INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 2/II/2013, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 123–131
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

GEODEZYJNE BADANIE PRZEBIEGU LINII GAZOCIĄGU

Robert Gradka, Paweł Kotlarz
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

GEODETIC SURVEY LINE COURSE OF GAS PIPELINE

Streszczenie

Pomiar przebiegu linii sieci gazowej jest możliwy przy użyciu pomiarów geodezyjnych. Pozwalają one uzyskać wystarczająco dokładne wyniki dające możliwość monitorowania przemieszczeń gazociągu, zwłaszcza na terenach osuwiskowych. Planując odpowiednią częstotliwość serii pomiarównależy przewidzieć na jakie wartości przemieszczenia jest narażony oraz w jakim okresie czasu. Dzięki temu specjaliści z zakresu wytrzymałości materiałów mogą obliczyć jakiej wielkości odkształcenia wytrzymać może zastosowany materiał. Daje to możliwość uzyskania przybliżonego okresu żywotności narażonego na zniszczenie gazociągu oraz podjęcie stosownych działań, zanim jego uszkodzenie stanie się faktem.Uszkodzenie każdej sieci gazociągu pociąga za sobą zagrożenie dla środowiska. Stwarza również utrudnienia w egzystencji ludności, do którejprzesył jest przerwany, zwłaszcza jeżeli tak jak w badanym przypadku jest to strategiczna sieć wysokiego ciśnienia zaopatrująca w gaz region Podhala.

W publikacji omówiono wyniki pomiarów i obliczeń dla linii gazociągu wysokiego ciśnienia g DN 300 w miejscowości Borzęta, w gminie Myślenice. Badany fragment gazociągu zlokalizowany jest na terenie nowopowstałego, wyraźnie widocznego osuwiska. Obiekt pomierzony został metodami klasycznymi tj. za pomocą sieci kątowo liniowej. Całość pomiarów została wykonana w nawiązaniu do punktów osnowypomierzonych metodą GPS. Punkty osnowy zostały oddalone od badanego obiektu i rozmieszczone tak, żeby ich wzajemny pomiar dał możliwość sprawdzenia stałości ich położenia.

Uzyskane wyniki pomiaru przemieszczeń wskazują jednoznacznie, że podczas dwukrotnego wyznaczania przemieszczenia sieci gazociągu w odstępie miesiąca, sieć nie uległa przemieszczeniu, a zastosowana metoda dała wiarygodne wyniki. Przewiduje się powtarzanie pomiarów geodezyjnych w kolejnych okresach czasu.

Słowa kluczowe: przemieszczenie, przebieg, gazociąg, osuwisko

Summary

Measuring the course of the gas network is possible using surveying. They make it possible to obtain sufficiently accurate results for the possibility of monitoring the movements of the gas main, especially in the landslide areas. In planning the appropriate series frequency of testing, we can predict the displacement on what it is exposed, and in what period of time. Thanks to this professionals from the scope of strength of materials can calculate the deformation and strength of materials. This gives the possibility to obtain an approximate lifetime, exposed to damage, the gas main and take appropriate action before the damage becomes a fact. Damage to any gas main network extends as a threat to the environment. It also forms an obstruction to the existence of the population to which the transfer is interrupted, especially where, as in the case in question is a strategic network of supplying high pressure gas to Podhale.

In the publication discusses the results of measurements and calculations for a line of high pressure gas pipeline DN 300 g in Borzęta, in the municipality Myślenice. Studied section of the pipeline is located within the newly established, clearly visible landslides. The object was measured by standard methods such as using the angular-linear networks. The whole of measurements was made in reference to the groundwork points created by GPS. Points were dismissed from the test object and arranged so that their mutual measurement gave the opportunity to check the constancy of their position.

The results of measurementsdisplacementsindicates that during double test of the pipeline network movement an interval of the month, the network has not been displaced, and the method gave reliable results. It is expected to repeat the geodetic measurements in subsequent periods of time.

