

Zleceniodawca: **Gmina Miejska Kraków – Urząd Miasta Krakowa**
pl. Wszystkich Świętych 3-4, 31-004 Kraków

Wykonawca: **PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE S.A.**
30-079 Kraków, al. Kijowska 16a



Rok założenia 1951

ISO 9001

ISO 14001



SPRAWOZDANIE

**z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki
w Krakowie oraz w jego okolicy**

Miejscowość: **Kraków**
Gmina: **Kraków**
Powiat: **krakowski**
Województwo: **małopolskie**

Opracowali:


.....
mgr inż. Jarosław Kos
nr upr. geol. MŚ VI-0402, V-1614


.....
mgr inż. Lidia Szymonik
nr upr. geol. XI-0207, XII-0187


.....
mgr inż. Małgorzata Jędrzejowska


DYREKTOR
PRODUKCJI I MARKETINGU
PROKURENT
mgr inż. Adam J. Krawczyk

Kraków, październik 2014

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Charakterystyka terenu badań	4
2.1. Lokalizacja i sposób użytkowania terenu	4
2.2. Morfologia i hydrografia	5
3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne	8
3.1. Budowa geologiczna.....	8
3.2. Warunki hydrogeologiczne.....	10
4. Metodyka oraz wyniki pomiarów monitoringu wglębnego i powierzchniowego	11
4.1. Pomiary w inklinometrach.....	11
4.1.1. Metodyka pomiarów inklinometrycznych.....	11
4.1.2. Wyniki pomiarów inklinometrycznych	13
4.2. Pomiary w piezometrach	15
4.3. Pomiary reperów geodezyjnych	16
5. Wnioski i uwagi końcowe	19

Spis załączników

- 1.1. Mapa topograficzna w skali 1: 25 000
- 1.2. Mapa topograficzna z obszarem osuwiska w skali 1: 1000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 500
3. Wyniki pomiarów w inklinometrach
4. Wyniki pomiarów reperów geodezyjnych

1. Wstęp

Urząd Miasta Kraków, pl. Wszystkich Świętych 3-4, zlecił Przedsiębiorstwu Geologicznemu S.A. w Krakowie, al. Kijowska 16a, 30-079 Kraków, wykonanie pomiarów w istniejącej sieci monitoringu wgłębnego i powierzchniowego znajdującej się na Kopcu Kościuszki w Krakowie oraz w jego najbliższym otoczeniu, w dzielnicy VII - Zwierzyniec.

Sieć monitoringu składa się z 4 otworów inklinometrycznych, 2 otworów piezometrycznych oraz 10 reperów geodezyjnych. Inklinometry założone zostały przez firmę Geoteko w 2003 roku, natomiast piezometry i repery geodezyjne – przez Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w Krakowie w 2013 roku.

Do opracowania niniejszego Sprawozdania wykorzystano następujące materiały archiwalne:

- „*Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla rozpoznania podłoża, dla potrzeb opracowania zabezpieczenia obiektu stożka Kopca Kościuszki wraz z otoczeniem, zniszczonego przez aktywne osuwisko*” - Kos J., Boratyn. J., Foryś M., Bartosz L., Rzepecki D., Bakaj M., Konrad B., 2013. Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A., Kraków.
- *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Kraków (973)* -Rutkowski J., 1989. Instytut Geologiczny. Warszawa.
- *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Kraków* - Rutkowski J., 1993a. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000, arkusz Kraków* - Rutkowski J., 1993b. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- *Budowa geologiczna regionu Krakowa* – Rutkowski J., 1989a. Przegląd Geologiczny, 37:6.
- *Rola obszaru krakowskiego w sedymentacji osadów górnej jury Wyżyny Krakowsko Częstochowskiej* – Matyszkiewicz J., 2001. Przegląd Geologiczny nr 49.

Sprawozdanie z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki w Krakowie oraz w jego okolicy jest opracowaniem wynikowym z wykonanych pomiarów przeprowadzonych w istniejącej sieci monitoringu w obrębie Kopca oraz w jego otoczeniu.

2. Charakterystyka terenu badań

2.1. Lokalizacja i sposób użytkowania terenu

Teren, na którym przeprowadzono pomiary monitoringowe, pod względem administracyjnym, znajduje się w województwie małopolskim, powiecie grodzkim Kraków, w zachodniej części miasta Krakowa, w dzielnicy VII - Zwierzyniec, na osiedlu mieszkaniowym Salwator i obejmuje swym zasięgiem bryłę Kopca Kościuszki oraz jego najbliższe otoczenie.

Na Kopcu Kościuszki znajduje się obecnie osuwisko, które obejmuje swoim zasięgiem niemal całą jego bryłę. Przy podstawie Kopiec otoczony jest ceglany murem oporowym o promieniu około 90 m. w części wschodniej mur stanowi system ścieżek, a w części zachodniej wbudowana jest kaplica św. Bronisławy. Kopiec posiada pięć ścieżek spacerowych z kostki granitowej, wznoszących się spiralnie od jego podstawy ku wierzchołkowi. Skarpy przy ścieżkach podparte są niskimi żelbetowymi murkami z wgłębными drenażami rurowymi. Na szczycie znajduje się platforma widokowa o średnicy 8,5 m. Na bryle Kopca umiejscowiony jest system korytek żelbetowych, przechwytyjący wody opadowe i odprowadzający je przez otwory odpływowe na zewnątrz muru. Bryła Kopca wielokrotnie była zabezpieczana przed osuwaniem. Dlatego też w jej obrębie znajdują się liczne umocnienia. W górną, odbudowaną w 2002 roku część stożka, wbudowano geosiatki wzmacniające pobocze kopca. Poniżej niej, na wysokości 320 m n.p.m. znajduje się geomembrana PEHD. Skarpy, dolnej części kopca, poniżej membrany, wzmocnione są kotwami iniekcijnymi. Pomiędzy murem oporowym, a podstawą kopca znajdują się pale wapienne o średnicy 15 cm. Na pobocznicy stożka, na wysokości ścieżek, znajdują się studzienki zbiorcze na wodę opadową, natomiast wewnątrz Kopca, w jego centralnej części, poniżej geomembrany, studzienka drenażowa. Na całym obwodzie stożka, w rejonie zewnętrznego muru wykonano także poziomy drenaż. Skarpy kopca, pokryte są regularnie zraszanym trawnikiem.

Najbliższy teren wokół Kopca Kościuszki, jest w większości przykryty płytami betonowymi i asfaltem. Jedynie, bardzo wąski i nieciągły pas terenu wokół kopca, o zmiennej szerokości, nieprzekraczającej kilkunastu metrów pokryty jest trawnikiem, w obrębie którego rośnie kilka drzew i krzewów. Wokół Kopca, na północ, wschód i południowy-wschód, znajdują się podłużne budynki, zbudowane po okręgu. W budynkach tych mieści się obecnie siedziba Komitetu Kopca Kościuszki, Muzeum

Kopca Kościuszki, hotel, restauracja i siedziba Radia RMF. Po wschodniej stronie stożka, pomiędzy Kopcem, a wspomnianymi budynkami, znajduje się parking zbudowany z płyt betonowych, a po jego północnej stronie – parking z kostki brukowej. Po zachodniej stronie kopca, przebiega jezdnia asfaltowa. Na terenie badań znajdują się liczne elementy infrastruktury komunalnej w postaci sieci wodociagowych, elektroenergetycznych, ciepłych, gazowych i kanalizacyjnych.

Obszar otaczający Kopiec oraz infrastrukturę z nim związaną pokryty jest w całości lasem liściastym. Przez jego południową część przebiega droga asfaltowa, stanowiąca ulicę Wodociagową oraz ścieżka asfaltowa pod nazwą - aleja Waszyngtona.

Ogólną lokalizację terenu badań przedstawiono na mapie topograficznej w skali 1: 25 000 stanowiącej załącznik 1.1, a obszar osuwiska na Kopcu – na mapie w skali 1: 500, zamieszczonej w niniejszym opracowaniu jako załącznik 1.2.

2.2. Morfologia i hydrografia

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego (2002), miasto Kraków znajduje się na terenie makroregionu – Brama Krakowska. Bramę Krakowską dzieli się natomiast na mniejsze jednostki o randze mezoregionów. Są to: Rów Skawiński, Obniżenie Cholerzyńskie i Pomost Krakowski, w obrębie którego znajduje się teren objęty monitoringiem.

Pomost Krakowski wyróżnia się mozaikowatym układem wapiennych wzgórz zrębowych oraz obniżeń tektonicznych, którymi przepływa Wisła. Jednym ze zrębów występujących w tym mezoregionie jest Pasma Sowińca, składające się z dwóch masywów: Wzgórza św. Bronisławy, stanowiącego jego wschodnią część, na którym umiejscowiony jest Kopiec Kościuszki oraz Sowińca, znajdującego się w północno-zachodniej części zrębu, na którym wybudowano Kopiec Piłsudskiego. Wzgórza te rozdzielone są szerokim siodłem o przebiegu północ-południe, nazywanym Przełęczą Przegorzalską.

Wzgórze świętej Bronisławy (nazywane również Sikornikiem), jest zrębowym wzgórzem o długości około 3 km, zbudowanym głównie z wapienia górnjurajskiego. Obszar jaki obejmuje rozciąga się pomiędzy ulicami Królowej Jadwigi, na północy, a Księcia Józefa na południu. Stoki północne wzgórza schodzą do doliny Rudawy, natomiast południowe do doliny Wisły. Wzgórze przecięte jest uskokiem o kierunku północ-południe oraz rozcięte dolinami, powstałymi na skutek pogłębiania obniżeń na

linii spękań tektonicznych. Najniższy punkt Wzgórza znajduje się na wysokości około 206,0 m n.p.m., a najwyższy, czyli wierzchołek Kopca Kościuszki – na wysokości 329,0 m n.p.m. Samo Wzgórze posiada wysokość równą 297,8 m n.p.m.

Pod względem hydrograficznym obszar Krakowa należy do dorzecza Wisły. Badany teren wokół Kopca Kościuszki leży w zlewni rzeki Rudawy, która jest lewobrzeżnym dopływem Wisły i przepływa w odległości około 750 m na północny-wschód od Kopca.

Po północnej, wschodniej oraz południowo-wschodniej stronie Wzgórza występują tereny predysponowane do występowania powierzchniowych ruchów masowych. Udokumentowane zostały tutaj dwa czynne osuwiska zlokalizowane po dwóch stronach wzgórza. Jedno z nich znajduje się w północnej części wzgórza, na stoku o ekspozycji północno-wschodniej. Zajmuje ono powierzchnię 8,07 ha i osiąga wysokość 95 m. Powstała nisza osuwiskowa ma wysokość powyżej 10 m i nachylona jest pod kątem 45° . Poniżej skarpy głównej obserwuje się szereg skarp wtórnych, oraz tzw. "efekt pijanego lasu". Część tego osuwiska klasyfikowana jest jako aktywna, a część jako okresowo aktywna. W tej części zbocza obserwuje się również wychodnie wapieni będące pionowymi ścianami o wysokości dochodzącej do 20 m. Osuwisko znajdujące się po wschodniej stronie Wzgórza rozpoczyna się wyraźną, cylindryczną skarpią o wysokości 2-3 m. Na jego terenie widoczne są skarpy wtórne oraz liczne nierówności i pofałdowania gruntu oraz spękania i obniżenia alejki asfaltowej na długości około 30 m.

Na szczycie Wzgórza Świętej Bronisławy znajdują się bryła stożka Kopca Kościuszki o średnicy podstawy około 73,5 m oraz wysokości 35,5 m, nachylona pod kątem około 46° - 51° , zbudowana w całości z gruntów nasypowych pochodzenia lessowego. W obrębie bryły Kopca Kościuszki postępują obecnie ruchy osuwiskowe.

Procesy osuwiskowe na stożku Kopca zachodzą w sposób ciągły i od momentu usypania do dnia dzisiejszego obiekt był kilkakrotnie uszkodzany, głównie po długotrwałych opadach atmosferycznych. Za każdym razem po wystąpieniu ruchów masowych przystępowano do jego zabezpieczeń i odbudowy. Prace zabezpieczająco-stabilizujące okazywały się jednak niewystarczające. Do ostatniego uaktywnienia osuwiska doszło w lecie 2010 roku, kiedy to 50% Kopca uległo naruszeniu i deformacjom w wyniku działających ruchów masowych. Przeprowadzone doraźnie zabezpieczenia Kopca w postaci geosiatek, olinowań i kotwień spowolniły procesy osuwiskowe lecz nie rozwiązały problemu ze statecznością stożka.

SPRAWOZDANIE

z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki w Krakowie oraz w jego okolicy

Powierzchniowe ruchy masowe występują na prawie całej bryle Kopca. Ślady po osunięciach ziemi widoczne są od szczytu Kopca do jego podstawy po południowej stronie, w postaci licznych deformacji terenu, spękań podłużnych i poprzecznych na ścieżkach spacerowych oraz uszkodzeń i przemieszczeń opasek betonowych przylegających do tych ścieżek.

Największy wpływ powierzchniowych ruchów masowych zauważalny jest w południowo-wschodniej oraz południowo-zachodniej ćwiartce Kopca. Deformacje polegają na licznych spękaniach i nierównościach powierzchni ściany Kopca w postaci progów i zagłębień koluwalnych. Miejscami, przemieszczone w dół grunty, wyraźnie rozpychają opaski betonowe przy ścieżkach brukowanych powodując ich przesunięcie. Szczeliny występują także pomiędzy płytami betonowymi. Występują tu także spęknięcia ścieżki spacerowej. Poniżej ścieżki okalającej stożek Kopca, w jego południowej części, znajdują się liczne spęknięcia, niewielkie progi wewnątrzsuwiskowe oraz oberwania i nabrzmienia gruntu. Instalacja nawadniająca Kopiec, przebiegająca wzdłuż ścieżki, jest narażona na uszkodzenia, głowice zraszające są widocznie przemieszczone w dół stożka. Siatki zabezpieczające Kopiec, w kilku miejscach, są odchylone od jego bryły, co świadczyć może o ciągłym przemieszczaniu gruntu w tym rejonie. Wzdłuż otwartych korytek żelbetonowych odprowadzających wodę opadową widać kilkucentymetrową szczelinę. Na wyremontowanych ścieżkach spacerowych znajdują się też pęknięcia poprzeczne, a betonowa opaska przy korycie jest popękana. Południową stronę bryły Kopca cechuje również występowanie obszarów o zmniejszonej wilgotności, co uwidaczniają strefy wysuszonej trawy na powierzchni bryły.

