku ruchy nie stanowią zagrożenia stateczności ogólnej zboczy.