Key words: *displacement, process, gas pipeline, landslide*

WSTĘP

Przemieszczanie się mas ziemnych jest obecnie zjawiskiem spotykanym głównie w południowej części Polski. Część powstających osuwisk można stwierdzićwzrokowo, lecz jest to już zazwyczaj znaczne osunięcie się terenu. Inne tereny, co do których zachodzi podejrzenie, iż mogą być narażone na ich powstawanie, należy monitorować za pomocą metodgeodezyjnych opisanych w niniejszejpublikacji. Osuwiska są problemem nie tylko technicznym, ale także ekonomicznym i społecznym. Powodują rozmaite zniszczenia począwszy od degradacji terenów nimi objętych po znaczne uszkodzenia infrastruktury naziemnej jak i podziemnej (budynki, sieć drogowa, sieci uzbrojenia terenu, lasy, uprawy),tym samym tworzą duże straty, głównie materialne. Część szkód wyrządzona przez osuwiska jest nieodwracalna, a ich ruch jest praktycznie nie do powstrzymania.Wczesne ich wykrycie pozwala na wyłączenie zagrożonych rejonów z użytkowania w planach przestrzennych.

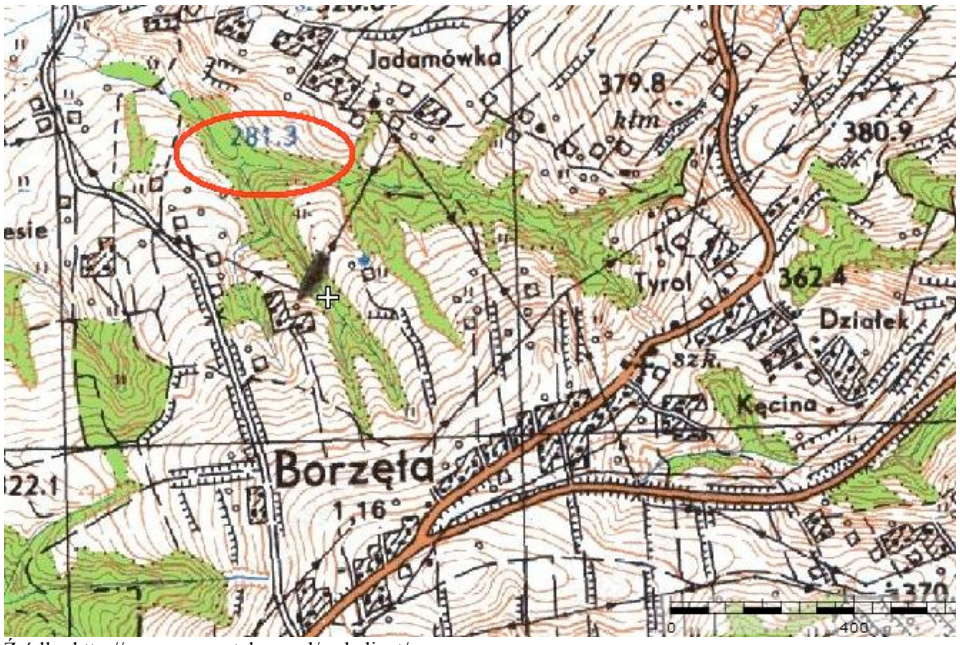
Najczęściej występującymi i najgroźniejszymi ruchami masowymi są osuwiska, które szczególnie często występują w obszarach o sprzyjającej budo-

wie geologicznej, tzn.w przypadku przemiennie występujących warstw skalnych. Wierzchnie warstwy gruntu, szczególnie na zboczach, tracąc przyczepność z głębszymi warstwami i w wyniku działania siły ciężkości zaczynają się przemieszczać tworząc osuwisko. Czynniki sprzyjające powstawaniu osuwisk możemy podzielić na naturalne, do których zalicza się erozję wgłębną i boczą stoków, ruchy tektoniczne oraz trzęsienia Ziemi. Do pozostałychczynników zaliczamy działalność człowieka (w tym: podcinanie zboczy, obciążanie zboczy przez budowle, wibracje związane np. z robotami ziemnymi czy ruchem samochodowym). Skomplikowane zależności pomiędzy wyżej wymienionymi czynnikami jak również ich duża ilość sprawia trudności i ograniczenia w prognozowaniu tworzenia się terenów narażonych na przemieszczenia. Metodami pomiarowymi monitoringu wgłębnego są otwory inklinometryczne i piezometryczne, zaś monitoringu powierzchniowego - klasyczne metody geodezyjne lub bezinwazyjna metoda georadarowa. Do wykonania badań z powierzchni osuwiska można by też zastosować pomiar grawimetryczny. Jest to pomiar pola grawitacyjnego danego ciała pozwalający określić rozkład mas w jego wnętrzu. W przypadku pomiaru terenów osuwiskowych możemy wyznaczyć jaka jest zawartość mas niestałychoraz poziom wód gruntowych.

