



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Państwowa służba geologiczna
Państwowa służba hydrogeologiczna

GEOLOGIA SAMORZĄDOWA

**SERWIS INFORMACYJNO-EDUKACYJNY PIG-PIB
W ZAKRESIE GEOLOGII, GÓRNICTWA, OCHRONY ŚRODOWISKA,
ADMINISTRACJI I PRZEPISÓW PRAWA**

WARSZTATY

**ASPEKTY ADMINISTRACYJNO-PRAWNE
I ŚRODOWISKOWE TERENÓW OBJĘTYCH
RUCHAMI MASOWYMI ZIEMI**

Kraków, 17-18 maj 2017 r.

INFORMACJA O PRELEGENTACH



mgr inż. HANNA BUKOWY-OLEJNIK posiada doświadczenie zawodowe i wiedzę z zakresu geologii inżynierskiej i budownictwa. Jest absolwentką Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego na kierunku geologii oraz Wyższej Szkoły Technicznej, ukończyła studia inżynierskie na kierunku budownictwa. Posiada uprawnienia geologiczne kat. VII, XI i XII oraz certyfikaty: „Ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych na podstawie aktualnych przepisów prawnych i wytycznych metodologicznych zawartych w normach Eurokodowskich” i „Projektowanie geotechniczne z wykorzystaniem wyników badań terenowych i laboratoryjnych wg Eurokodu 7*”. Pani Hanna Bukowy-Olejek posiada doświadczenie przy sporządzaniu dokumentacji geologiczno-inżynierskich wraz z robotami w terenie zarówno dla niewielkich domów jednorodzinnych jak i dla budynków wysokościowych i hal przemysłowych oraz przy sporządzaniu opinii geotechnicznych, projektów geotechnicznych i dokumentacji badań podłoża gruntowego, projektów uzdatniania pogórniczego terenu wraz z wykonywaniem robót w terenie: otwory uzdatniające i zatłaczanie zaczynu zestalającego. Jest współwłaścielką firmy Geosolum s.c świadczącej usługi geologiczne (opinie, dokumentacje i ekspertyzy związane z geotechniką i geologią inżynierską) i geofizyczne (głównie metodą elektrooporową oraz georadarową).



mgr AGNIESZKA CHEĆKO posiada doświadczenie zawodowe i wiedzę z zakresu geologii inżynierskiej, hydrogeologii, geologii złóż i górnictwa, rekultywacji terenów pogórnich oraz w pracy administracji geologicznej. Jest absolwentką Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego i podyplomowych studiów na Akademii Górniczo Hutniczej w Krakowie w zakresie ochrony zasobów mineralnych oraz na Wydziale Prawa Uniwersytetu Śląskiego w zakresie koncesjonowania działalności eksploatacyjnej. W latach 1995 – 2000 była

inspektorem Działu Górniczego Kopalni Piasku Szczakowa w Jaworznie. Od 2000 roku realizuje zadania administracji geologicznej szczebla powiatowego w Urzędzie Miejskim w Jaworznie. Obecnie pełni funkcję Geologa Powiatowego miasta Jaworzna i jest Kierownikiem Ośrodka Edukacji Ekologiczno – Geologicznej GEOsfera w Jaworznie. Pani Agnieszka Chećko realizuje projekty związane z badaniami wód podziemnych i edukacją geologiczną. Jest członkiem Rady Ochrony Przyrody Województwa Śląskiego, Rady Naukowej Śląskiego Ogrodu Botanicznego, Społecznej Rady Konsultacyjnej Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.



dr ZBIGNIEW FRANKOWSKI jest absolwentem Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego o specjalności geologia inżynierska i hydrogeologia. Pracuje w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym, Program Bezpieczna Infrastruktura i Środowisko. Prowadzi badania z zakresu metodyki badań polowych i interpretacji wyników. Jest współautorem wytycznych i instrukcji dotyczących dokumentowania warunków

geologiczno-inżynierskich dla obiektów hydrotechnicznych, liniowych i energetycznych oraz wytycznych badań podłoża gruntowego różnymi metodami polowymi. Wykonał liczne opracowania (dokumentacje), których celem było ustalenie przydatności gruntów dla posadowienia różnych obiektów. Prace te dotyczyły między innymi elektrowni: Dolna Odra, Kozienice, Jaworzno III, Bełchatów i Żarnowiec, metra warszawskiego, kopalni odkrywkowych Machów i Adamów, zbiornika Włocławek.

Od 1987 roku bierze udział w pracach badawczych dotyczących:

- poszukiwania perspektywicznych lokalizacji dla składowiska odpadów promieniotwórczych,
- oceny bezpieczeństwa Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Róźnie,
- monitoringu wybranych elementów środowiska w otoczeniu KSOP,
- geologicznej oceny projektowanych lokalizacji elektrowni jądrowej.

Uczestniczył w pracach dotyczących ograniczenia zanieczyszczenia wód podziemnych. Jest współautorem kilku arkuszy Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000, a także opracowań związanych z wykonywaniem map geologiczno-inżynierskich i instrukcji wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich przy wykorzystaniu techniki komputerowej. Jest autorem i współautorem wielu ocen oddziaływania na środowisko projektowanych inwestycji i istniejących obiektów. Brał udział w opracowaniu atlasów dla Warszawy, Katowic, Trójmiasta, Wrocławia, Jastrzębia Zdroju – Rybnika – Żor i Łodzi. Jest również współautorem:

- „Instrukcji sporządzania map warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 10 000 i większych dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach”, PIG, 1999;
- „Zasad sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich”, Ministerstwo Środowiska, 1999;
- „Zasad dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla celów likwidacji kopalń”, Ministerstwo Środowiska, 2009;
- „Zasad dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego”, PIG-PIB, 2009;
- „Zasad dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” PIG-PIB, 2012.

Jest autorem i współautorem kilkuset publikacji i opracowań dokumentujących podłoże budowli.



dr Janusz JEZIORSKI jest absolwentem Uniwersytetu Warszawskiego w dziedzinie geografii (specjalność: geomorfologia). Stopień doktora geologii (specjalność: kartografia geologiczna, stratygrafia czwartorzędu) uzyskał na Uniwersytecie Warszawskim. Posiada doświadczenie zawodowe i wiedzę z zakresu geomorfologii, kartografii geologicznej i stratygrafii czwartorzędu. Był pracownikiem Państwowego Instytutu Badawczego – Państwowego Instytutu Geologicznego, Komitetu Badań Naukowych oraz

Kancelarii Sejmu. Obecnie Pan Janusz Jeziorski zatrudniony jest w Ministerstwie Środowiska w Departamencie Nadzoru Geologicznego jako Radca Ministra.



mgr PAWEŁ MARCINIEC jest absolwentem Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego. Ukończył studia na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej. Od 1994 roku zatrudniony w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Prowadzi badania z zakresu geologii Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Współautor 6 arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 oraz 10 arkuszy Mapy Geologiczno – Gospodarczej Polski z obszaru Karpat. Od 2006 roku bierze udział w projekcie System Osłony Przeciwośuwiskowej (SOPO). Współautor Instrukcji Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ). Obecnie pracownik Programu Geozagrożenia Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego oraz główny koordynator SOPO.



dr PIOTR NESCIERUK jest absolwentem Instytutu Nauk Geologicznych na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego. Doktor Nauk o Ziemi w specjalności geologia regionalna. Od 1988 roku zatrudniony w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Prowadzi badania z zakresu geologii Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Koordynator regionu karpackiego i współautor 10 arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Od 1997 roku zajmuje się problematyką osuwisk i zagrożeń z nimi związanych. Współautor Instrukcji Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ) i metodyki badań monitoringu instrumentalnego osuwisk. Autor licznych publikacji związanych z problematyką nowoczesnych metod pomiarowych stosowanych do oceny geozagrożeń. Obecnie pracownik

Programu Geozagrożenia Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego oraz koordynator ds. monitoringu w projekcie System Ośłony Przeciwosuwiskowej (SOPO).



dr ZBIGNIEW PERSKI jest absolwentem Wydziału Geologii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, gdzie w roku 2000 obronił pracę doktorską w dziedzinie Nauk o Ziemi. Pracował w Katedrze Geologii Podstawowej Uniwersytetu Śląskiego i na Wydziale Geodezji Matematycznej Uniwersytetu Technicznego w Delft (Holandia). Od 2010 zatrudniony w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Prowadzi badania w zakresie teledetekcji a szczególnie interesują go zastosowania skaningu laserowego i satelitarna interferometria radarowa w monitorowaniu geozagrożeń. Od 2008 bierze udział w projekcie System Ośłony Przeciwosuwiskowej (SOPO).



mgr DAWID SOWIŃSKI posiada doświadczenie zawodowe i wiedzę z zakresu geologii inżynierskiej i geofizyki. Jest absolwentem Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego na kierunku geologii ze specjalnością geofizyka. Posiada uprawnienia geologiczne kat. X, XI i XII oraz uprawnienia niższego dozoru ruchu o specjalności geologicznej i hydrogeologicznej w zakładach wykonujących roboty geologiczne techniką wiertniczą tj. wierceń w ramach poszukiwania i rozpoznawania złóż kopalin do głębokości większych niż 500 m oraz w ramach wierceń geologiczno – inżynierskich i sejsmicznych. Pan Dawid Sowiński posiada doświadczenie przy sporządzaniu dokumentacji geologiczno-inżynierskich wraz z robotami w terenie zarówno dla niewielkich domów jednorodzinnych jak i dla budynków wysokościowych i hal przemysłowych oraz przy sporządzaniu opinii geotechnicznych, projektów geotechnicznych i dokumentacji badań podłoża gruntowego. Jest współwłaścicielem firmy Geosolum s.c.



dr TOMASZ WOJCIECHOWSKI jest absolwentem Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, gdzie w 2010 roku obronił pracę doktorską w zakresie wykorzystania nowoczesnych metod w badaniach osuwisk. Pracował w Katedrze Geologii Podstawowej Uniwersytetu Śląskiego, a od 2011 roku pracuje w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym.

Autor licznych publikacji w zakresie osuwisk i zagrożeń geologicznych. Współautor dokumentacji monitoringu osuwisk oraz Map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi. Od 2008 roku bierze udział w projekcie System Osłony Przeciwośuwiskowej (SOPO). Obecnie Kierownik Programu Geozagrożenia Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego oraz Koordynator ds. podatności i prognoz osuwiskowych.



prof. dr hab. ANTONI WÓJCIK jest absolwentem Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego. Od 1972 r. pracuje w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym. Autor ponad 200 publikacji. Główny konsultant merytoryczny oraz weryfikator Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz wieloletni koordynator Szczegółowej Mapy geologicznej Polski dla regionu karpackiego jak

i współautor ponad 20 map geologicznych. Promotor prac magisterskich i doktorskich z zakresu problematyki osuwiskowej. Autor i współautor ponad 50 publikacji dotyczących osuwisk, w tym „Atlasu osuwisk małopolski”, Kopca Kościuszki i innych. Współpracuje z różnymi ośrodkami badawczymi i uczelnianymi oraz jednostkami samorządu terytorialnego.



dr ZIEMOWIT ZIMNAL jest absolwentem Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego. Od 1992 roku zatrudniony w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. Prowadzi badania z zakresu geologii czwartorzędu Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Współautor 11 arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Od 2006 bierze udział w projekcie System Oslony Przeciwosuwiskowej (SOPO). Współautor Instrukcji Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ). Obecnie pracownik Programu Geozagrożenia Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego oraz Koordynator ds. aktualizacji map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi.



DANE DO KONTAKTU:

Prelegenci:

Hanna Bukowy-Olejniak
h.bukowy@geosolum.pl

Agnieszka Chećko
agnieszka.checko@um.jaworzno.pl

Zbigniew Frankowski
zbigniew.frankowski@pgi.gov.pl

Janusz Jeziorski
janusz.jeziorski@mos.gov.pl

Paweł Marciniak
pawel.marciniak@pgi.gov.pl

Piotr Nescieruk
piotr.nescieruk@pgi.gov.pl

Zbigniew Perski
zbigniew.perski@pgi.gov.pl

Dawid Sowiński
d.sowinski@geosolum.pl

Tomasz Wojciechowski
tomasz.wojciechowski@pgi.gov.pl

Antoni Wójcik
antoni.wojcik@pgi.gov.pl

Ziemowit Zimnal
ziemowit.zimnal@pgi.gov.pl

Organizatorzy:

Joanna Fajfer
e-mail : joanna.fajfer@pgi.gov.pl

Joanna Krasuska
e-mail : joanna.krasuska@pgi.gov.pl

Kamilla Olejniczak – kierownik projektu
e-mail: kamilla.olejniczak@pgi.gov.pl

WPROWADZENIE

W ramach realizowanego projektu pt. „GEOLOGIA SAMORZĄDOWA serwis informacyjno-edukacyjny PIG-PIB w zakresie geologii, górnictwa, ochrony środowiska, administracji i przepisów prawa”, w dniach 17-18 maja 2017 r., w Oddziale Karpackim PIG-PIB w Krakowie, zaplanowane zostały dwudniowe warsztaty pt.: „*Aspekty administracyjno-prawne i środowiskowe terenów objętych ruchami masowymi Ziemi*”. Szkolenie finansowane jest ze środków NFOŚiGW.

Przeprowadzone przez PIG-PIB konsultacje z użytkownikami serwisu „GEOLOGIA SAMORZĄDOWA”, umożliwiły przygotowanie szczegółowego zakresu merytorycznego szkolenia, którego tematem przewodnim będą aspekty administracyjno-prawne i środowiskowe terenów objętych ruchami masowymi Ziemi. Szkolenie odbędzie się w formie warsztatów, składających się z sesji referatowej oraz sesji terenowej. W pierwszej części sesji referatowej omówione zostaną zasady dokumentowania ruchów masowych oraz warunków geologiczno-inżynierskich na terenach objętych ruchami masowymi. Przedstawione zostanie postępowanie w ocenie projektów i dokumentacji na obszarach osuwiskowych. W drugiej części referatowej zaprezentowane zostaną zasady prowadzenia monitoringu instrumentalnego wraz z nowymi metodami badań osuwisk, w tym z wykorzystaniem tomografii elektrooporowej ERT i georadaru GPR, a także przykłady stabilizacji osuwisk z przedstawieniem ich słabych i mocnych stron. W trzeciej części sesji referatowej przedstawione zostaną zagadnienia związane z kompetencjami administracji geologicznej szczebla powiatowego w procesie inwestycyjnym, niezbędne zmiany w procesie legislacyjnym oraz System Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO). Podczas sesji referatowej przewidziane zostały trzy panele dyskusyjne, w trakcie których uczestnicy szkolenia będą mogli konsultować się z prelegentami oraz prowadzić dyskusje z pozostałymi uczestnikami szkolenia.

Sesja terenowa rozpocznie się w miejscowości Kłodne w powiecie limanowskim, gdzie uczestnikom szkolenia na przykładzie powstałego w 2010 r. osuwiska, zostaną zaprezentowane i omówione zagadnienia dotyczące powstawania osuwisk i dokonanych zniszczeń w wyniku ich aktywności. Następnie przedstawione zostanie osuwisko w Kurowie w gminie Chełmiec, na którego przykładzie uczestnicy zapoznają się z problemami związanymi z prawidłowym zaprojektowaniem zabezpieczenia. Sesja terenowa zakończy się omówieniem i zaprezentowaniem osuwiska na górze św. Justa w Tęgoborzy w gminie Łososina Dolna.

WARSZTATY:

ASPEKTY ADMINISTRACYJNO-PRAWNE I ŚRODOWISKOWE TERENÓW OBJĘTYCH RUCHAMI MASOWYMI ZIEMI

SESJA REFERATOWA

SPIS TREŚCI

1. Podstawy i zasady dokumentowania ruchów masowych - Ziemowit Zimnal, Antoni Wójcik	17
2. Postępowanie w ocenie projektów i dokumentacji na obszarach osuwiskowych- Paweł Marciniak, Antoni Wójcik	23
3. Dobre praktyki dokumentowania geologicznego na terenach objętych ruchami masowymi - Zbigniew Frankowski	33
4. Monitoring instrumentalny i nowe metody badań osuwisk - Tomasz Wojciechowski, Piotr Nescieruk.....	37
5. Sukcesy i porażki w stabilizacji osuwisk – Antoni Wójcik.....	47
6. Analiza i monitoring zjawisk geodynamicznych za pomocą badań geofizycznych – tomografia elektrooporowa ERT oraz georadar GPR - Hanna Bukowy-Olejek, Dawid Sowiński.....	71
7. System Oslony Przeciwośuwiskowej (SOP) – etap III – Paweł Marciniak, Tomasz Wojciechowski	83
8. Aspekty prawne i administracyjne związane z zagospodarowaniem terenów zagrożonych osuwaniem mas ziemnych, z perspektywy administracji geologicznej szczebla powiatowego –Agnieszka Chećko	91
9. Czy w zakresie ruchów masowych Ziemi są potrzebne zmiany legislacyjne? - Janusz Jeziorski.....	95

PODSTAWY I ZASADY DOKUMENTOWANIA RUCHÓW MASOWYCH

dr Ziemowit Zimnał, prof. dr hab. Antoni Wójcik

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

Ruchy masowe ziemi stanowią jedno z zagrożeń naturalnych mających wpływ na jakość życia ludności, często powodując znaczne straty materialne i inne koszty społeczne. Ruchy masowe powstają na stokach naturalnych, a także sztucznie uformowanych zboczach, w wyniku działania siły ciężkości, gdy zostanie przekroczona równowaga między składowymi naprężeniami ścinającego a oporem gruntu i skał. Następuje wówczas utrata stateczności i przemieszczenie materiału, które przejawia się w różnych odmianach ruchu, takich jak osuwanie (w tym zsuwanie translacyjne i rotacyjne), spłyzywanie, spływanie, obrywanie lub w kombinacji tych odmian. Na obszarze Polski dominującym procesem wśród ruchów masowych jest osuwanie, potocznie nazywane osuwiskiem. Cechą charakterystyczną osuwania jest zerwanie ciągłości przemieszczanego materiału skalnego z podłożem wzdłuż jednej lub kilku powierzchni poślizgu. Po wystąpieniu osunięcia pozostaje ślad, który odzwierciedla się w topografii (rzeźbie terenu). W klasycznej formie osuwisko posiada niszę osuwiskową z wyraźną skarpą, strefę transportu oraz strefę akumulacji w formie jezora osuwiskowego z czołem. Powierzchnia terenu może charakteryzować się występowaniem mniej lub bardziej wyraźnych nabrzmień, wałów i progów o różnej wysokości, a także zagłębień bezodpływowych, niecek, szczelin oraz wypływów lub wysięków wód gruntowych.

Osuwiska powstają w wyniku oddziaływania różnych czynników zewnętrznych i wewnętrznych, wśród których wyróżnić można czynniki bierne – związane z predyspozycją danego obszaru do osuwania oraz czynniki aktywne – będące impulsem sprawczym przemieszczenia. Osuwaniu sprzyjają swoiste uwarunkowania litologiczne, tektoniczne, hydrogeologiczne oraz topograficzne, stanowiące o tzw. geometrii stoku. Natomiast wpływ na uaktywnienie lub przyspieszenie procesu osuwania ma głównie krążenie wody w podłożu. Odnowienie się lub powstanie nowych osuwisk wiąże się przede wszystkim z długotrwałymi opadami atmosferycznymi w lecie lub roztopami wiosennymi.

Procesy osuwania należy jednak rozważać nie tylko jako zjawiska geodynamiczne, przekształcające środowisko naturalne, ale również ze względu na konsekwencje ich

oddziaływania. W wyniku osuwania może dojść do uszkodzenia lub zniszczenia różnego typu obiektów (tj. szlaki komunikacyjne, zabudowa, sieci przesyłowe itd.), przynosząc straty bezpośrednie (koszty odbudowy, odtworzenia stanu poprzedzającego) oraz straty pośrednie (koszty dysfunkcji gospodarki do momentu odtworzenia stanu poprzedzającego).

Na przełomie XX i XXI w., szczególnie w latach 1997, 2000, 2001 i 2010, odnotowano nasilenie ruchów osuwiskowych i związanych z nimi zniszczeń. Ze względu na swój zasięg przestrzenny i rozmiary strat – już zdarzenia z 1997 r. pokazały, że ryzyka osuwiskowego nie można bagatelizować. Uświadomiły one potrzebę systemowego i zintegrowanego podejścia do zagadnienia procesów osuwiskowych i wywoływanego przez nie zagrożenia (Mrozek & Grabowski, 2015). Pojawiła się konieczność stworzenia ujednoliconego systemu pozyskiwania i gromadzenia danych osuwiskowych w celu zwiększenia świadomości mieszkańców i władz o istnieniu zagrożenia osuwiskowego, a także rozwijania sposobów zabezpieczeń i prewencji.

Potrzeba zmniejszania negatywnych skutków ruchów masowych i minimalizowania przyszłych strat znalazła swoje odzwierciedlenie w aktach prawnych. Osuwiska uznano m.in. za katastrofę naturalną, co może stanowić podstawę do ogłoszenia na terenach zagrożonych stanu klęski żywiołowej (Ustawa, 2002). Na różne organy władzy samorządowej nałożony został obowiązek przeciwdziałania ruchom masowym i ograniczania ich negatywnych skutków. Najbardziej istotne kwestie z tym związane są regulowane w następujących dokumentach: w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* (Ustawa, 2001), w ustawie z dnia 27 marca 2003 r. *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* (Ustawa, 2003), w ustawie z dnia 3 października 2008 r. *o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko* (Ustawa, 2008), w ustawie z dnia 3 lutego 1995 r. *o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (Ustawa, 1995), w ustawie z dnia 11 sierpnia 2001 r. *o szczególnych zasadach odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku działania żywiołu* (Ustawa, 2001) oraz w ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Ustawa, 1994) (por. Marciniec i in., 2015).

Natomiast rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w *sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi* (Rozporządzenie, 2007) określa sposób ustalania terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz tych, na których ruchy te występują.

Dokument precyzuje też wymagania dotyczące sposobu prowadzenia obserwacji, określa jakie informacje powinien zawierać rejestr tych terenów prowadzony przez starostów, oraz sposób jego prowadzenia, formę i układ.

Niwelowanie negatywnego oddziaływania zjawisk osuwiskowych przebiega dwutorowo. Obejmuje ono prace naprawczo-zabezpieczające wraz z pracami nad ograniczeniem zagrożenia i jednocześnie działania prewencyjne. Początkowo projekt osłony przeciwosuwiskowej skoncentrowany był na odtworzeniu i naprawie infrastruktury, zniszczonej przez osuwiska. Następnie opracowana została ujednolicona metoda pozyskiwania i gromadzenia danych osuwiskowych oraz monitorowania osuwisk, na podstawie której rozpoczęto systematyczne ewidencjonowanie obszarów osuwiskowych oraz wskazywanie terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi.

W procesie zmniejszania zagrożenia i zabezpieczania stoków podatnych na ruchy masowe istotne znaczenie ma właściwe rozpoznanie geologiczne osuwisk. Rozpoznanie to powinno obejmować zarówno określenie zasięgu samej formy, jak również jej dynamiki oraz etapów jej rozwoju. Równie ważne jest określenie uwarunkowań związanych z rodzajem skał podłoża, gdzie powstało osuwisko, ich uszczelinieniem oraz obecnością dyslokacji tektonicznych, gdyż parametry te składają się na zespół czynników pasywnych wspomagających osuwanie.

Na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska (Rozporządzenie, 2007) oraz zaakceptowanej przez Ministra Środowiska w 2008 r. „Instrukcji...” (Grabowski i in., 2008) prowadzona jest inwentaryzacja obszarów osuwiskowych w ramach projektu System Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO). Jej efektem są mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ) w skali 1:10 000, karty rejestracyjne osuwisk (KRO), karty rejestracyjne terenów zagrożonych ruchami masowymi (KRTZ) oraz dokumentacje z prac monitoringowych. Opracowane materiały są zgodne z aktualnym stanem prawnym, co umożliwia ich bezpośrednie wykorzystanie przez starostów do prowadzenia rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi oraz do sporządzania i aktualizacji planów zagospodarowania przestrzennego na różnym poziomie szczegółowości.

Istotą inwentaryzacji jest określenie zasięgu każdego dokumentowanego osuwiska oraz sporządzenie jego charakterystyki. Niezbędne do tego dane są pozyskiwane przede

wszystkim w trakcie badań terenowych, wspartych analizą map i opracowań archiwalnych oraz danymi fotogrametrycznymi, a ostatnio danymi z lotniczego skaningu laserowego.

Na mapie są zaznaczane granice osuwisk, strefy aktywności oraz główne elementy rzeźby wewnątrzosuwickowej (m.in. wysokość skarp i progów oraz ich nachylenie) z dokładnością odpowiednią do skali mapy i jakości podkładu topograficznego. Na podstawie dokładnie przeprowadzonych prac terenowych można oszacować miąższość koluwiów i głębokość występowania płaszczyzny poślizgu.

Dla każdego stwierdzonego w terenie osuwiska sporządzana jest karta rejestracyjna osuwiska (KRO), w której umieszczane są dane dotyczące lokalizacji, charakterystyki morfometrycznej, geomorfologicznej, geologicznej, hydrograficznej i hydrogeologicznej, historii rozwoju osuwiska, elementów zagospodarowania terenu oraz zagrożeń i szkód osuwiskowych.

Pozyskane w ramach rejestracji osuwisk dane przestrzenne i atrybutowe, opracowane w formie dokumentacji dla poszczególnych gmin, są gromadzone w prowadzonej przez państwową służbę geologiczną bazie danych SOPO. Wszystkie zebrane dane, przed ich ostatecznym umieszczeniem w bazie, są weryfikowane przez zespół koordynatorów z PIG – PIB. Można je przeszukiwać, przeglądać i edytować za pomocą aplikacji SOPO na stronie internetowej PIG–PIB.

W ramach prac naprawczo-zabezpieczających mających na celu usuwanie skutków ruchów masowych poprzez odbudowę zniszczonej przez osuwiska infrastruktury oraz zabezpieczenie obszarów przed dalszym osuwaniem, wiodącą rolę odgrywają wojewódzkie zespoły nadzorujące realizację zadań w zakresie przeciwdziałania ruchom osuwiskowym oraz usuwania ich skutków (WZNRZ). Po zgłoszeniu przez jednostkę administracji publicznej zniszczenia spowodowanego osuwaniem, przeprowadza się analizę, opiniowanie oraz rekomendowanie zadania planowanego do realizacji.

Realizacja zadania rozpoczyna się rozpoznaniem geologicznym wskazanego osuwiska. Po katastrofie osuwiskowej w 2010 r. w tych szczególnych przypadkach (uszkodzenie lub zniszczenie budynków lub infrastruktury) zaistniała konieczność rozszerzenia przyjętej formuły KRO do karty dokumentacyjnej osuwiska wraz z opinią (KDO). Do dotychczas rejestrowanych danych dodawana jest szczegółowa opinia geologiczna, w której ocenia się możliwość wystąpienia dalszych ruchów osuwiskowych oraz

możliwość zabezpieczenia osuwiska. Bardzo istotnym elementem rozpoznania jest też informacja o czasie, kiedy nastąpiło osunięcie i jaki miało zasięg. Jest to szczególnie ważne, gdy doszło do odnowienia tylko fragmentu osuwiska w obrębie starszej formy osuwiskowej. W takim przypadku ograniczenie rozpoznania osuwiska tylko do fragmentu, gdzie nastąpiło przemieszczenie, może prowadzić do daleko idących negatywnych konsekwencji, zwłaszcza przy zabezpieczeniach szlaków komunikacyjnych. Nie wyeliminuje się wszak przyczyn wywołujących zagrożenie, a zastosowane zabezpieczenia konstrukcyjne, mogą okazać się niewystarczające.

Procedura stosowana w przypadku zabezpieczenia osuwisk ze środków publicznych (w ramach prac WZNRZ) wymaga też zaopiniowania przez specjalistów z PIG-PIB poprawności zastosowanych metod wyznaczania zasięgu osuwiska oraz głębokości występowania powierzchni poślizgu w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich na obszarach osuwisk. Z doświadczeń zebranych w trakcie realizacji projektu SOPO wynika, że do uzyskania wiarygodnych danych geologicznych z wierceń najlepsze efekty daje mechaniczny system wiercenia obrotowego z płuczką, z zastosowaniem podwójnego aparatu rdzeniowego.

Ruchów masowych ziemi nie można całkowicie wyeliminować. W świetle wydarzeń w 2010 r. należy pamiętać, że każde osuwisko raz uruchomione w przeszłości jest źródłem zagrożenia. Racjonalne postępowanie powinno prowadzić do takiego zarządzania przestrzenią, aby było możliwe bezpieczne funkcjonowanie społeczności lokalnych na terenach zagrożonych. Mapy osuwisk w skali 1:10 000 są podstawową informacją o osuwiskach, powszechnie stosowaną w zarządzaniu przestrzenią na świecie.

Literatura:

1. Grabowski D., Marciniak P., Mrozek T., Nescieruk P., Rączkowski W., Wójcik A. & Zimnal Z., 2008; „Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000”. Państw. Inst. Geol., Warszawa, ss. 92.
2. Marciniak P., Laskowicz I., Zimnal Z., Grabowski D., Rączkowski W., 2015; „Problematyka osuwiskowa w działalności służby geologicznej i administracji publicznej”. *Prz. Geol.*, T. 63, nr 12/1, s. 1364-1372, Warszawa.

3. Mrozek T. & Grabowski D., 2015; „Projekt SOPO – element strategii redukcji ryzyka osuwiskowego w Polsce”. [W:] Ogólnopolska Konferencja O!SUWISKO, 19–22 maja 2015, Wieliczka, PIG-PIB, Warszawa: s.53–55.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz.U. z 2007 r. Nr 121 poz. 840).
5. Ustawa z dnia 11 sierpnia 2001 r. o szczególnych zasadach odbudowy, remontów i rozbiórek obiektów budowlanych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku działania żywiołu (tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 1067).
6. Ustawa z dnia 18 kwietnia 2002 r. o stanie klęski żywiołowej (tekst jednolity: Dz.U. z 2014 r. poz. 333 z późn. zm.).
7. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity: Dz.U. z 2017 r. poz. 519).
8. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 778 z późn. zm.).
9. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity: Dz.U. z 2015 r. poz. 909 z późn. zm.).
10. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 778 z późn. zm.).
11. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 290 z późn. zm.).