W północno-zachodniej i północno-wschodniej ćwiartce bryły Kopca, ślady powierzchniowych ruchów masowych są znacznie mniej widoczne. Zauważalne są głównie w postaci uszkodzeń oraz deformacji ścieżek brukowych (szczelin, spękań podłużnych i poprzecznych) i opasek betonowych. Na żelbetonowym korytku odwadniającym, znajdującym się w północnej części kopca, zaobserwowano także wybrzuszenie. Pojedyncze, drobne spęknięcia i nabrzmienia terenu występują jedynie w północno-wschodniej ćwiartce Kopca. Północna ściana stożka, w strefie przypowierzchniowej jest bardziej wilgotna, przykrywa ją bujnie i równomiernie rosnąca trawa.

U podstawy Kopca, w obrębie jego poziomej części, zmiany ani uszkodzenia nie są widoczne. Na murze okalającym Kopiec, zbudowanym z cegieł spojonych zaprawą,

po jego zewnętrznej stronie, brak jest wyraźnych pęknięć lub uszkodzeń. Występują jedynie strefy nieznacznie zwiększonej wilgotności na całej powierzchni muru przejawiające się lekko ciemniejszą barwą cegieł oraz białym nalotem.

Osuwisko występujące na stożku Kopca zajmuje powierzchnie około 0,25 ha i obejmuje cały owal stożka. Jego długość wynosi około 53 m, a maksymalna szerokość - 172 m. Powierzchniowe ruchy masowe obserwuje się od rzędnej 329 m n.p.m. na wierzchołku Kopca do rzędnej 295 m n.p.m., przy postawie, w jego wschodniej części.

W trakcie prowadzenia prac monitoringowych, od czasu wykonania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej do chwili obecnej, nie zaobserwowano nowych objawów ruchów osuwiskowych w terenie, takich jak: oberwania, spękania, czy świeże szczeliny.

3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

3.1. Budowa geologiczna

Pod względem geologicznym obszar Krakowa znajduje się na pograniczu monokliny śląsko-krakowskiej, niecki miechowskiej i zapadliska przedkarpackiego. Jest to rejon silnie zaburzony tektonicznie, głównie tektoniką neogeńską. Można tu wydzielić kilka większych jednostek, takich jak: płyta ojcowska, rów krzeszowski, zrąb pasma tenczyńskiego, zapadlisko cholerzyńskie i zrąb Sowińca. W południowej i południowo-zachodniej części Krakowa występuje szereg drobnych zrębów i rowów tektonicznych zbudowanych głównie z wapieni górnajurajskich.

Obszar opracowania położony jest w obrębie zrębu tektonicznego Lasu Wolskiego i Wzgórza św. Bronisławy. Jest to największy i najwyżej podniesiony element zrębowy na terenie Krakowa, który powstał w efekcie zaburzeń uskokowych, podczas ruchów tektonicznych w miocenie. Najistotniejszą rolę w budowie podłoża odgrywa kompleks wapieni górnajurajskich, pod którymi zalegają utwory karbonu. Miąższość kompleksu wapieni w rejonie Wzgórza wynosi około 200 metrów. Sporadycznie na wapieniach zalegają osady kredy i miocenu, a na niemal całym obszarze (z wyjątkiem miejsc, gdzie występują wychodnie wapieni jurajskich) pokrywa go czwartorzęd.

Jura górna

Wapienie górnej jury w obrębie zrębu tektonicznego Lasu Wolskiego i Wzgórza

Świętej Bronisławy wykształcone są w postaci dwóch głównych typów litologicznych:

- ✓ Wapienie skaliste - są skałą twardą i zwięzłą o jasnoszarej i beżowej barwie, o przełomie nierównym, pozbawioną w zasadzie uławicenia i krzemieni. Występują one jako wapienie masywne oraz wapienie gruzłowate. Przechodzą w sposób ciągły ku górze w wapienie ławicowe.
- ✓ Wapienie ławicowe - są skałami barwy białej, szarej lub kremowej, o przeważnie równym przełomie, znacznej twardości i zwięzłości. Miąższość ławic wynosi od kilkudziesięciu centymetrów do 2,5 m. Wapienie uławicone zawierają liczne soczewki krzemieni, które ułożone są przeważnie równolegle do powierzchni uławicenia. Krzemienie są barwy brązowej i ciemnobrązowej i mają zwykle kilkumilimetrową białą korę. Charakteryzują się przełamem muszlowym.

Wapienie uławicone i skaliste występują w tych samych poziomach stratygraficznych; przejścia między nimi obserwowane są zarówno w profilu pionowym jak i bocznie. Ze względu na większą odporność na procesy denudacyjne, wapienie skaliste zaznaczają się często w rzeźbie, tworząc formy skałkowe.

Wapienie występujące na terenie Kopca Kościuszki i jego otoczenia to wapienie uławicone (płytkowe), wykształcone jako wapienie kalkarenitowe, silnie wapniste o strukturze masywnej i teksturze sparytowo-mikrytowej. Z reguły mają barwę białą i jasnoszarą do szarej. Na powierzchniach nieciągłości są natomiast zabarwione na kolor rdzawy, a na głębokościach przekraczających 35 m – także na kolor szarozielono-niebieski. Zazwyczaj są słabo, umiarkowanie lub silnie zwietrzałe, częściowo przebarwione, rozdrobnione i rozsypliwie (głównie na powierzchniach spękań), przy czym stopień zwietrzenia i spękania najczęściej maleje wraz z głębokością. Miejscami spękania wypełnione są w całości lub częściowo materiałem pylastym ilasto-pylastym lub ilastym o barwie brązowej, rdzawo-beżowej, brązowo-rdzawej lub zielono-niebieskiej. Na powierzchniach okruchów, powszechnie występują niewielkie i płytkie wżery, powstałe w wyniku procesów krasowych, miejscami wypełnione materiałem ilasto-pylastym lub wtórnymi wytrąceniami kalcytu. Sporadycznie występują także większe pustki krasowe o wielkości od 10 do 80 cm.

Czwartorzęd

Pokrywa lessowa występująca na terenie Wzgórza Świętej Bronisławy wykształciła się w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Tworzą ją lessy dwudzielne: ich niższa część – less młodszy dolny - to osady barwy brunatno-rdzawej

o miąższości kilku metrów. W stropie tych lessów występuje brunatna gleba kopalna i lessy kopalne. Less młodszy górny to typowy less eoliczny barwy żółtej, nieuwarstwiony, przeważnie wapnisty, osiągający miąższość do około 10 m. Osady lessowe występują tu w postaci pyłów, pyłów ilastych i pyłów piaszczystych. Często utwory te zawierają domieszki okruchów skalnych (wapieni). Miąższość pokrywy lessowej na badany teren wynosi od 2 do 15 m p.p.t.

Utwory przejściowe pomiędzy osadami lessopodobnymi, a skałą wykształcone są w postaci pyłu z okruchami zwięzłego wapienia.

Bryłę Kopca stanowi nasyp antropogeniczny składający się głównie z gruntów spoistych wykształconych jako pyły i pyły z iłem, często z domieszką piasku, a także iły z pyłem. Grunty te występują w stanach od zwartego do miękkoplastycznego. Przy czym, najwięcej utworów słabych występuje w północnej i wschodniej części Kopca. Powyżej membrany, a także przy powierzchni terenu, w okolicy ścieżek, kopiec zbudowany jest z utworów niespoistych, w postaci piasków, piasków pylastych ze żwirem i żwirów piaszczystych. Utwory te występują głównie w stanie luźnym, a wyjątkowo - w stanie średnio zagęszczonym. Poniżej utworów nasypowych, na terenie Kopca Kościuszki, występują utwory rodzime w postaci pyłu z iłem głównie w stanie zwartym, twardoplastycznym i plastycznym o miąższości maksymalnej – 4 m.

Otoczenie Kopca tworzą głównie grunty rodzime, w postaci pyłów z iłem i iłów z pyłem, często z domieszką piasku. Utwory te występują głównie w stanie plastycznym i miękkoplastycznym, a miejscami w stanie twardoplastycznym i zwartym. Część terenu otaczającego Kopiec Kościuszki pokryta jest również nasypem antropogenicznym o podobnym wykształceniu jak nasyp budujący Kopiec i miąższości od 0,5 do 4 m. Miąższość całości utworów czwartorzędowych na tym terenie wynosi od 0,5 do 10,7 m.

3.2. Warunki hydrogeologiczne

Opisywany teren znajduje się w obszarze zlewni rzeki Rudawa, będącej lewobrzeżnym dopływem Wisły. Rudawa przepływa w odległości około 750 m na północny-wschód od Kopca, natomiast Wisła znajduje się w odległości 1,1 km na południowy-wschód od Kopca. Najbliżej usytuowanym zbiornikiem wodnym jest Zalew Zakrzówek, który oddalony jest o około 2 km na południowy-wschód.

Wody podziemne na terenie Kopca Kościuszki występują w obrębie dwóch pięter wodonośnych: czwartorzędowego oraz jurajskiego.

Wody gruntowe piętra czwartorzędowego związane są głównie z sączeniami w obrębie utworów lessowych i charakteryzują się małą zasobnością oraz dużymi wahaniami głębokości występowania (w zależności od intensywności opadów atmosferycznych). Woda w utworach lessowych występuje lokalnie i nie ma znaczenia użytkowego.

Piętro jurajskie związane jest ze spękanyymi i częściowo skrasowiałymi wapieniami pociętymi uskokami. Na układ ciśnień piezometrycznych w wapieniach górnej jury wpływają strefy zasilania – Wzgórze Lasu Wolskiego i strefy drenażu – którymi są sąsiadujące z terenem badań cieki powierzchniowe: Wisła i Rudawa. W wapieniach jury spotyka się wody o zwierciadle swobodnym i naporowym. Wykazują one kontakt z wodami czwartorzędowymi. Swobodne zwierciadło tego poziomu kształtuje się na rzędnych od około 212 do 227 m n.p.m.

Na badanym terenie, m.in. w gruntach nasypowych Kopca, występuje grawitacyjna (wsiąkowa) woda gruntowa, w postaci sączeń w obrębie pyłów, o zmiennej intensywności na różnych głębokościach. Intensywność i ilość tych sączeń jest wyraźnie uzależniona od warunków hydrometeorologicznych.

4. Metodyka oraz wyniki pomiarów monitoringu wgłębnego i powierzchniowego

4.1. Pomiary w inklinometrach

4.1.1. Metodyka pomiarów inklinometrycznych

Monitoring inklinometryczny przeprowadzono w czterech istniejących kolumnach pomiarowych, zainstalowanych przez firmę Geoteko w 2003 roku. Kolumny te znajdują się obok ścieżki spacerowej na rzędnych od około 314 do 320 m n.p.m., po jednym w każdej ćwiartce Kopca. Ich dokładna lokalizacja została zaznaczona na mapie dokumentacyjnej w skali 1: 500, zamieszczonej w załączniku 2.

Pomiary wykonywane były sondą inklinometryczną RST Digital Inklinometr w przygotowanych otworach pomiarowych uzbrojonych rurami inklinometrycznymi amerykańskiej firmy SLOPE INDICATOR. Zestaw ten umożliwia pomiar nachylenia kolumny w dowolnym punkcie na całej długości otworu z dokładnością 10^{-7} m.

Przemieszczenia utworów koluwalnych mogą następować w różnych kierunkach. Aby wyniki kolejnych serii pomiarowych były porównywalne, orientacja sondy jest stała, gdyż przesuwana jest ona w rowkach wyciętych w kolumnie. Podczas montażu kolumny zostały zorientowane w taki sposób, że jedna para rowków (A_0-A_{180}) została skierowana zgodnie z kierunkiem (upadem), druga (B_0-B_{180}) zgodnie z rozciągłością (biegiem) zbocza.

Pomiar odniesienia, określany także jako „zerowy” wykonano 21 lipca 2014 r. Służyło to ustaleniu początkowego kształtu i orientacji poszczególnych otworów pomiarowych. Do tej pozycji początkowej odnoszone były wyniki wszystkich następnych sesji pomiarowych.

Zasada pomiaru polega na dokonaniu i zarejestrowaniu odczytów nachylenia sondy w stosunku do pionu. Jednostkowy odcinek pomiarowy przyjęto 0,5 m. Wyniki obliczeń przyrostów przemieszczeń (*incremental displacement*) na jednostkowych odcinkach pomiarowych oraz przemieszczeń kumulacyjnych (*cumulative displacement*) w całych otworach przedstawiono w załączniku nr 3.

Przemieszczenia poziome z -tego odcinka o długości 0,5 m - Δu_{zy} , oblicza się ze wzoru:

$$\Delta u_{zy} = 500 \text{ mm} \times (\sin \Theta_{zy} - \sin \Theta_{zo})$$

gdzie:

Θ_{zy} – kąt nachylenia sondy zmierzony na z -tym odcinku w y pomiarze,

Θ_{zo} – kąt nachylenia sondy zmierzony na z -tym odcinku w pomiarze zerowym.

Sumowanie Δu_{zy} od dołu, tj. od dna otworu do jego szczytu pozwala na obliczenie przemieszczenia kumulacyjnego $\Sigma \Delta u_{zy}$. Dla przykładu, obliczenie $\Sigma \Delta u_{zy}$ odcinka o numerze k -tym (liczone od dołu otworu) polega na sumowaniu przemieszczeń Δu_{zy} odcinków od pierwszego (najgłębszego) do k -tego. Przemieszczenie kumulacyjne całego otworu oblicza się sumując Δu_{zy} - kolejno dla wszystkich odcinków, czyli:

$$\Sigma \Delta u_{zy} = \Sigma [500 \text{ mm} \times (\sin \Theta_{zy} - \sin \Theta_{zo})]$$

4.1.2. Wyniki pomiarów inklinometrycznych

Monitoring inklinometryczny w obrębie bryły Kopca Tadeusza Kościuszki w Krakowie prowadzono sondą dwuosiową, na założonych w 2003 roku czterech kolumnach pomiarowych. Były to:

- ✓ Kolumna K1 – głębokość pomiaru – 17,0 m p.p.t.; azymut osi pomiaru (A^+) 90° ,
- ✓ Kolumna K2 – głębokość pomiaru – 19,5 m p.p.t.; azymut osi pomiaru (A^+) 30° ,
- ✓ Kolumna K3 – głębokość pomiaru – 19,5 m p.p.t.; azymut osi pomiaru (A^+) 318° ,
- ✓ Kolumna K4 – głębokość pomiaru – 19,0 m p.p.t.; azymut osi pomiaru (A^+) 214° .

Monitoring rozpoczęto w dniu 21 lipca 2014 r. kiedy to wykonano pierwszy pomiar „zerowy” (bazowy). Dodatkową serię pomiarową (kontrolną) wykonano w dniu 5 września 2014 r. jednak ze względu na uszkodzenie sondy nie została ona uwzględniana w obliczeniach. Kolejna seria pomiarowa została wykonana w dniu 10 października 2014 r.