W publikacji przedstawione zostanie zastosowanie klasycznej metody pomiaru geodezyjnego tj. sieci kątowo –liniowej do badania przemieszczenia linii przebiegu gazociągu wysokiego ciśnienia.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Obszar, na którym przeprowadzono pomiary przebiegu gazociągu, znajduje się w rejonie nowopowstałego osuwiska, zlokalizowanego w miejscowości Borzęta (Rys. 1), w powieciemyślenickim, w województwie małopolskim. Osuwisko powstało w krótkim okresie czasu w wyniku nagłych i intensywnych opadów na przełomie wiosny oraz lata 2011 roku, i jest ono wyraźnie widoczne. Zostało zauważone przez mieszkańców okolicznych gospodarstw i zgłoszone do zarządcy zagrożonego gazociągu. Gazociąg przebiega przez pola uprawne, tereny leśne i częściowo zabudowane. Pomiary odbywają się na odcinku o długości 174 metrów gazociągu wysokiego ciśnienia w terenie gęsto zalesionym, w którym na potrzeby pomiaru i przeprowadzania konserwacji przemieszczonej już rury wysokiego ciśnienia dokonano wycinki o szerokości ok. 5 metrów. Na odcinku pomiarowym teren jest nachylony w kierunku południowo-zachodnim, a jego kąt nachylenia jest zmienny i począwszy od części wschodniej odcinka jest umiarkowany, w centralnej największy, a następnie w części zachodniejponownie maleje.



Źródło: http://maps.geoportal.gov.pl/webclient/

Rysunek 1. Lokalizacja obiektu osuwiska na mapie topograficznej (czerwona elipsa)
Figure 1. Location of the landslideobjecton a topographic map(redellipse)

Badany gazociąg należy do Karpackiej Spółki Gazownictwa sp. z o.o. w Tarnowie i zlokalizowany jest w Rejonie Dystrybucji Gazu Dobczyce. Jest to gazociąg wysokiego ciśnienia g DN 300. Jego zadaniem jest zasilanie w gaz rejonu Podhala, w tym między innymi Nowego Targu i Zakopanego. W związku z tym jest to strategiczna nić przesyłowa tego nośnika energetycznego.

PRZEBIEG BADAŃ GEODEZYJNYCH

Do pomiarów geodezyjnych przyjęto opisaną niżej metodę pomiaru biegunowego w dowiązaniu do osnowy założonej metodą statyczną GPS, ze względu na brak bezpośredniej widoczności pomiędzy początkiem i końcem odcinka, a także z powodu braku warunków na zastosowanie metod GPS bezpośrednio na punktach trasy gazociągu.

W ramach przygotowań do pomiaru kontrolnego linii gazociągu wykonano wywiad terenowy, podczas którego wyznaczono miejsca w okolicy obiektu nie narażone na zmiany położenia wskutek ruchów mas ziemnych i w tych miejscach założono ciąg punktów połączonych ze sobą (Rys. 2). Punkty te stanowią stałą osnowę, która nie jest narażona na zniszczenie. Ciąg pomiarowy składa się sześciu punktów. Zostały one zastabilizowane w drodze asfaltowej,w postaci

prętów stalowych, które nie stanowią zagrożenia dla osób postronnych. Pomiędzy punktami skrajnymi zmierzonymi wcześniej metodą statyczną GPS (punkty 1, 2, 6 – planowano wykonać pomiar także punktu 5, lecz nie pozwoliły na to warunki terenowe), został założony ciąg poligonowy przebiegający przez punkty pośrednie i zmierzony tachimetrem - Topcon GPT 3005 LN, przy użyciu na kolejnych punktach pomiarowych statywu, pionownika optycznego i pryzmatu zwrotnego. Punkty osnowy od 2 do 5 pomierzone zostały dwukrotnie w dwóch położeniach lunety. Pomiar statyczny GPS wykonywany był przy użyciu odbiornika Trimble R6 i trwał ok. dwie godziny na każdym z punktów z pięciosekundowym interwałem sygnału.