POSTĘPOWANIE W OCENIE PROJEKTÓW I DOKUMENTACJI NA OBSZARACH OSUWISKOWYCH

mgr Paweł Marciniak, prof. dr hab. Antoni Wójcik

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

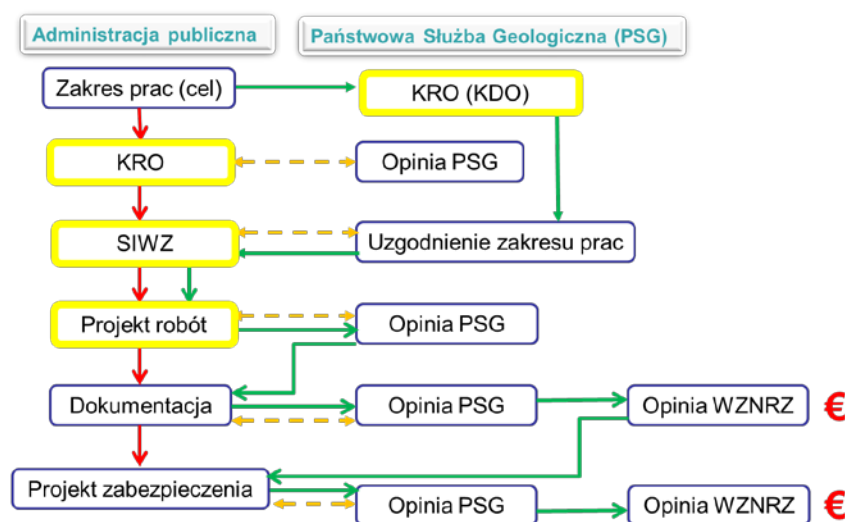
W ramach trwającego od 2006 roku Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej (SOP), szczegółowo zinwentaryzowano już ponad 57 600 osuwisk, przy czym do obecnej chwili inwentaryzacja objęła 2/3 obszaru Karpat i kilkanaście powiatów pozakarpaccich. Ostateczna liczba wszystkich osuwisk w Polsce może przekraczać nawet 100 tys. Osuwiska stwarzają zagrożenie bądź niszczą infrastrukturę techniczną i zabudowę. Najdobitniej problem destrukcyjnej działalności ruchów masowych uwidacznia się w Karpatach, które są w Polsce najbardziej predysponowanym rejonem do powstawania osuwisk. Sprzyja temu charakter rzeźby terenu i budowa geologiczna (zaburzenia tektoniczne, naprzemianległe występowanie piaskowców i łupków). Ale osuwiska występują również poza obszarem Karpat - głównie w obrębie zboczy większych dolin rzecznych, wzdłuż klifowego wybrzeża Bałtyku, w Sudetach, na obszarach o zróżnicowanej rzeźbie terenu (Kaszuby, Mazury, Suwalszczyzna). Aktywne osuwiska na których zlokalizowane są obiekty użyteczności publicznej (szkoły, biblioteki, urzędy), obiekty hydrotechniczne, obiekty zabytkowe i sakralne, infrastruktura liniowa (sieci przesyłowe: energetyczne, gazowe, wodociągowe) czy ciągi komunikacyjne (drogi, linie kolejowe) powinny być poddane monitoringowi obserwacyjnemu, a w niektórych przypadkach instrumentalnemu. W przypadku zagrożenia zniszczenia infrastruktury konieczne może być wykonanie zabezpieczenia osuwiska. Każde zabezpieczenie składa się z kilku etapów, wśród których można wyróżnić:

- zidentyfikowanie osuwiska i wykonanie karty rejestracyjnej,
- rozpoznanie geologiczne podłoża,
- wykonanie projektu zabezpieczenia i zabezpieczenie osuwiska.

Kluczem do prawidłowego zabezpieczenia osuwiska jest prawidłowe rozpoznanie geologiczne podłoża. Jednym z istotniejszych problemów jest rozpoznanie głębokości przebiegu i kształtu powierzchni poślizgu. Wymaga to wykonania specjalistycznych wierceń i uzyskania odpowiedniej jakości rdzenia. Na każdym z etapów powinien być obecny geolog

mający doświadczenie związane z ruchami masowymi. Często projektant w ramach „ciąć kosztów” oszczędza właśnie na rozpoznaniu geologicznym i nadzorze geologicznym. Jeżeli jednak na tym etapie popełni się błędy i nie zweryfikuje otrzymanych wyników, to w kolejnych etapach prace oparte na fałszywych założeniach nie dadzą oczekiwanego efektu po wykonaniu zabezpieczenia. Dużą rolę w prawidłowym przeprowadzeniu całego postępowania związanym z zabezpieczeniem osuwiska ma administracja publiczna, która musi położyć większy nacisk na ocenę merytoryczną przyjmowanych lub zatwierdzanych dokumentów. Wymaga to w wielu przypadkach podniesienia wiedzy wśród przedstawicieli administracji w zakresie geologii, geologii inżynierskiej, a zwłaszcza problematyki ruchów masowych. Alternatywnym wyjściem jest opiniowanie takich dokumentów przez specjalistów z państwowej służby geologicznej (PSG). Zastosowanie odpowiednich procedur weryfikacyjnych pozwala eliminować wszystkie błędy na każdym etapie rozpoznania.

Takim znakomitym przykładem skutecznego działania jest stosowanie procedur, opracowanych na początku tego stulecia na potrzeby działalności Wojewódzkiego Zespołu Nadzorującego Realizację Zadań (WZNRZ) w Zakresie Przeciwdziałania Ruchom Osuwiskowym oraz usuwania ich skutków przy Wojewodzie Małopolskim (rys. 1.), w ramach których identyfikuje się zniszczenia osuwiskowe, likwiduje powstałe zniszczenia i zabezpiecza obszar przed kolejnymi szkodami w przyszłości.



Rys. 1. Schemat dwóch ścieżek postępowania w przypadku dokumentowania obszarów osuwiskowych. Z lewej dotychczasowa ścieżka (strzałki czerwone), natomiast z prawej ścieżka wypracowana w czasie trwania projektu SOPO we współpracy z WZNRZ (strzałki zielone). Dodatkowo decyzyjność administracji publicznej może być wspomagana przez PSG (strzałki żółte).

W działaniach tych biorą udział lokalne jednostki administracyjne, zgłaszające zniszczenia i wykonawcy zabezpieczeń. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG–PIB) pełni rolę eksperta. Uzyskanie pozytywnej opinii PIG–PIB jest podstawą do przyjęcia i zatwierdzenia danego dokumentu na posiedzeniach WZNRZ. Do dziś wykonano ponad 500 takich opinii. Do głównych zadań WZNRZ należą:

- analizowanie, opiniowanie i rekomendowanie zadań planowanych do realizacji w ramach środków rezerwy celowej budżetu państwa przeznaczonej na usuwanie skutków ruchów osuwiskowych ziemi lub przeciwdziałanie tym zdarzeniom;
- opiniowanie opracowanych dokumentacji geologiczno-inżynierskich, dokumentacji projektowo-budowlanych oraz ocena zasadności odbudowy lub przeniesienia zagrożonej infrastruktury w miejsce eliminujące możliwość ponownego zniszczenia lub uszkodzenia;
- opiniowanie zadań planowanych do realizacji w ramach Programu Priorytetowego pn. „Przeciwdziałanie osuwiskom ziemi i likwidowanie ich skutków dla środowiska” realizowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Celem tego programu jest wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskich, projektów budowlanych zabezpieczenia lub stabilizacji osuwisk oraz prac stabilizacyjnych i zabezpieczających dotyczących osuwisk zagrażających środowisku, urządzeniom i obiektom ochrony środowiska, gospodarki wodnej, obszarów cennych przyrodniczo i zabytków kultury.

Dokumentowanie na obszarach ruchów masowych

Wyniki prac geologicznych, wraz z ich interpretacją, zgodnie z Ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo Geologiczne i Górnicze* - tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 1131 z późn. zm. (Ustawa), przedstawia się w dokumentacji geologicznej. Osuwiska mogą być dokumentowane w dwóch rodzajach dokumentacji geologicznych:

- geologiczno-inżynierskiej;
- innej (np. z prac monitoringowych).

Tylko pierwszy rodzaj z wymienionych dokumentacji geologicznych zatwierdza, w drodze decyzji, właściwy organ administracji geologicznej. Dla dokumentowania osuwisk stosowane są głównie trzy, z wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-*

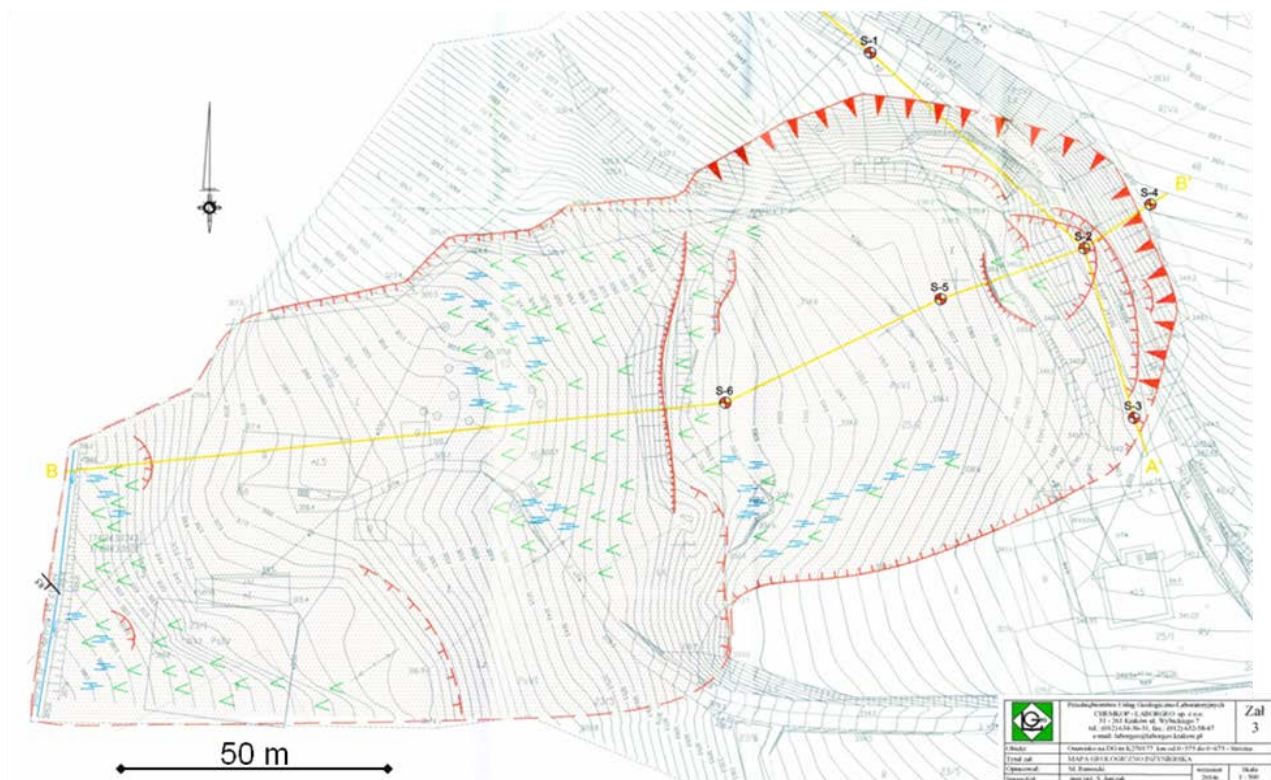
inżynierskiej – Dz.U. z 2016 r., poz. 2033 (Rozporządzenie), dokumentacje geologiczno-inżynierskie (DGI). Różnią się one celem w jakim są sporządzane. Są to DGI sporządzone w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich:

- na potrzeby zagospodarowania przestrzennego;
- na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych;
- na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych.

Na podstawie zapisów Ustawy, zapisów Rozporządzenia oraz własnych doświadczeń zdobytych w czasie m.in. realizacji projektu SOPO i w trakcie prac w WZNRZ określono co powinna zawierać DGI dla obszarów osuwiskowych. W związku z dokumentowaniem obszarów osuwiskowych istotne oczywiście jest sporządzenie DGI zgodnie z Rozporządzeniem. Jednak na kilka elementów, zestawionych poniżej należy zwrócić szczególną uwagę.

Dokumentacja geologiczno-inżynierska na obszarze osuwiskowym

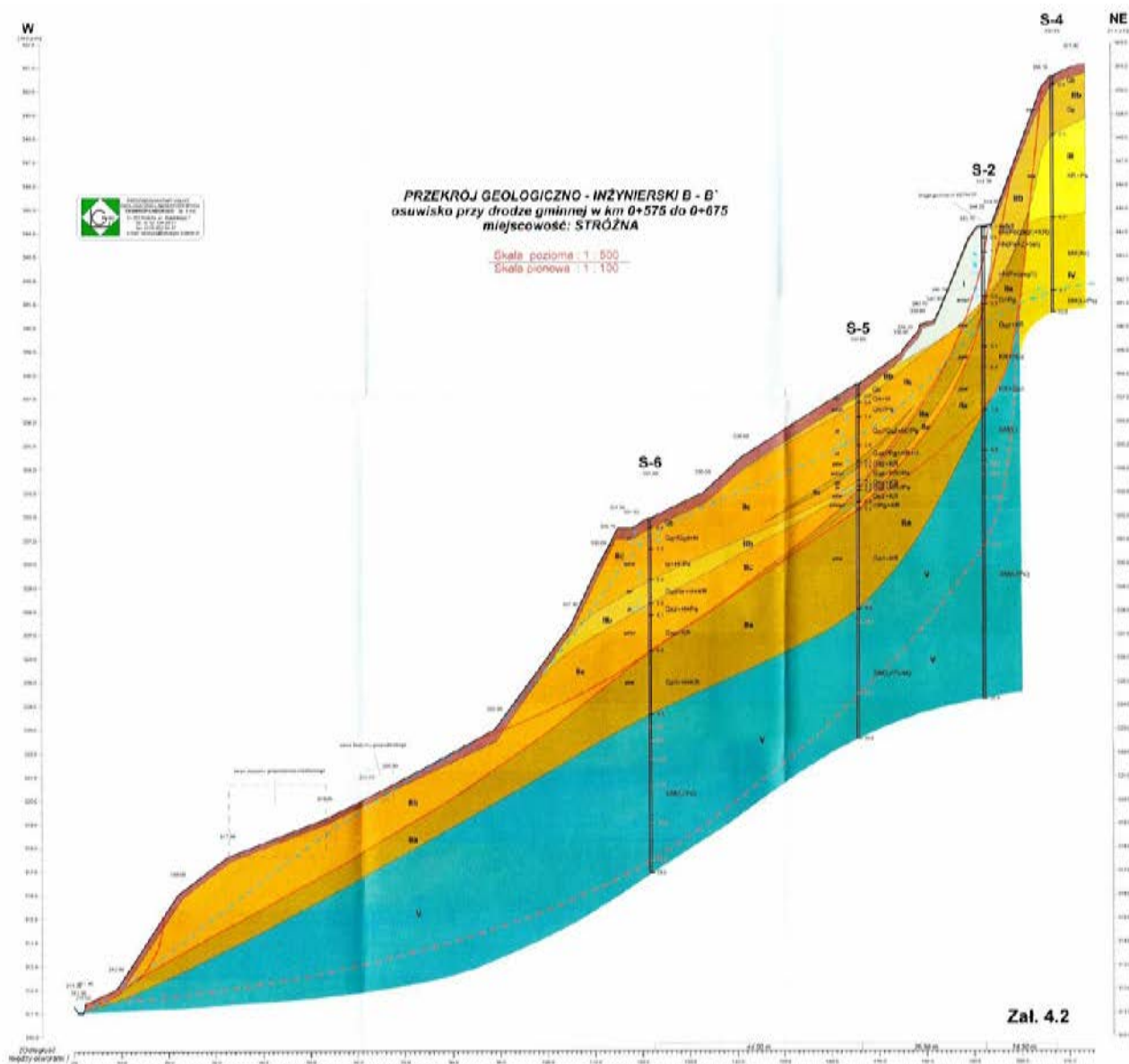
1. Mapa geologiczna w skali 1: 50 000 (zapadanie warstw, zaburzenia).
2. Mapa dokumentacyjna (rys. 2.):
 - zamieszczony aktualny podkład geodezyjny (wykonany po uaktywnieniu się osuwiska) z zaznaczonymi wszystkimi elementami rzeźby;
 - zaznaczone granice osuwiska wraz z jego elementami (skarpy, wały) i strefami aktywności;
 - podana lokalizacja wyrobisk badawczych (otwory, wkopy) i przebieg linii przekrojów;
 - zaznaczone biegi i upady warstw.



Rys. 2. Przykładowa mapa dokumentacyjna dla zabezpieczenia osuwiska i drogi gminnej w miejscowości Stróżna, gmina Bobowa, powiat gorlicki (Jurczak S., Russocki M.).

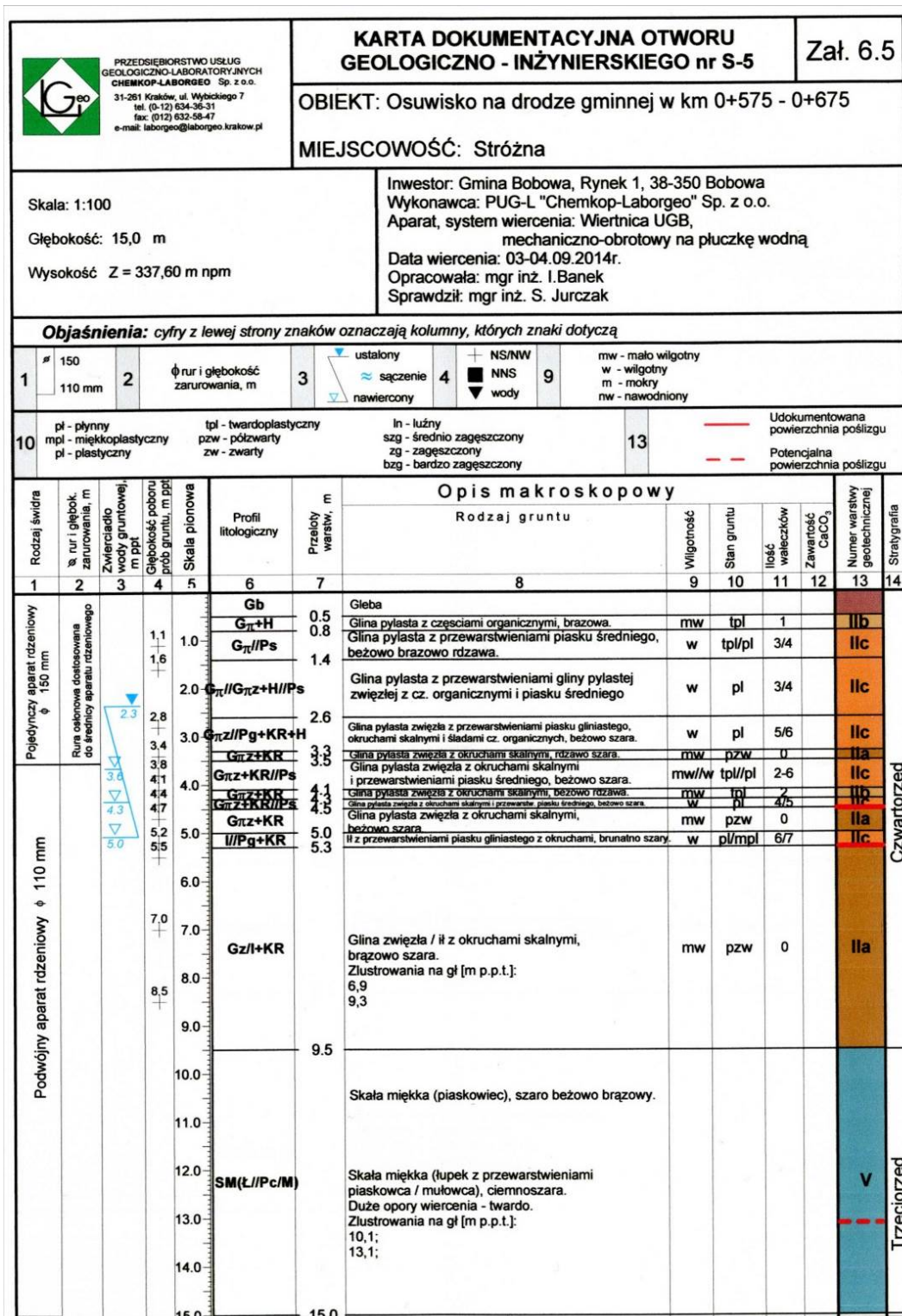
3. Przekroje geologiczno-inżynierskie (rys. 3.)

- zaznaczone granice osuwiska i powierzchnie poślizgu (zaznaczone koluwia);
- podane zapadanie warstw podłoża (bieg i upad warstw);
- umieszczone wyrobiska badawcze.



Rys. 3. Przykładowy przekrój dla osuwiska w miejscowości Stróżna, gmina Bobowa, powiat gorlicki (Jurczak S., Russocki M.).

4. Karty wyrobisk badawczych - otwory, wkopy (rys. 4.)
 - podany sposób wiercenia i uzysk rdzenia;
 - naniesiona powierzchnia poślizgu.



Rys. 4. Przykładowy profil otworu na osuwisku w miejscowości Stróżna, gmina Bobowa, powiat gorlicki (Jurczak S., Banek I).

5. Parametry gruntu i wody

- ustalone na podstawie badań laboratoryjnych
- określenie agresywności wody na materiały konstrukcyjne

6. Dokumentacja fotograficzna rdzeni (rys. 5.)



Rys. 5. Dokumentacja fotograficzna rdzenia otworu na osuwisku w miejscowości Stróżna, gmina Bobowa, powiat gorlicki (Jurczak S.)

7. Karta rejestracyjna osuwiska lub karta dokumentacyjna osuwiska wraz z opinią
8. Analiza stateczności zbocza
9. Schemat koncepcji zabezpieczenia osuwiska
10. Opinia Państwowej służby geologicznej (obowiązkowa dla zadań finansowanych z Projektu Ośłona Przeciwośuwiskowa)
11. Szacunkowa analiza kosztów zabezpieczenia

DGI wykonana z uwzględnieniem powyższych elementów może stać się podstawą do opracowania projektu zabezpieczenia i wykonania stabilizacji osuwiska.

Samorządy prowadzące inwestycje związane z zabezpieczeniem osuwisk, w celu zapewnienia sobie prawidłowego wykonanie DGI muszą przede wszystkim pozyskać kartę rejestracyjną osuwiska, a następnie na jej podstawie sporządzić Specyfikację Istotnych

Warunków Zamówienia (SIWZ) do przetargu (lub zapytania ofertowego). Pomoc w określeniu minimalnego zakresu i rodzaj prac mogą udzielić specjaliści zajmujący się geozagrożeniami w PSG. Najważniejszymi zapisami jakie powinny się znaleźć w SIWZ są:

1. Minimalna liczba i głębokość wyrobisk badawczych

Dla sporządzenia dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz opracowania warunków określających sposób zabezpieczania osuwiska, bardzo istotne znaczenie ma określenie głębokości występowania powierzchni poślizgu w obrębie osuwiska. Położenie powierzchni poślizgu powinno być potwierdzone wynikami prac wiertniczych. Jest to podstawowa metoda dla rzetelnego określenia powierzchni poślizgu. W przypadku, gdy dla otworów wierconych w obrębie koluwiów zostanie osiągnięta projektowana głębokość, a nie zostanie stwierdzone nienaruszone ruchami osuwiskowymi podłoże, należy bezwzględnie kontynuować wiercenie do głębokości co najmniej 2,0 m poniżej powierzchni poślizgu. Otwory należy głębić poniżej powierzchni poślizgu w celu uzyskania pełnego profilu i możliwości opróbowania nienaruszonego ruchami osuwiskowymi podłoża.

2. Sposób wiercenia – określenie metody i głębokości wiercenia

Otwory te w całości powinny być rdzeniowane (rdzeniówka podwójna, płuczka, rdzeń o nienaruszonej strukturze).

3. Dokumentacja fotograficzna rdzeni

4. Analiza stateczności zbocza

5. Ocena opłacalności inwestycji

6. Pozytywna opinia PSG do projektu robót, DGI i projektu zabezpieczenia

Prawidłowo przygotowany SIWZ spowoduje znacznie lepsze oszacowanie kosztów przez oferentów, pozwoli uniknąć wielu problemów z realizacją inwestycji oraz ułatwi proces zatwierdzania DGI. Bardzo istotna jest w całym tym procesie jest rola psg. Wykorzystanie specjalistycznej wiedzy i zastosowanie takich samych standardów przyczyni się do skutecznego zabezpieczenia osuwisk i wyeliminowania błędów na etapie sporządzania DGI. Współpraca państwowej służby geologicznej z administracją geologiczną jest jednym ze sposobów ograniczania ryzyka osuwiskowego oraz przeciwdziałania negatywnym skutkom ruchów masowych.

DOBRE PRAKTYKI DOKUMENTOWANIA GEOLOGICZNEGO NA TERENACH OBJĘTYCH RUCHAMI MASOWYMI

dr Zbigniew Frankowski

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

Zasady wykonywania badań dla celów dokumentowania geologiczno-inżynierskiego osuwisk omówione są w Eurokodzie 7 Projektowanie geotechniczne - Część 2: *Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego* (PN-EN 1997-2:2009). W związanej z Eurokodem normie PN - EN ISO 22475-1:2006 *Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych* - opisano techniki wiercenia, sposoby poboru próbek oraz klasy ich jakości. Częściowo te zagadnienia były przedstawione w wycofanej normie PN-B-04452:2002 *Geotechnika. Badania polowe*. Informacje na temat dokumentowania osuwisk zawierają także opracowania:

- Instrukcja ITB nr 424/2011 Ocena stateczności skarp i zboczy. Zasady wyboru zabezpieczeń,
- Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych, PIG-PIB, Warszawa 2012.

W pierwszym etapie dokumentowania konieczne jest zebranie geologicznych danych archiwalnych. Na ich podstawie należy ocenić występujące w podłożu warunki: geomorfologiczne, geologiczne, hydrogeologiczne, geodynamiczne i antropogeniczne. Obecnie jest dostępna duża liczba informacji o terenie, geologii i środowisku na tematycznych portalach internetowych i na serwerach WMS (Web Map Service). Na stronie Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego dostępne są bazy danych:

- CBDG (<http://baza.pgi.gov.pl/>);
- IKAR (<http://www.pgi.gov.pl/dane-geologiczne/geologiczne-bazy-danych/ikar.html>);
- SOPO (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>);
- BDGI (http://geoportal.pgi.gov.pl/atlas_y_gi);
- CBDH – Bank HYDRO (<https://www.pgi.gov.pl/psh/dane-hydrogeologiczne-psh/947-bazy-danych-hydrogeologiczne/9057-bankhydro.html>);

- MIDAS (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/midas>);
- PODTOPIENIA - (<https://www.pgi.gov.pl/psh/dane-hydrogeologiczne-psh/947-bazy-danych-hydrogeologiczne/8874-obszary-zagrozzone-podtopieniami.html>).

Mapy ryzyka powodziowego zawiera baza danych ISOK prowadzona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (<http://www.isok.gov.pl/pl/wstepna-ocena-ryzyka-powodziowego>).

W przypadku dokumentowania osuwisk ważne jest posiadanie aktualnych podkładów mapowych, w tym w technologii LIDAR.

Kolejnym etapem prac jest wizja terenowa rozpatrywanego terenu, w trakcie której przeprowadza się kartowanie geologiczno-inżynierskie i wywiady z mieszkańcami w nawiązaniu do opracowanych: karty rejestracyjnej osuwiska (KRO) i karty dokumentacyjnej osuwiska (KDO). Zebrane materiały są podstawą do opracowania projektu robót geologicznych zgodnie z wskazaniem podanymi w rozporządzeniach z dnia 20 grudnia 2011 r. i 1 lipca 2015 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. z 2011, Nr 288, poz.1696 i Dz.U z 2015, poz. 964). W projekcie dla terenu zamierzonych robót geologicznych należy podać:

- przewidywane profile geologiczne projektowanych otworów wiertniczych, przewidywaną konstrukcję projektowanych otworów wiertniczych lub wyrobisk, opis opróbowania otworów wiertniczych lub wyrobisk, w tym sposób pobierania próbek geologicznych, zakres, ilość i wielkość przewidywanych do pobrania próbek geologicznych oraz opis i uzasadnienie zakresu badań laboratoryjnych (§1 ust. 2, pkt. 3 i 4 – Dz.U. z 2015 r., poz. 964),
- do części graficznej dołączyć – „przewidywane profile geologiczne i techniczne (konstrukcja otworu) projektowanych otworów wiertniczych lub wyrobisk, wraz ze wskazaniem przewidywanej lokalizacji miejsc opróbowania” (§1 ust. 3 pkt. 3 – Dz.U. z 2015 r. poz. 964).

Sposoby wiercenia i pobierania próbek gruntów/skał określa norma PN -EN 1997-2:2009 Eurokod 7-Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego.

W rozdziale 3, punkt 3.2 normy PN-EN 1997:2009 wskazano, że sprzęt wiertniczy należy dobrać zgodnie z:

- wymaganymi kategoriami próbek;
- głębokością, którą należy osiągnąć oraz wymaganą średnicą próbki;
- funkcjami wymaganymi przez urządzenia wiertnicze.

Informacje na temat rejestrowania parametrów wiercenia, automatycznej lub manualnej regulacji zostały szczegółowo przedstawione w Polskiej Normie PN-EN ISO 22475-1 listopad 2006 – *Rozpoznanie i badania geotechniczne – Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych*. O głębokości otworów wiertniczych decyduje rodzaj projektowanego obiektu zabezpieczającego osuwisko, do jakiej kategorii geotechnicznej został obiekt przez projektanta zaliczony oraz dane z analizy dostępnych materiałów archiwalnych dla rozpatrywanego terenu, w tym podanych w karcie rejestracyjnej/dokumentacyjnej osuwiska.

Bardzo przydatne w dokumentowaniu osuwisk są badania geofizyczne (tomografia elektrooporowa, metody sejsmiczne i georadar). Wskazane jest przeprowadzenie badań geofizycznych w dwóch etapach: na etapie rozpoznania wstępnego przed wykonaniem wierceń i sondowań dla wytypowania ich właściwej lokalizacji oraz ponownie po przeprowadzeniu robót, w celu uszczegółowienia modelu budowy geologicznej.

Dla zaprojektowania zabezpieczenia osuwiska konieczne jest opracowanie modelu geologicznego. Międzynarodowa Asocjacja Geologii Inżynierskiej opracowała zasady sporządzania dobrego modelu podłoża w trzech etapach (Engineering Geological Models – an introduction: IAEG Commission 25, 2013):

- model koncepcyjny – opracowany na podstawie materiałów archiwalnych;
- model obserwacyjny – uwzględniający wyniki badań terenowych i laboratoryjnych, wykorzystywany do projektowania inżynierskiego;
- model analityczny – stosowany w pracach związanych z interpretacją zachowania się podłoża pod obciążeniem konstrukcją zabezpieczającą.