W załączniku graficznym 3 przedstawiono obliczenia dla poszczególnych punktów pomiarowych w oparciu o program *Inclinalysis v. 2.47* kanadyjskiej firmy RST Instruments Ltd. Wykresy przedstawiają sumę przyrostów przemieszczeń – przemieszczenie kumulacyjne (*cumulative displacement*) w przedziale pomiarowym od 21 lipca 2014 do 10 października 2014 r. oraz przyrost przemieszczeń (*incremental displacement*) dla czterech otworów badawczo-pomiarowych. Skala przemieszczenia jest zmienna dla wykresów poszczególnych otworów. Wszystkie pomiary wykonywano wzdłuż osi A^+A^- (kierunek na stokową część kopca). Wyniki zostały przeliczone do azymutów osi pomiarowych poszczególnych otworów. Przeprowadzone pomiary nie mogą być w chwili obecnej odniesione do wcześniej wykonywanych, ze względu na różnice formy zapisu sprzętu pomiarowego i sposób jego kalibracji.

Otwór inklinometryczny K1

Inklinometr K1 zlokalizowany jest we wschodniej części Kopca. Zmiany pomiędzy wykonanymi sesjami pomiarowymi są niewielkie i nie przekraczają 1 mm (tylko w strefie przypowierzchniowej – do gł. 1 m). Jednak przyrosty przemieszczeń odnotowują zmiany [maksymalnie do 0,1mm] tylko od głębokości około 15 m. Błąd pomiarowy wynosi w tym przypadku $\pm 0,13$ mm, a więc trudno je interpretować, jako

faktyczny wynik występowania przemieszczeń. Poniżej tej głębokości (15 m) żadnych zmian się nie obserwuje.

Otwór inklinometryczny K2

Wykres przemieszczeń kumulacyjnych (*cumulative displacement*) w tym otworze pokazuje, iż również tu są one nieznaczne i wahają się w granicach ± 1 mm. Rozpoczynają się one na głębokości 18 m, a więc 1,5 m ponad spagiem otworu. Większe przyrosty przemieszczenia (*incremental displacement*) odnotowano jedynie w przedziale 10-12 m p.p.t., ale i tu nie przekraczają wartości 1 mm, przy błędzie pomiarowym $\pm 0,46$ mm. Wyższa część profilu tego otworu (pomiędzy 0,0 a 9,5 m głębokości) nie wykazuje interpretowalnych zmian.

Otwór inklinometryczny K3

Otwór K3 wykazuje największe różnice pomiędzy seriami pomiarowymi, występujące już od głębokości 19,0 m p.p.t., a więc poł metra ponad dnem otworu. Dotyczy to głównie osi A^+A^- , gdyż zmiany przyrostu przemieszczeń na osi B^+B^- są w granicach błędu pomiarowego wynoszącego $\pm 0,38$ mm. Podobnie jak w otworze K2 największe zmiany występują tu w strefie pomiędzy 10 a 12 m p.p.t., gdzie wartość przemieszczenia skumulowanego przekracza 1 mm.

Otwór inklinometryczny K4

Otwór K4 o głębokości pomiarowej 19,0 m wykazuje pełną stabilność jedynie w dolnej części (poniżej 17 m). Obserwowane zmiany dotyczą jedynie osi A^+A^- i nie są one znaczne. Wartości pomierzone dla osi B^+B^- są poniżej błędu pomiarowego $\pm 0,28$ mm.

Największe przyrosty przemieszczenia (*incremental displacement*) występują w przedziale 6,5 – 9,5 m głębokości, lecz i tu nie przekraczając $\pm 0,5$ mm, a więc są zbliżone do błędu pomiarowego.

Powyższe wyniki są niezmiernie trudne do interpretacji, gdyż obejmują jedynie dwie serie pomiarowe o małej różnicy czasowej wykonane w prawie jednorodnym układzie pogodowym. Wiele z uzyskanych przyrostów przemieszczeń w obrębie poszczególnych interwałów pomiarowych mieści się w granicach błędu pomiarowego. Pomimo to obserwowane niewielkie zmiany są już jednoznacznie zauważalne. Dla uzyskania pełnego obrazu kierunków i dynamiki przemieszczeń konieczne jest wykonanie jeszcze co najmniej 4 sesji pomiarowych w odstępach 3 miesięcznych.

4.2. Pomiary w piezometrach

W 2012 roku, w ramach wykonywanej na przełomie 2012 i 2013 roku „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla rozpoznania podłoża, dla potrzeb opracowania zabezpieczenia obiektu stożka Kopca Kościuszki wraz z otoczeniem, zniszczonego przez aktywne osuwisko” w dwóch otworach wykonanych u podstawy Kopca, zainstalowano piezometry sięgające stropu skały. Pierwszy z nich znajduje się w otworze 9K, zlokalizowanym w południowo-wschodniej części stożka, natomiast drugi – w otworze 13K – po przeciwległej – północno-zachodniej stronie Kopca.

Otwory te służą prowadzenia lokalnego monitoringu wodonośności podłoża gruntowego zalegającego od powierzchni terenu do stropu skały.

Piezometr 9K ma głębokość 8,4 m p.p.t., z czego 1 m stanowi rura nadfiltrowa, 6 m – część czynna, w postaci filtra siatkowego, a 1,4 m – rura podfiltrowa. Głębokość piezometru 13K wynosi natomiast 5,0 m p.p.t., z czego część nadfiltrowa i podfiltrowa mają długość po 1 m, a część czynna – 3 m. W otworze 9K, filtr siatkowy, znajduje się więc na rzędnych 299,80-302,80 m p.p.t., natomiast w otworze 13 K – na rzędnych - 294,88-300,88 m p.p.t.

Części czynne piezometrów stanowią filtry siatkowe nr 12 PCV o średnicy $\phi = 98$ mm, natomiast części pod i nadfiltrowe – rury PCV o tej samej średnicy. Rury zewnętrzne PCV mają średnicę ϕ równą 110 mm. Przestrzeń pomiędzy ścianą otworu a kolumną filtrową, do wysokości 0,5 m powyżej górnej części czynnej filtra, wypełniona jest obsypką z piasku o granulacji 0,8-1,4mm. Powyżej obsypki piaskowej znajduje się korek łożowy. Na powierzchni terenu rury piezometryczne zabudowane są głowicą z kapturem (wystającą ponad powierzchnię terenu na około 0,5 m), trwale osadzoną w gruncie poprzez zacementowanie.

Lokalizacja otworów piezometrycznych, w których wykonano pomiary, została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej w skali 1: 500, stanowiącej załącznik 2 do niniejszego opracowania.

Obserwacji występowania zwierciadła wody we wspomnianych piezometrach dokonano przy użyciu świstawki hydrogeologicznej służącej do pomiaru głębokości lustra wody w studniach.

Pomiaru dokonuje się opuszczając do studni sondę na przewodzie elektrycznym. W chwili dotknięcia lustra wody przez sondę w obudowie urządzenia zaczyna migotać dioda LED i brzęczeć buzzer. Po usłyszeniu gwizdu powietrza wypartego przez wodę

ze świstawki, podnosi się świstawkę kilkanaście centymetrów do góry i energicznie kilkakrotnie opuszcza w celu ustalenia dokładnego punktu zetknięcia się jej ze zwierciadłem wody. Odczytu głębokości do zwierciadła wody dokonuje się na taśmie. Po zapisie wyniku pomiaru, należy zwinąć przewód na bęben.

Na podstawie badania, przeprowadzonego świstawka hydrogeologiczną, dnia 8 października 2014 roku, stwierdzono, że zarówno otwór 9K jak i 13K, można uznać za suchy. W otworach tych nie zaobserwowano wody gruntowej również w trakcie wykonywania robót geologicznych na potrzeby dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, pod koniec 2012 roku.

4.3. Pomiary reperów geodezyjnych

Na bryle Kopca istnieje sieć monitoringu powierzchniowego GPS, na podstawie którego prowadzone są systematycznie pomiary wraz z odczytami z monitoringu wgłębnego (inklinometry i repery wgłębne). Monitoring ten wykazuje stałe przemieszczenia w bryle Kopca.

W 2012 roku, w ramach opracowywania „Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla rozpoznania podłoża, dla potrzeb opracowania zabezpieczenia obiektu stożka Kopca Kościuszki wraz z otoczeniem, zniszczonego przez aktywne osuwisko” uzupełniono istniejącą już sieć monitoringu powierzchniowego, poprzez założenie dodatkowych 25 reperów u podstawy Kopca oraz w jego otoczeniu, w miejscach gdzie podłoże zostało określone jako najbardziej naruszone lub niestabilne, oznaczonych symbolami R-1-R-25. Repery najbliższe bryle Kopca zainstalowano przy murach pobliskich budynków (około 30 m) od jego muru oporowego, natomiast najdalsze – na terenie osuwiska znajdującego się na wschód od Kopca (około 200 m od jego muru).

Zainstalowane punkty pomiarowe umożliwiają wielokrotny pomiar współrzędnych geodezyjnych oraz określenie czy grunty wokół Kopca ulegają przemieszczeniom, które wskazywałyby na ruchy osuwiskowe.

Pierwotne współrzędne zainstalowanych reperów w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 2000 zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Nr repera	Współrzędna X [PUWG 2000]	Współrzędna Y [PUWG 2000]	Rzędna terenu [m n.p.m.]
R1	5547238,785	7420657,705	296,59
R2	5547217,573	7420687,785	301,03
R3	5547258,072	7420732,028	273,20
R4	5547209,237	7420767,304	289,08
R5	5547220,958	7420823,108	278,37
R6	5547276,078	7420855,142	255,26
R7	5547276,349	7420899,259	249,20
R8	5547220,529	7420930,891	257,55
R9	5547183,800	7420623,172	298,98
R10	5547178,010	7420669,030	292,79
R11	5547186,740	7420736,033	294,96
R12	5547168,481	7420807,511	292,18
R13	5547178,704	7420841,294	286,06
R14	5547124,743	7420852,037	289,86
R15	5547124,642	7420872,993	288,38
R16	5547109,510	7420964,495	264,68
R17	5547113,756	7420992,090	259,58
R18	5547079,523	7420956,355	266,76
R19	5547067,220	7420993,450	263,02
R20	5547077,220	7420863,542	288,66
R21	5547066,370	7420812,641	291,84
R22	5547033,066	7420855,548	289,21
R23	5547015,662	7420653,512	299,14
R24	5547063,379	7420629,765	297,45
R25	5547126,331	7420634,054	300,00

Rozmieszczenie wykonanych reperów przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1: 500, zamieszczonej w załączniku 2.

W ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, dla wspomnianych reperów geodezyjnych, oprócz „zerowej” serii pomiarowej, przeprowadzonej 15 listopada 2012 roku, przeprowadzono także serię pierwszą 15 stycznia 2013 (po przerwie dwumiesięcznej). Wyniki tej serii świadczyły o niewielkich przemieszczeniach poziomych reperów o wielkości od 0 do 12 mm w osi x oraz od 0 do 10 mm w osi y. Wyjątkiem były repery R1 i R10, zlokalizowane po północno-zachodniej stronie Kopca Kościuszki, w których zaobserwowano większe przemieszczenia wynoszące 4 i -22 mm, w przypadku repera R1 oraz -43 i 4 mm w przypadku repera R10. Przemieszczenia

o wielkości od 1 do 6 mm wystąpiły również w pionie.

Na potrzeby niniejszego opracowania, 10 października 2014 roku, przeprowadzono kolejną – drugą serię pomiarową reperów w otoczeniu Kopca.

Wyniki pomiarów serii II wykazały przemieszczenia w poziomie o wielkości od kilku do kilkunastu milimetrów w stosunku do serii „zerowej”. Wyjątkiem były repery R9 i R10, gdzie przemieszczenia poziome były większe i wynosiły odpowiednio 36 i -41 mm – po osi x oraz -21 i 6 po osi y. Punkty, w których zarejestrowano największe przemieszczenia w tej serii znajdują się na północny-zachód od muru oporowego Kopca Kościuszki, natomiast repery, w których nie było przemieszczeń poziomych, zlokalizowane są bezpośrednio przy budynkach okalających Kopiec.

Zarejestrowane w drugiej serii pomiarowej przemieszczenia pionowe wynosiły od 0 do 13 mm, przy czym największe (10-13 mm) wystąpiły w punktach R1-R2, R9-R11 oraz R23-R25, znajdujących się na północny-zachód, zachód oraz południowy-zachód od Kopca Kościuszki.

Reper R14 uległ uszkodzeniu, w okresie pomiędzy I, a II serią pomiarową, co uniemożliwia przeprowadzenie prawidłowych pomiarów na jego podstawie.

Stwierdzone przemieszczenia w obrębie sieci monitoringu powierzchniowego w zakresie przemieszczeń poziomych świadczą o procesach spęływania wierzchniej części gruntów, która ze względu na znaczne spadki terenu uzależniona jest od warunków atmosferycznych. W okresach intensywnych opadów czy też wiosennych roztopów proces ten się nasila. Nie są to znaczne przemieszczenia, niemniej należy je monitorować i na bieżąco dokonywać ich analizy.

Przemieszczenia pionowe zaobserwowane w sąsiedztwie Kopca Kościuszki są prawdopodobnie wynikiem procesów geodynamicznych w obrębie Wzgórza św. Bronisławy. Powyższe wyniki są trudne do interpretacji ze względu na długi okres pomiarowy pomiędzy pomiarem 1, a także ze względu na fakt stwierdzenia przemieszczeń w obrębie budynków. Ewentualnie możliwe jest, że stwierdzone przemieszczenia wynikają z uszkodzenia czy też przemieszczenia punktu osnowy geodezyjnej zlokalizowanej przy Alei Małeckiego 18, czyli poza obszarem osuwiskowym.

Bezwzględnie dla przedmiotowego terenu zaleca się wykonać na koniec roku dodatkową serię pomiarową celem stwierdzenia charakteru przemieszczeń w obrębie sieci monitoringu powierzchniowego, ponieważ wykazuje ona przemieszczenia.

Szczegółowe wyniki przeprowadzonych serii pomiarów monitoringu

geodezyjnego zawiera załącznik 4.

5. Wnioski i uwagi końcowe

Na potrzeby niniejszego opracowania, we wrześniu i październiku 2014 roku, przeprowadzono kolejne serie pomiarowe monitoringu powierzchniowego i wglębnego w obrębie bryły Kopca oraz w jego okolicy.

Pomiary te wykonano w dwóch piezometrach istniejących u podstawy Kopca, w czterech inklinometrach zlokalizowanych w obrębie jego bryły oraz 25 reperach geodezyjnych znajdujących się w jego otoczeniu.