Założona osnowa (Rys. 2) nie została dowiązana do państwowej osnowy geodezyjnej z powodu braku jej w najbliższej okolicy, ale pozwoliła stworzyć jednoznaczną bazę do wykonywania kolejnych pomiarów przebiegu linii gazociągu.

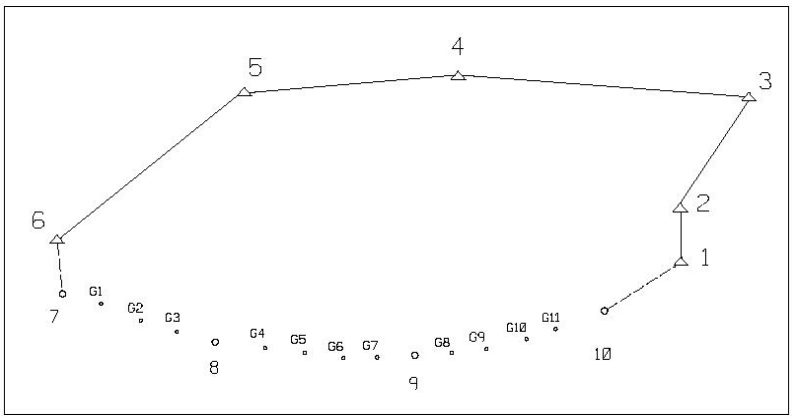
Średni błąd położenia punktu osnowy poziomej po wyrównaniu, obliczony programem GEONET, tzn. ciągu poligonowego dowiązanego dwustronnie do punktów pomierzonych metodą statycznąwyniósł 0,011 m, zaś średni błąd położenia punktu osnowy wysokościowej 0,006 m.

Po odkryciu osuwiska gazociąg został prewencyjnie odkopany w celu sprawdzenia jego stanu technicznego i szczelności. W chwili całkowitego jego odkrycia zostały bezpośrednio na nim umieszczone opaski stalowe z prętami stalowymi, które po zasypaniu wystają ponad grunt tworząc punkt pomiarowy. Opaski zostały rozmieszczone w odległościach ok. siedem – dziewięć metrów na całej długości zagrożonego odcinka. Pręty wystające ponad grunt zostały zabezpieczone rurami ochronnymi o średnicy 100mm uniemożliwiając tym samym uszkodzenie punktów pomiarowych, a także minimalizując prawdopodobieństwo wystąpienia uszczerbku na zdrowiu osób niepowołanych, jako że obiekt znajduje się w terenie ogólnodostępnym.

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 2. Szkic ciągu osnowy stałej
Figure 2. Sketch of thesolidwarp

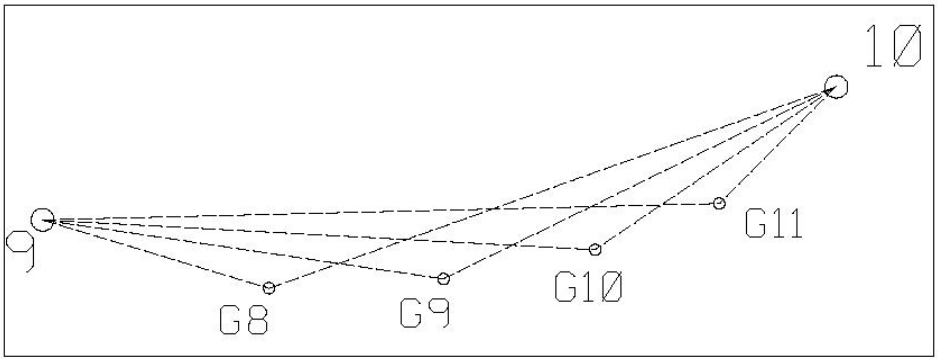
Na całym monitorowanym odcinku zastabilizowano piętnaście punktów pomiarowych oznaczonych na Rys. 3. Na potrzeby pomiaru wybrano spośród nich cztery punkty (numer 7, 8, 9, 10) rozmieszczone równomiernie na całej długości odcinka stanowiące dla pomiaru punkty ciągu dwustronnie dowiązanego do punktów założonej wcześniej stałej osnowy (punkty 1, 2, 5, 6).