Szczególnie w dokumentowaniu geologiczno-inżynierskim osuwisk ważne jest dokładne rozpoznanie podłoża. Braki w rozpoznaniu warunków geologiczno-inżynierskich spowodowane są między innymi:

- niewystarczającym zakresem badań terenowych i laboratoryjnych;

- niską jakością badań;
- wyznaczaniem parametrów wytrzymałościowo-odkształceniowych na podstawie normy PN-B-03020:1981. W rozdziale 1.2 jest zapis – Norma nie dotyczy projektowania skarp i zboczy;
- brakiem dozoru badań terenowych i laboratoryjnych.

Od strony prawnej zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. z 2016 r., poz. 1131 z późn. zm.) do zakresu działania organów administracji geologicznej (art. 158) między innymi należy wykonywanie: pkt 2) - kontrola i nadzór nad działalnością regulowaną ustawą, w tym w zakresie projektowania prac geologicznych oraz sporządzania dokumentacji geologicznych.

Art. 80 ust. 7 ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* określa: organ administracji geologicznej odmawia zatwierdzenia projektu robót geologicznych jeżeli:

- projektowane roboty naruszyłyby wymagania ochrony środowiska;
- projekt robót geologicznych nie odpowiada wymaganiom prawa.

W prezentacji zostaną przedstawione przykłady powstawania osuwisk z następujących przyczyn:

- wzrost wilgotności gruntu spowodowany długotrwałymi opadami atmosferycznymi;
- nadmierne obciążenie stoku, np. przez zabudowę;
- podcięcie zbocza przez erozję rzeczną lub działalność człowieka;
- wibracji związanych, np. robotami ziemnymi;
- eksploatacji surowców w kopalniach odkrywkowych.

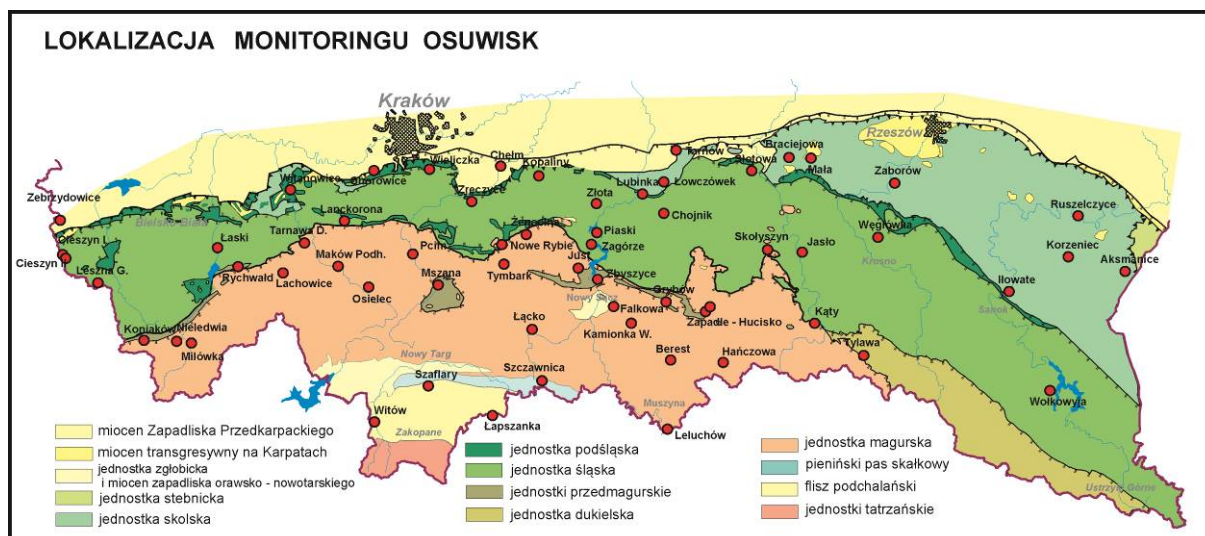
MONITORING INSTRUMENTALNY I NOWE METODY BADAŃ OSUWISK

dr Tomasz Wojciechowski, dr Piotr Nescieruk

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

Głównym celem monitorowania zjawisk związanych z powierzchniowymi ruchami masowymi ziemi jest potrzeba kontroli tych zjawisk w obszarach gdzie ich wystąpienie pociągałoby za sobą bardzo niebezpieczne skutki. Do listy obserwowanych obiektów należy zaliczyć w pierwszej kolejności te obszary gdzie prawdopodobieństwo uaktywnienia się procesów osuwiskowych jest bardzo duże. Jednocześnie działania stabilizujące mają niewielkie szanse powodzenia, bądź ze względu na wysoki koszt są nie do zaakceptowania przez inwestora - administratora. W powyższej sytuacji konieczny jest monitoring procesów osuwiskowych, który pozwoli na znacząco wczesne zasygnalizowanie progę utraty stabilności obiektu przez co staje się możliwe ograniczenie skutków takiego zjawiska katastrofalnego. Ograniczenie skutków może następować poprzez podejmowanie działań zarówno inżyniersko-technicznych (czasowe zamknięcie dróg, ograniczenie ich nośności, budowa konstrukcji wzmacniających obiekt bądź odwadniających itd.), ale również w aspekcie społecznym (wczesnego ostrzegania ludności).

Na obszarze polskich Karpat w ramach projektu SOPO, dotychczas wyznaczono i założono system obserwacji okresowych na 61 osuwiskach o zróżnicowanym stopniu aktywności (rys. 1). Dobór obiektów monitorowanych przeprowadzono uwzględniając przede wszystkim stan zagrożenia występującej tam infrastruktury krytycznej jak i reprezentacyjność warunków geologicznych. Prowadzone obserwacje skupiają się na trzech aspektach: monitoringu powierzchniowym (pomiaru GNSS i skaningu laserowego), monitoringu hydrogeologicznym i opadowym (pomiaru zmian poziomu zwierciadła wody i deszczomierze) oraz monitoringu wgłębnym (pomiaru inklinometryczne).

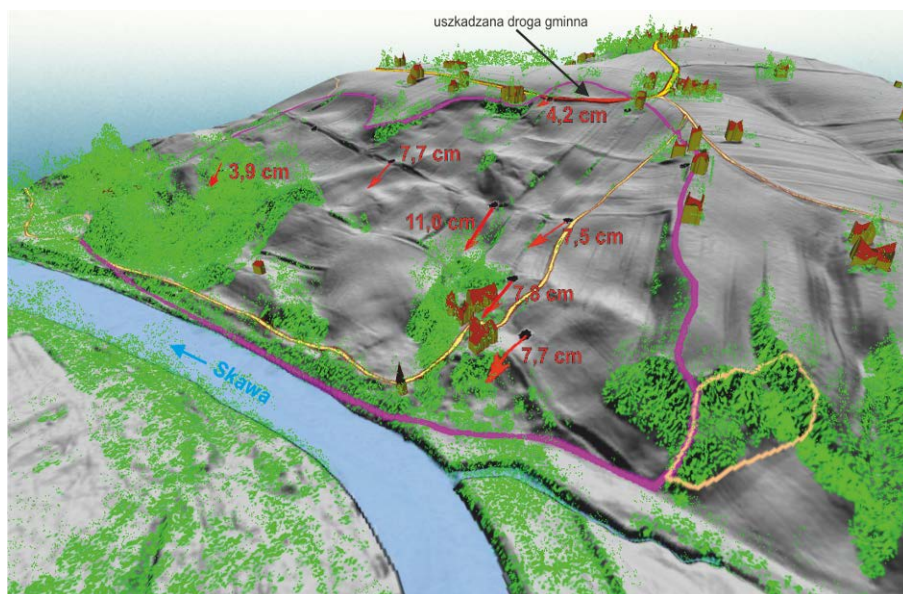


Rys. 1. Lokalizacja monitorowanych osuwisk.

Monitoring powierzchniowy oparty na pomiarach geodezyjnych (GNSS), sprawdza się w dłuższym okresie obserwacji. Zaletą tego typu pomiarów jest szybkie określenie stanu aktywności osuwiska.

Badania monitoringu powierzchniowego dla określenia stopnia i tempa deformacji powierzchni terenu dokonywane są przy użyciu metod geodezji satelitarnej (GNSS). W metodzie tej dokonuje się powtarzalnych pomiarów geodezyjnych zastabilizowanych punktów pomiarowych na obszarze osuwiska. Drugą metodą pomiarową zastosowaną w ramach realizacji tego typu zadań jest naziemny skanowanie laserowe. Skanowanie laserowe opiera się na bardzo szybkim wyznaczeniu za pomocą pomiaru laserowego współrzędnych XYZ ogromnej liczby punktów. Zbiór wyników, - tzw. „chmura punktów” umożliwia, po odpowiednim przetworzeniu, wygenerowanie trójwymiarowego modelu skanowanego obiektu. Pomiary powierzchniowe realizuje się w oparciu o sieć stałych jak i doraźnych stanowisk pomiarowych.

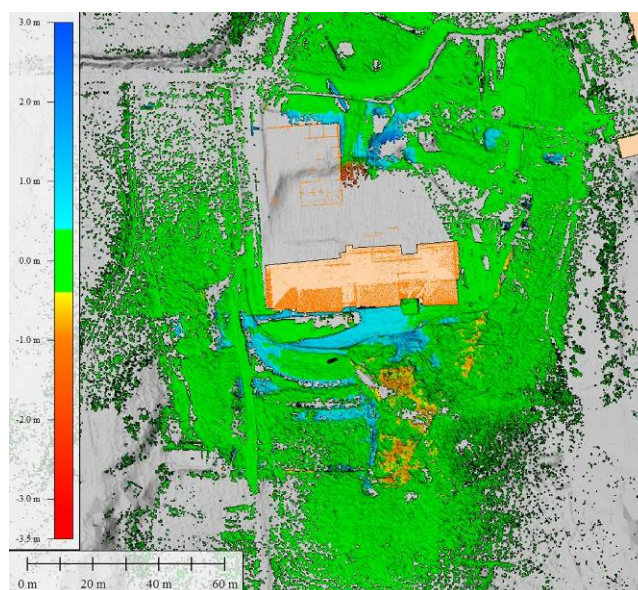
Monitoring powierzchniowy geodezyjny (z wykorzystaniem urządzeń GNSS), ujmuje się w sesje pomiarowe, a wykonane analizy pojedynczych pomiarów odnosi się do wcześniejszych wyników badań. Uzyskane dane zestawia się w formie raportu bezpośredniego dla rocznych cykli pomiarowych. W analizach takich pokazuje się zarówno wielkości przemieszczeń pomiędzy cyklami pomiarowymi punktów, jak i obliczone azymuty kierunków tych przemieszczeń.



Rys. 2. Przykładowe wielkości i kierunki przemieszczeń – osuwisko Witanowice.

Skaner laserowy 3D. Nową jakość w monitoringu wniosło wykorzystanie naziemnych skanerów laserowych, które rejestrują dynamikę na całych powierzchniach mierzonych obszarów a nie tylko zastabilizowanych punktów.

Po wykonaniu tych wielopunktowych pomiarów skanerem laserowym 3D, uzyskane dane (chmura punktów) są przefiltrowywane i poddane analizie różnicowej oraz opracowane w formie raportów rocznych. Dotychczas na wytypowanych 10 osuwiskach wykonano 57 sesji pomiarowych przy użyciu skanerów VZ-1000, LPM-321.



Rys. 3. Obraz różnicowy przemieszczeń – osuwisko Chojnik.

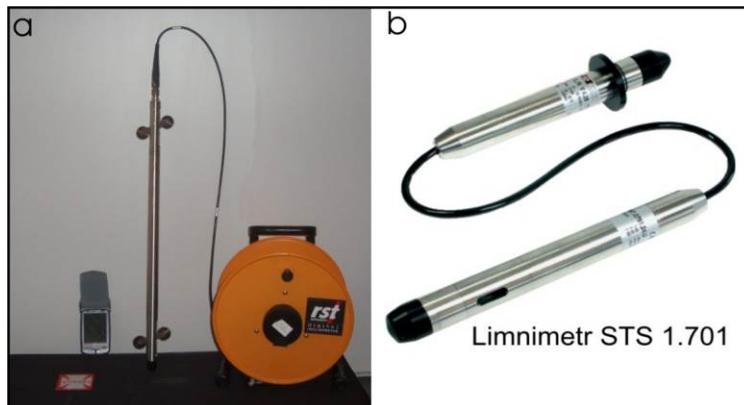
Monitoring wgłębny prowadzony jest w oparciu o pary otworów badawczo-pomiarowych piezometrycznych i inklinometrycznych (rys. 4, 5). Wyniki pomiarów inklinometrycznych, pozwalają nam na stwierdzenie dynamiki wgłębnej osuwiska oraz określenie rzeczywistej głębokości i wielkości przemieszczeń. W przypadku pomiarów inklinometrycznych określone są przemieszczenia z dokładnością milimetrową, na każdej z aktywnych stref poślizgu osuwiska. Pozyskiwany zbiór informacji wgłębnych jest niezastąpiony w modelowaniu ruchu masowego.



Rys. 4. Przykładowa para otworów badawczo-pomiarowych

Kolumny inklinometryczne instaluje się w otworach wiertniczych o średnicy 132 mm lub 194 mm. Głębokość otworu jest tak dobrana, aby dno kolumny inklinometru znajdowało się poniżej rzeczywistej powierzchni poślizgu (co najmniej 4 m). Kolumny inklinometryczne są montowane w otworach z pełnym uzyskiem rdzenia tak, aby możliwe było odniesienie przyszłych deformacji otworu do właściwości geologicznej ośrodka. Do utworzenia kolumny pomiarowej stosuje się rury inklinometryczne z PCV o średnicach od 70 do 85 mm. Kolumna inklinometryczna jest zorientowana w taki sposób, aby jedna z płaszczyzn rowków pomiarowych odpowiadała azymutowi spodziewanego kierunku przemieszczenia utworów koluwalnych ($A_0 - A_{180}$), a druga - osi do niej prostopadłej ($B_0 - B_{180}$). Pomiar odniesienia, określany także jako „zerowy” wykonuje się najwcześniej po dwóch, trzech tygodniach od przygotowania otworów. Służy to ustabilizowaniu początkowych warunków pomiarowych w tym kształtu i orientacji poszczególnych kolumn inklinometrycznych. Do tej pozycji początkowej odnoszone są wyniki wszystkich następnych sesji pomiarowych. Zasada

pomiaru polega na dokonaniu i zarejestrowaniu odczytów nachylenia sondy w stosunku do pionu.



Rys. 5. Sprzęt pomiarowy a- sonda inklinometryczna; b- piezometr.

Sondę opuszcza się do dna otworu i wykonuje się pierwszy odczyt jej nachylenia. Następnie podnosi się ją o jednostkowy odcinek pomiarowy (najczęściej jest to 0,5 m) i wykonuje następny odczyt.

Procedurę tę powtarza się aż do chwili, gdy sonda znajdzie się na poziomie powierzchni terenu. Sposób obliczania przyrostów przemieszczeń (*incremental displacement*) na jednostkowych odcinkach pomiarowych oraz przemieszczenia kumulacyjnego (*cumulative displacement*) całego otworu przedstawiono na rys. 6.

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,

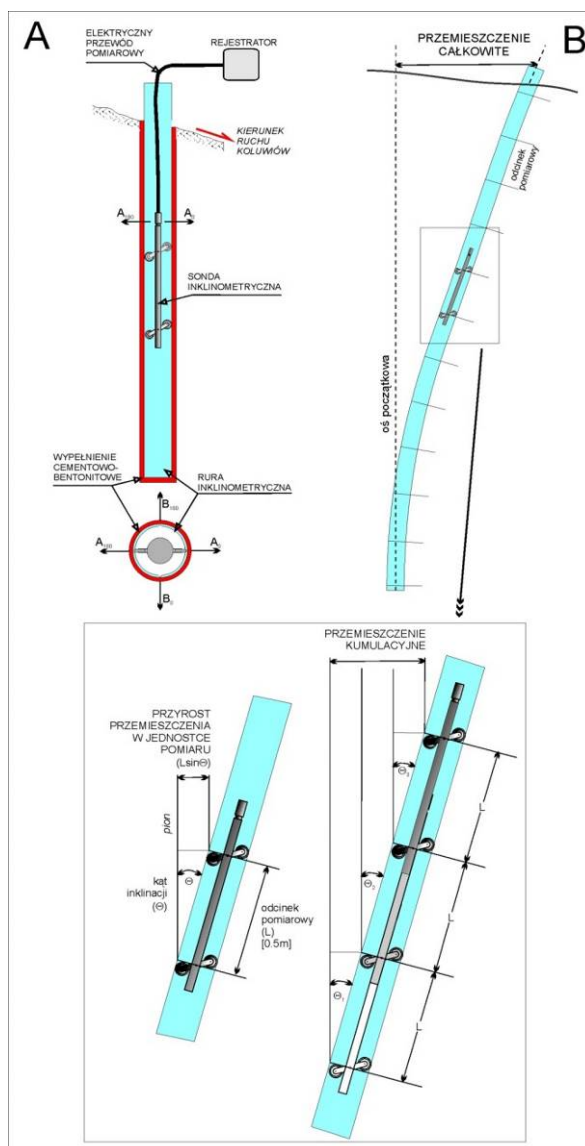
Θ_{zo} – kąt nachylenia sondy zmierzony na z -tym odcinku w pomiarze zerowym.

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:

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

Proces uzyskiwania końcowych wyników pomiarowych zarówno w formie danych cyfrowych jak i graficznej, wspomagany jest najczęściej przez oprogramowanie dostarczane wraz sondą pomiarową.

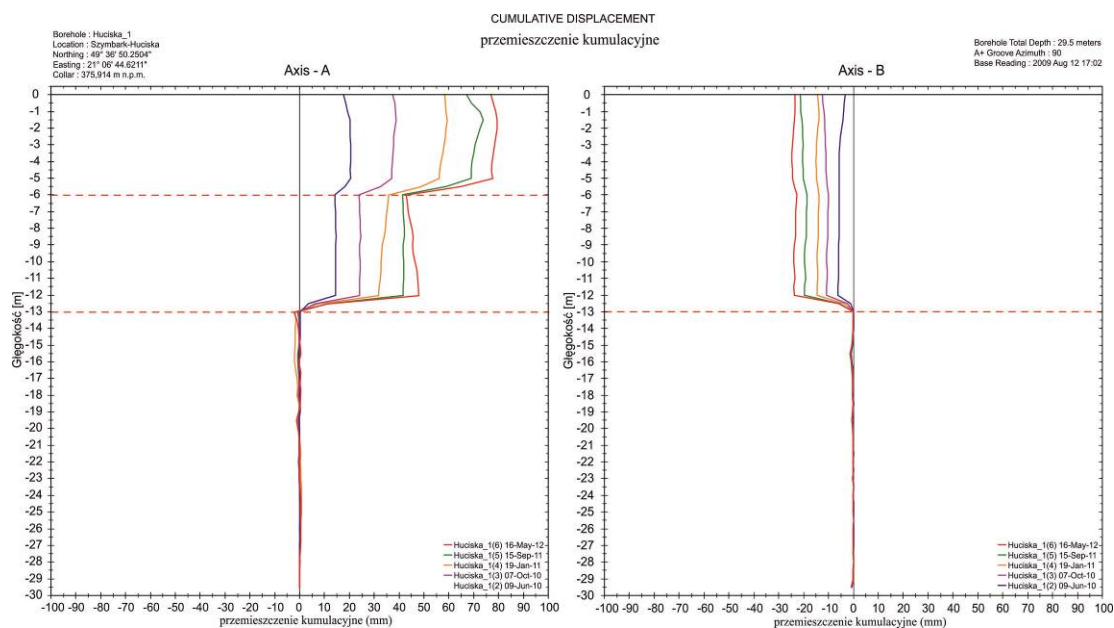


Rys. 6. Schemat montażu kolumny inklinometrycznej i prowadzenia pomiarów.

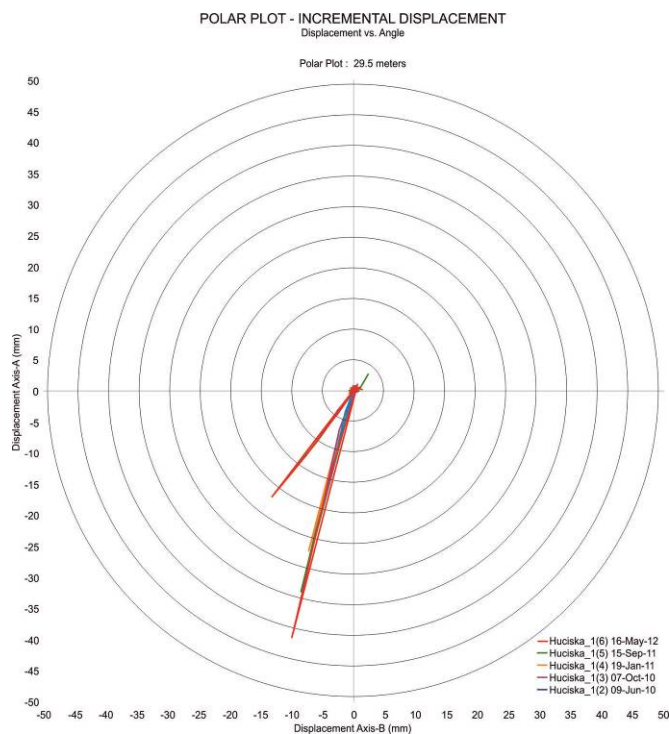
Monitoring wgłębny oparto głównie na cyklicznych pomiarach inklinometrycznych wykonywanych w otworach badawczych. Częstotliwość sesji pomiarowych uzależniona jest od stopnia aktywności badanych obiektów i średnio wynosi 3 pomiary rocznie w cyklu wiosennym, letnim i jesiennym. Dodatkowo wykonuje się pomiary na osuwiskach po

dłuższych okresach opadowych. Na wybranych osuwiskach o znacznym stopniu aktywności badania prowadzone są w odstępach miesięcznych.

Pomiary inklinometryczne umożliwiają śledzenie zmian z bardzo dużą dokładnością na wszystkich występujących w osuwisku powierzchniach przemieszczeń (rys. 7A.). Pozwalają także na określenie dynamiki przemieszczeń w poszczególnych interwałach czasowych, jak również wyznaczenie wektorów ruchu materiału koluwalnego (rys. 7B.).

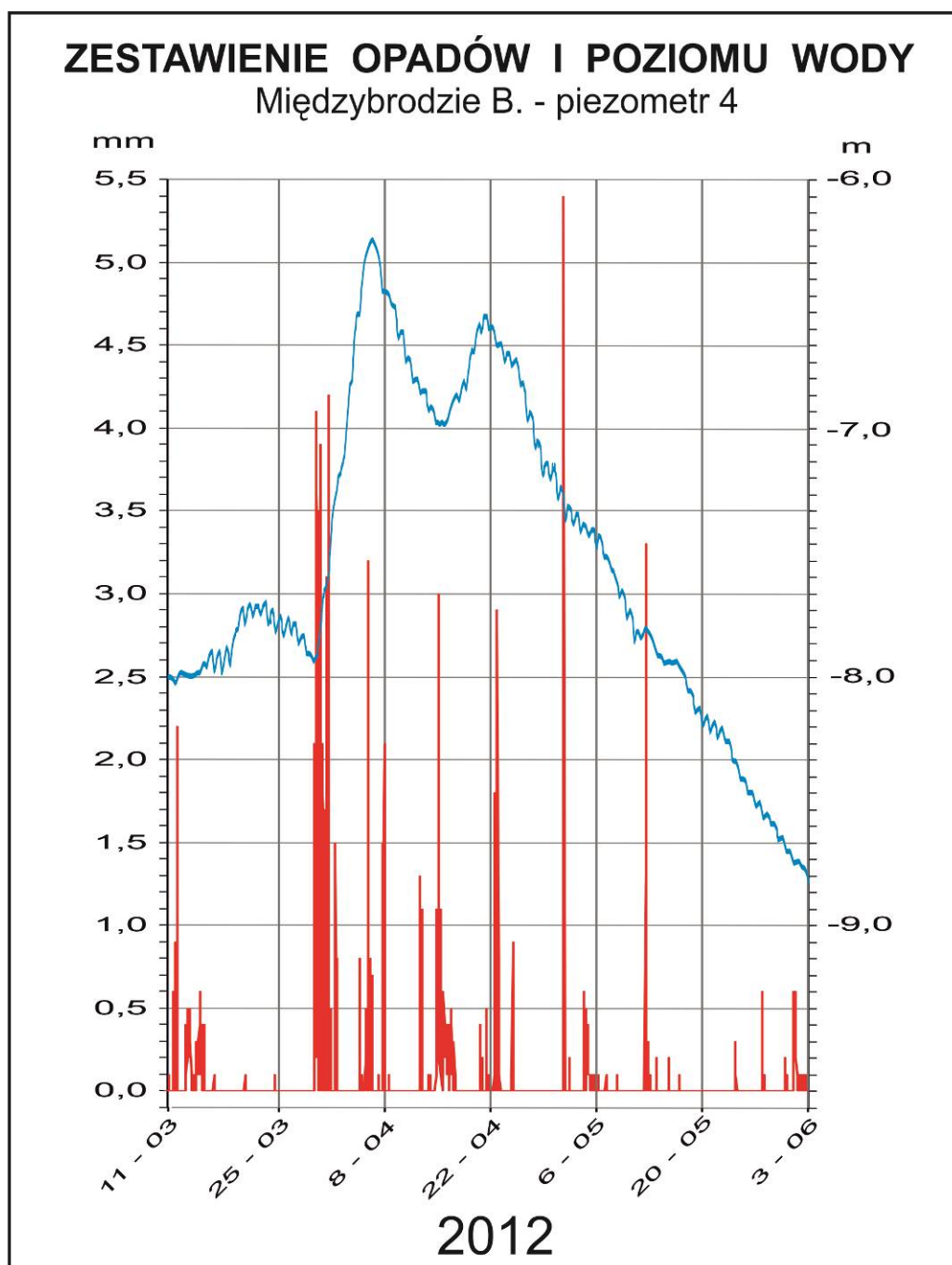


Rys. 7A. Przykład krzywych przemieszczeń inklinometrycznych dla osuwiska w Szymbarku.



Rys. 7B. Kierunki głównych przemieszczeń dla osuwiska w Szymbarku – Huciskach.

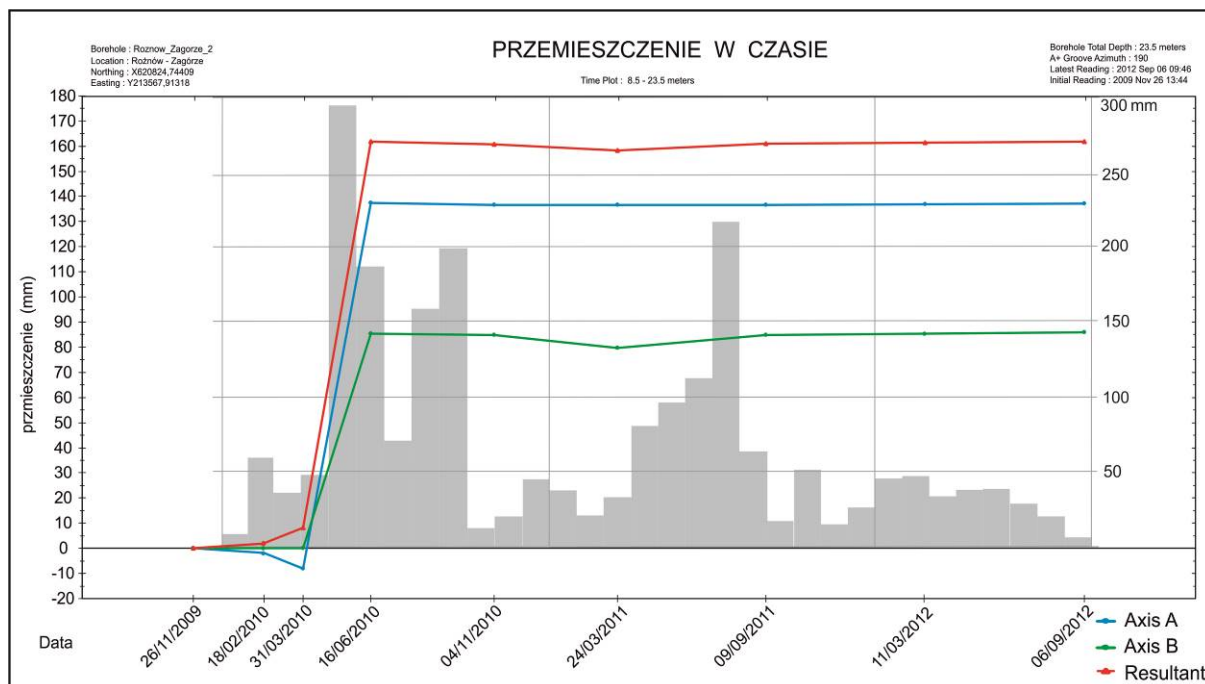
System obserwacji hydrogeologicznej badanego osuwiska prowadzi się poprzez ciągły pomiar zwierciadła wody w otworach wykonanych w bezpośrednim sąsiedztwie otworów inklinometrycznych. W otworach piezometrycznych zamontowano elektroniczne limnimetry, które pozwalają na pomiar i zapis danych w systemie 1 godzinnym (rys. 8).



Rys. 8. Przykładowe zestawieni danych opadowych i piezometrycznych.

Aktywność większości osuwisk uzależniona jest od stosunków wodnych panujących w ich obrębie. W związku z tym dla korelacji wyników hydrologicznych na osuwisku niezbędna jest informacja o wartościach opadów atmosferycznych. Odległości pomiędzy stacjami posterunków meteorologicznych a monitorowanymi obiektami skłaniają do instalacji niezależnych urządzeń mierzących opad atmosferyczny. Podczas prowadzonych prac

monitoringowych na większości osuwisk z powodzeniem zastosowano proste deszczomierze rejestrujące. Pozwalają one na rejestrację wielkości opadów także w systemie 1 godzinnym co ułatwia korelację z wynikami pomiarów piezometrycznych. W razie konieczności informacje opadowe można uzupełnić danymi uzyskanymi z IMGW, np. o czasie zalegania i grubości pokrywy śnieżnej.



Rys. 9. Przykładowe zestawienie wyników przemieszczeń i wielkości opadów miesięcznych.

SUKCESY I PORAŹKI W STABILIZACJI OSUWISK

prof. dr hab. Antoni Wójcik

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

1. Wstęp

Problematyka ruchów masowych obejmuje zagadnienia związane z przyczynami, przebiegiem i skutkami procesów osuwiskowych jest niezwykle złożona i dotyczy różnych zagadnień z zakresu nauk przyrodniczych i inżynierskich oraz planowania przestrzennego. Osuwiska są przedmiotem badań i pracy specjalistów z różnych dziedzin nauki, to podejście do nich bywa odmienne, co prowadzi do pewnych rozbieżności w definiowaniu stosowanych pojęć. Geolodzy i inni przedstawiciele nauk przyrodniczych powinni w pierwszej kolejności identyfikować procesy osuwiskowe, a następnie oceniać stopień ich aktywności oraz zasięg powierzchniowy i wglębny. Kolejnym, choć znacznie trudniejszym zadaniem jest prognozowanie zagrożenia osuwiskowego – czyli określanie, kiedy i gdzie mogą wystąpić kolejne ruchy. Od inżynierów oczekuje się rozwiązań, które pozwolą zaprojektować i eksploatować inwestycje na obszarach występowania osuwisk w taki sposób, żeby ryzyko utraty stateczności stoku i zniszczenia budowli inżynierskich (budynków, dróg i infrastruktury) zredukować do minimum. Dokładna inwentaryzacja osuwisk jest pierwszym krokiem do wyznaczenia obszarów potencjalnego zagrożenia dla różnego rodzaju obiektów.