Wyniki wykonanego monitoringu piezometrycznego, podobnie jak wyniki badań archiwalnych, wskazują na brak występowania wody gruntowej u podstawy Kopca. Pomiary wykonane w inklinometrach, znajdujących się w bryle Kopca wskazują na niewielkie, obecnie trudne do zinterpretowania przemieszczenia, mieszczące się w granicach błędu pomiarowego. Na podstawie kolejnej serii pomiarowej reperów geodezyjnych można natomiast stwierdzić, że w obrębie terenu otaczającego Kopiec Kościuszki następują ciągłe, powolne ruchy, zarówno w poziomie jak i w pionie. Różnice współrzędnych płaskich z ostatniej serii pomiarowej, w stosunku do serii bazowej wynoszą zazwyczaj od kilku do kilkunastu mm, jednak wyjątkowo osiągają wartości od 3 do ponad 4 cm. Różnice współrzędnych pionowych mieszczą się natomiast w granicach od 1 do 13 mm. Największe przemieszczenia punktów pomiarowych, zarówno w pionie jak i w poziomie, zaobserwowano na obszarze zlokalizowanym na północny-zachód od Kopca Kościuszki, a największe przemieszczenia pionowe – także na zachodzie i południowym-zachodzie.

W obrębie Kopca Kościuszki w zainstalowanej sieci monitoringu wglębnego-inklinometrów, występują niewielkie, obecnie trudne do zinterpretowania przemieszczenia, mieszczące się w granicach błędu pomiarowego. Pomimo to obserwowane niewielkie zmiany są już jednoznacznie zauważalne. Dla uzyskania pełnego obrazu kierunków i dynamiki przemieszczeń konieczne jest wykonanie jeszcze co najmniej 4 sesji pomiarowych w odstępach 3 miesięcznych.

W obrębie sieci monitoringu wglębnego – piezometrów nie zostało stwierdzone zwierciadło wody. W podłożu Kopca Kościuszki w obrębie utworów czwartorzędowych nie występuje poziom wodonośny.

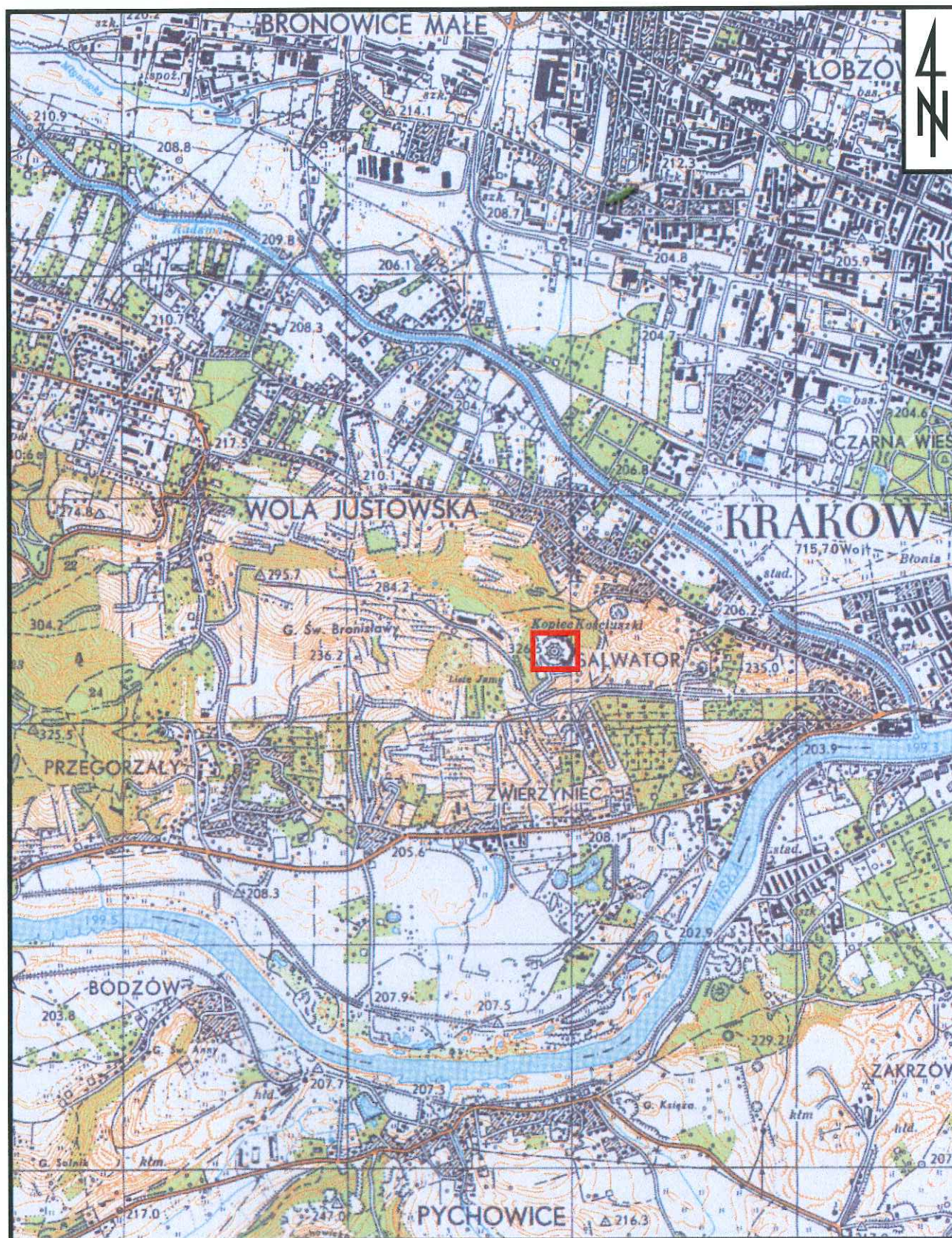
Na podstawie wykonanych badań sieci monitoringu powierzchniowego

SPRAWOZDANIE

z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki w Krakowie oraz w jego okolicy

zlokalizowanej wokół Kopca Kościuszki stwierdza się przemieszczenia poszczególnych reperów geodezyjnych, przy czym nie są to przemieszczenia znaczne. Stwierdzone przemieszczenia w zakresie przemieszczeń poziomych świadczą o procesach spelzływania wierzchniej części gruntów, która ze względu na znaczne spadki terenu uzależniona jest od warunków atmosferycznych. Przemieszczenia pionowe zaobserwowane w sąsiedztwie Kopca Kościuszki są wynikiem procesów geodynamicznych w obrębie Wzgórza św. Bronisławy. Sytuacja będzie się pogarszać w okresach występowania intensywnych i długotrwałych opadów atmosferycznych i wiosennych roztopów, ze względu na wzmożoną infiltrację wody w utwory występujące przy powierzchni terenu. Dla przedmiotowego terenu, celem stwierdzenia charakteru przemieszczeń i ich dynamiki, zaleca się wykonać pomiary w sieci monitoringu powierzchniowego łącznie z siecią monitoringu wglębnego dla 4 sesji pomiarowych w odstępach 3 miesięcznych.

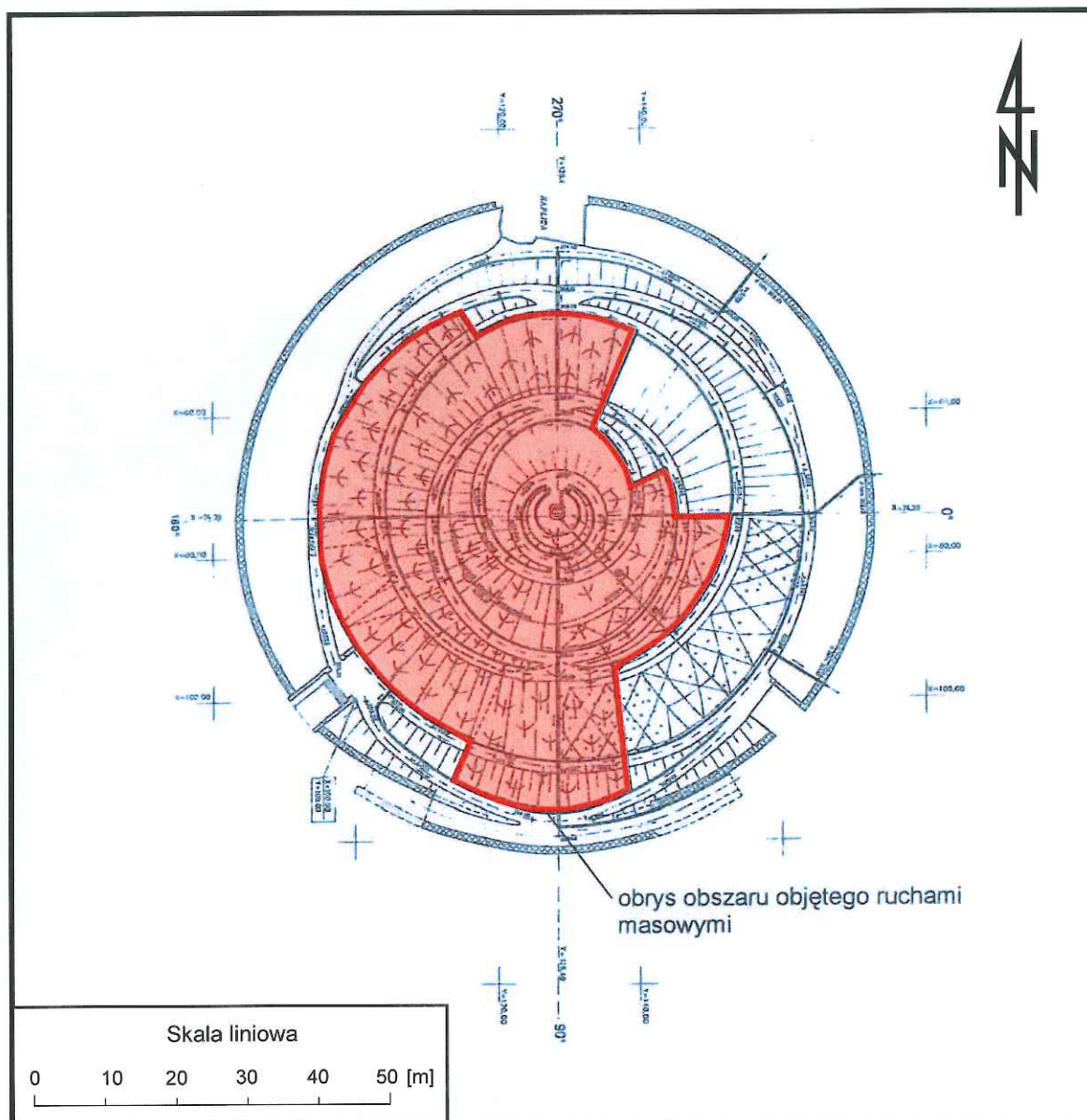
ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE



Objaśnienia:

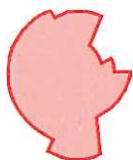
 - teren wykonanych pomiarów monitoringowych

	PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE S.A. W KRAKOWIE		
ZLECENIODAWCA	 Gmina Miejska Kraków - Urząd Miasta Krakowa Plac Wszystkich Świętych 3-4, 31 - 004 Kraków		
NAZWA OPRACOWANIA	Sprawozdanie z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki w Krakowie		
NAZWA RYSUNKU	Mapa topograficzna		
DATA	Październik 2014	SKALA 1: 25000	Załącznik 1.1



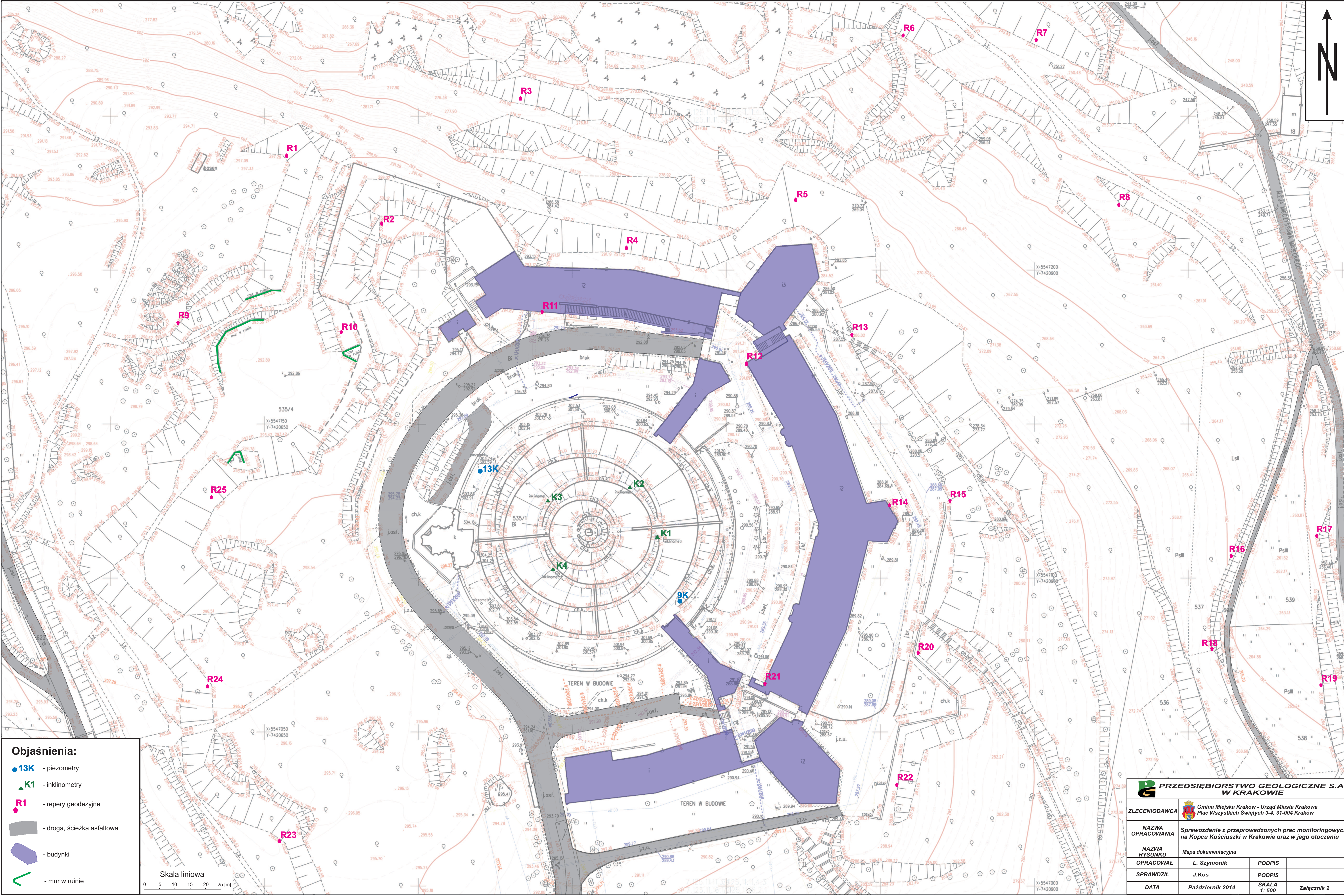
Murzyn R., 2011. Karta dokumentacyjna osuwiska wraz z opinią. Nr ewidencyjny osuwiska - 12-61-049-000001. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Objaśnienia:

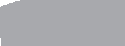


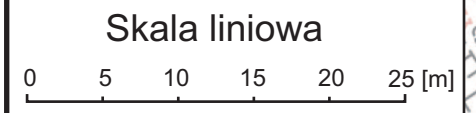
- obszar objęty ruchami masowymi

	PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE S.A. W KRAKOWIE		
ZLECENIODAWCA	 Gmina Miejska Kraków - Urząd Miasta Krakowa Plac Wszystkich Świętych 3-4, 31-004 Kraków		
NAZWA OPRACOWANIA	Sprawozdanie z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki w Krakowie		
NAZWA RYSUNKU	Mapa topograficzna Kopca Kościuszki z obszarem osuwiska		
DATA	Październik 2014	SKALA 1: 1000	Załącznik 1.2



Objaśnienia:

- **13K** - piezometry
- ▲ **K1** - inklinometry
- **R1** - repery geodezyjne
-  - droga, ścieżka asfaltowa
-  - budynki
-  - mur w ruinie



 PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE S.A. W KRAKOWIE	
ZLECENIODAWCA	 Gmina Miejska Kraków - Urząd Miasta Krakowa Plac Wszystkich Świętych 3-4, 31-004 Kraków
NAZWA OPRACOWANIA	Sprawozdanie z przeprowadzonych prac monitoringowych na Kopcu Kościuszki w Krakowie oraz w jego otoczeniu
NAZWA RYSUNKU	Mapa dokumentacyjna
OPRACOWAŁ	L. Szymonik
SPRAWDZIŁ	J.Kos
DATA	Październik 2014
PODPIS	
SKALA	1: 500
Załącznik 2	

Wyniki pomiarów w inklinometrach

Objaśnienia do wykresów pomiarów inklinometrycznych

CUMULATIVE DISPLACEMENT - Przemieszczenie kumulacyjne

Borehole - Numer otworu wiertniczego

Project - Projekt

Location - Lokalizacja

Northing - Szerokość geograficzna północna

Easting - Długość geograficzna wschodnia

Collar - Rzędna terenu [m n.p.m.]

Spiral Correction - Korekta spiralna

Collar Elevation - Wysokość kryzy

Borehole Total Depth - Głębokość otworu wiertniczego

Base Reading - Data pomiaru "zerowego"

Applied Azimuth - Zastosowany azymut

INKLINOMETR K1

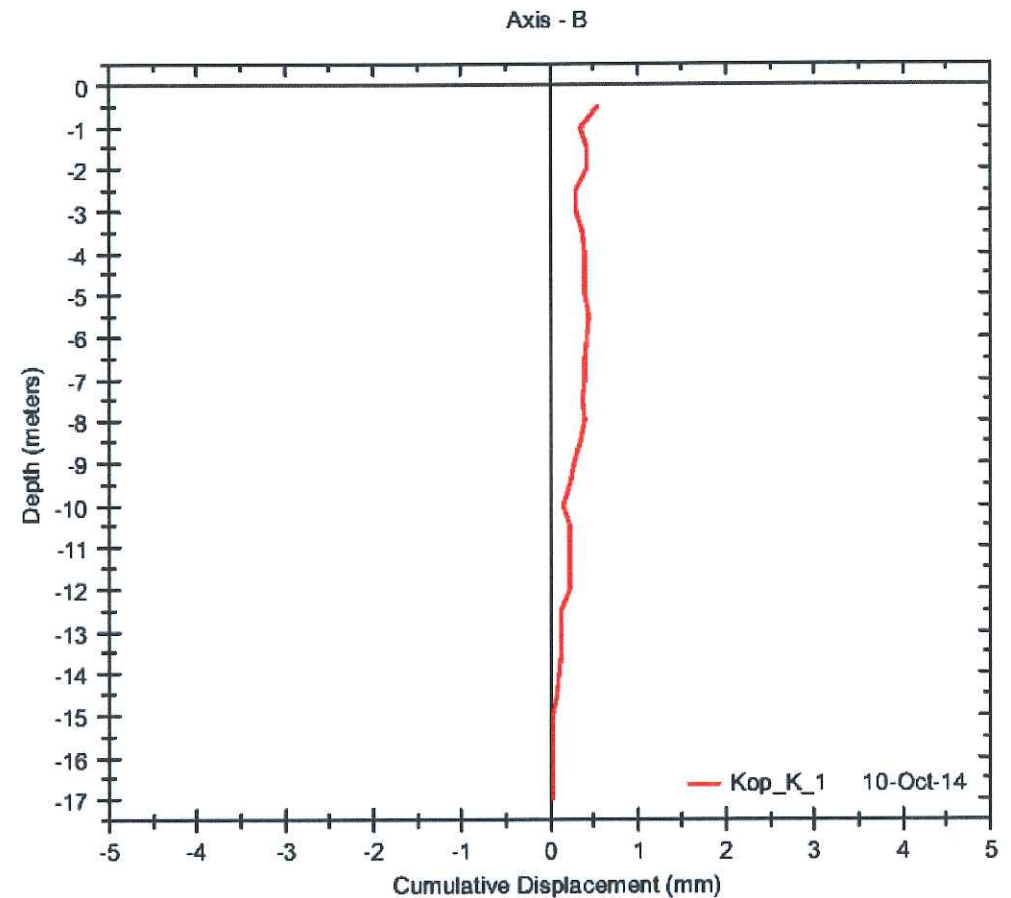
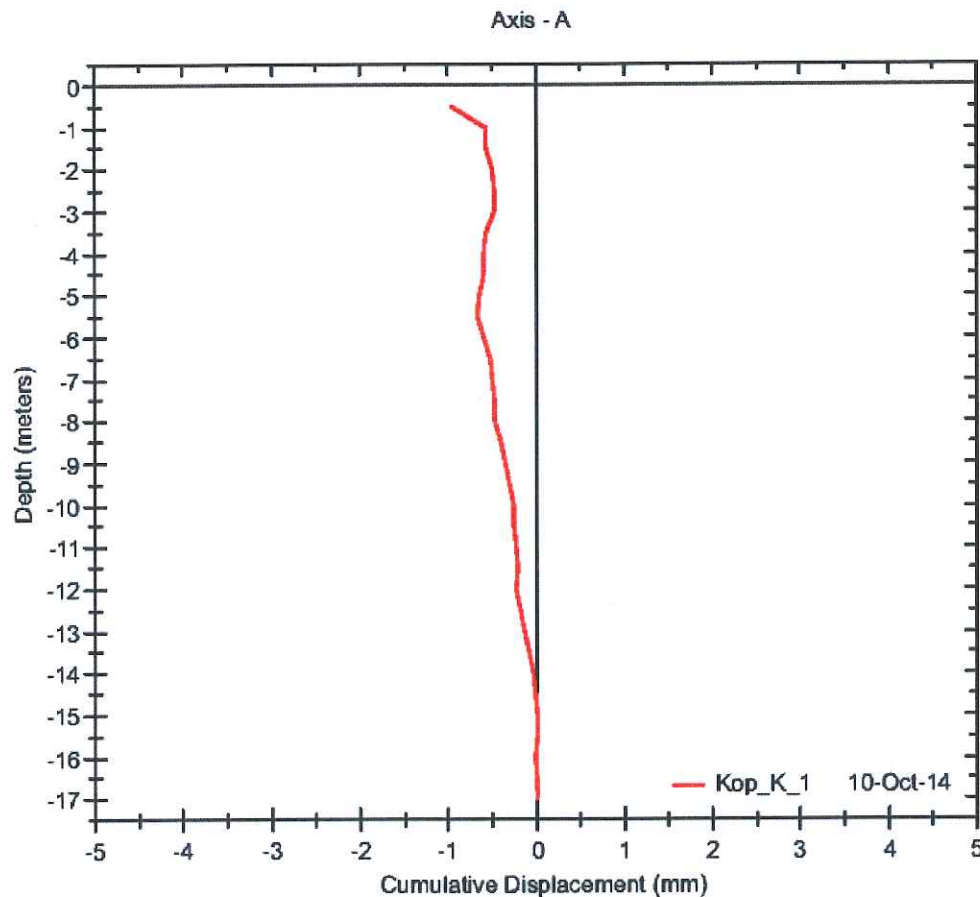
RST Instruments Ltd.

CUMULATIVE DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_1
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 17.0 meters
A+ Groove Azimuth : 90
Base Reading : 2014 Jul 21 13:25
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K1

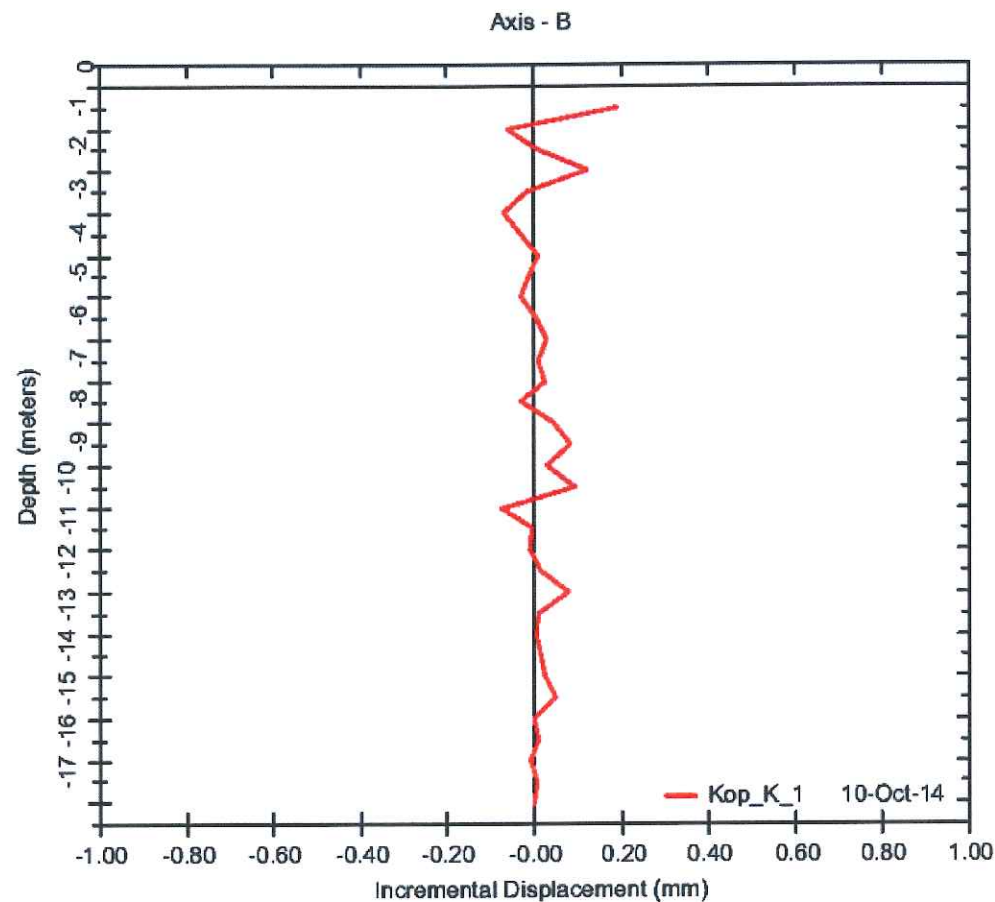
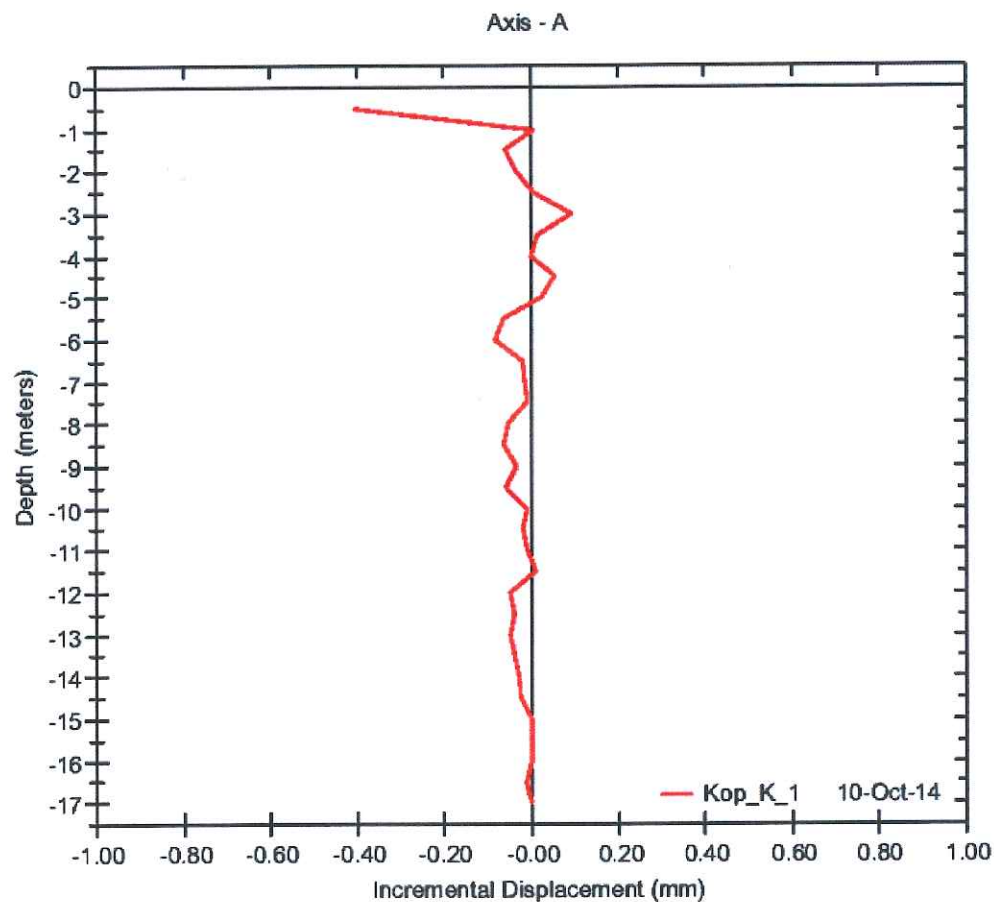
RST Instruments Ltd.