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3 Szkic osnowy pomiarowej wraz z punktami pomiarowymi na gazociągu
Figure 3. Sketch ofthe measurementwarpwiththe measuringpointsonthe gaspipelin

Ciąg poligonowypomierzono metodą klasyczną za pomocą tachimetru elektronicznego. Punkty na gazociągu znajdujące się pomiędzy punktami osnowy przyjętymi jako punkty ciągu, mierzone były biegunowo,dwukrotnie z dwóch sąsiednich stanowisk.Przedstawia to Rys. 4



źródło: opracowanie własne

Rysunek 4. Szkic osnowy pomiaru biegunowego punktów z dwóch stanowisk
Figure 4. Sketch ofthe measurementwarppoleof the twopointspositions

Za pomocą opisanej wyżej metody pomiaru wyznaczono współrzędnepoziome X, Y oraz wysokość H wszystkich punktów mierzonego obiektu. Średni błąd położenia poziomego punktów pośrednich na gazociągu wyniósł 0,015 m. Rzędne H wyznaczono na podstawie założonego ciągu trygonometrycznego i błąd wyznaczenia wysokości poszczególnych punktów gazociągu wyniósł 0,022 m. Średnie błędy położenia i wyznaczenia wysokości punktów są parametrami określającymi dokładność zastosowanej metody, obliczone w odniesieniu do założonej osnowy (punkty 1-6). Badania tego obiektu przeprowadzane są kwartalnie od listopada 2011 roku. Końcowe wyniki pomiaru porównywane są nie tylko z pomiarem powykonawczym gazociągu, a także z pierwszym pomiarem traktowanym jako wyjściowym. Porównanie to ma na celu ocenę wielkości zjawiska przemieszczania się odcinka pomiarowego od czasu rozpoczęcia jego monitorowania.

ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW PRZEMIESZCZEŃ

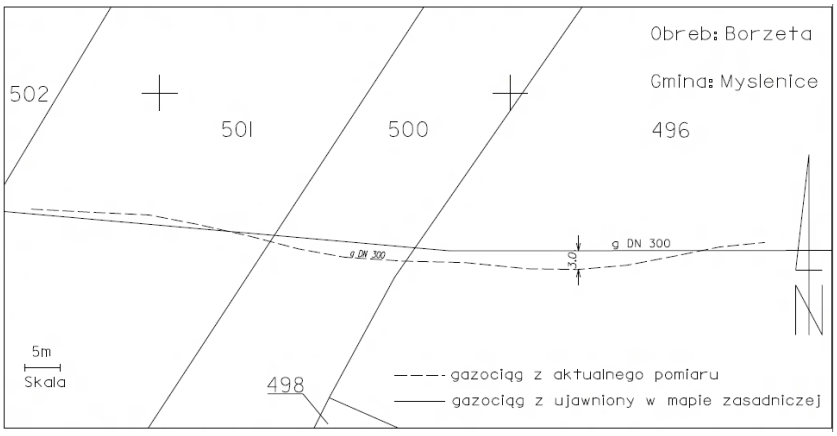
Pomiary przemieszczeń zostały rozpoczęte późną jesienią 2011 roku. Dotychczas wykonano 10 serii obserwacji. Osoby bezpośrednio obsługujące rejon z ramienia gazowni, w którym położony jest odcinek sieci szacują, że dotychczasowe jego przemieszczenie może wynosić nawet 3 metry odtrasy jego początkowego przebiegu (tzn. względem stanu na dzień jego budowy).

Początkowe założenia monitoringu linii gazociągu zakładały częstotliwość pomiarów średnio raz na miesiąc. Po wykonaniu czterech pomiarów, stwierdzono, że gazociąg nie ulega dalszym poważnym przemieszczeniom, stąd częstotliwość pomiarów zmniejszono na kwartalny.

Pomiar wykonany w listopadzie 2011r., jest pomiarem wyjściowym, a wyniki pomiarów każdej następnej serii porównywane są z jego współrzędnymi celem wyznaczania aktualnych wartości przemieszczeń poziomych i pionowych.

Pomiar drugi wykonany został w grudniu tego samego roku. Podczas prac terenowych wykorzystano założone do celów pomiarowych punkty osnowy stałej. Wyznaczone współrzędne nie wykazały żadnych zmian w położeniach punktów.