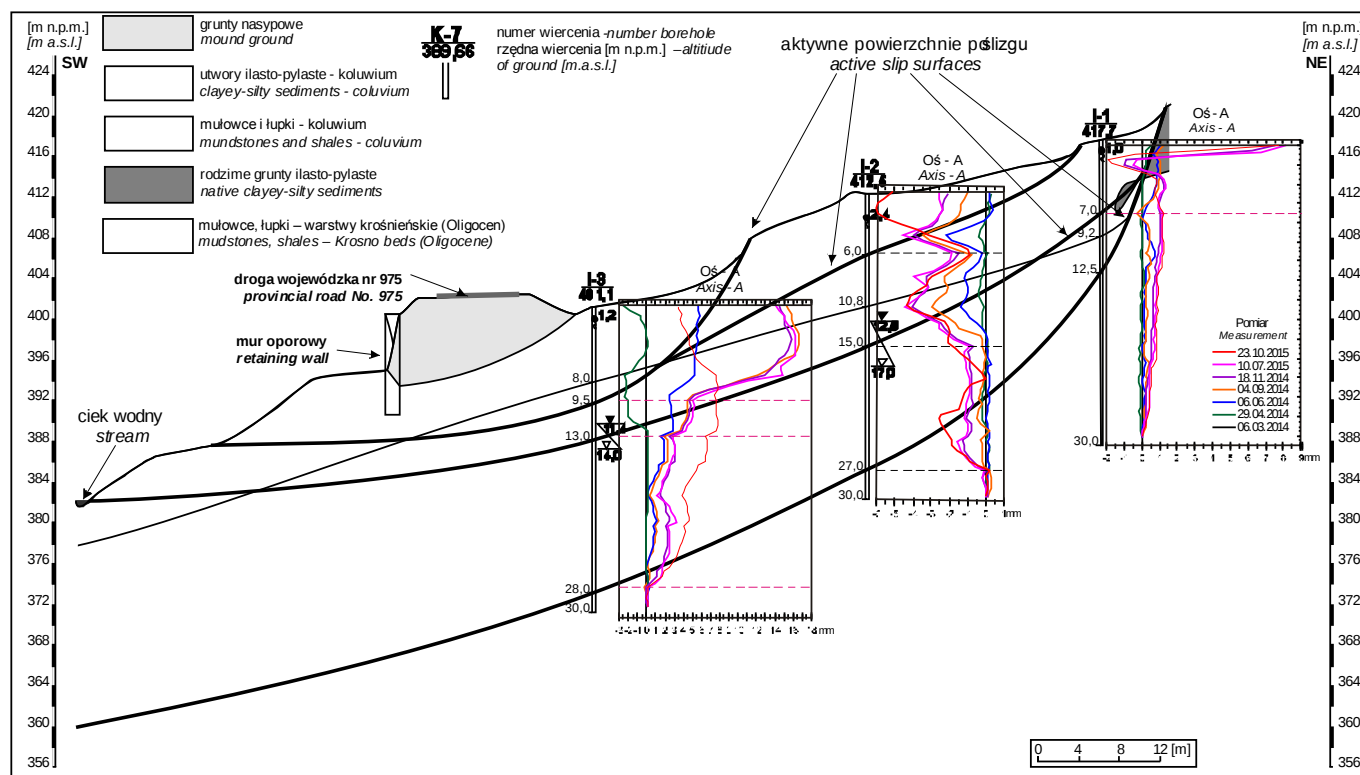
W Polsce rejonem najbardziej predysponowanym do powstawania osuwisk są Karpaty, czemu sprzyja charakter rzeźby terenu i budowa geologiczna (naprzemianległe występowanie piaskowców i łupków oraz zaburzenia tektoniczne). Pierwsza rejestracja osuwisk w Polsce, przeprowadzona przez Państwowy Instytut Geologiczny pod koniec lat 60. XX wieku, wykazała istnienie ponad 3000 osuwisk zagrażających zabudowie mieszkalnej i infrastrukturze komunikacyjnej (Bażyński, Kuhn, 2000; Michalik, 1970; Bober, 1984). Kolejna rejestracja, przeprowadzona jedynie na obszarze środkowej części Karpat w 1997 roku, wykazała ponad 500 przypadków zagrożeń obiektów budowlanych. W roku 2000 zidentyfikowano około 2500 obiektów zagrożonych ruchami masowymi, a w 2001 liczba ta wzrosła o 200. Do 2000 roku szacowano liczbę osuwisk na około 20 000 (Rączkowski, 2001; Poprawa, Rączkowski, 2003). W trwającym od 2006 roku Systemie Osłony

PrzeciwOsuwiskowej (SOPO), szczegółowo zinwentaryzowano już blisko 58 000 osuwisk, a ich ostateczna liczba może przekraczać nawet 100 tys.

Poza obszarem Karpat osuwiska występują głównie w obrębie zboczy większych dolin rzecznych (przede wszystkim doliny Wisły), wzdłuż klifowego wybrzeża Bałtyku oraz w obszarach pokrytych miększymi pokrywami lessów. Wprowadzanie nowych metod pozwoliło na stwierdzenie wielokrotnie większej liczby osuwisk na terenie Sudetów niż dotychczas przyjmowano (Migoń i Kasprzak, 2011; Migoń i in., 2014; Sikora i in. 2016).

Na obszarze Polski istnieje szereg osuwisk, które stwarzały zagrożenie dla tzw. infrastruktury krytycznej, ciągów liniowych bądź zwartej zabudowy mieszkalnej. Osuwiska aktywne na których zlokalizowane są obiekty użyteczności publicznej (szkoły, biblioteki, urzędy, zakłady komunalne itp.), obiekty zabytkowych i sakralne (zamki, cerkwie, kościoły, cmentarze itp.; Bober, 1984; Laskowicz, Mrozek, 2015; Wójcik, Rączkowski, 2016), obiekty hydrotechniczne (zapory, śluzy), infrastruktura liniowa (sieci przesyłowe: energetyczne, gazowe, wodociągowe), główne ciągi komunikacyjne (drogi, linie kolejowe) uznaje się za zasadne do monitorowania instrumentalnego.

Jednym z ważniejszych problemów badań osuwisk jest rozpoznanie głębokości przebiegu i kształtu powierzchni poślizgu. Wymaga to wykonania specjalistycznych wierceń i uzyskania odpowiedniej jakości rdzenia. Często w obrębie jednego osuwiska można stwierdzić kilka powierzchni poślizgu, które występują na różnych głębokościach, co wiąże się ze złożonym sposobem przebiegu ruchu i ścinania. Przeważnie są to przebiegające głęboko powierzchnie poślizgu o kształcie cylindrycznym lub szuflowym. Ich głębokość osiąga zwykle dwukrotność wysokości skarpy głównej, co zostało stwierdzone na wielu osuwiskach z pomiarami inklinometrycznymi. Najgłębiej dotychczas stwierdzonymi i mierzonymi obiektami są osuwiska w Międzybrodziu Bialskim i Górze Just koło Nowego Sącza (ponad 40 m p.p.t.). W drugim z wymienionych osuwisk najgłębsza powierzchnia poślizgu prawdopodobnie przekracza 50 m. Prawidłowe rozpoznanie głębokości osuwiska wiąże się z prawidłowym zaprojektowaniem zabezpieczenia. Badania geologiczne i pomiary inklinometryczne małego osuwiska w Kurowie, które w 2010 roku na odcinku 40 m zerwało drogę wojewódzką wykazały powierzchnie poślizgu na głębokości około 3, 7, 13 i 15 m p.p.t, a najgłębsza powierzchnia poślizgu sięgała 28 m p.p.t. (rys. 1.).



Rys. 1. Przekrój geologiczny przez osuwisko w Kurowie (wg Wójcik A. i Kos J., 2017)

2. Rozpoznanie osuwisk i jego znaczenie dla infrastruktury komunikacyjnej

Procesy osuwania należy rozważać nie tylko jako zjawiska geodynamiczne, przekształcające środowisko naturalne, ale również mając na względzie konsekwencje ich oddziaływania. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do szlaków komunikacyjnych (drogowych i kolejowych). W wyniku osuwania może dojść do uszkodzenia lub zniszczenia ciągu komunikacyjnego, co przekłada się na straty bezpośrednie (obiekty inżynierskie są bardzo kosztowne) oraz na straty pośrednie (koszty wynikające z dysfunkcji gospodarki).

Osuwiska są efektem procesów grawitacyjnych, które miały miejsce w przeszłości, niekiedy nawet odległej (plejstocen, holocen) i doprowadziły do przemodelowania rzeźby terenu oraz rozmieszczenia mas skalnych i gruntu. Tak powstałe formy mogą być bardziej lub mniej stabilne. Dlatego geolodzy zwracają uwagę na potrzebę właściwego rozpoznania osuwisk, które powinno dotyczyć zarówno określenia wielkości samej formy jak i dynamiki oraz czasu jej rozwoju. Zatem przy rozpoznawaniu osuwisk należy wyznaczyć granice osuwiska, wysokość skarp i progów oraz ich nachylenie, określić strefę oderwania i akumulacji materiału koluwalnego. Na podstawie przeprowadzonych prac terenowych oraz

analizy zdjęć lotniczych można oszacować miąższość koluwiów czy ewentualnie określić występowanie płaszczyzny poślizgu. Geologiczne rozpoznanie osuwisk winno uwzględniać również uwarunkowania związane z rodzajem skał, gdzie powstało osuwisko, ich uszczelinieniem oraz obecnością dyslokacji tektonicznych. Te parametry składają się na zespół czynników pasywnych wspomagających osuwanie.

Bardzo istotnym elementem jest informacja o czasie, kiedy nastąpiło osunięcie i jaki miało zasięg. Jest to szczególnie istotne, gdy w obrębie starszej formy osuwiskowej destabilizacji ulega tylko jej fragment. Zachodzi wówczas odmłodzenie fragmentu osuwiska. W takim przypadku rozpoznanie osuwiska ograniczone tylko do fragmentu, gdzie nastąpiło przemieszczenie, może prowadzić do daleko idących negatywnych konsekwencji, zwłaszcza przy zabezpieczeniach szlaków komunikacyjnych. Nie eliminuje się však przyczyn wywołujących zagrożenie, a zastosowane zabezpieczenia konstrukcyjne mogą okazać się niewystarczające i nakłady na nie poniesione staną się jedynie stratą.

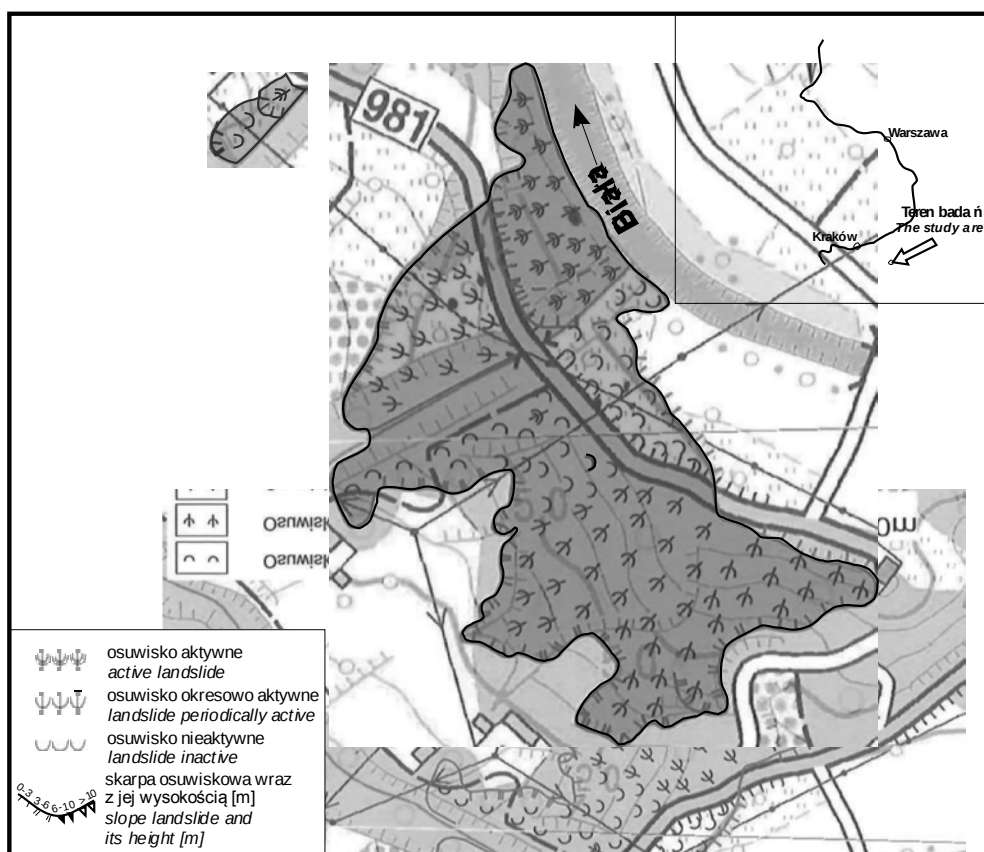
Ilustracją niedostatecznego rozpoznania lokalizacji i zasięgu osuwisk może być sytuacja dotycząca zagrożenia drogi krajowej z Nowego Sącza do Grybowa czy drogi wojewódzkiej Nowy Sącz – Gródek n. Dunajcem w Lipiu. Przedstawione projekty zabezpieczenia nie uwzględniały faktu, że uaktywnione fragmenty są tylko częścią znacznie większego zespołu osuwiskowego. W oparciu o wyniki prac i robót prowadzonych na osuwiskach można wyróżnić kilka grup przyczyn niepowodzeń:

- złe rozpoznanie geologiczne lub jego brak, zwłaszcza przed rokiem 2005, było przyczyną wykonania nieprawidłowych zabezpieczeń czasami wielokrotnych uszkodzeń tych samych obiektów (Kąclowa, Wieliczka, Kopiec Kościuszki, brzeg morski);
- niedokończenie lub niepełne wykonanie zabezpieczeń (Gródek nad Dunajcem);
- zmiany w zakresie projektu zabezpieczenia i inne.

W procesie prawidłowego rozpoznania osuwiska występują różnego rodzaju zagrożenia związane z niepełną wiedzą lub słabym rozpoznaniem przez projektanta i wykonawcę oraz nieprawidłowości w wykonaniu robót dokumentacyjnych i badań laboratoryjnych. Przykładów takich jest wiele, ale poniżej przedstawiono 3 dotyczące różnych obiektów. Należy zaznaczyć, że w ostatnim czasie większość prac jest wykonywana prawidłowo o czym świadczą istniejące zabezpieczenia obiektów na terenach osuwiskowych.

3. Osuwisko w Kąclowej

Przykładem osuwiska zabezpieczanego obecnie jest osuwisko w Kąclowej przy drodze wojewódzkiej nr 98 relacji Grybów - Krynica, którego rozwój spowodował uszkodzenie drogi. Osuwisko niszczące drogę wojewódzką nr 981 w Kąclowej **należy do zespołu starych osuwisk występujących między przysiółkami Podziałówka i Durlakówka** (rys. 2.). Prawdopodobnie początki jego aktywności związane są z wczesnym holocenem. Rozpoczyna się wyraźnymi skarpami głównymi o złożonym przebiegu. Poniżej występują charakterystyczne formy osuwiskowe takie jak skarpy, progi i zagłębienia. Przemieszczeniu uległy nie tylko grunty, ale i skały podłoża - całe pakiety warstw inoceramowych.



Rys. 2. Lokalizacja osuwiska w Kąclowej.

Wpływ na rozwój i aktywność osuwiska miały infiltrujące wody opadowe oraz erozja boczna rzeki Białej. Północno-wschodnia część skarpy o wysokości do 6 m, założona na warstwach inoceramowych kontynuuje się w kierunku zachodnim. Północno-wschodnia część osuwiska uaktywniła się w 2007 i 2010 r. (rys. 3.), ale wówczas uszkodzenia w tym rejonie traktowano jako zabezpieczenia skarp drogowych. Obecnie uszkodzony odcinek był

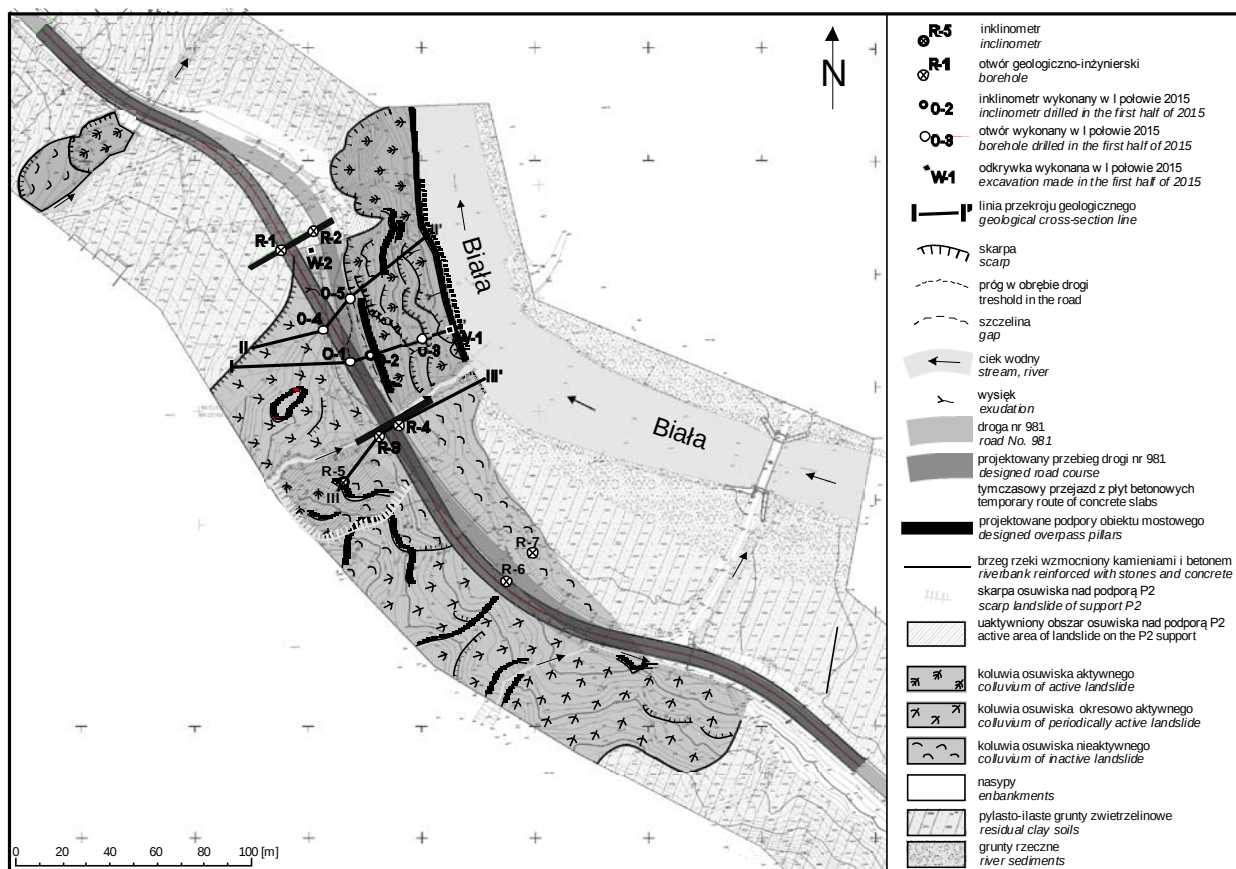
zabezpieczony za pomocą mikropali zwieńczonych oczepem. Obecność tego elementu zabezpieczenia spowodowała spowolnienie ruchów grawitacyjnych, co w efekcie ochroniło drogę w 2014 r przed całkowitym zerwaniem.

W 2014 roku po opadach około 15 maja osuwisko uaktywniło się na wschód od drogi wojewódzkiej. Utworzona została szczelina i świeża skarpa o wysokości ponad 3 m. W obrębie drogi 25 lipca pojawił się uskok drogowy, który na początku sierpnia miał wysokość 6-8 cm i w miarę czasu jego wysokość wzrastała. Wzdłuż drogi nastąpiło odkłucie, objawiające się w postaci świeżego progu i otwartych szczelin wzdłuż wschodniej części drogi (rys. 3.). W dół osuwisko opada szeregiem świeżych progów i przemieszczeń (rys. 3.).

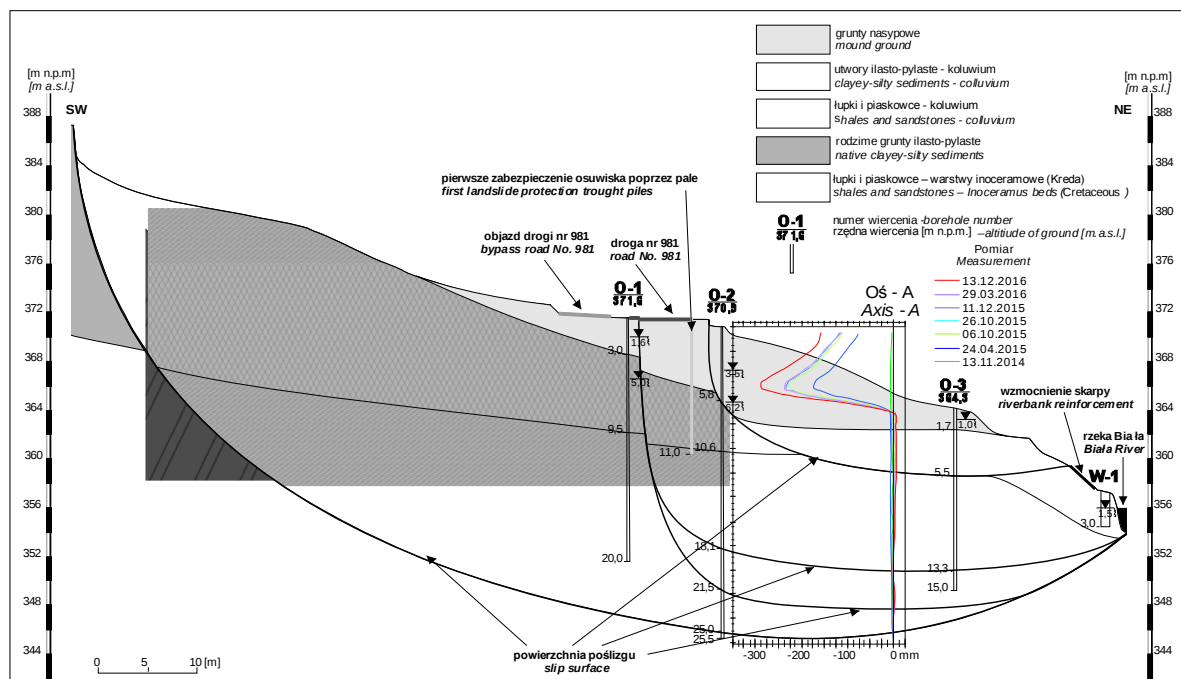
Powierzchnia poślizgu sięgała poniżej poziomu współczesnego koryta rzecznoego na co wskazywał zniszczony próg przeciwoerozyjny, a później potwierdziły wiercenia i pomiary inklinometryczne. Wyniki pomiarów inklinometrycznych i wierceń udokumentowały, że osuwisko jest głębokie (25,0 m), a powierzchnia poślizgu schodzi poniżej poziomu współczesnego koryta Białej (rys. 4.-6.). Tak głęboka powierzchnia poślizgu tłumaczy zniszczenie budowli hydrotechnicznej w korycie rzeki Białej oraz uszkodzenie dawnego zabezpieczenia, które odsłoniło się pod uszkodzoną drogą.

Z wykonanych wierceń wynika, że powierzchnia poślizgu ma kształt szuflowy. W strefie skarpy głównej zapada stromo w dół pod kątem około 80-70°. Jej przebieg został udokumentowany wierceniami (rys. 3.-6.). Wpływ na rozwój i aktywność osuwiska miały infiltrujące wody opadowe oraz erozja boczna rzeki Białej.

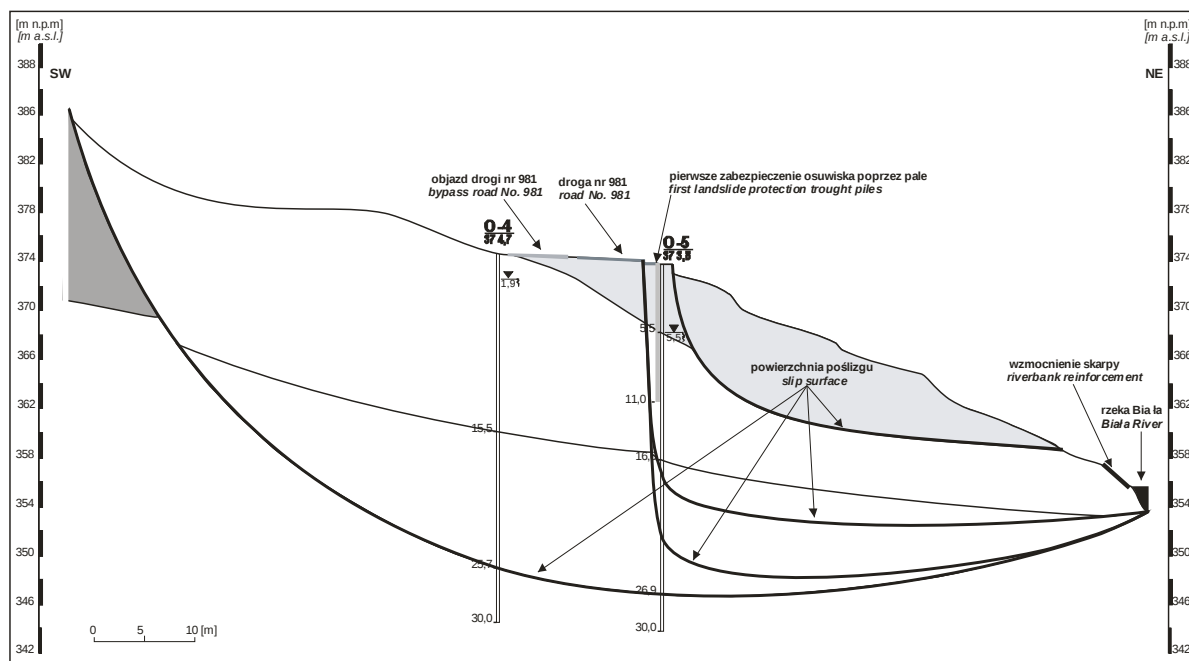
Załączone do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej obliczenia stateczności stoku za pomocą oprogramowania GEO5 prowadziły do wniosku, że osuwisko było niestabilne. Otrzymane współczynniki bezpieczeństwa wynosiły od 0,94 przy górnej powierzchni poślizgu do 1,11 dla najgłębiej położonej powierzchni poślizgu. Opisane osuwisko jest fragmentem znacznie większego zespołu osuwiskowego, znajdującego się na zachód od drogi.



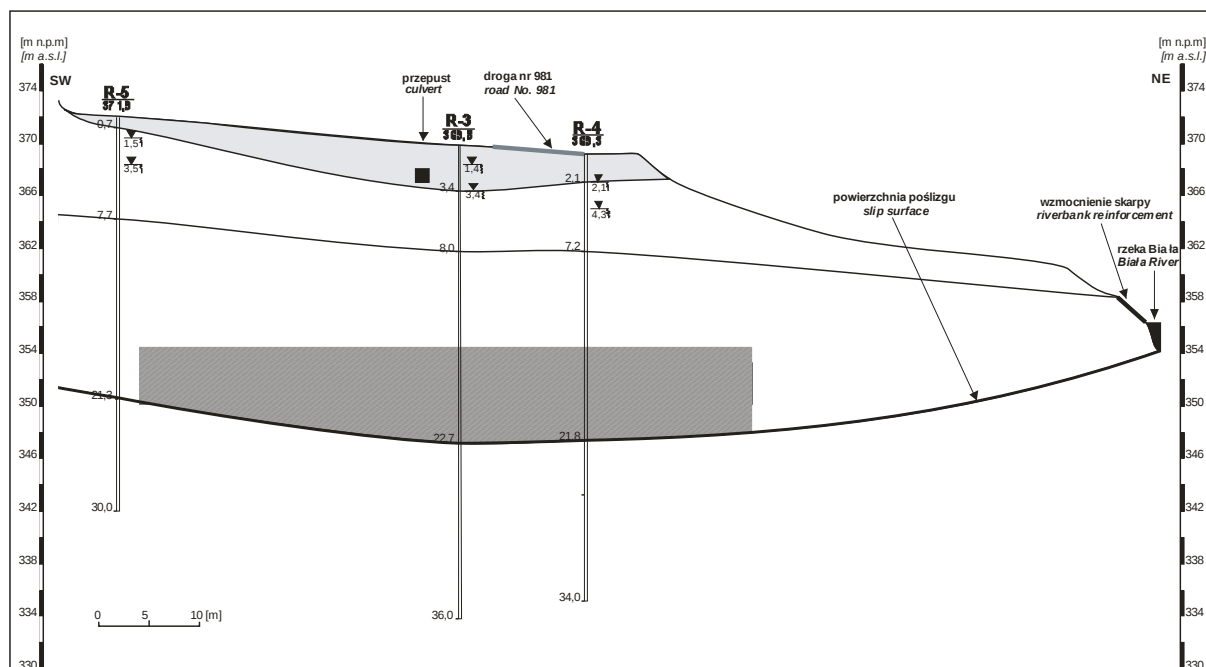
Rys. 3. Mapa osuwiska z lokalizacją wierceń.



Rys. 4. Przekrój geologiczny I-I' (wg Kos J.).



Rys. 5. Przekrój geologiczny II-II' (wg Wójcik A. i Kos J., 2017).



Rys. 6. Przekrój geologiczny III-III' (wg Wójcik A. i Kos J., 2017).