INCREMENTAL DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_1
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 17.0 meters
A+ Groove Azimuth : 90
Base Reading : 2014 Jul 21 13:25
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K2

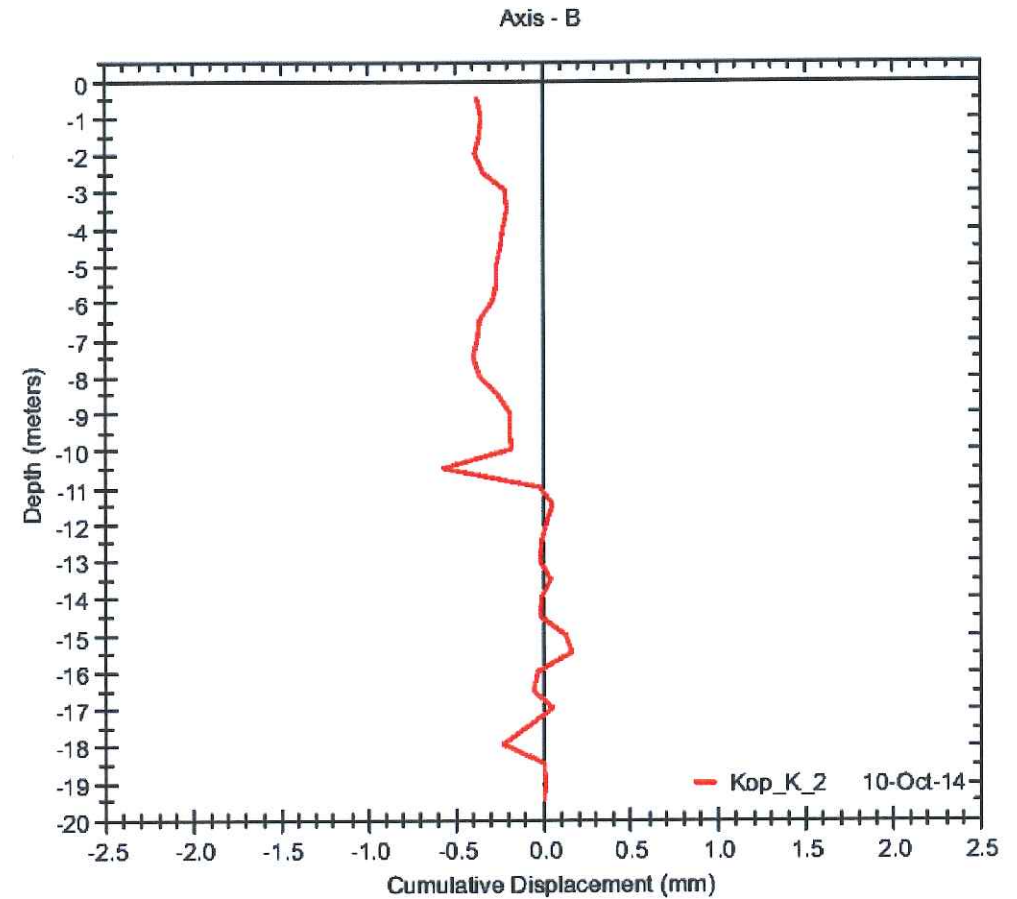
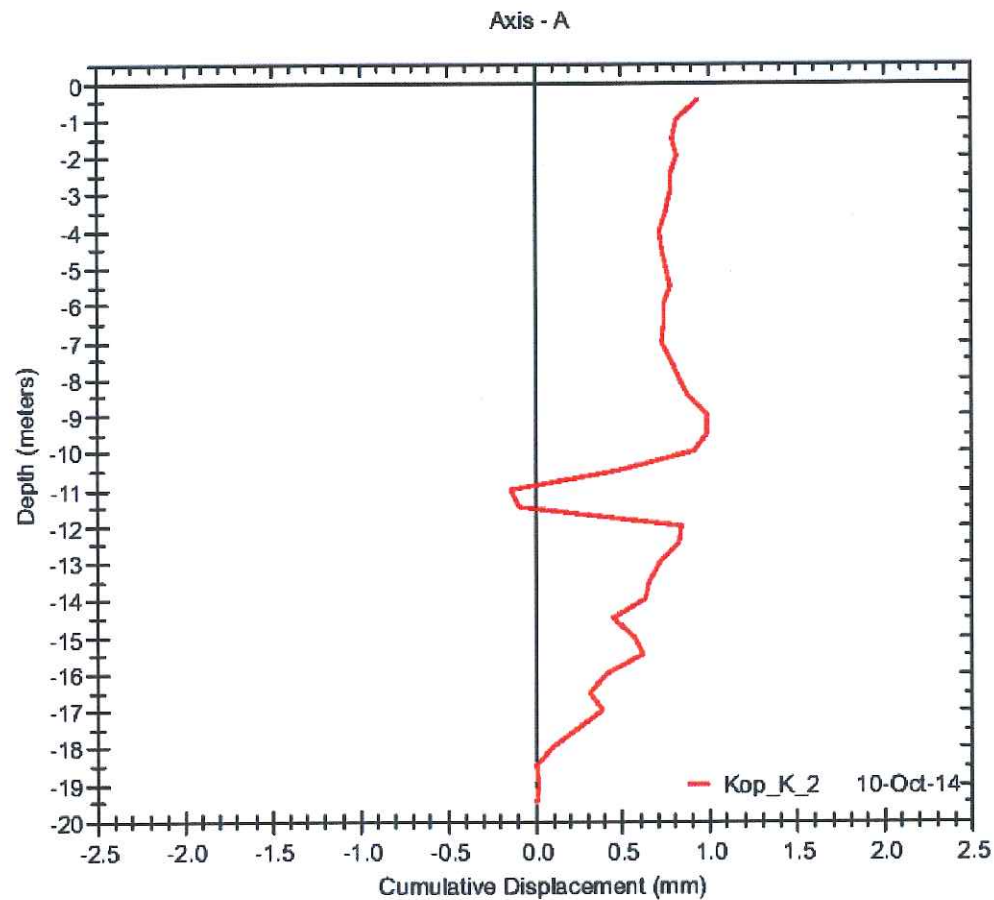
RST Instruments Ltd.

CUMULATIVE DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_2
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 19.5 meters
A+ Groove Azimuth : 30
Base Reading : 2014 Jul 21 11:50
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K2

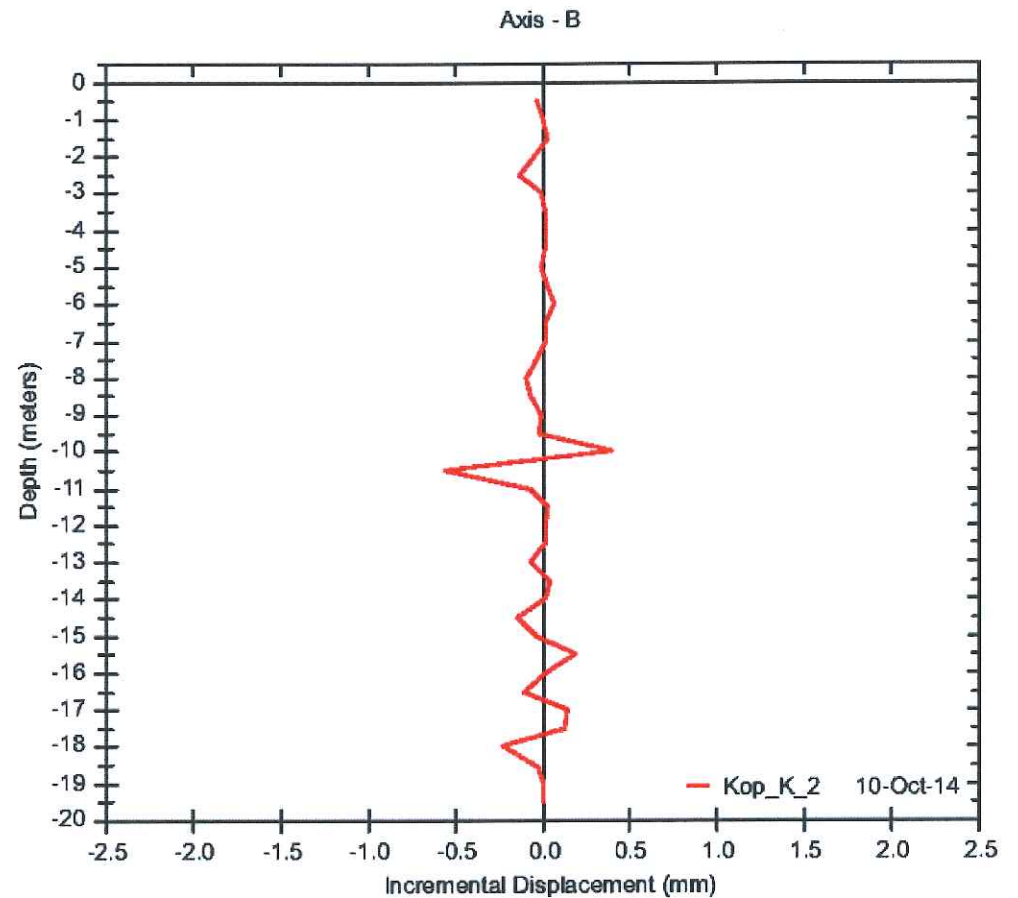
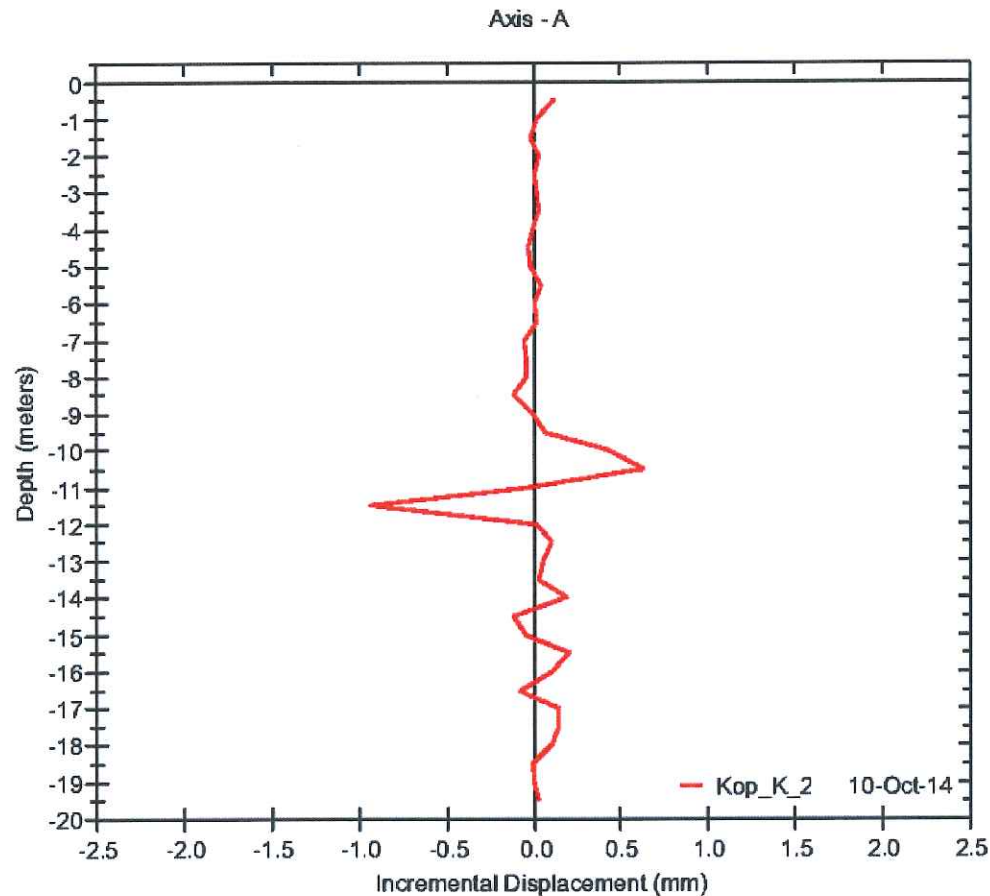
RST Instruments Ltd.

INCREMENTAL DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_2
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 19.5 meters
A+ Groove Azimuth : 30
Base Reading : 2014 Jul 21 11:50
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K3