Po opracowaniu wyników z pomiarów terenowych otrzymano współrzędne punktów odpowiadającym punktom z pomiaru wyjściowego.Współrzędne z pomiaru wyjściowego porównano zewspółrzędnymi pomiaru powykonawczego. Maksymalne przesunięcie przebiegugazociągu względem jego pierwotnego położenia wyniosło 3,23m. Kolejne pomiary porównywane z pomiarem wyjściowym, wykazują zmianę położenia punktów w granicach 20mm, co odpowiada wymaganiom dokładnościowym metody tachimetrycznej.



źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5. Szkic przebiegu trasy gazociągu na podstawie pomiaru bazowego odcinka testowego i pomiaru po inwentaryzacji
Figure 5. Comparison of baselinemeasurement of the test section and measuringafter the inventory

PODSUMOWANIE

Porównanie wyników pomiaru wyjściowego (listopad 2011r.) z pomiarem powykonawczym pokazuje, że teren wraz z gazociągiem na przestrzeni lat uległ znacznemu przemieszczeniu. Porównanie wyników każdego kolejnego pomiaru z pomiarem wyjściowym pokazuje, że obecnie teren na którym zlokalizowany jest gazociąg wykazuje stabilność, a zastosowanie metody pomiaru tachimetrycznego w powiązaniu z punktami osnowy umieszczonymi na terenach poza osuwiskiem, których położenie określone jest za pomocą metody statycznej GPS, jest jak najbardziej uzasadnione. W związku z obszarem, do którego dociera gaz przesyłany tym gazociągiem jest to strategiczna nić przesyłowa tego surowca. Wykonywane pomiary odgrywają istotną rolę w prognozowaniu i określaniu przemieszczeń trasy przebiegu gazociągu. Pozwalają bowiem na wyznaczenie naprężeń bocznych występujących w gazociągu i porównywanie ich z naprężeniami granicznymi. Zadanie pomiaru geodezyjnego kończy się na wyznaczeniu przemieszczeń podczas kolejnych serii pomiarów. Obliczaniem i porównywaniem naprężeń zajmuje się uprawniony specjalista z ramienia gazowni.

LITERATURA

Gargula T., „Metodologia wyrównania sieci zintegrowanych, złożonych z wektorów GPS oraz klasycznych sieci modularnych". Przegląd Geodezyjny, Warszawa 2010 nr 8,

Głowacka E. Gonzalez J.J. Nafa F.A. Farfan F. Diaz de Cossio G., „Monitoring surfacedeformation in the Mexicali Valley", B.C. Mexico. Proceedings 10th FIG International Symposium on Deformation Measurements. Orange California 2001,

Grala M.,Kopiejewski G. Wasilewski A. „Geodezja inżynieryjna: działy wybrane".Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2003,

Grabowski D., „Inwentaryzacja osuwisk oraz zasady i kryteria wyznaczania obszarów predysponowanych do występowania i rozwoju ruchów masowych w Polsce Pozakarpackiej", Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2006,

http://www.srodowiskowa.pl/panel/dane/pliki/plik_166-1.pdf

Instrukcja Techniczna G 7. „Geodezyjna ewidencja sieci uzbrojenia terenu". Wydanie pierwsze. Warszawa 1998.

Jagielski A. „Geodezja II", GEODPIS Kraków 2006,

Karczewski J., „Zarys metody georadarowej", wyd. 1, Wydawnictwo AGH, Kraków 2007

Państwowy Instytut Geologiczny: www.pgi.gov.pl

Poprawa D., RączkowskiW.,Osuwiska Karpat", Przegląd Geologiczny 2003, vol. 51, nr 8

Szafarczyk A., „Geodezyjne metody monitoringu osuwisk", Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN o. Kraków, nr 2/2011,

Zabuski L., Osuwiska we fliszu Karpat polskich: geologia, modelowanie obliczenia stateczności, IBW PAN, Gdańsk 1999

Mgr inż. Robert Gradka
gradkarobert@gmail.com
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Katedra Geodezji, ul. Balicka 253a, 30-198 Kraków
12 662 45 39

Mgr inż. Paweł Kotlarz
kotlarz.p@gmail.com
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Katedra Geodezji, ul. Balicka 253a, 30-198 Kraków
12 662 45 39