Kolejnym etapem było rozpoznanie dalszej części osuwiska, przez które przebiega droga wojewódzka. W kolejnej dokumentacji opartej o 7 otworów wiertniczych o głębokości od 18 do 40 m (w tym 1 otwór inklinometryczny; Kos i in., 2015), zawarte zostały dane dotyczące podłoża dla odbudowy drogi i przeprowadzenia jej ponad aktywnym obszarem osuwiska poprzez budowę jednoprzęsłowego obiektu mostowego (rys. 3.). W czasie prac autorzy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej stwierdzili występowanie 5 powierzchni poślizgu, w tym 3 aktywnych (rys. 4., 5.). Maksymalna miąższość koluwiów stwierdzona otworami wynosi 26,9 m (rys. 5.). W wyniku dalszych uszkodzeń w 2015 roku droga została przesunięta tymczasowo w kierunku zachodnim (rys. 3.). Dla bardziej południowego fragmentu osuwiska wykonano również obliczenia stateczności stoku za pomocą oprogramowania GEO5 (Kos i in., 2015), które prowadziły do wniosku, że osuwisko jest w części niestabilne. Otrzymane współczynniki bezpieczeństwa dla całości osuwiska w przekroju lokalizacji podpory II wynosiły od 1,49 do ponad 1,5. Dane te pozwoliły na stwierdzenie, że osuwisko jest w części południowej bardziej stabilne, zwłaszcza w porównaniu z wynikami obliczeń dla części północno-wschodniej.

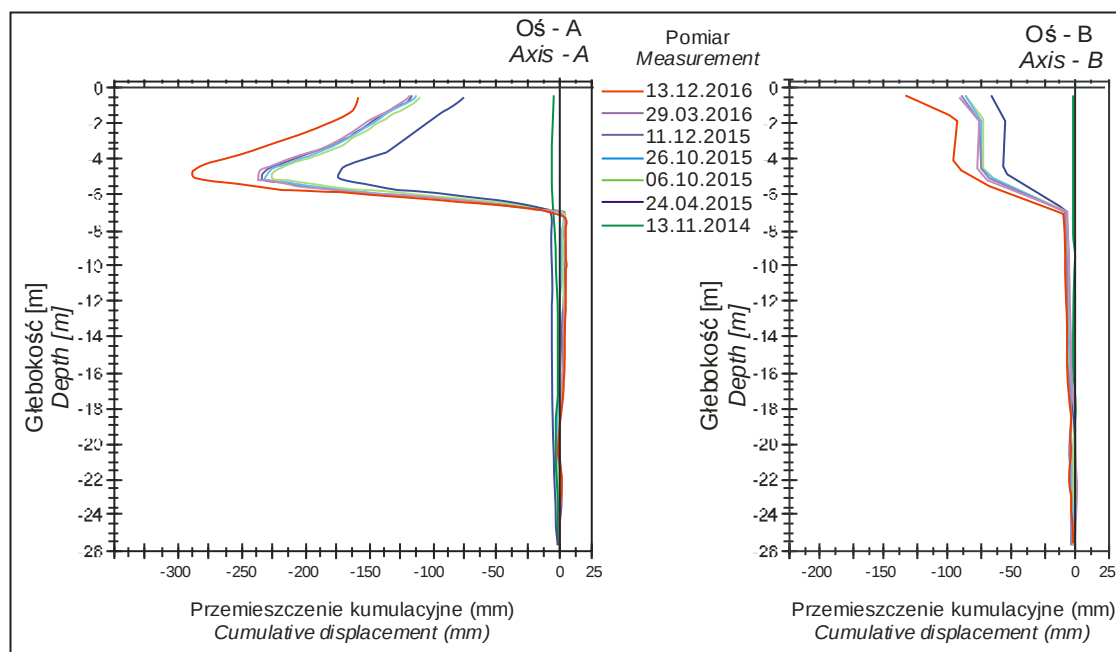
Prawdopodobnie przyjęte założenia do obliczeń okazały się błędne, gdyż ta część osuwiska uległa uaktywnieniu w 2016 roku w czasie wykonywania robót budowlanych. Należy jednak zwrócić uwagę że kilkumetrowy wykop pod podporę P2 nie był zabezpieczony i przyczynił się do uruchomienia procesów osuwiskowych. Charakterystyczna niecka osiadań wytworzyła się powyżej wykonanego wykopu. Niezależnie od tego nasuwa się wniosek, że do wszystkich obliczeń stateczności należy podchodzić z bardzo dużą rezerwą. Pozostaje pytanie czy w omawianym przypadku zostały uaktywnione płytkie czy głębokie powierzchnie poślizgu?

W czasie wykonywania prac związanych z przebudową drogi w rejonie osuwiska w Kąclowej w dniu 7 listopada 2016 r. po opadach deszczu miało miejsce wystąpienie ruchów mas ziemi w obrębie zboczy bocznego dopływu Białej, w rejonie przebudowywanego przepustu od strony Grybowa. Drugim obszarem gdzie stwierdzono znaczne przemieszczenia grawitacyjne koluwiów osuwiskowych jest rejon budowanej podpory P2. Przemieszczenia osuwiskowe wystąpiły w dniu 19 listopada 2016 r., po opadach deszczu. Ruchy takie występują nadal. Droga została całkowicie zamknięta. Powyżej budowanej podpory P2 utworzone zostały wyraźne szczeliny i skarpy. Droga technologiczna z płyt betonowych

uległa deformacji. Osuwisko to wg wcześniejszych danych należało do okresowo aktywnych (rys. 3.). Wcześniej większym zagrożeniem była część osuwiska położona na północ od potoku bez nazwy przepływającego przez osuwisko. W tej części był zamontowany inklinometr, który rejestrował przemieszczenia na różnych głębokościach i nadal możliwe są pomiary. Natomiast część osuwiska położona na południe od wyżej wymienionego ciekłu wydawała się bardziej stabilna. Wskazywały na to również obliczone współczynniki stateczności mieszczący się od 1,49 do ponad 1,5. Występujące w tym rejonie progi i szczeliny wskazywały na wielopłaszczyznowe przemieszczenia gruntów. Najniższa z obserwowanych na powierzchni płaszczyzn wystąpiła około 0,5 m od dna wykopu.

Na terenie osuwiska przed przystąpieniem do prac zamontowano inklinometr powyżej projektowanej przypory P2. W dniu 23 listopada 2016 roku do inklinometru zapuszczono sondę kontrolną, która zatrzymała się na głębokości około 4 m od powierzchni. Wskazuje to, że na tej głębokości ciągłość inklinometru został przerwana. Nie jest znane czy przemieszczenia powyżej podpory są płytkie czy zachodzą głębiej. Z przesłanek przekazanych od wykonawcy, wynika, że ruchy mogą mieć miejsce na większych głębokościach. Podczas wykonywania pali wielkośrednicowych wystąpiły problemy z usunięciem orurowania pali. Może to wskazywać na głębszy przebieg ruchów niż to wynika z obserwacji powierzchniowych w strefie wkopu.

Drugi inklinometr zainstalowany między podporami zachował ciągłość pomiarów, ale rura inklinometryczna jest wypychana ku górze. Przyczyna nie jest do końca jasna, być może wiąże się z obniżaniem się obudowy, związanym z ruchami grawitacyjnymi w tym rejonie. Wyniki pomiarów potwierdziły dalsze przemieszczenia poniżej drogi (rys. 7.).

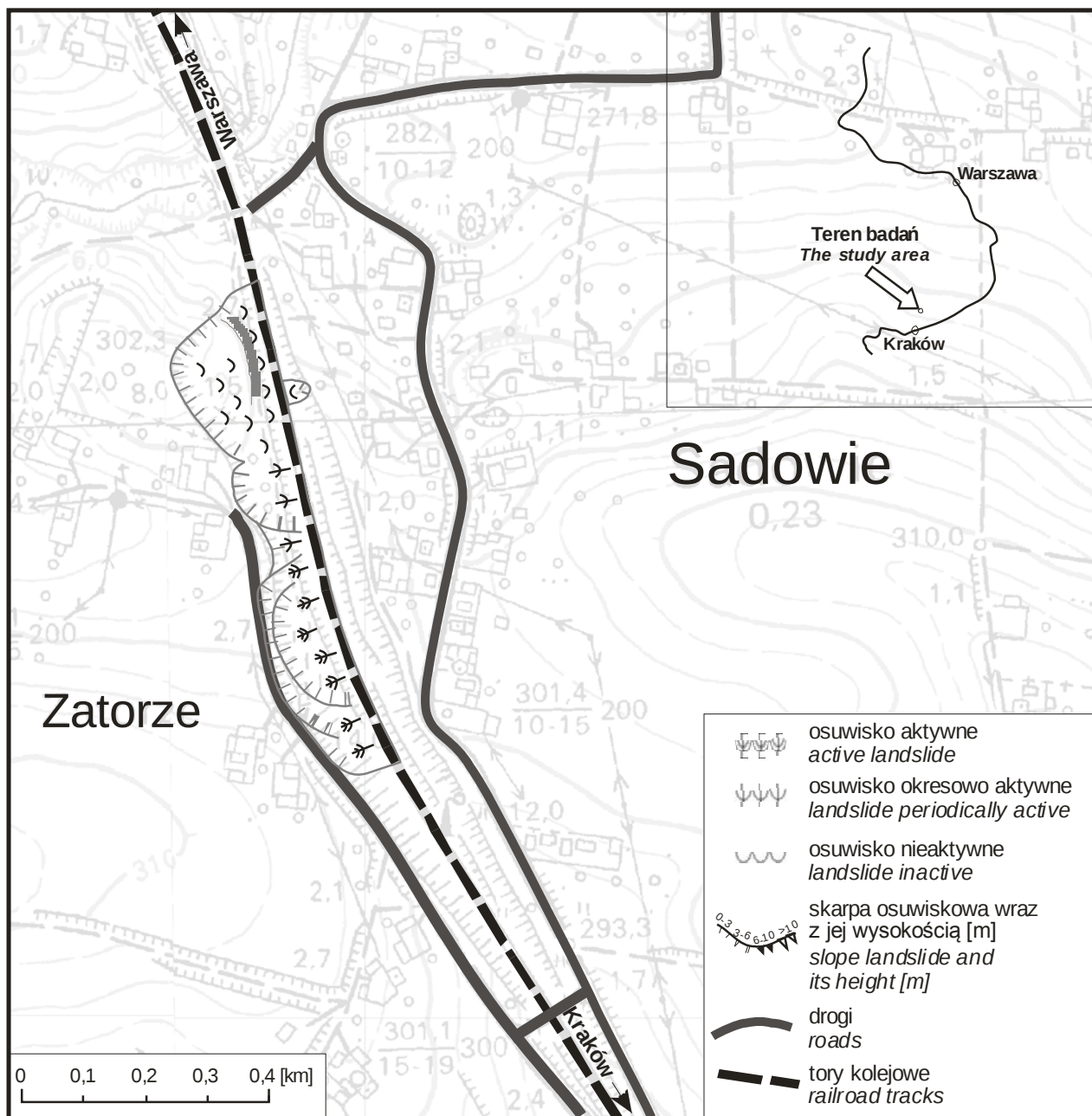


Rys. 7. Skumulowane przeszczenia wgłębne - Kąclowa O-2.

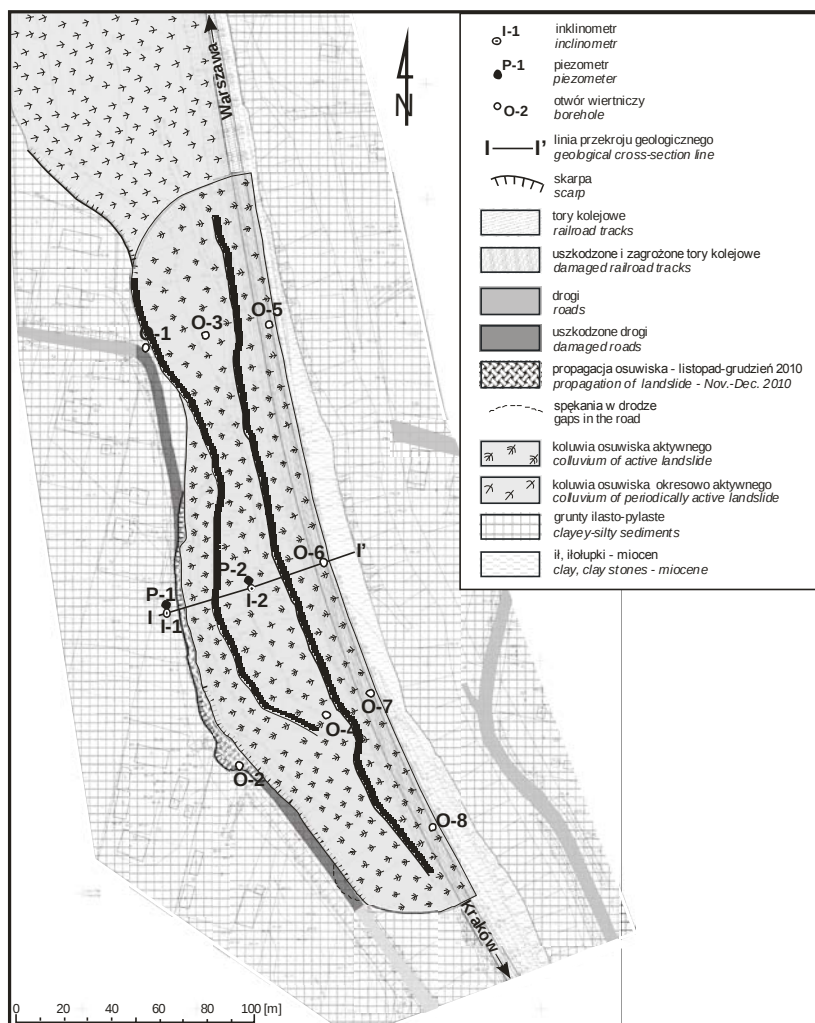
Powyżej remontowanego odcinka drogi na południe od projektowanej przypory P2 i w kierunku Florynki stwierdzono występowanie współczesnych przeszczeń. Ślady tych przeszczeń sięgają skarpy głównej, gdzie stwierdzono szczeliny poniżej najwyższej skarpy głównej. Również na powierzchni powyżej podpory jak i na południe wzdłuż drogi stwierdzono występowanie świeżych przeszczeń grawitacyjnych, których wcześniej nie obserwowano.

4. Osuwisko w Sadowiu

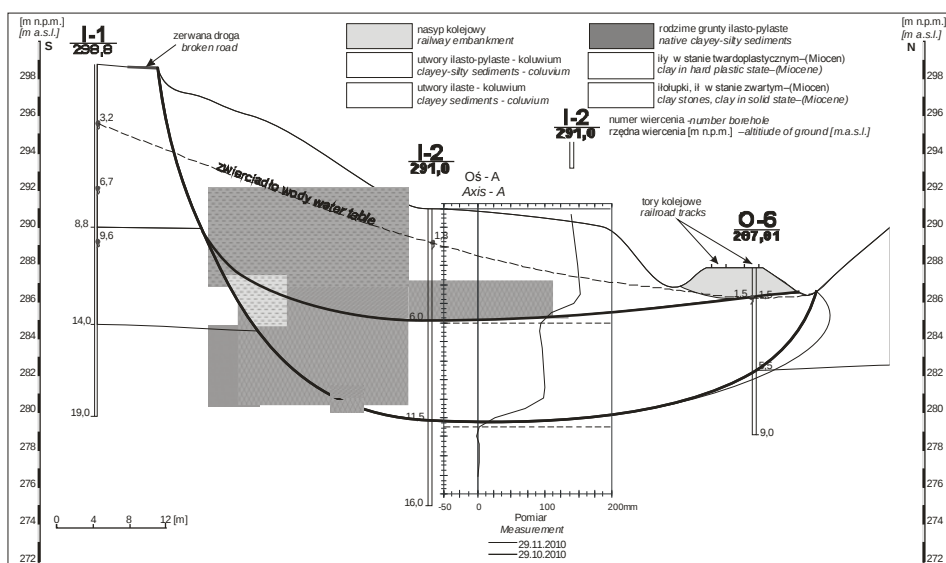
Osuwisko w Sadowiu, które uszkodziło linie kolejową Kraków-Warszawa w 2010 roku jest osuwiskiem, którego początki związane są z budową linii kolejowej oddanej do eksploatacji w 1934 roku, co związane jest z sztucznym wkopem, którym przeprowadzono tory. Osuwisko znajduje się po zachodniej stronie wkopu kolejowego (rys. 8.).



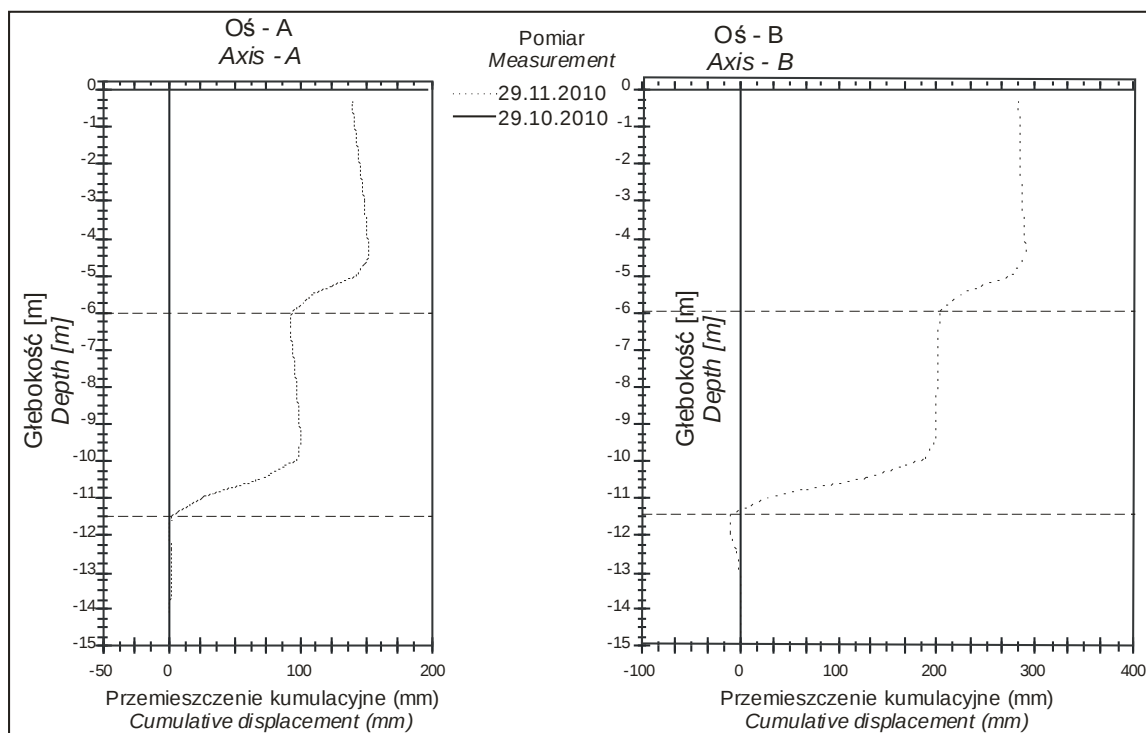
Rys.8. Lokalizacja osuwiska w Sadowiu.



Rys. 9. Mapa osuwiska z lokalizacją wierzeń.



Rys. 10. Przekrój geologiczny I-I' (wg Wójcik A. i Kos J., 2017).



Rys. 11. Skumulowane przemieszczenia wgłębne - Sadowie I-2.

Uaktywnienie procesów osuwiskowych miało miejsce kilkakrotnie:

- 1934 – zasypanie toru przez ropy i gliny;
- 1941-42 – duże osunięcie;
- 1945 – wykonywano prace badawcze z ramienia PIG;
- 1948 – wykonano odwodnienie wzdłuż torów oparte o 12 studni;
- 1953 – gwałtowne uruchomienie osuwiska, zniszczenie i przesunięcie torów o 0.8 m torów i urządzeń odwadniających. Zabezpieczenie związane było z systemem odwodnienia w postaci studni oraz sączków i rowów;
- 1962 – ponowne uruchomienie osuwiska, zabezpieczenie za pomocą głębokiego drenażu;
- 2010 – przemieszczenie powierzchniowe i wgłębne mas skalnych, sięgające poniżej powierzchni torów i uszkodzenie torów poprzez ich wgłębienie ku górze oraz zniszczenie drogi poprzez przemieszczenie się skarpy głównej ku zachodowi.

Historia badań była przedstawiana m.in. przez Bażyńskiego i Frankowskiego (1977). Po zdarzeniu 2010 r. na terenie osuwiska odwiercono 10 otworów pełnordzeniowych oraz w dwu z nich zamontowano inklinometry (rys. 9., 10.).

W otworze inklinometrycznym stwierdzono 2 powierzchnie poślizgu przebiegające na głębokości 6,0 i 11,5 m od powierzchni, co pozwoliło zinterpretować, że pod torami przemieszczenia zachodziły na głębokości 5,5 do 6,0 m poniżej torów (rys. 10., 11.).

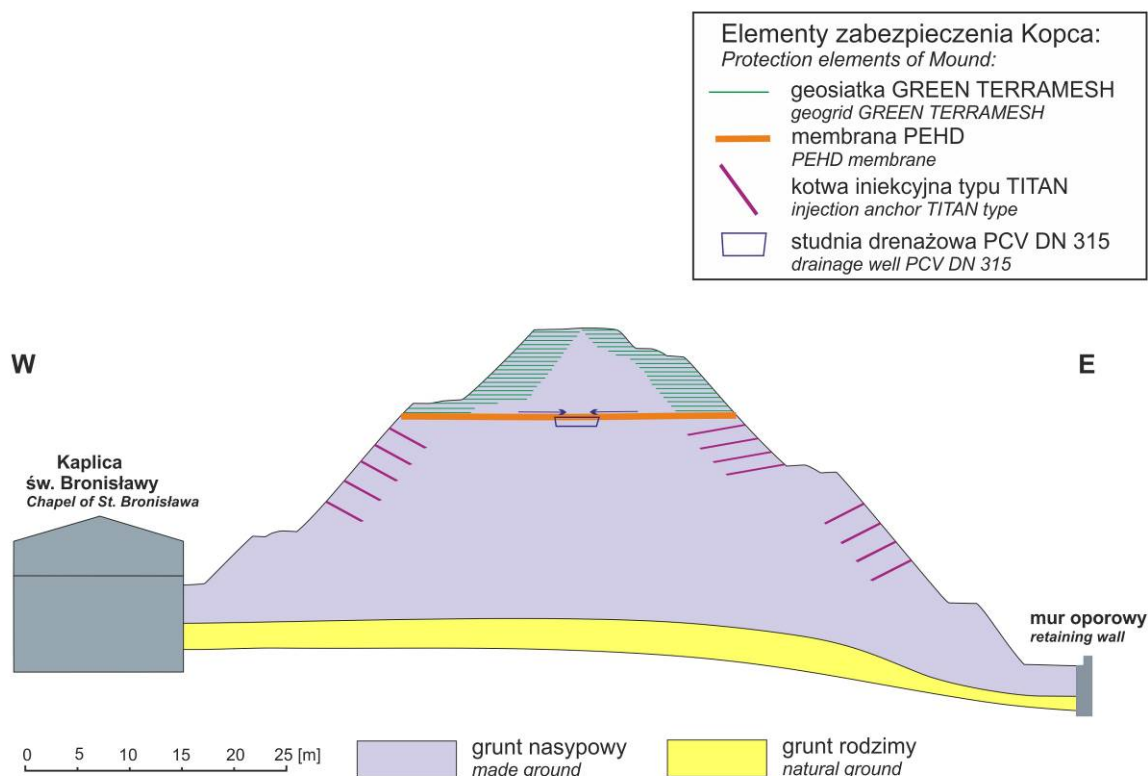
Z ostatnich danych wynika, że wcześniej proponowane i wykonane zabezpieczenia w postaci sytemu odwodnienia nie spełniły swojej roli, ze względu na budowę podłoża jak i słabe wcześniejsze rozpoznanie geologiczne. Obecne zastosowane konstrukcje oporowe powinny na trwale zabezpieczyć tory w tym miejscu.

5. Kopiec Kościuszki

Kopiec Kościuszki w Krakowie jest obiektem o dużym znaczeniu historycznym. Jego budowę rozpoczęto w 1820 roku, a ukończono w 1823 r. Kopiec Kościuszki zbudowany jest z nasypów antropogenicznych, posadowiony na cienkiej (nieprzekraczającej 4 m miąższości) warstwie czwartorzędowych gruntów rodzimych lessów, zalegających na górnajurajskich wapieniach. W przeszłości ulegał kilkakrotnie uszkodzeniom m.in. w latach 30-tych XX wieku.

W latach 1979 - 1998 na zboczach od strony północnej, wschodniej i południowej stwierdzono znaczne uszkodzenia. Pod koniec 1999 roku rozpoczęto prace naprawcze poprzedzone określeniem warunków gruntowych. Prace naprawcze polegały na zdjęciu 9 m górnej części stożka, jego odbudowie i zagęszczeniu nowego nasypu zabezpieczonego od dołu membraną PEHD, wykonaniu geodrenów i zabezpieczeń za pomocą kotw iniekcyjnych o długości 5,7 m i rozstawie około 2,5 m, geosiatek i innych elementów (rys. 12.). Zabezpieczenie to nie przyniosło oczekiwanych skutków.

Po odbudowie, zniekształcenia w bryle Kopca miały miejsce już w 2002 roku. W 2003 roku zamontowano 4 inklinometry oraz pomiarowe punkty geodezyjne. Pomiary wykonywano w latach 2003-2011. Wskazują one na dalsze deformacje rzędu 1-8 mm/rok, głównie w części NE i SE kopca. Przemieszczenia miały miejsce na głębokości 6-12 m. Wyniki pomiarów jednoznacznie dokumentują, że w obrębie bryły Kopca nadal występują przemieszczenia, a wykonane zabezpieczenia nie przyniosły pozytywnych rezultatów mimo wysokich nakładów. Bryła Kopca Kościuszki obecnie jest uszkodzona w wielu miejscach.



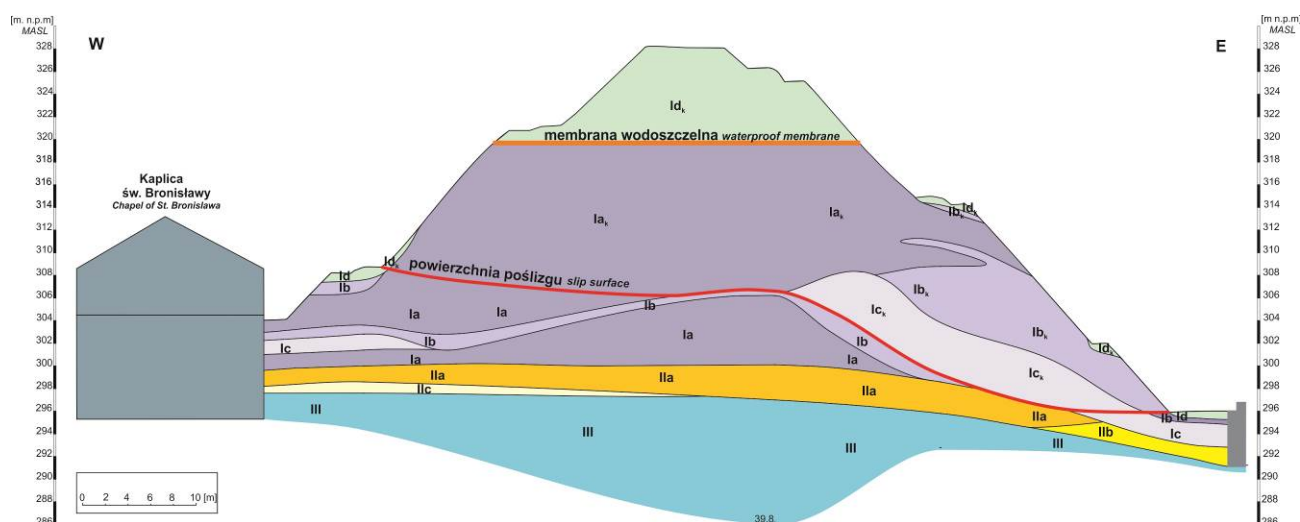
Rys. 12. Schemat istniejącego zabezpieczenia Kopca Kościuszki.

Ostatnio wykonano pełniejsze rozpoznanie geologiczne Kopca i jego podłoża (Wójcik i in., 2016). Na podstawie dokonanego rozpoznania w podłożu wydzielono serie litologiczno-genetyczne, a kryteriami wydzielenia były m.in.: geneza, rodzaj gruntów, parametry wytrzymałościowe oraz stany konsystencji i zagęszczenia. Zostały wydzielone następujące serie gruntów (rys. 13):

- seria I – nasypy (grunty sztuczne);
- seria II – rodzime utwory pylasto-ilaste;
- seria III – wapienie jurajskie.

W obrębie przedstawionych serii litologiczno-stratygraficznych zostały wydzielone warstwy geologiczno-inżynierskie. Część gruntów nasypowych Kopca (warstwa I) stanowiących koluwium osuwiska oznaczono indeksem k (I_{a_k} , I_{b_k} , I_{c_k} , I_{d_k}). Uproszczony przekrój geologiczno-inżynierski przez Kopiec Kościuszki o przebiegu W-E pokazuje rozmieszczenie poszczególnych serii (rys. 13.).

Ruchy osuwiskowe zachodzą w obrębie całej bryły Kopca Kościuszki. Najintensywniejsze przemieszczenia obejmują obszar o powierzchni 0,28 ha, co w przybliżeniu stanowi 67% powierzchni stożka. Na pozostałym obszarze przemieszczenia również zachodzą ale są niewielkie. Dotyczy to głównie dolnych partii zboczy przy podstawie stożka w części zachodniej i północnej. Osuwisko swym zasięgiem wysokościowym obejmuje przedział rzędnych od 329 m n.p.m. (szczyt Kopca) do 296 m n.p.m. (podstawa stożka w części wschodniej). Jest to osuwisko ziemne. Do poziomu występowania wodoszczelnej membrany przemieszczeniu ulegają spoiste, utwory lessopodobne. Z kolei w odbudowanym wierzchołku deformacje zachodzą w obrębie gruntu niespoistego składającego się z mieszanki piasku i żwiru z gruntem rodzimym. Pod względem rodzaju ruchu osuwiskowego jest to zsuw rotacyjny, połączony ze splezywaniem i spływaniem (rys. 13.).



Rys. 13. Przekrój geologiczno-inżynierski przez Kopiec Kościuszki o przebiegu W-E
(Kos i in. 2013) – uproszczony.