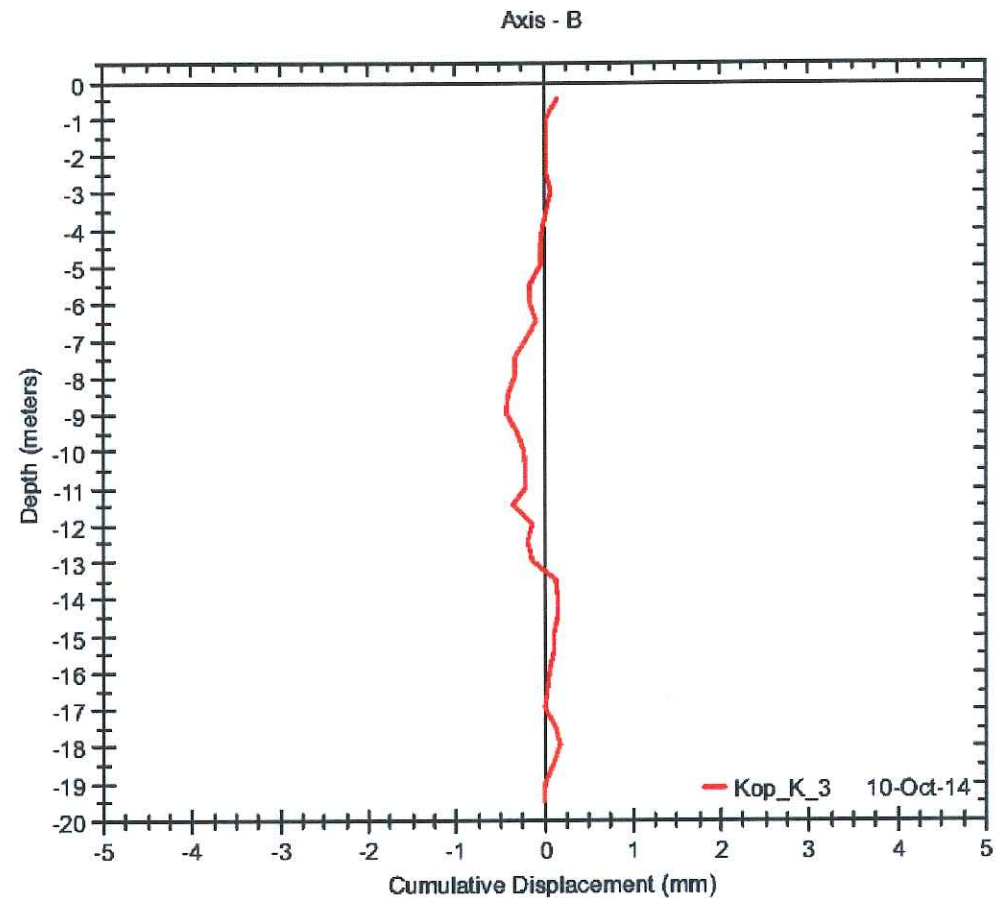
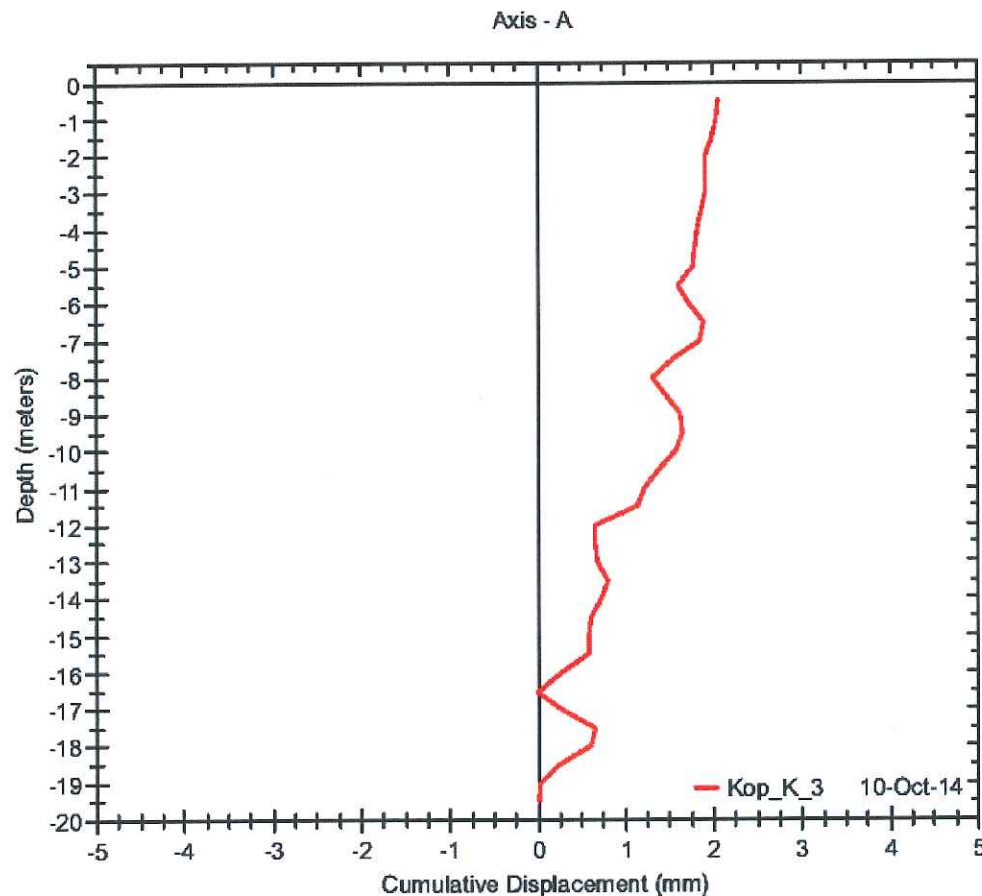
RST Instruments Ltd.

CUMULATIVE DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_3
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 19.5 meters
A+ Groove Azimuth : 318
Base Reading : 2014 Jul 21 12:57
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K3

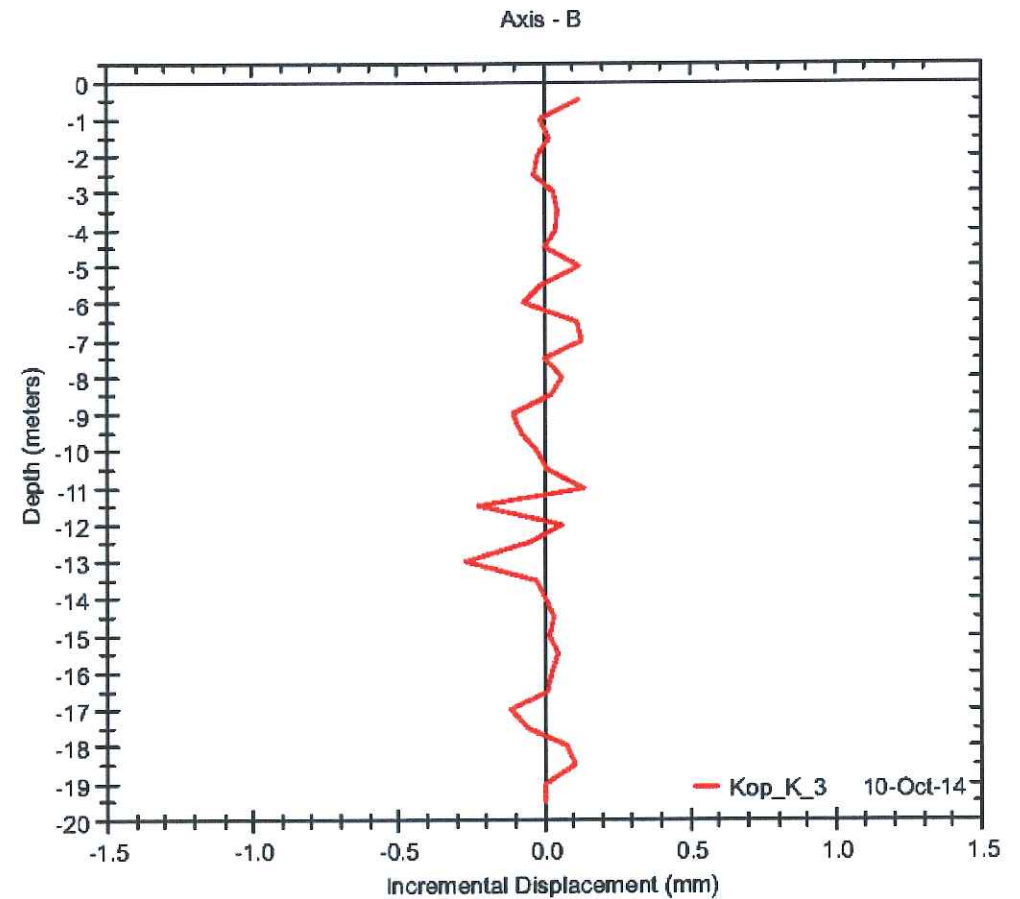
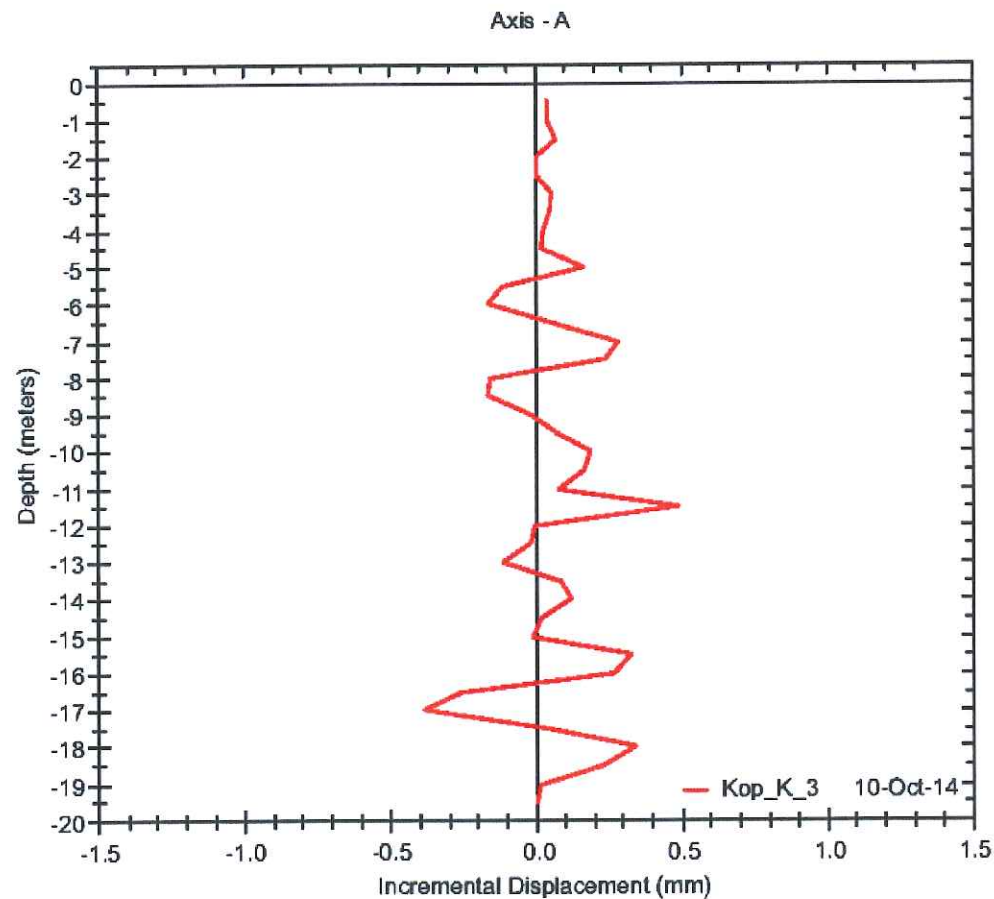
RST Instruments Ltd.

INCREMENTAL DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_3
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 19.5 meters
A+ Groove Azimuth : 318
Base Reading : 2014 Jul 21 12:57
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K4

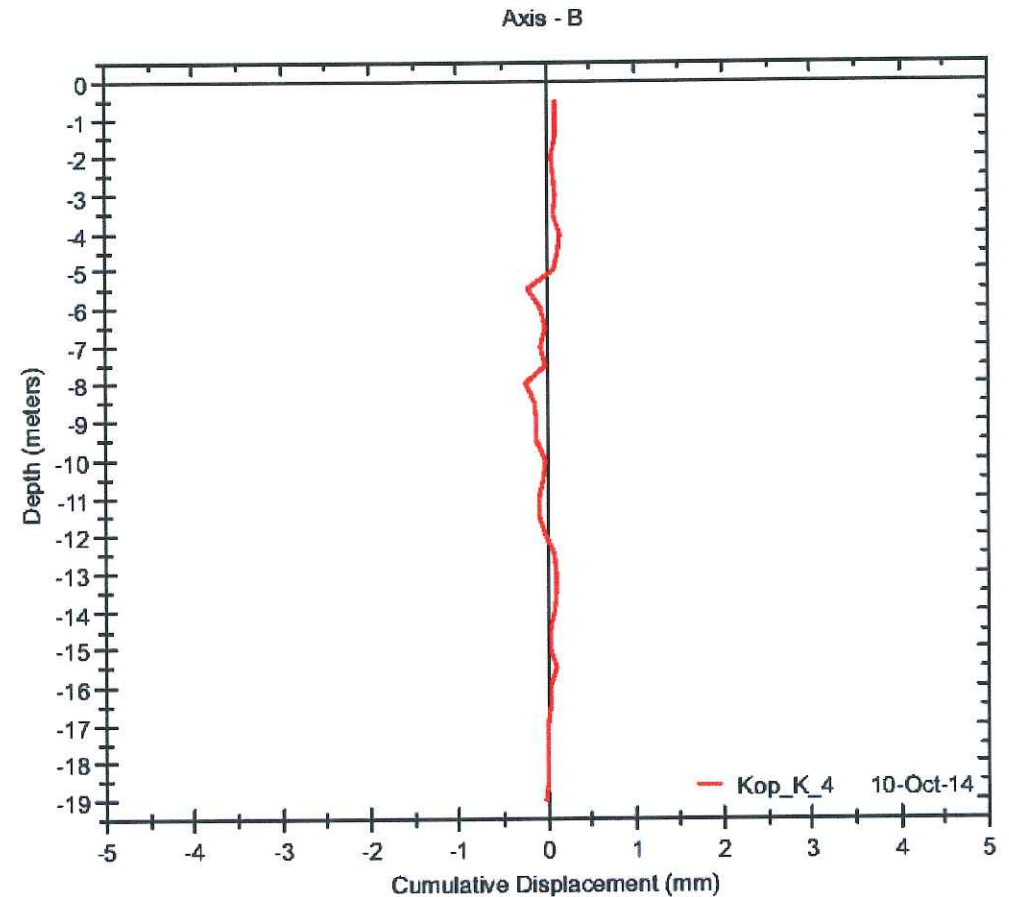
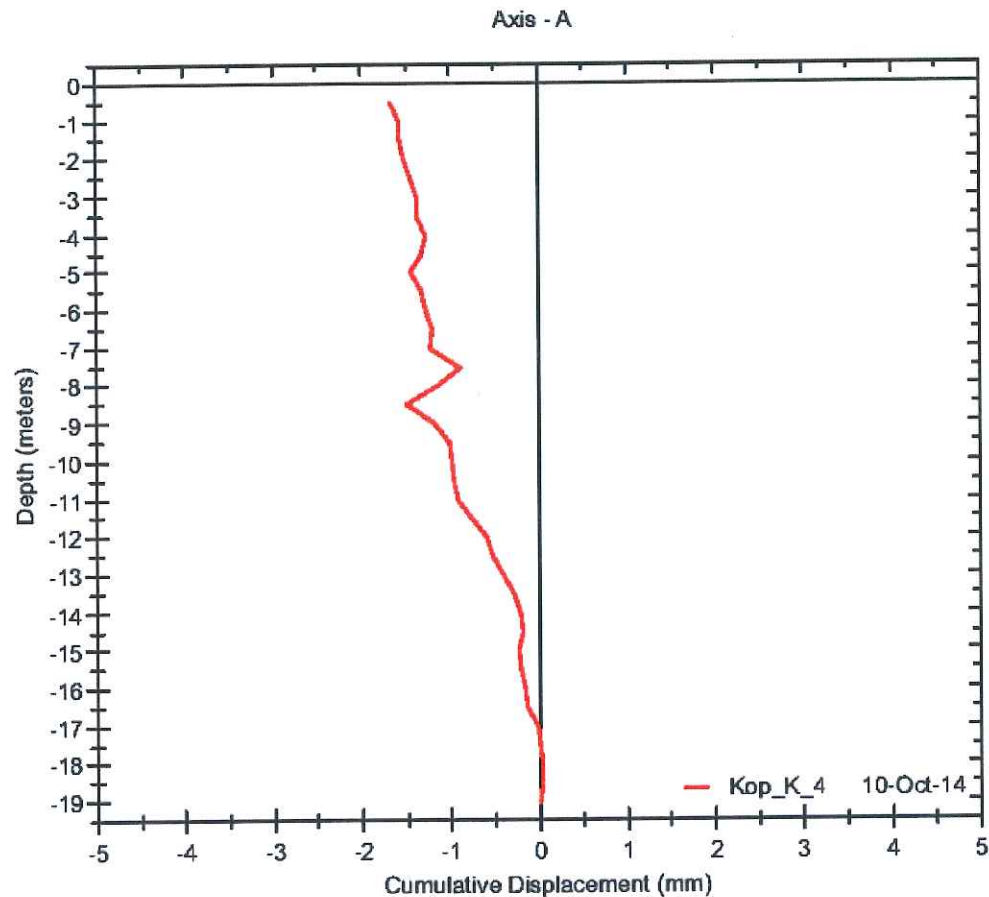
RST Instruments Ltd.