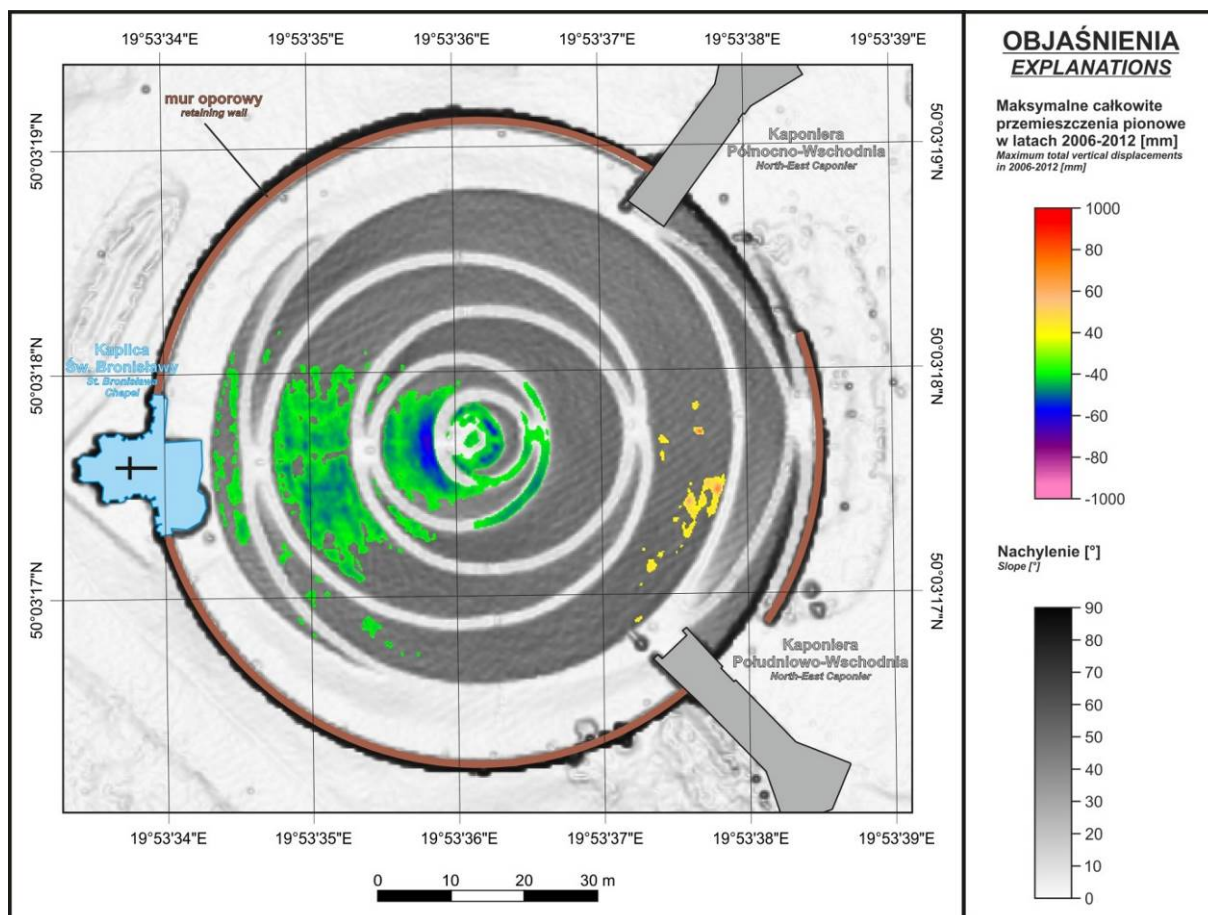
Wyniki pomiarów monitoringu wglębnego i powierzchniowego prowadzonego od 2003 roku, a także rozmieszczenie i natężenie powstałych na przestrzeni lat uszkodzeń dowodzą, że największe przemieszczenia występują we wschodniej części Kopca Kościuszki (ćwiartka południowo-wschodnia oraz północno-wschodnia). Stosunkowo duże ruchy zachodzą w ćwiartce południowo-zachodniej. Z kolei najmniejsze przemieszczenia obejmują ćwiartkę północno-zachodnią. Są to głównie ruchy pionowe, ruchy poziome na zewnątrz Kopca lub ruchy zachodzące w linii spadku stożka ku północy (Kos i in., 2013). Wewnątrz bryły deformacje zachodzą głównie w przedziale wysokościowym 305-314 m n.p.m.

Wielkość przemieszczeń jest zmienna i waha się w granicach od kilku do nawet kilkuset milimetrów na rok.

Z obserwacji ruchów pionowych w obrębie bryły wynika, że prócz obszarów obniżających się występują także rejony, które uległy podniesieniu. Na potrzeby niniejszego opracowania wykonano różnicowy model wysokościowy terenu bazujący na danych z lotniczego skaningu laserowego (rys. 14.). Referencję stanowił numeryczny model powierzchni terenu obszaru Kopca Kościuszki, wygenerowany na podstawie sklasyfikowanej chmury punktów uzyskanej w wyniku pomiaru wykonanego jesienią 2006 roku (Jędrzychowski, 2008) na zlecenie Miasta Krakowa. NMT został porównany z danymi laserowymi wykonanymi w ramach projektu ISOK. Pomiar rejonu Kopca Kościuszki wykonano z pułapu lotniczego w lipcu 2012 roku. Mając na uwadze różnice jakościowe użytych danych wejściowych i uwzględniając prace remontowe wykonane po ulewach z 2010 roku, przeprowadzono proces klasyfikacji i progowania modelu różnicowego. Anomalne wartości, które mogły być rezultatem powyższych czynników zostały odrzucone.

Na wygenerowanym modelu widać, że w okresie 2006-2012 zachodnia część Kopca Kościuszki znacznie się obniżyła (rys. 14.). Maksymalne wartości całkowitych przemieszczeń pionowych wahały się od -400 mm w dolnych partiach stożka do -690 mm przy wierzchołku. Odwrotny trend zaznaczał się w części wschodniej i południowo-wschodniej. Na modelu występują obszary, które podniosły się średnio o 400-500 mm. Lokalnie, wartości te dochodziły nawet do 830 mm. Zaobserwowana zależność, w połączeniu z kierunkiem i intensywnością ruchów poziomych pozwala przypuszczać, że oprócz płaszczyzn poślizgu, przemieszczających materiał koluwalny na zewnątrz Kopca istnieją wewnętrzne siły, które dążą do cylindrycznego ścięcia stożka. Na podstawie dotychczasowych badań wydaje się jednak mało prawdopodobne aby w przyszłości mogło dojść do całkowitego ścięcia bryły.

Lokalizacja, intensywność, kierunek oraz głębokość ruchów osuwiskowych zachodzących w obrębie Kopca Kościuszki są wypadkowymi nałożenia się kilku czynników. Głównym z nich jest geometria bryły. Kąty nachylenia zboczy mieszczące się w granicach 46-51° (lokalnie 40°) niemal dwukrotnie przewyższają wartości bezpieczne dla skarp zbudowanych z gruntu tego typu (rys. 14.). Stok północno-wschodni ma największe nachylenie, co dodatkowo sprzyja rozwojowi procesów osuwiskowych w tej części.



Rys. 14. Różnicowy model wysokościowy rzeźby terenu obszaru Kopca Kościuszki.

Na występowanie zjawisk osuwiskowych w obrębie Kopca Kościuszki wpływ ma również charakter fundamentu skalnego. Podłoże wapienne pod Kopcem Kościuszki jest mocno zwietrzałe, spękanе i skrasowiałe. Występują liczne pustki i wżery, w większości wypełnione materiałem pylasto-ilastym. Obserwacje materiału rdzeniowego wskazują na występowanie współczesnej sufozji materiału drobnoziarnistego. W wyniku tego procesu dochodzi do lokalnych obniżеń fundamentu, co w rezultacie przyczynia się do intensyfikacji procesów osiadania w obrębie bryły Kopca. Pośredni wpływ ma także ukształtowanie górnej powierzchni fundamentu węglanowego. Wzdłuż przekroju W-E oraz NW-SE strop górnopaleozoicznych wapieni zanurza się pod niewielkim kątem na południowy wschód. W przekrojach prostopadłych, pod centralną częścią Kopca zaznacza się lokalne wybrzuszenie stropu skał węglanowych, które opada na zewnątrz kopca w kierunkach północny wschód oraz południowy zachód. Te lokalne zmiany kierunku nachylenia stropu wapieni zalegających bezpośrednio pod bryłą, w przybliżeniu pokrywają się z kinematyką

i intensywnością ruchów osuwiskowych – największe przemieszczenia zachodzą w kierunkach zgodnych z kierunkami opadania stropu wapiennego.

Choć intensywność ruchów osuwiskowych na Kopcu Kościuszki w ostatnich latach zmalała, cały czas istnieje zagrożenie wystąpienia kolejnej katastrofy budowlanej. Obfite lub długotrwałe opady deszczu mogą być impulsem do ponownego nasilenia się przemieszczeń. Biorąc pod uwagę wszystkie czynniki, które warunkują ruchy masowe w obrębie bryły, nasuwa się pytanie – co dalej z Kopcem Kościuszki?. Na podstawie wyników kompleksowych badań geologiczno-inżynierskich przeprowadzonych w latach 2012-2013, danych z ciągłego monitorowania procesów zachodzących we wnętrzu bryły, a także spotkań z krajowymi i zagranicznymi specjalistami, wyłoniły się dwie główne koncepcje uporania się z problemem stabilności Pomnika. Pierwsza z nich proponuje całkowitą rekonstrukcję bryły. Obiekt miałby być w całości rozebrany, a następnie ponownie usypany z zachowaniem współczesnych norm i rozwiązań technologicznych. W ramach drugiej propozycji lokuje się szereg szczegółowych projektów zabezpieczenia, których realizacja nie naruszyłaby znacząco geometrii istniejącej konstrukcji.

6. Podsumowanie

W Polsce wykonuje się zabezpieczenia różnych obiektów zagrożonych lub uszkodzonych przez ruchy grawitacyjne. Zabezpieczenia takie są kosztowne i nie zawsze dają pozytywne efekty. Znane są wykonane „zabezpieczenia”, które mogłyby być zamieszczane w podręcznikach inżynierskich jako przykłady jak takich prac nie powinno się wykonywać. Problematykę tą ograniczono się tu do kilku obiektów o specjalnym charakterze, położonych w różnych częściach Polski.

Przykładem wykonania wielokrotnego zabezpieczenia może być stabilizacja brzegu morskiego w Jastrzębiej Górze objętego osuwiskiem. Oparto się tam na założeniu, że za niszczenie brzegu odpowiedzialna jest głównie abrazja. Wybudowano konstrukcję geotechniczną złożoną z koszy kamienno-siatkowych. Efekt nieskuteczności tych prac można naocznie obserwować na miejscu - potężna budowla geotechniczna została uszkodzona i przemieszczona w kierunku morza na skutek uaktywnienia osuwiska.

Innym przykładem mogą być drogi, dla których wykonuje się dokumentacje geologiczno-inżynierskie i na ich podstawie zabezpieczenia, niekiedy niedające efektów.

Przykładów jest dużo, np. droga krajowa na odcinku między Nowym Sączem a Grybowem, gdzie w oparciu o dokumentacje geologiczno-inżynierskie wielokrotnie wykonywano naprawy, a droga jest nadal uszkodzana i co pewien czas musi być naprawiana. Takich przykładów jest znacznie więcej. W oparciu o wspomniane przykłady nasuwają się pytania o przyczyny braku skuteczności zabezpieczeń oraz błędów w stabilizacji.

Każde zabezpieczenie składa się z kilku etapów, wśród których można wyróżnić: rozpoznanie geologiczne podłoża, prawidłowo wykonany projekt i dobrze wykonane zabezpieczenie. Pierwszym i podstawowym etapem jest prawidłowe rozpoznanie geologiczne podłoża. Na każdym z wymienionych etapów powinien być obecny geolog. Nie zawsze ma to miejsce lub projektant największych oszczędności szuka właśnie na rozpoznaniu geologicznym. Jeżeli popełni się błędy na pierwszym etapie i nie zweryfikuje otrzymanych wyników, to w kolejnych etapach prace oparte na fałszywych założeniach nie dadzą oczekiwanego efektu po wykonaniu zabezpieczenia.

Prawdopodobnie w każdym z przedstawionych przykładów popełniono błędy już na pierwszym etapie. Przypuszczać należy, że wynikały one z oszczędności związanych z rozpoznaniem geologicznym. Najczęściej są one związane z nieodpowiednim sposobem wiercenia, a zwłaszcza złym pozyskiwaniem rdzeni wiertniczych. Dochodzą jeszcze błędy konstrukcyjne, czego przykładem może być Kopiec Kościuszki w Krakowie. Wszystkie te błędy można eliminować stosując odpowiednie procedury weryfikacyjne na każdym etapie rozpoznania. Błędy takie eliminuje się z dobrym skutkiem dzięki działalności „Wojewódzkiego Zespołu Nadzorującego Realizację Zadań w Zakresie Przeciwdziałania Ruchom Osuwiskowym oraz usuwania ich skutków” przy Wojewodzie Małopolskim. Wspomagają to procedury opracowane na początku bieżącego wieku w Krakowie.

Literatura:

1. Bażyński J. & Frankowski Z., 1977; "Site investigations calculations of the stability of slopes in the landslide area at Sadowie near Cracow". Biull. I.A.E G., vol. 16, Issue 1, s.156-161.
2. Bażyński J. & Khun A. 2000; „Objaśnienia do mapy osuwisk w skali 1 : 500 000”. Instytut Geologiczny. Warszawa 1970, maszynopis.
3. Bober L., 1984; „Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną”. Biuletyn Instytutu Geologicznego, 340, „Z badań geologicznych w Karpatach”, t. XXIII, s.115-153.
4. Jurczak S., Rusocki M., Banek-Gałka I., 2011; „Dokumentacja geologiczna dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich zabezpieczenia osuwiska oraz odbudowę drogi wojewódzkiej nr 975 w miejscowości Kurów, gmina Chełmiec, powiat nowosądecki, województwo małopolskie”. Przeds. Usług Geologiczno-Laboratoryjnych CHEMKOP-LABORGEO Ltd. Kraków.
5. Jędrzychowski I. (red.), 2008; „Hipsometryczny Atlas Krakowa”. Biuro Planowania Przestrzennego, Urząd Miasta Krakowa.
6. Jurczak S., Kos J., Wójcik A., 2015; „Osuwisko w Kurowie niszczące drogę wojewódzką nr 975 – historia rozpoznania i próby zabezpieczenia (Pogórze Rożnowskie)”. Ogólnopolska Konferencja O!suwisko, 19-22 maja 2015, Wieliczka. Materiały konferencyjne. s.28-30.
7. Kos I., Szymonik I., Jędrzejowska M., 2014; -„Szczegółowy raport z monitoringu osuwiska w Kurowie”. Przeds. Geol. S.A., Kraków.
8. Kos J., Foryś M., Rzepecki D., Bartosz L., Bakaj M., Boroń K., 2013; „Dokumentacja geologiczno – inżynierska dla rozpoznania podłoża, dla potrzeb opracowania zabezpieczenia obiektu stożka Kopca Kościuszki wraz z otoczeniem, zniszczonego przez aktywne osuwisko”. Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A., Kraków.
9. Laskowicz I., Mrozek T., 2015; „Sacred Historical Affected by Landslides in the Polish Flysch Carpathians”. [in.] G. Lollino et all (eds.) Engineering Geology for Society and Territory. Volume 8. Springer International Publishing Switzerland: s.415-418.

10. Margielewski W., 2003: „Late Glacial-Holocene palaeoenvironmental changes in the western Carpathians: case studies of landslide forms and deposits”. *Folia Quaternaria*, 74.
11. Michalik A., 1970; „Objaśnienia do mapy osuwisk w Karpatach w skali 1 : 200 000”. Oddział Karpacki Instytutu Geologicznego, maszynopis.
12. Migoń P., Jancewicz K., Kasprzak M., 2014; „Zasięg obszar objętych osuwiskami w górach Kamiennych (Sudety Środkowe) – porównanie map geologicznych i cyfrowego modelu terenu wysokości z danych LiDAR”. *Przegląd Geologiczny*, 62, 9: s. 463-471.
13. Migoń P., Kasprzak M., 2011; „Morfologiczny zapis ruchów masowych na progach morfologicznych Gór Stołowych w świetle numerycznego modelu wysokości o dużej rozdzielczości”. *Przyroda Sudetów*, 14: s. 115-124.
14. Mrozek T., Rączkowski W., Wójcik A., 2012: „Zdarzenie osuwiskowe 2010 w świetle dotychczasowej rejestracji osuwisk”. II Polski Kongres Geologiczny. 17-19 września 2012, Warszawa: s. 61-62.
15. Nescieruk P., Perski Z., Warmuz B., Wojciechowski T., Wójcik A., 2012; „Zagrożenie sztucznych zbiorników wodnych w Karpatach na przykładzie zbiornika w Porąbce w świetle monitoringu osuwiska Łaski”. *Symposium ogólnokrajowe Hydrotechnika XIV'2012*: s.25-37.
16. Nescieruk P., Rączkowski W., 2012; „Monitoring wgłębny osuwisk karpackich”. II Polski Kongres Geologiczny. 17-19 września 2012, Warszawa: s.63.
17. Perski Z., Wojciechowski T., Wójcik A., Borkowski A., 2014; “Monitoring of Landslide Dynamics with LIDAR, SAR Interferometry and Photogrammetry Case Study of Kłodne Landslide, Southern Poland”. *Proceedings of World Landslide Forum 3, 2-6 June 2014, Beijing. Vol. 4: Discussion Session*: s.200-204.
18. Poprawa D., Rączkowski W., 2003; „Osuwiska Karpat”. *Przegląd Geologiczny*, vol.51, nr 8, s. 685-692.
19. Rączkowski W., 2001; „Osuwiska polskich Karpat fliszowych”. [w:] *Przewodnik LXXII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 12-15 września 2001, Kraków.
20. Rybicki S., Rączkowski W., Wójcik A., 2004; „Zjawiska osuwiskowe w Karpatach zagrożeniem dla budownictwa komunikacyjnego”. *Materiały Konferencji Naukowej. Krynica 7-8 czerwca 2004 r.* Wyd. AGH Kraków.

21. Sikora R., Wojciechowski T., Piotrowski A., 2016; „Uwarunkowania geologiczne osuwisk zlokalizowanych w rejonie Gór Bardzkich”. Konferencja Geomorfologia stosowana – modelowanie i prognozowanie zmian środowiskowych. 1-3.06.2016 Poznań. Materiały konferencyjne. 53s.
22. Wojciechowski T., Borkowski A., Perski Z., Wójcik A., 2012; „Dane z lotniczego skaningu laserowego w badaniu osuwisk - przykład osuwiska w Zbyszycach (Karpaty zewnętrzne)”. Przegląd Geologiczny, vol. 60, nr 2: s.95 - 102.
23. Wojciechowski T., Mrozek T., Laskowicz I., Kułak M., 2015; „Podatność osuwiskowa Polski. Ogólnopolska konferencja O!suwisko, 19-22 maja 2015, Wieliczka. Materiały konferencyjne. 119-120.
24. Wojciechowski T., Wójcik A., Perski Z., Nescieruk P., 2013; „Zagrożenia osuwiskowe w strefach brzegowych zbiorników zaporowych Dunajca na przykładzie osuwiska w Czchowie”. Sympozjum ogólnokrajowe HYDROTECHNIKA XV'2013: s.88-101.
25. Wójcik A., Rączkowski W., 2016; „Zagrożenie obiektów zabytkowych i sakralnych na obszarze Karpat fliszowych”. Wyzwania Polskiej Geologii, 3 Polski Kongres Geologiczny, Wrocław, s.439 -442.
26. Wójcik A., red., 2016; „Kopiec Kościuszki i jego podłoże geologiczne. Atlas przewodnik”. Urząd Miasta Krakowa. Kraków. 127s.

ANALIZA I MONITORING ZJAWISK GEODYNAMICZNYCH ZA POMOCĄ BADAŃ GEOFIZYCZNYCH – TOMOGRAFIA ELEKTROOPOROWA ERT ORAZ GEORADAR GPR

mgr inż. Hanna Bukowy-Olejek; mgr Dawid Sowiński

Geosolum s.c

Zjawiska geodynamiczne stanowią ogromne zagrożenie dla człowieka i budownictwa.

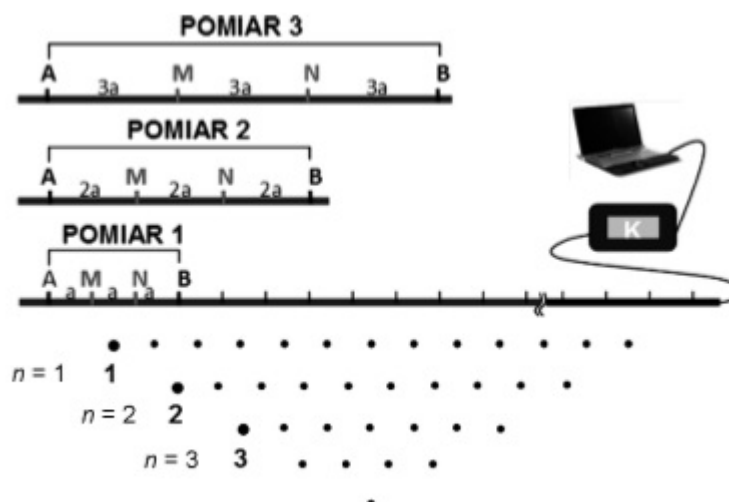
Pośród zjawisk geodynamicznych wyróżnia się takie procesy jak:

- zapadanie gruntu na terenach górniczych,
- niszczenie brzegów klifowych,
- powodzie,
- zapadliska krasowe,
- procesy eolityczne,
- współczesne ruchy tektoniczne,
- spływy błotne,
- obrywy skalne,
- lawiny,
- osuwiska.

Ostatnie z nich są w szczególnym stopniu badane i monitorowane w Polsce ze względu na ich ilość oraz szkody jakie ze sobą niosą.

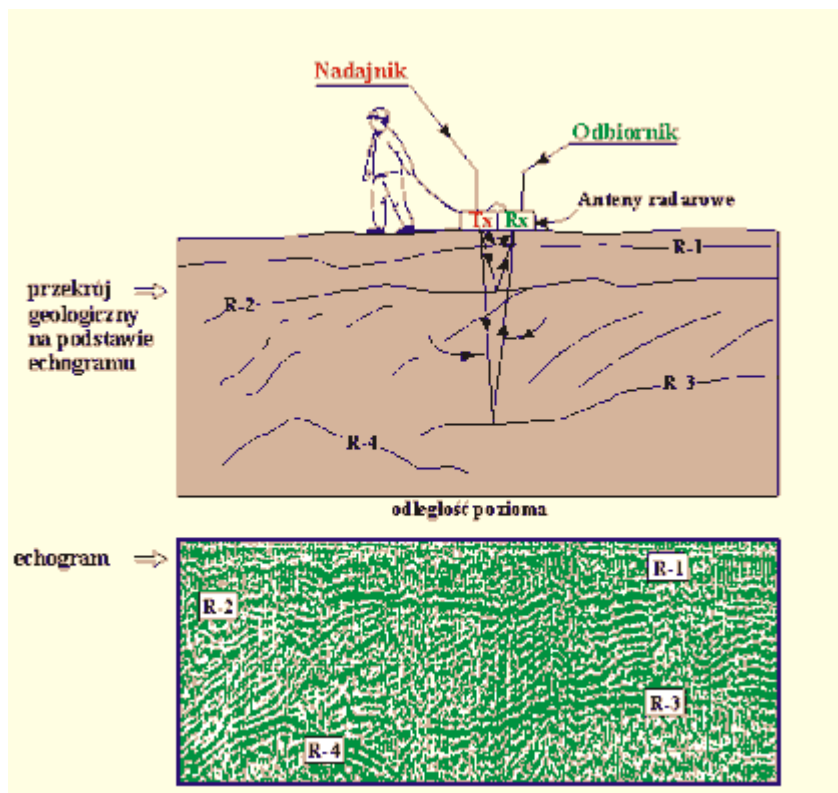
Metodami pozwalającymi na analizę i monitoring osuwiska są m. in. tomografia elektrooporowa (ERT) oraz georadar (GPR). Warto pamiętać, że metody te wykorzystywane są nie tylko w środowisku górskim, ale także na nizinach w badaniu skarp w dorzeczach rzek (np. skarpa warszawska).

Metoda tomografii elektrooporowej jest bardzo efektywną metodą geofizyczną w monitorowaniu osuwisk, gdyż reaguje ona na ich stopień zawodnienia. Dzieje się to dzięki zmianie pierwotnego reżimu wód gruntowych następującej po przemieszczeniu masy skalnej. Procesowi temu towarzyszy zmiana oporności elektrycznej ośrodka (rys.1.).



Rys. 1. Schemat obserwacji w metodzie ERT (Pasierb, 2012).

Metoda georadarowa należy do metod radiofalowych. Osuwiska nie wymagają z reguły głębokiego rozpoznania. Można zatem użyć georadaru z anteną o wysokiej częstotliwości co znacznie wpłynie na dokładność rozpoznania osuwiska (rys. 2.).



Rys. 2. Zasada działania georadaru (home.agh.edu.pl).

Badanie osuwisk oraz terenów, które są zagrożone osuwiskami należy do najtrudniejszych zagadnień geofizycznych ze względu na skomplikowany charakter przebiegu tego procesu oraz na jego wieloprzyczynowość.

Metoda tomografii elektrooporowej ERT oraz georadar GPR służą do bezinwazyjnego badania ośrodka geologicznego prowadząc do rozpoznania jego właściwości oraz budowy. W przypadku badania osuwisk oraz terenów nim zagrożonych przedmiotami rozpoznania są na ogół:

- przebieg przypuszczalnych powierzchni poślizgu;
- granice geofizyczne w ośrodku skalnym (mogą nimi być litologia, większe spękania, położenie zwierciadła wód gruntowych);
- zmiana właściwości warstw, a w szczególności strefy osłabienia (rozluźnień).

Przed podjęciem rozpoznania osuwiska za pomocą tomografii elektrooporowej ERT lub georadarem GPR należy spełnić podstawowe zasady:

- należy wstępnie zapoznać się z problemem badawczym (przedmiot i zakres badań) oraz zebrać w jak najszerszym stopniu informacje kartograficzne, geologiczno-inżynierskie i geofizyczne, które były prowadzone wcześniej na terenie badań;
- dobrać odpowiednią metodę, najbardziej efektywną w rozwiązaniu problemu badawczego; dobór metody zależy od możliwości rozróżnienia różnych rodzajów granic w ośrodku; w przypadku braku danych geologiczno-inżynierskich, wskazane jest wykonanie obu metod;
- opracować metodykę pomiarową i interpretacyjną dla osiągnięcia planowego celu badań; pomiary należy tak zaprojektować, aby uchwyciły one najważniejsze i oczekiwane struktury; należy je również tak poprowadzić, aby znajdowały się one w pobliżu wykonanych (a jeśli nie to planowanych) otworów wiertniczych dla skorelowania wyników badań geofizycznych.

Realizacja badań powinna przebiegać w następujący sposób:

- rejestracja badań pomiarowych (akwizycja) – dane rejestrowane są w postaci cyfrowej; profile pomiarowe i punkty należy wyznaczyć z dużą dokładnością metodą geodezyjną;
- porządkowanie rejestracji, archiwizacja i przetwarzanie danych pomiarowych;
- interpretacja danych – polega na dopasowaniu modeli matematycznych do ośrodka geologicznego i obliczeniu ich parametrów w możliwie jak najdokładniejszy sposób.

Należy korzystać ze sprawdzonych algorytmów. Taką interpretację powinna wykonywać ta sama osoba, która przeprowadzała rejestrację badań pomiarowych;

- prezentacja wyników obliczeń w możliwie jak najbardziej przejrzysty sposób w postaci przekrojów;
- kompleksowa analiza wyników badań – wymaga ona dużego doświadczenia i przedstawia wnioski do dalszego działania zaprojektowania zabezpieczenia osuwiska; powinna ona zawierać informację na temat możliwych błędów i ograniczeń danej metody;
- opracowanie raportu i dokumentacji.

Analiza i monitoring osuwisk metodą tomografii elektrooporowej ERT

Metodyka badania tomografii elektrooporowej ERT:

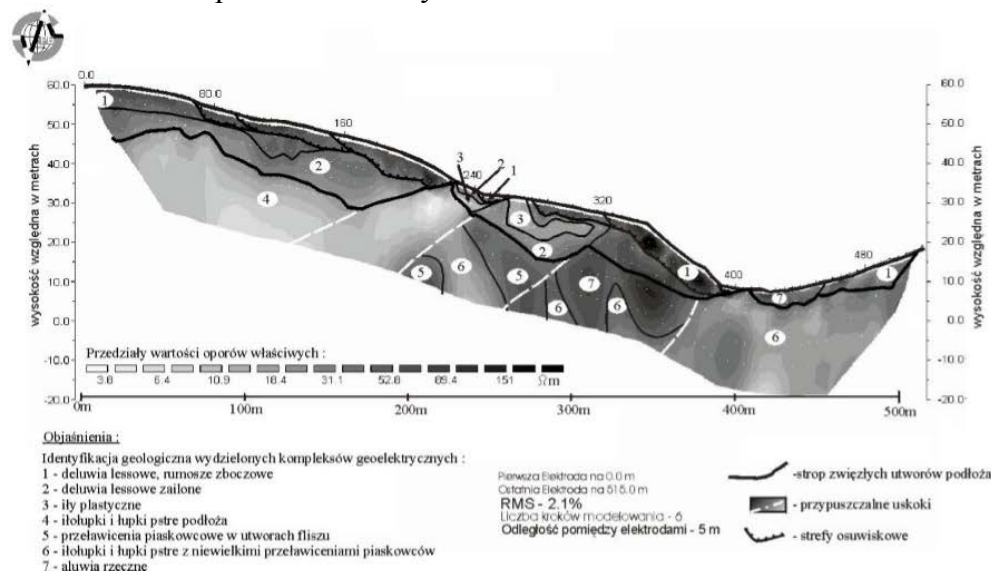
- przedmiotem badania jest rozkład oporności, który jest uzyskiwany na podstawie pomiarów różnicy potencjałów wytworzonych sztucznie w ośrodku geologicznym za pomocą prądu stałego;
- metoda tomografii elektrooporowej została opracowana pod koniec XX w. i stanowi ona połączenie i rozwinięcie metod pionowych sondowań elektrooporowych (VES) i profilowania elektrooporowego (PE);
- podstawową jakościową zaletą metody ERT jest sposób w jaki opracowywane są rezultaty pomiarów; rozkład oporności elektrycznej w ośrodku geologicznym modeluje się układem płaskorównoległych bloków, a nie płaskorównoległych warstw jak w metodzie VES i PE. Takie modelowanie pozwala na zaobserwowanie zmiany oporności ośrodka w kierunku pionowym i poziomym wzdłuż linii układu pomiarowego.

W metodzie tomografii elektrooporowej ERT:

- maksymalny rozstaw układu pomiarowego zależy od długości profilu i przekłada się na głębokościowe rozpoznanie;
- uzyskany trapezowaty kształt przekroju jest efektem zmniejszającej się wraz ze wzrostem odległości między elektrodami ilości pomiarów;
- istnieje możliwość przeniesienia kabla na koniec profilu i kontynuację badania gdy długość profilu przekroczy długość kabla;
- średnia głębokość penetracji wynosi między $1/3$ a $1/6$ odległości między skrajnymi elektrodami i zależy również od charakteru ośrodka geologicznego.

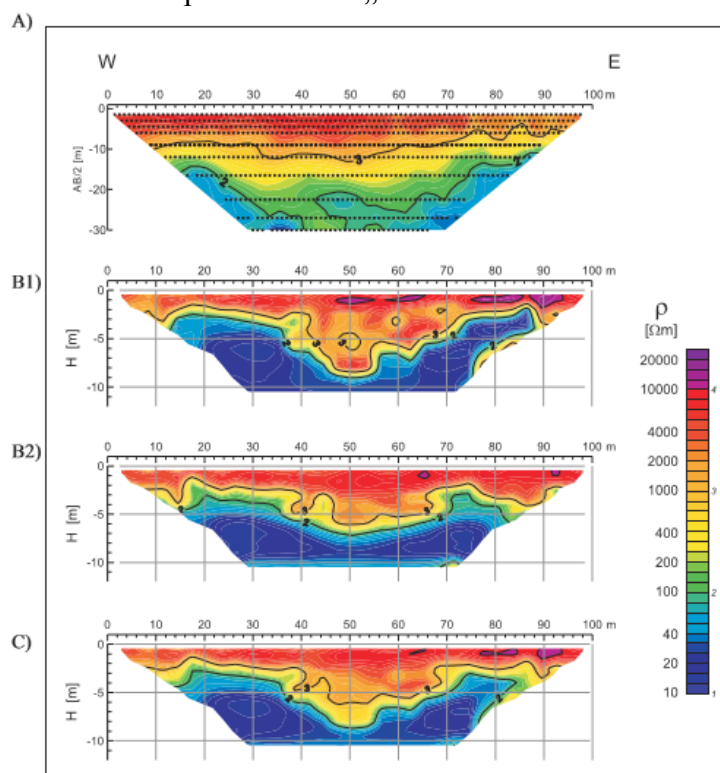
Przykłady badania osuwisk metodą tomografii elektrooporowej ERT:

➤ Osuwisko karpackie w Śliwicy k/ Dubiecka



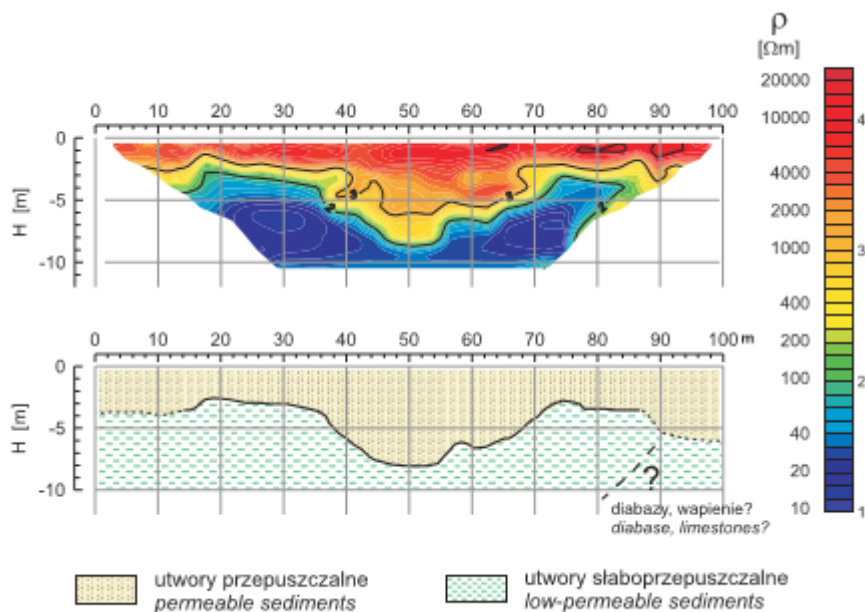
Rys.3. Przekrój geoelektryczny przez rejon osuwiska w Śliwicy k/ Dubiecka po szóstym kroku modelowania inwersyjnego wraz z elementami budowy geologicznej (Honczaruk, Pacanowski, 2005).

➤ Przedpole osuwiska w kopalni diabazu „Niedźwiedzia Góra” koło Krzeszowic



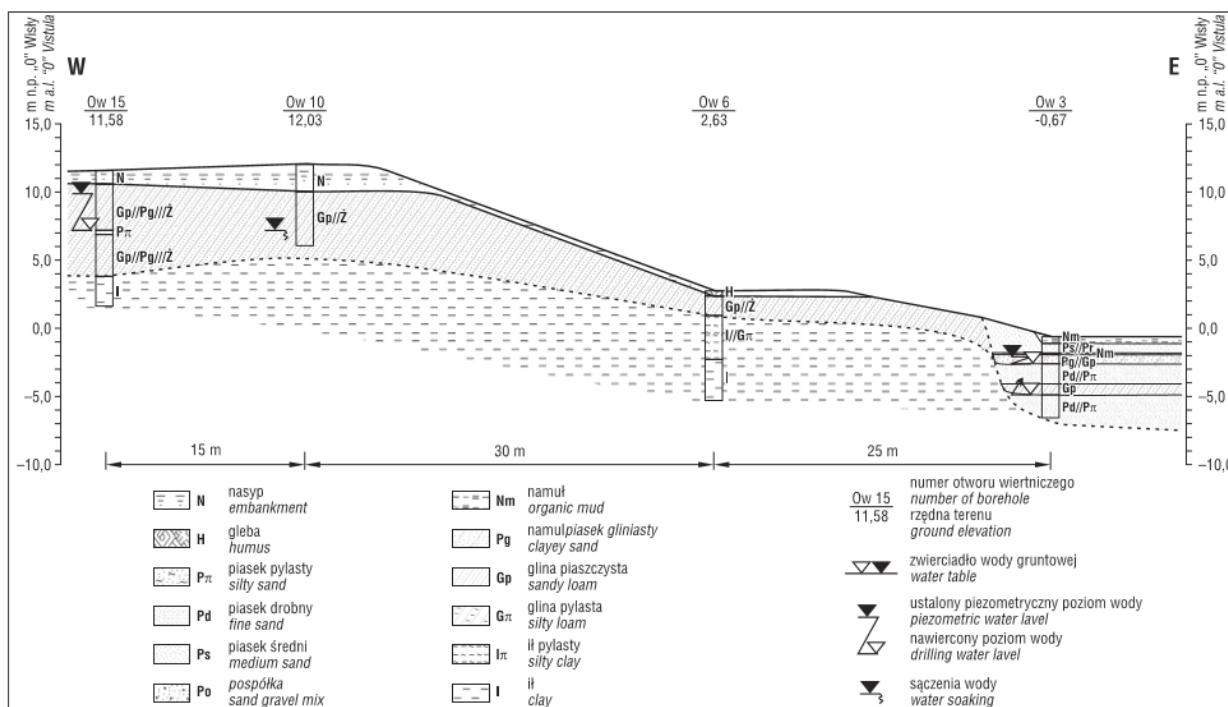
Rys.4. Wyniki badań metodą tomografii elektrooporowej:

A) Przekrój oporności pozornej; B1), B2) przykłady wyinterpretowanych modeli 2D;
C) ostateczny model interpretacyjny (Mościcki, Antoniuk, 2006).

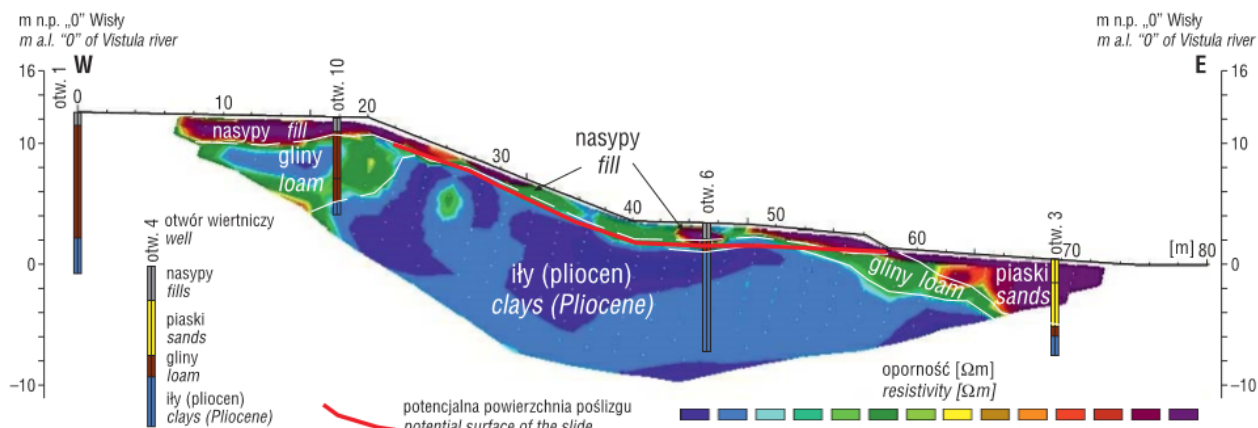


Rys.5. Interpretacja wykrytej strefy wysokooporowej.

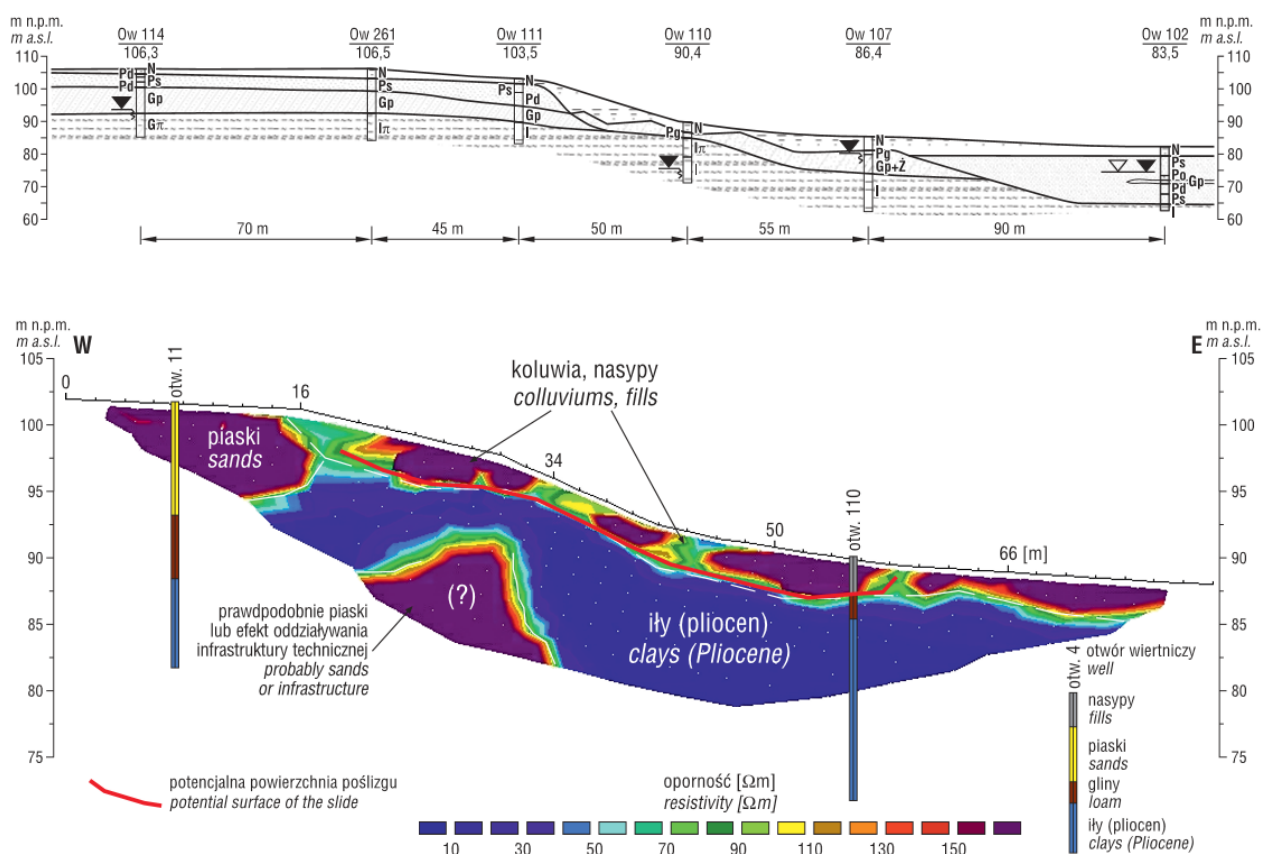
U góry ostateczny model interpretacyjny z tomografii elektrooporowej, a na dole zgeneralizowana, geologiczna interpretacja danych tomograficznych z wydzielonymi dwoma strefami utworów przepuszczalnych oraz słaboprzepuszczalnych (Mościcki, Antoniuk, 2006).



Rys. 6. Przekrój geologiczny przez skarpę warszawską w okolicy ulicy Farysa (Kowalczyk, 2014).



Rys. 7. Przekrój ERT przez skarpe warszawską w okolicy ul. Farysa przy rozkładzie elektrod co 2 metry oraz układzie gradient (Kowalczyk, 2014).



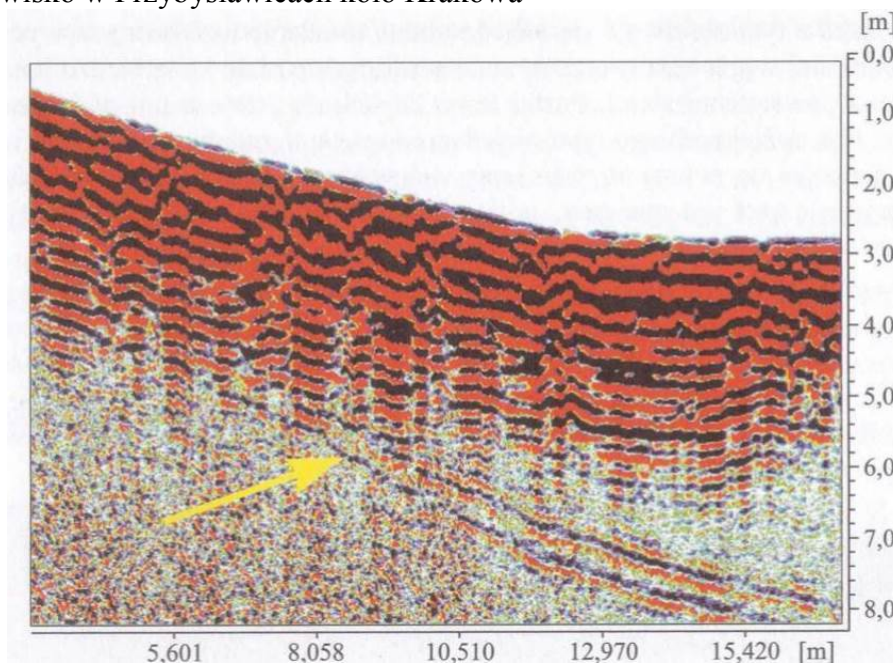
Rys.8. Przekrój geologiczny (u góry) oraz przekrój geoelektryczny ERT (na dole) przez skarpe warszawską w pobliżu Kościoła Akademickiego św. Anny przy rozstawie elektrod co 2 metry oraz układzie Schlumberger (Kowalczyk, 2014).

Analiza i monitoring osuwisk metodą georadaru GPR

- jest to metoda radiofalowa;
- aparatura składa się z jednostki centralnej i dwóch anten – nadawczej i odbiorczej;
- georadar emituje impuls elektromagnetyczny o wysokiej mocy szczytowej i krótkim czasie trwania; wraz ze wzrostem energii impulsu wzrasta głębokość rozpoznania ośrodka skalnego;
- fala emitowana przez georadar ulega odbiciu, załamaniu i tłumieniu i jest rejestrowana przez antenę odbiorczą; czas trwania impulsu emitowanego przez georadar trwa ok. 0,5 nsek do kilku dziesiątek nsek;
- wraz ze wzrostem częstotliwości zmniejsza się głębokość rozpoznania, lecz zwiększa się jednak dokładność rozpoznania (obecnie stosuje się georadary o częstotliwościach od 10MHz do 2 GHz);
- warunkiem koniecznym do zaobserwowania poszukiwanej struktury jest wystąpienie kontrastu względnej stałej dielektrycznej między ośrodkiem skalnym a poszukiwanym obiektem; w przypadku osuwisk mogą to być strefy rozluźnienia, warstwy geologiczne o różnym charakterze;
- badanie wykonuje się zwykle sposobem profilowania;
- wynikiem badania jest echogram.

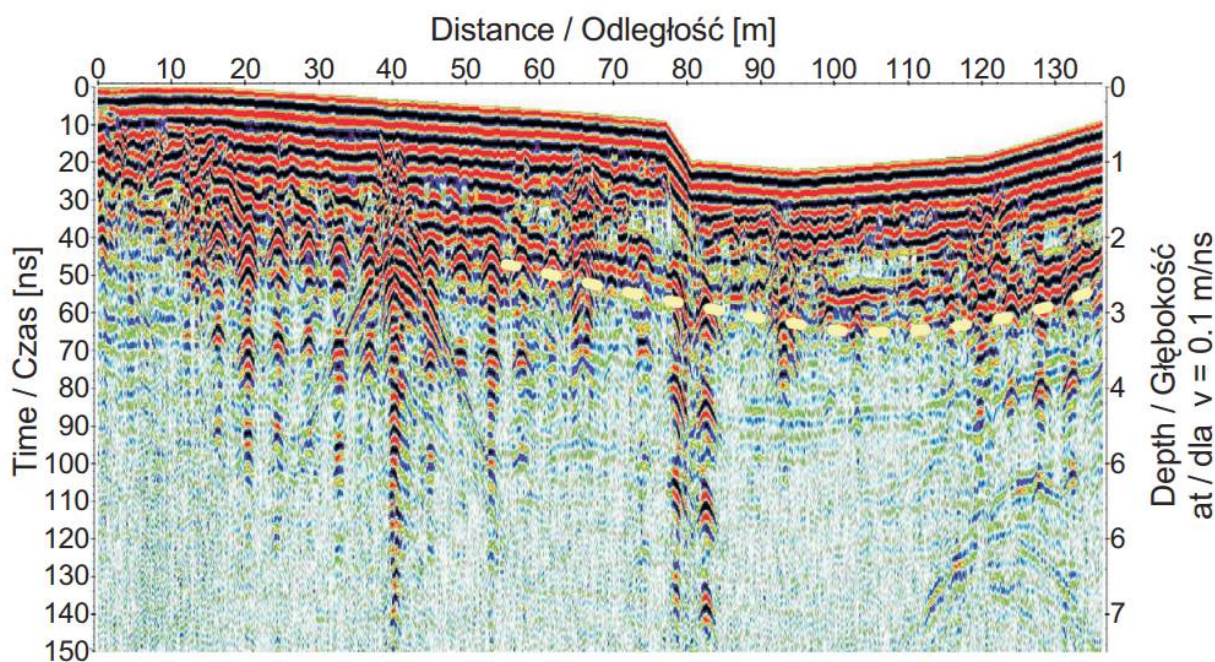
Przykłady monitorowania i analizy osuwisk georadarem GPR:

- Osuwisko w Przybysławicach koło Krakowa

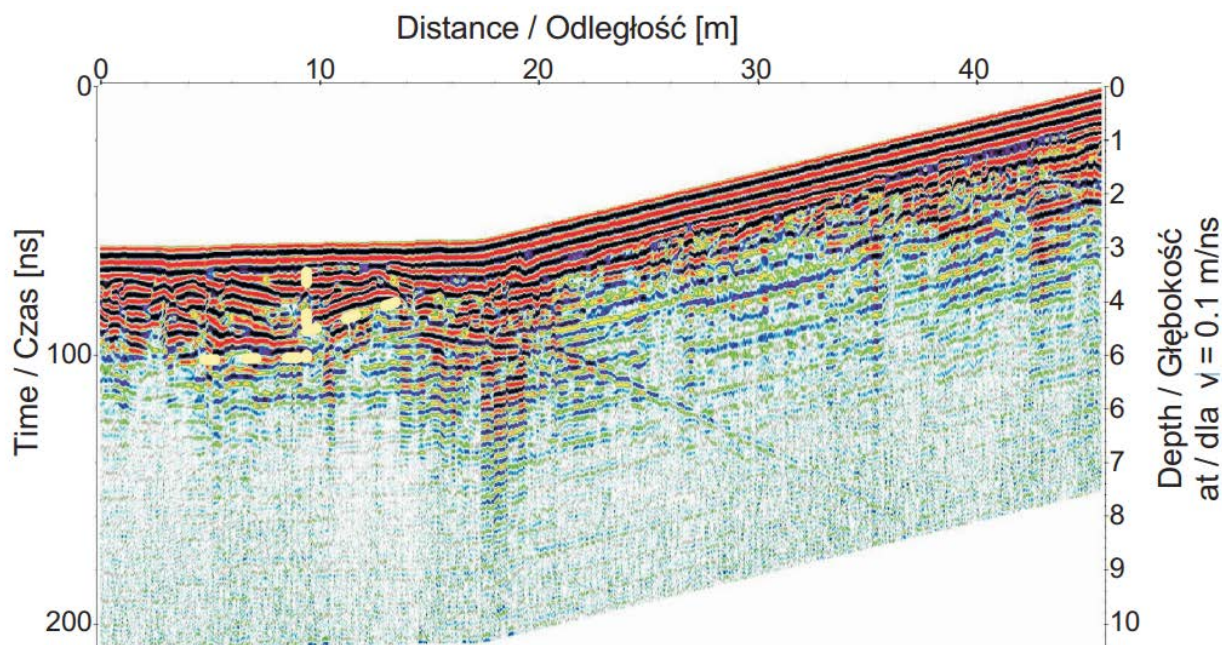


Rys. 9. Echogram przedstawiający budowę osuwiska po badaniu georadarem GPR wraz z widoczną płaszczyzną poślizgu (www.wioś.rzeszow.pl).

➤ Osuwisko w Kałkowie



Rys. 10. Echogram osuwiska w Kałkowie. Od 60 metra profilu na głębokości ok. 2 metrów zaznacza się płaszczyzna poślizgu. Na 40 metrze widoczna jest anomalia w postaci hiperboli. Pochodzenie jej stwierdzono poprzez obecność słupa technicznego z przewodem elektrycznym (Zieliński et al. 2016).



Rys. 11. Echogram osuwiska w miejscowości Kałków. Widoczne zmiany ciągłości warstw między 10, a 17 metrem profilu. Na 18 metrze widoczne zdudnienie, które jest betonowym mostkiem. Brak jednak typowej płaszczyzny poślizgu (Zieliński et al. 2016).

Zalety i wady metod tomografii elektrooporowej ERT i georadaru GPR

Zalety:

- są efektywne – pozwalają na stosunkowo szybkie rozpoznanie względnie dużych obszarów w sposób ciągły;
- są atrakcyjne finansowo w porównaniu z siatką otworów wiertniczych;
- metody te są bezinwazyjne;
- metody te wykorzystują różne pola fizyczne w ośrodku geologicznym; wzajemnie się uzupełniają;
- z uwagi na dość płytką potrzebę rozpoznania osuwiska (do kilkudziesięciu metrów) dokładność badania jest stosunkowo wysoka.

Wady:

- wieloznaczność wyników interpretacji geofizycznych; zaleca się więc wykonanie otworu badawczego w bezpośrednim sąsiedztwie;
- wrażliwość rejestracji na zakłócenia w trakcie pomiarów;
- ograniczona rozdzielczość rozpoznania przy coraz głębszym rozpoznaniu.

Literatura:

1. Białostocki R., Farbisz J., Pacanowski G., 2008; „Badania geofizyczne dla potrzeb rozpoznawania i monitorowania geozagrożeń.” *Biul. Inf. Geofizyka* 7. s. 54-61.
2. Honczaruk M., Pacanowski G., „Zastosowanie metod geofizycznych w monitoringu zagrożeń środowiskowych.”
3. Kowalczyk S., Mieszkowski R., Pacanowski G., 2014; „Ocena stateczności wybranych fragmentów skarpy warszawskiej w świetle badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej (ERT).”
4. Mościcki, W. J., Antoniuk J., 2006; „Badania geoelektryczne na przedpolu osuwiska w kopalni diabazu „Niedźwiedzia Góra” koło Krzeszowic.” *Geologia/Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie* 32. s. 389-404.
5. Pasierb B., 2012; „Techniki pomiarowe metody elektrooporowej.” *Czasopismo Techniczne. Środowisko* 109.

-
6. Pilecki Z., Pilecka E, 2016; „Podstawowe zasady stosowania metod geofizycznych w badaniu osuwisk i terenów zagrożonych osuwiskami.” Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.
 7. Zieliński, A. et al., 2016; “Use of GPR method for investigation of the mass movements development on the basis of the landslide in Kałków.” Roads and Bridges-Drogi i Mosty 15.1 s. 61-70.
 8. http://www.wios.rzeszow.pl/cms/upload/edit/file/konf_powodz_2010/1_PWSZ.pdf

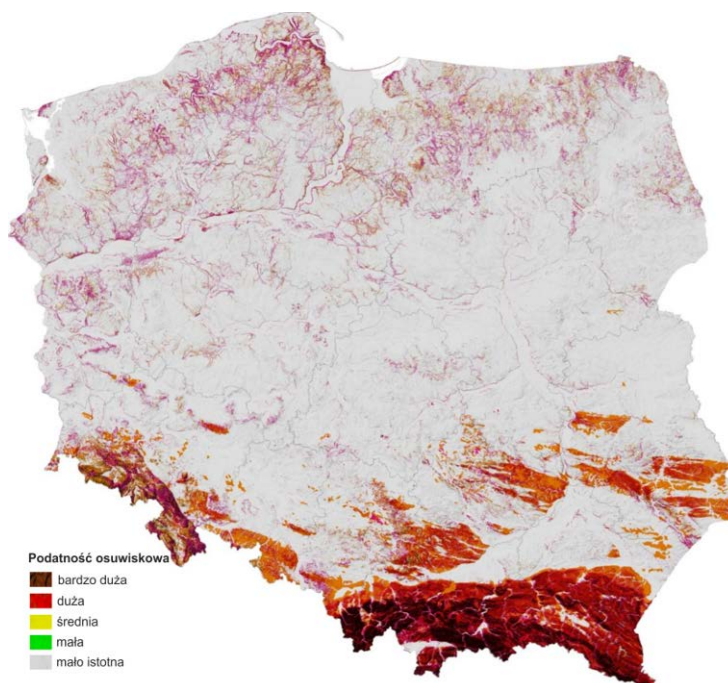
SYSTEM OSŁONY PRZECIWOSUWISKOWEJ (SOPO) – ETAP III

mgr Paweł Marciniak, dr Tomasz Wojciechowski

Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

W 2016 roku rozpoczął się trzeci etap Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej, który jest zadaniem państwowej służby geologicznej dotyczącym rozpoznawania i monitorowania zagrożeń geologicznych, wynikającym z ustawy Prawo geologiczne i górnicze. System ten jest platformą pozyskiwania i przetwarzania informacji o ruchach masowych oraz wsparcia głównie dla administracji rządowej i samorządowej. Wypracowana w I etapie metodyka stała się standardem podejścia do osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w Polsce. Po zakończeniu w 2015 roku II etapu, w bazie danych SOPO znalazły się informacje pochodzące ze szczegółowej, geologicznej inwentaryzacji terenowej w skali 1:10 000 dla przeszło 58 000 osuwisk. Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ) dla 201 gmin karpackich oraz 3 gmin i 14 powiatów pozakarpackich, stanowią podstawę dla rejestrów osuwisk prowadzonych przez Starostów. Standardem jest też metodyka monitoringu osuwisk, wypracowana na 61 obiektach, polegająca na zintegrowanych pomiarach metodami wgłębными i powierzchniowymi. W II etapie SOPO rozpoczęto opracowanie metodyki przetwarzania danych laserowych, która będzie wykorzystywana w przyszłych zadaniach inwentaryzacyjnych i aktualizacyjnych.

Informacje o rozmieszczeniu przestrzennym osuwisk zostały statystycznie przetworzone pod kątem ich uwarunkowań geologicznych, efektem czego jest mapa podatności osuwiskowej Polski (rys. 1.). Przedstawia ona obszary predysponowane do ruchów masowych, wskazując miejsca ewentualnych osunięć. Wykorzystana ona została do planowania III etapu SOPO, wskazując miejsca do szczegółowego rozpoznania w skali 1:10 000. Celem trzeciego etapu realizacji Projektu SOPO jest zebranie, opracowanie i udostępnienie danych o ruchach masowych na kolejnych obszarach Polski, aktualizacja i weryfikacja już zebranych danych, założenie monitoringu na nowych osuwiskach i kontynuacja pomiarów monitoringowych oraz opracowanie mapy podatności osuwiskowej dla Karpat niezbędnej do systemu prognozowania zagrożeń osuwiskowych.



Rys. 1. Podatność osuwiskowa Polski (Wojciechowski i in. 2015).

Projekt ma duże znaczenie społeczne, gospodarcze i ekonomiczne, zwłaszcza dla:

- administracji publicznej, sektora budowlanego i inwestorów w zakresie świadomego i bezpiecznego planowania przestrzennego,
- centrów kryzysowych w sytuacjach stanów klęski żywiołowej,
- społeczeństwa w zakresie monitorowania niebezpiecznych osuwisk oraz podnoszenia świadomości o zagrożeniach wynikających z rozwoju ruchów masowych,
- ochrony środowiska przed degradacją obszarów rolnych i leśnych w wyniku aktywności osuwisk,
- optymalizacji finansowania nowej infrastruktury poza obszarami aktywnych osuwisk oraz opłacalności finansowania zabezpieczania i stabilizacji osuwisk z istniejącą infrastrukturą.

Realizacja całego zadania jest przewidziana na 91 miesięcy (od 1 kwietnia 2016 r. do 31 października 2023 r.). W etapie tym zaplanowano 5 obszarów zadaniowych dla Systemu:

1. Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ).