CUMULATIVE DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_4
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 19.0 meters
A+ Groove Azimuth : 214
Base Reading : 2014 Jul 21 12:26
Applied Azimuth : 0.0 degrees



INKLINOMETR K4

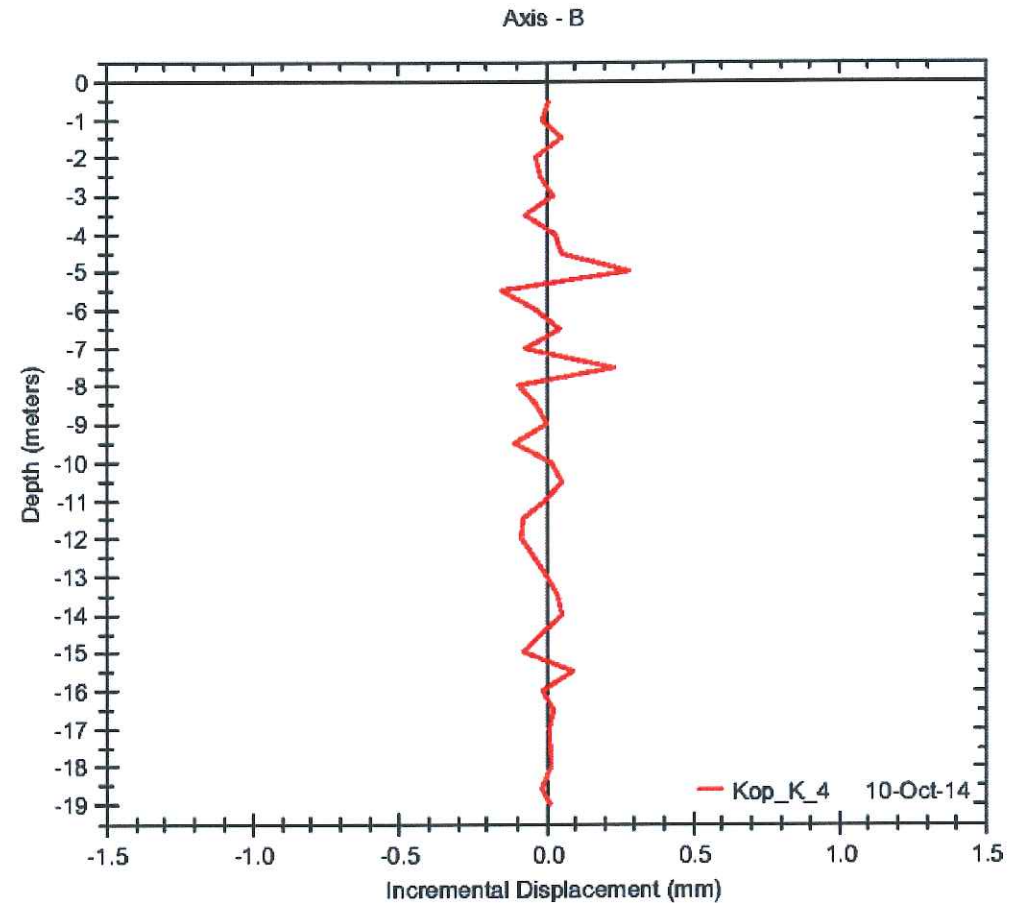
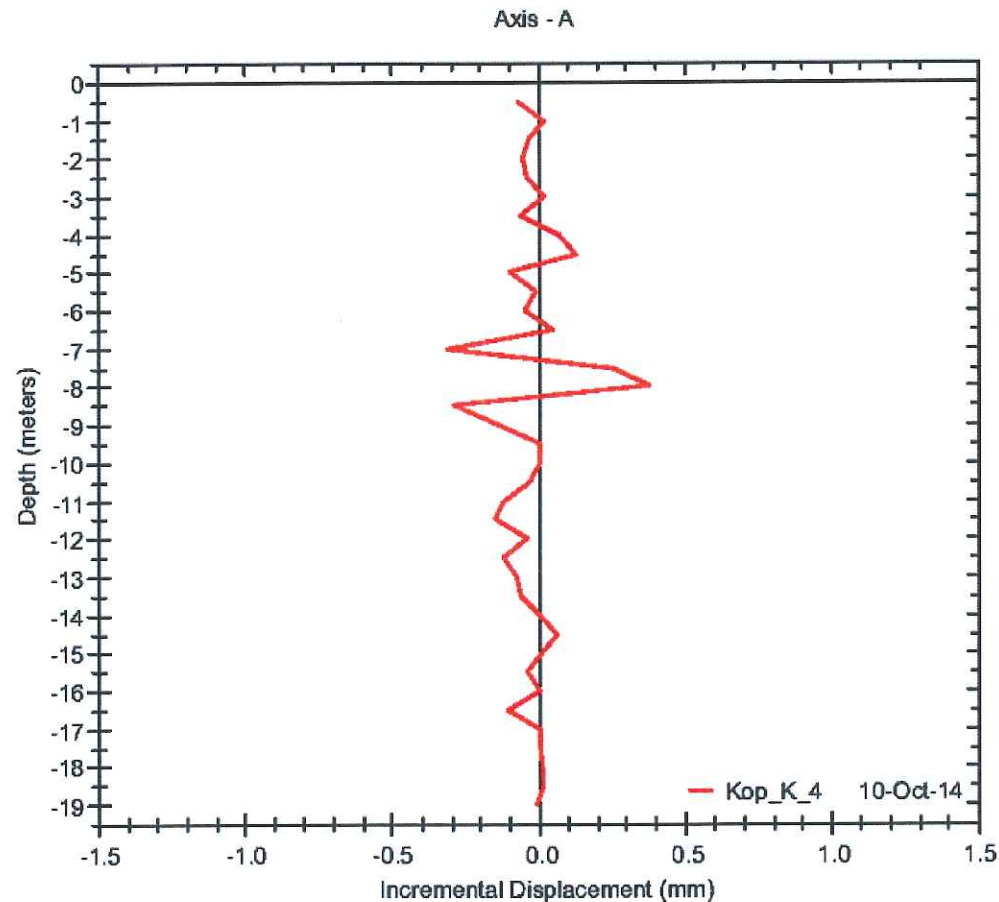
RST Instruments Ltd.

INCREMENTAL DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.47.5

Borehole : Kop_K_4
Project : KOPIEC
Location : Kraków
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 19.0 meters
A+ Groove Azimuth : 214
Base Reading : 2014 Jul 21 12:26
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Wyniki pomiarów reperów geodezyjnych

LOKALIZACJA ROBOTY

Województwo : małopolskie

Powiat/Miasto: m. Kraków

Gmina : Krowodrza

Obręb : 11

NAZWA OBIEKTU: Kopiec Kościuszki

SPRAWOZDANIE TECHNICZNE

- Z PRAC GEODEZYJNYCH ZWIĄZANYCH Z WYKONANIEM:
stabilizacji i pomiaru „zerowego” punktów obserwacyjnych

1. WYKONAWCA:

mgr inż. Maciej Kondyjowski
geodeta uprawniony – nr upr. 19074 – zakres 1, 2

2. CEL I RODZAJ ROBOTY:

monitoring geodezyjny stref osuwiskowych

3. OPIS WYKONYWANYCH PRAC

- PRACE POLOWE:

- W dniu 10 października 2014 roku przeprowadzono serię pomiarów tachimetrem elektronicznym Leica TS 06 Power 5",
- wykonano niwelację precyzyjną punktów obserwacyjnych niwelatorem elektronicznym Leica DNA 10 w nawiązaniu do reperu państwowego Rp 2051 zlokalizowanego w murze przy ul. Hoffmana,
- punkty zastabilizowane w ścianie budynku były obserwowane w zakresie wysokości H

- PRACE KAMERALNE:

- opracowano wyniki pomiarów, współrzędne XYH punktów uzyskano poprzez ściśle wyrównanie obserwacji za pomocą programu C-GEO,
- opracowano tabelaryczne zestawienie współrzędnych XYZ obserwowanych punktów oraz różnice pomiędzy serią 2 a serią 0.

Kraków, dn. 13.10.2014

mgr inż. Maciej Kondyjowski

geodeta uprawniony - nr upr. 19074
tel. 504 085 798

Wykaz współrzędnych X Y H obserwowanych punktów

seria 0 - 15 listopad 2012				seria I - 15 styczeń 2013				seria II - 10 październik 2014				
Nr punktu	X	Y	H	Nr punktu	X	Y	H	Nr punktu	X	Y	H	
R1	5547238,785	7420657,705	296,593	R1	5547238,789	7420657,683	296,598	R1	5547238,781	7420657,702	296,605	
R2	5547217,573	7420687,785	301,031	R2			301,036	R2	5547217,572	7420687,793	301,041	
R3	5547258,072	7420732,028	273,202	R3	5547258,073	7420732,034	273,205	R3	5547258,091	7420732,020	273,206	
R4	5547209,237	7420767,304	289,076	R4	5547209,228	7420767,3	289,081	R4	5547209,261	7420767,288	289,084	
R5	5547220,958	7420823,108	278,369	R5	5547220,962	7420823,103	278,374	R5	5547220,963	7420823,106	278,375	
R6	5547277,423	7420855,058	255,265	R6	5547277,424	7420855,06	255,267	R6	5547277,440	7420855,059	255,269	
R7	5547275,956	7420899,162	249,203	R7	5547275,956	7420899,163	249,204	R7	5547275,949	7420899,150	249,205	
R8	5547218,927	7420928,567	257,551	R8	5547218,926	7420928,568	257,553	R8	5547218,917	7420928,551	257,554	
R9	5547183,800	7420623,172	298,982	R9	5547183,799	7420623,173	298,987	R9	5547183,836	7420623,151	298,994	
R10	5547178,010	7420669,030	292,794	R10	5547177,967	7420669,034	292,798	R10	5547177,969	7420669,036	292,804	
R11	5547186,740	7420736,033	294,958	R11			294,964	R11			294,97	
R12	5547168,481	7420807,511	292,182	R12			292,188	R12			292,191	
R13	5547178,704	7420841,294	286,059	R13	5547178,708	7420841,291	286,065	R13	5547178,684	7420841,302	286,063	
R14	5547124,743	7420852,037	289,862	R14			289,868	R14	punkt uszkodzony			
R15	5547124,642	7420872,993	288,384	R15	5547124,644	7420872,993	288,39	R15	5547124,632	7420872,984	288,389	
R16	5547109,510	7420964,495	264,680	R16	5547109,508	7420964,494	264,681	R16	5547109,491	7420964,502	264,683	
R17	5547113,756	7420992,090	259,580	R17	5547113,756	7420992,091	259,581	R17	5547113,762	7420992,086	259,581	
R18	5547079,523	7420956,355	266,765	R18	5547079,523	7420956,353	266,768	R18	5547079,526	7420956,35	266,769	
R19	5547067,220	7420993,450	263,017	R19	5547067,211	7420993,46	263,019	R19	5547067,214	7420993,45	263,017	
R20	5547077,220	7420863,542	288,663	R20	5547077,23	7420863,541	288,67	R20	5547077,207	7420863,544	288,669	
R21	5547066,370	7420812,641	291,843	R21			291,848	R21			291,851	
R22	5547033,066	7420855,548	289,211	R22	5547033,078	7420855,541	289,216	R22	5547033,050	7420855,567	289,217	
R23	5547015,662	7420653,512	299,143	R23	5547015,668	7420653,505	299,147	R23	5547015,664	7420653,514	299,154	
R24	5547063,379	7420629,765	297,451	R24	5547063,384	7420629,758	297,456	R24	5547063,376	7420629,760	297,464	
R25	5547126,331	7420634,054	300,000	R25	5547126,338	7420634,053	300,006	R25	brak możliwości pomiaru			300,013

mgr inż. Maciej Kondyjowski

geodeta uprawniony - nr upr. 19074

tel. 504 085 798

Wykaz różnic współrzędnych płaskich X, Y obserwowanych punktów pomiędzy
pomiarem "kolejnym" a "zerowym"

seria I - 15 styczeń 2013			seria II - 10 październik 2014		
Nr punktu	Dx [mm]	Dy [mm]	Nr punktu	Dx [mm]	Dy [mm]
R1	4	-22	R1	-4	-3
R2	2	-5	R2	-1	8
R3	1	6	R3	19	-8
R4	-9	-4	R4	24	-16
R5	4	-5	R5	5	-2
R6	1	2	R6	17	1
R7	0	1	R7	-7	-12
R8	-1	1	R8	-10	-16
R9	-1	1	R9	36	-21
R10	-43	4	R10	-41	6
R11			R11		
R12			R12		
R13	4	-3	R13	-20	8
R14			R14		
R15	2	0	R15	-10	-9
R16	-2	-1	R16	-19	7
R17	0	1	R17	6	-4
R18	0	-2	R18	3	-5
R19	-9	10	R19	-6	0
R20	10	-1	R20	-13	2
R21			R21		
R22	12	-7	R22	-16	19
R23	6	-7	R23	2	2
R24	5	-7	R24	-3	-5
R25	7	-1	R25	brak możliwości pomiaru	

mgr inż. Maciej Kondyjowski

geodeta uprawniony - nr upr. 19074
tel. 504 085 798

Wykaz różnic wysokości obserwowanych punktów pomiędzy pomiarem "kolejnym"
a "zerowym"

Nr punktu	pomiar 1	pomiar 2
	Dh [mm]	Dh [mm]
R1	5	12
R2	5	10
R3	3	4
R4	5	8
R5	5	6
R6	2	4
R7	1	2
R8	2	3
R9	5	12
R10	4	10
R11	6	12
R12	6	9
R13	6	4
R14	6	punkt uszkodzony
R15	6	5
R16	1	3
R17	1	1
R18	3	4
R19	2	0
R20	7	6
R21	5	8
R22	5	6
R23	4	11
R24	5	13
R25	6	13

mgr inż. Maciej Kondyjowski

geodeta uprawniony - nr upr. 19074
tel. 504 085 798