W III etapie SOPO zakończona zostanie szczegółowa inwentaryzacja osuwisk dla obszaru Karpat. Powstaną również mapy dla najbardziej narażonych na ruchy masowe powiatów pozakarpaccich. Łącznie MOTZ wykonana zostanie dla 52 gmin karpaccich i 42 powiatów pozakarpaccich (rys. 2; tabela 1.) wraz z tekstami objaśniającymi i kartami

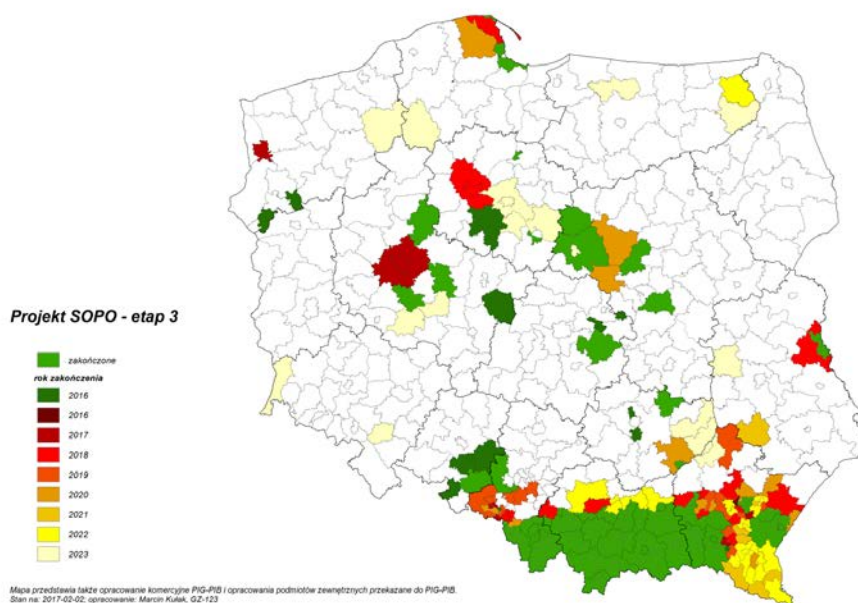
rejestracyjnymi osuwisk. Ponadto zweryfikowane zostaną rejestry osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi dla 6 powiatów pozakarpackich. Wszystkie te zadania będą realizowane w oparciu o *Instrukcję opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000* akceptowaną do stosowania przez Ministra Środowiska.

Tabela 1. Plan realizacji Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi.

Mapa osuwisk i terenów zagrożonych		
Gmina	Powiat	Planowany rok ukończenia
Jastrzębie Zdrój	jastrzębski	2018
Pawłowice	pszczyński	2018
Pszów	wodzisławski	2017
Rydułtowy	wodzisławski	2017
Radlin	wodzisławski	2017
Godów	wodzisławski	2017
Gorzyce	wodzisławski	2019
Mszana	wodzisławski	2019
Marklowice	wodzisławski	2017
Czarna	bieszczadzki	2021
Lutowiska	bieszczadzki	2022
Ustrzyki Dolne	bieszczadzki	2022
Brzozów	brzozowski	2018
Domaradz	brzozowski	2019
Dydnia	brzozowski	2021
Haczów	brzozowski	2017
Jasienica Rosielna	brzozowski	2019
Nozdrzec	brzozowski	2021
Baligród	leski	2022
Cisna	leski	2021
Lesko	leski	2020
Olszanica	leski	2022
Solina	leski	2022
Gać	przeworski	2020
Jawornik Polski	przeworski	2017
Kańczuga	przeworski	2021
Przeworsk	przeworski	2021
Przeworsk miasto	przeworski	2021
Zarzecze	przeworski	2018
Iwierzycy	ropczycki	2020
Ropczyce	ropczycki	2020
Sędziszów Małopolski	ropczycki	2019
Wielopole Skrzyńskie	ropczycki	2018
Błażowa	rzeszowski	2018
Boguchwała	rzeszowski	2018

Mapa osuwisk i terenów zagrożonych		
Gmina	Powiat	Planowany rok ukończenia
Chmielnik	rzeszowski	2018
Dynów	rzeszowski	2022
Dynów miasto	rzeszowski	2022
Hyżne	rzeszowski	2018
Krasne	rzeszowski	2017
Lubenia	rzeszowski	2018
Rzeszów	rzeszowski	2022
Świlcza	rzeszowski	2019
Tyczyn	rzeszowski	2022
Besko	sanocki	2017
Bukowsko	sanocki	2022
Komańcza	sanocki	2021
Sanok	sanocki	2022
Sanok miasto	sanocki	2022
Tyrawa Wołowska	sanocki	2022
Zagórz	sanocki	2022
Zarszyn	sanocki	2019
	olecki	2022
	ełcki	2023
	lidzbarski	2023
	szczecinecki	2023
	człuchowski	2023
	pucki	2018
	Bydgoszcz Miasto	2018
	toruński	2023
	Toruń Miasto	2023
	aleksandrowski	2023
	lipnowski	2023
	Płock Miasto	2023
	płoński	2020
	sochaczewski	2020
	włodawski	2018
	gostyński	2023
	jarociński	2023
	cieszyński	2020
	puławski	2022
	wodzisławski	2020
	oświęcimski	2018
	krakowski	2022
	wielicki	2022
	bocheński	2022
	brzeski	2022
	tarnowski	2022

Mapa osuwisk i terenów zagrożonych		
Gmina	Powiat	Planowany rok ukończenia
	dębicki	2018
	ropczycko-sędziszowski	2018
	rzeszowski	2018
	łańcucki	2020
	przeworski	2020
	przemyski	2020
	jarosławski	2018
	opatowski	2023
	sandomierski	2023
	Tarnobrzeg	2023
	tarnobrzeski	2023
	stalowowolski	2019
	staszowski	2020
	janowski	2021
	zgorzelecki	2023
	dzierżoniowski	2023
Weryfikacja rejestrów osuwisk terenów i terenów zagrożonych ruchami masowymi		
Gmina	Powiat	Planowany rok ukończenia
	Katowice	2019
	Poznań	2017
	poznański	2017
	wejherowski	2020
	bydgoski	2018
	Kraków	2018



Rys 2. Plan realizacji Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi.

2. Monitoring osuwisk

Zadanie to jest kontynuacją monitoringu prowadzonego w poprzednim etapie SOPO, z drobnymi zmianami. Zgodnie z wnioskami końcowymi poprzedniego etapu, zrezygnowano z dalszego monitorowania 7 osuwisk. Są to osuwiska w Bereście, Szczawnicy, Kopalinach, Wołkowyji, Nielechwii, Hańczowej i w Braciejowej. W zamian założony zostanie monitoring na 6 nowych osuwiskach, które zagrażają infrastrukturze. Wytypowano osuwiska w Morsku, Kłodnym, Kuźminie, Radoszycach, Zagórzu i Załużu. Nowością będzie wprowadzenie permanentnego monitoringu dla osuwiska w Międzybrodziu Bialskim, tworząc przy tym system wczesnego ostrzegania. Na kilku osuwiskach zainstalowana zostanie infrastruktura do precyzyjnych pomiarów interferometrycznych. Raporty z monitoringu osuwisk będą sukcesywnie przesyłane Starostom, celem zasilania rejestrów osuwisk i terenów zagrożonych.

3. Aktualizacja map, interwencje i szkolenia

W ramach tego obszaru zadań, prowadzone będą prace interwencyjne dla osuwisk nowych lub reaktywowanych i powodujących poważne zagrożenia. Karty osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi wraz z opinią będą dla takich osuwisk tworzone na prośbę lokalnych władz administracyjnych, a następnie wprowadzane do bazy danych SOPO. Blok ten obejmuje również opracowanie metodyki przetwarzania danych laserowych na potrzeby aktualizacji map, wykonanych przed 2010 roku, kiedy to miała miejsce katastrofa osuwiskowa występująca przy okazji powodzi. W III etapie SOPO, z wykorzystaniem opracowanej metodyki, zaktualizowane zostaną mapy dla 75 gmin karpackich, karty osuwisk, a wyniki zostaną wprowadzone do bazy danych SOPO i przekazane administracji samorządowej. Istotną formą współpracy z podmiotami zewnętrznymi jest ciągłe uświadamianie o problemach osuwiskowych, dlatego zaplanowano serię szkoleń dla wykonawców map i podmiotów publicznych.

4. Moduł prognoz osuwiskowych

Podstawą określania zagrożeń i ryzyka osuwiskowego jest podatność osuwiskowa. Dla obszaru Karpat, który jest najbardziej narażony na ruchy masowe w Polsce, zostanie taka mapa opracowana w skali regionalnej. Bazując na tezach, że osuwiska powstają w miejscach o sprzyjających osunięciom uwarunkowaniach oraz, że najczęstszym czynnikiem sprawczym są opady atmosferyczne, zbudowany zostanie moduł prognostyczny określający zagrożenia

osuwiskowe. Opracowany moduł stanie się ważną częścią systemu wczesnego ostrzegania w Karpatach. Zagrożenia te będą raportowane i umieszczane m.in. w Centralnej Aplikacji Raportującej Rządowego Centrum Bezpieczeństwa oraz przekazywane jednostkom publicznym i społeczeństwu poprzez przeglądarkę internetową. Istnieje możliwość zgłaszania incydentów związanych z ruchami masowymi (zwłaszcza archiwalnych) z warunkiem podania dokładnej daty aktywności osuwiska. Dla takich zgłoszeń wykonane zostaną karty rejestracyjne osuwisk lub istniejące karty będą aktualizowane w ramach niniejszego zadania.

5. Baza danych SOPO

Dane pozyskiwane w ramach SOPO zasilają bazę danych i są one udostępniane poprzez aplikację internetową (<http://geoportal.pgi.gov.pl/SOPO/aplikacja>). Istnieje możliwość przeglądania MOTZ za pomocą serwisu mapowego oraz raportów z monitoringu instrumentalnego osuwisk. Wgląd do szczegółowych danych umieszczonych w kartach osuwisk posiadają uprawnieni przedstawiciele organów administracji publicznej, którzy na wniosek otrzymują hasło dostępowe do aplikacji. Przedstawiciele ci mogą ubiegać się również o dane wektorowe i inne produkty pochodne. Aplikacja SOPO jest bardzo często wykorzystywana przez Starostów do prowadzeniu rejestrów osuwisk i terenów zagrożonych. Starosta realizując swoje zadania związane z ruchami masowymi, przed przekazaniem informacji pozyskanych w ramach SOPO innym podmiotom, powinien zwrócić się najpierw w tej sprawie do PIG-PIB. Związane jest to z prawami autorskimi, którymi objęte są produkty SOPO.

Należy mieć na względzie, że dane zawarte w bazie danych SOPO są aktualne na dzień utworzenia informacji, dlatego też powinny być w razie możliwości aktualizowane. Użytkownik musi zdawać sobie sprawę, że mapy wykonywane są w skali 1:10 000, co w niektórych przypadkach może powodować trudności w bezpośrednim przełożeniu tych informacji do opracowań planistycznych. Bazę danych SOPO mogą również zasilać informacje pozyskane poza tym projektem. Dane takie muszą spełniać standard określony *Instrukcją opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000* akceptowaną do stosowania przez Ministra Środowiska. Muszą również zostać pozytywnie zweryfikowane przez zespół koordynacyjny SOPO, w celu utrzymania jednolitej jakości danych osuwiskowych.

Zadania Systemu Oslony Przeciwsuwiskowej prowadzone są przy użyciu metod i technologii zgodnych ze światowymi trendami. Utrzymywanie jednolitej jakości danych poprzez stosowanie Instrukcji, wykorzystanie naziemnego i lotniczego skaningu laserowego, satelitarnej interferometrii radarowej, pomiarów wgłębnych, geodezyjnych oraz stosowanie złożonych algorytmów obliczeniowych stało się standardem w pracy **państwowej służby geologicznej**. Doświadczenie pracowników w zakresie zagrożeń geologicznych wykorzystywane jest we współpracy m.in. z Rządowym Centrum Bezpieczeństwa, Biurem Bezpieczeństwa Narodowego, Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Generalną Dyрекcją Dróg Krajowych i Autostrad oraz w projektach o zasięgu międzynarodowym w kooperacji m.in. z Europejską Agencją Kosmiczną, Norweską Służbą Geologiczną i Chińską Służbą Geologiczną. Nadrzędnym celem Systemu jest jednak wspieranie administracji rządowej i samorządowej w przeciwdziałaniu ruchom masowym poprzez realizację strategii redukcji ryzyka osuwiskowego i temu celowi podporządkowane są wszystkie w/w zadania SOPO.

ASPEKTY PRAWNE I ADMINISTRACYJNE ZWIĄZANE Z ZAGOSPODAROWANIEM TERENÓW ZAGROŻONYCH OSUWANIEM MAS ZIEMNYCH, Z PERSPEKTYWY ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ SZCZEBŁA POWIATOWEGO

mgr Agnieszka Chećko
Urząd Miejski w Jaworznie

Prawo ochrony środowiska opisuje ruchy masowe jako „powstające naturalnie lub na skutek działalności człowieka osuwanie, spelzwywanie lub obrywanie powierzchniowych warstw skał, zwietrzliny i gleby”. Utworzenie tak pojemnej kategorii zdarzeń (mieszczącej zarówno osuwiska w terenach górskich jak i obszary zagrożone wystąpieniem deformacji nieciągłych, na terenach płytkiej eksploatacji górniczej) sprawia, że wprowadzenie reguł prawnych w tym zakresie staje się kwestą niezwykle skomplikowaną.

Kluczowe regulacje dotyczące ruchów masowych pojawiły się jako reakcja na katastrofalne osunięcia mas ziemnych spowodowane długotrwałymi opadami roku 1997. Zorganizowana we wrześniu 2000 r. konferencja pn. „*Prognozowanie i przeciwdziałanie skutkom ruchów osuwiskowych*”, doprowadziła do sformułowania postulatów dotyczących stworzenia odpowiednich ram prawnych, wskazując konieczność nowelizacji konkretnych przepisów prawnych, w szczególności:

- ustawy z dnia 31 stycznia 1980 r. *o ochronie i kształtowaniu środowiska* (tekst jednolity: Dz. U. z 1994 r. Nr 49, poz. 196 z późn. zm.);
- ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. z 1994 r., Nr 27, poz. 96 z późn. zm.);
- ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. *o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (Dz. U. z 1995 r., Nr 16, poz. 76 z późn. zm.);
- ustawy z dnia 16 października 1991 r. *o ochronie przyrody* (Dz. U. z 1991 r., Nr 114, poz. 492 z późn. zm.);
- ustawy z dnia 24 października 1997 r. *Prawo wodne* (Dz. U. z 1997 r., Nr 47, poz. 299 z późn. zm.);
- ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *o zagospodarowaniu przestrzennym* (tekst jednolity: Dz. U. z 1999 r., Nr 15, poz. 139 z późn. zm.);

- ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz. U. z 1994 r., Nr 89, poz. 414 z późn. zm.).

Jako jeden z zasadniczych warunków skutecznej realizacji zadań w dziedzinie przeciwdziałania ruchom osuwiskowym, wskazano zapewnienie ścisłego współdziałania służby geologicznej z jednostkami samorządu terytorialnego, poprzez stworzenie instytucjonalnych form współpracy, określonych w znowelizowanych ustawach i związanych z nimi przepisach wykonawczych.

Wśród pierwszych rezultatów postulowanych działań, wymienić można - system rejestracji i inwentaryzacji naturalnych zagrożeń geologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk i innych zjawisk geodynamicznych Polski (AGH/PIG) uruchomiony w 2002 r., a w zakresie prawa - ustawę z dnia 18 kwietnia 2002 r. *o kłęsce żywiołowej* (Dz. U. z 2002 r., Nr 62, poz. 558), która po raz pierwszy, w katalogu zdarzeń o charakterze katastrofalnym ujęła zjawiska wywołujące osunięcia mas ziemnych oraz ustawę z dnia 27 marca 2003 r. *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* (Dz. U. z 2003 r., Nr 80, poz. 717) wprowadzającą zasady zagospodarowania i zabudowy terenów objętych ruchami masowymi.

W następnych latach system rozpoznania i dokumentowania terenów osuwiskowych oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi, działający jako System Osłony Przeciwośuwiskowej, stał się jednym z najważniejszych projektów geologicznych realizowanych w Ministerstwie Środowiska, charakteryzującym się wysokim poziomem merytorycznym i jednolitym algorytmem działań na terenie całego kraju.

Problematyczne okazały się przepisy prawne w zakresie administrowania terenami osuwiskowymi, które dotychczas nie osiągnęły pożądanego usystematyzowania. Teoretycznie regulacje tworzą logiczny ciąg, obejmując czynności od prowadzenia rejestru terenów zagrożonych osuwaniem mas ziemnych, wyznaczania granic i funkcjonalności w dokumentach planistycznych do określenia zasad postępowania w przypadku zaistnienia zdarzeń katastrofalnych, w praktyce jednak nie można mówić o jednolitych regulacjach w warunkach gdy poszczególne etapy postępowania administracyjnego przypisane są organom różnych specjalności, działających na różnych poziomach administrowania, w oparciu o odmienne przepisy prawne. Nie bez (negatywnego) znaczenia są też odmienne w różnych rejonach kraju interpretacje prawa i orzecznictwo.

W proces planowania przestrzennego zaangażowane są:

- **powiaty** - realizujące obowiązek prowadzenia obserwacji terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, a także rejestru zawierającego informacje o tych terenach – na podstawie *Prawa ochrony środowiska* (tekst jednolity: Dz. U. z 2017 r., poz. 519) **jako organ ochrony środowiska** (?);
- **gminy** - ustalające granice obszarów naturalnych zagrożeń geologicznych, w szczególności obszary narażone na niebezpieczeństwo osuwania się mas ziemnych, na potrzeby dokumentów planistycznych – na podstawie ustawy z dnia 27 marca 2003 r. *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* (tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 778 z późn. zm.), działające jako **organ administracji architektoniczno-budowlanej**;
- **powiaty/województwa** - realizujące obowiązek opiniowania rozwiązań przyjętych w studium i planie zagospodarowania przestrzennego gminy - na podstawie tej samej ustawy jako „właściwe” **organy administracji geologicznej**.

Praktyka administracyjna dowodzi, że już etap zakładania rejestru terenów osuwiskowych stwarza problemy „kompetencyjne”. Nie jasne jest kto powinien prowadzić starościański „rejestr”? Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (tekst jednolity: Dz.U. z 2016 r., poz. 1131 z późn. zm.) określająca zakres działania organów administracji geologicznej, nie wskazuje takiego obowiązku. Zadanie to należałoby zatem wiązać z kompetencjami organów ochrony środowiska, których pracownicy nie czują się uprawnieni do prowadzenia obserwacji terenów osuwiskowych i ich rejestracji. Nie mają też jakiegokolwiek zaplecza technicznego ani odpowiednich możliwości finansowania takich prac.

W sytuacji gdy organy ochrony środowiska podejmą się zlecenia wykonania czynności obserwacji terenów osuwiskowych i wykonania rejestru podmiotowi zewnętrznemu, wybór wykonawcy następuje w oparciu o kryterium ceny, co przeważnie skutkuje wykonaniem dokumentacji niskiej jakości. Dowolność w zakresie wykonawstwa przekreśla też tworzenie spójnej bazy danych. Problematiczne staje się też zatwierdzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskich, gdyż podmiot wnioskujący o zatwierdzenie dokumentacji jest tożsamy z zatwierdzającym.

Kolejny problem, na poziomie jednostek administracyjnych, rodzi się gdy gmina staje przed perspektywą powstania roszczeń odszkodowawczych, z tytułu utraty wartości gruntu w myśl art. 36 ustawy *o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym*, zdarza się więc, że gminy wpływają na prace geologów, unikając wprowadzania „twardych” zapisów w dokumentach planistycznych.

Odnosi się także przypadki odwrotne, w których właściciele terenów „problemowych” nie chcą wycofać się z projektowanych inwestycji, podważają zapisy planów zagospodarowania przestrzennego oraz kompetencje pracowników administracji klasyfikujących tereny jako osuwiskowe. W wyrokach sądów często pojawia się zarzut braku formalnych uprawnień pracowników administracji do wykonywania takich zadań.

Biorąc pod uwagę tylko te kilka przykładów, celowym staje się powrót do idei ścisłego współdziałania służby geologicznej z jednostkami samorządu terytorialnego przez stworzenie instytucjonalnych form współpracy. Wprowadzenie regulacji systemowych i ustalenie algorytmu działań zmierzających do przeprowadzenia właściwego diagnozowania terenów narażonych na wystąpienie ruchów masowych, ostatecznie prowadzące do wyprowadzenia badań środowiskowych ze sfery administracji, do właściwych instytucji naukowo badawczych lub służb. Zasadne byłoby ustalenie standardów obowiązujących na terenie całego kraju i dedykowanie na ten cel odpowiednich środków.

CZY W ZAKRESIE RUCHÓW MASOWYCH ZIEMI SĄ POTRZEBNE ZMIANY LEGISLACYJNE?

dr Janusz Jeziorski,
*Ministerstwo Środowiska,
Departament Nadzoru Geologicznego*

Od rozpoczęcia realizacji projektu SOPO minęło 11 lat, a od wejścia w życie rozporządzenia w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi – bez mała 10 lat. Rozporządzenie to określało format informacji o terenach zagrożonych ruchami masowymi ziemi, sposób w jakim mają być ustalane takie tereny, metodykę prac rejestracyjnych, a także sposób prowadzenia i strukturę rejestru. Projekt SOPO został uruchomiony w 2006 r., a jego II etap w 2008 r. Po zakończeniu etapu II w bazie SOPO znalazły się dane dotyczące ponad 57 200 osuwisk i 4 600 terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi znajdujących się na obszarze 198 gmin karpackich.

W okresie tych 10 lat, zmiany prawne dotyczące zagadnień zagrożenia ruchami masowymi ziemi zostały wprowadzone m.in. w ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz w ustawie Prawo geologiczne i górnicze. W tej ostatniej, państwowa służba geologiczna została wskazana jako podmiot realizujący zadania państwa w zakresie rozpoznania i monitorowania zagrożeń geologicznych (art. 162 ust. 1 pkt 10).

Powstaje jednak pytanie, czy w opinii praktyków wprowadzone w tym okresie nowe rozwiązania i zmiany dotychczasowych przepisów są obecnie wystarczające dla realizacji zadań związanych z problematyką „osuwiskową”. Czy wymagają one może kolejnych zmian i określenia w jakim kierunku propozycje tych zmian powinny podążać?

Pewnymi wskazówkami w tym zakresie, mogą być wnioski i propozycje zmian legislacyjnych kierowane w latach 2014-2017 do Ministerstwa Środowiska (wnioski te i propozycje zostaną przedstawione w trakcie wystąpienia w ramach warsztatów „Aspekty administracyjno-prawne i środowiskowe terenów objętych ruchami masowymi ziemi” w dniu 17 maja 2017 r.).

Spotkanie w ramach warsztatów „Aspekty administracyjno-prawne i środowiskowe terenów objętych ruchami masowymi ziemi” może być cenną okazją do dyskusji na ten temat i inspiracją do przygotowania propozycji ewentualnych zmian legislacyjnych.

Należy jednak podkreślić, że propozycje legislacyjne, w celu ewentualnego nadania im dalszego biegu przez Ministra Środowiska, powinny mieć określoną i przejrzystą strukturę. Powinny zatem zawierać krótki opis problemu, propozycję zmiany brzmienia artykułu (jego ustępu, punktu, itp.) konkretnego aktu prawnego i treściwe uzasadnienie dla celowości wprowadzenia zmiany legislacyjnej.

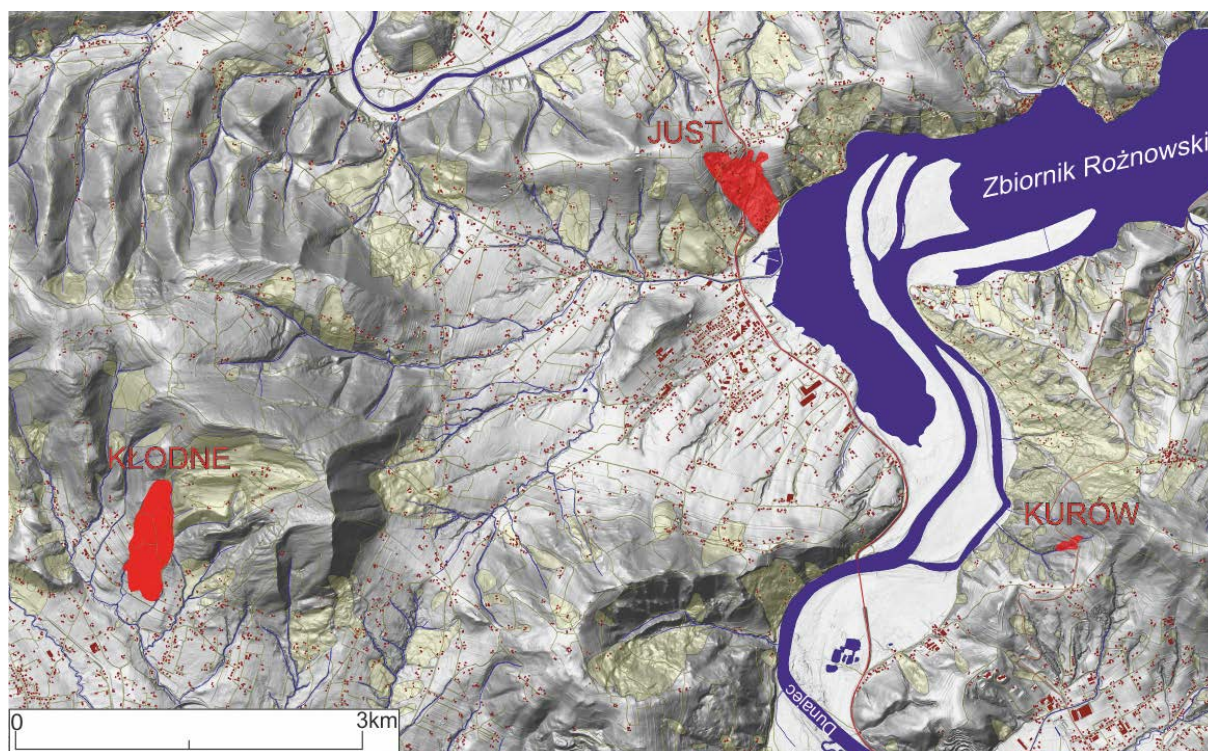
WARSZTATY:

ASPEKTY ADMINISTRACYJNO-PRAWNE I ŚRODOWISKOWE TERENÓW OBJĘTYCH RUCHAMI MASOWYMI ZIEMI

SESJA TERENOWA

SESJA TERENOWA

Celem sesji terenowej jest przedstawienie różnych problemów, związanych z aktywnością osuwisk. W pierwszej części sesji terenowej zaprezentowane zostanie nowe osuwisko, które powstało w 2010 roku w Kłodnem (gmina Limanowa) i które zniszczyło całą zabudowę w jego obrębie. Drugim punktem będzie przedstawienie zabezpieczonego osuwiska w Kurowie (gmina Chełmec). Na jego przykładzie zaprezentowane zostaną problemy związane z prawidłowym zaprojektowaniem zabezpieczenia. Ostatnim etapem sesji terenowej będzie osuwisko zlokalizowane na górze św. Justa w Tęgoborzy (gmina Łososina Dolna), które chronicznie niszczy drogę krajową łączącą Kraków z Nowym Sączem. Zakres prezentowanych problemów obejmował będzie aspekty geologiczne osuwisk (rys. 1.), ich wpływu na infrastrukturę oraz zasady wyznaczania osuwisk w terenie i metody, które wykorzystuje państwowa służba geologiczna w badaniach ruchów masowych.



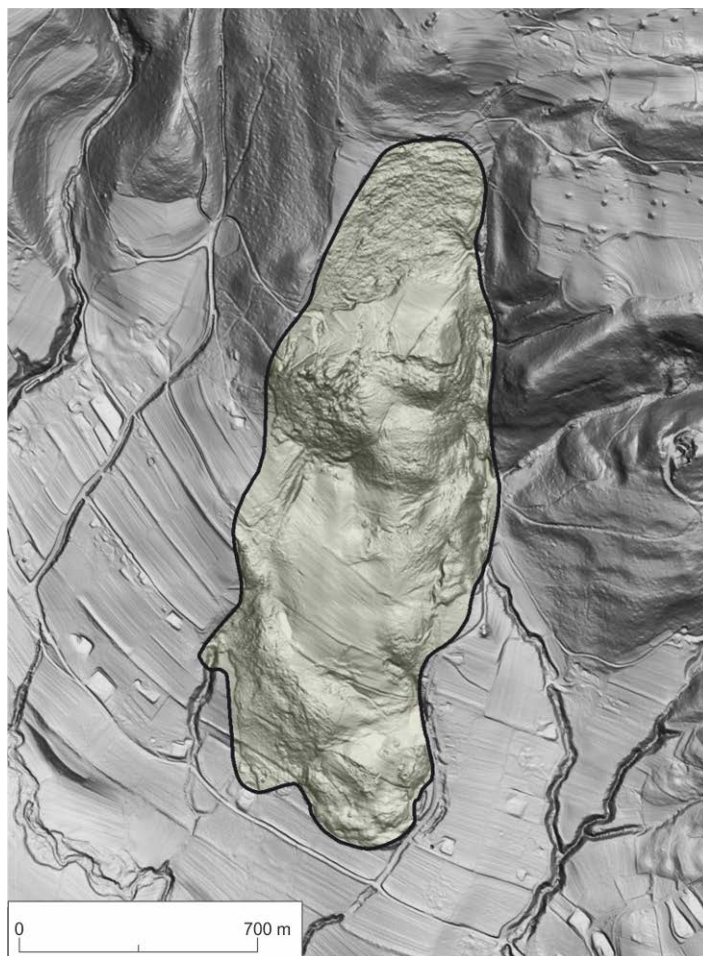
Rys. 1. Lokalizacja punktów wycieczki – osuwiska wyróżnione kolorem czerwonym.

Osuwisko w Kłodnem

Osuwisko w Kłodnem jest osuwiskiem nowym, które utworzone zostało po opadach w maju 2010 roku. Analiza zdjęć lotniczych wykonanych w różnym czasie do 2009 roku nie potwierdziła w tym rejonie istnienia wcześniejszego osuwiska. Osuwisko w Kłodnem koło Limanowej rozwinęło się na południowych stokach góry Chełm (rys. 2), będącej fragmentem południowo-wschodniej części Grzbietu Jaworza. W rzeźbie Beskidu Wyspowego grzbiet ten wyróżnia się wyraźnie, jako izolowane wzniesienia o asymetrycznym kształcie. Stoki północne są strome, a stoki południowe mają mniejsze nachylenia i są dłuższe. Teren, na którym występuje osuwisko, znajduje się na obszarze płaszczowiny magurskiej. Zbudowanej z pstrych łupków (eocen), warstw hieroglifowych i piaskowców magurskich (eocen-oligocen). Ułożenie warstw na stoku, na którym rozwinęło się osuwisko wskazuje, że jest ono typu obsekwentnego. Natomiast rozpatrując szczegółowo poszczególne części terenu, ze względu na lokalne zmiany w położeniu warstw, układ jest bardziej złożony. Synkлинаlny układ warstw, gdzie górną część grzbietu budują warstwy o przewadze piaskowców, podścielone warstwami z dużym udziałem łupków, sprzyja rozwojowi osuwisk. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym tego typom zjawiskom jest występowanie uskoków zrzutowo-przesuwczych o kierunku zbliżonym do południkowego. Ruchy grawitacyjne w Kłodnem rozpoczęły się 1 czerwca, a ich największą intensywność obserwowano przez kilka pierwszych dni zarówno w strefie skarpy głównej, jak i czoła osuwiska. Prawdopodobnie pierwsze ruchy związane z dezintegracją i spękaniem górotworu miały miejsce 31 maja, według obserwacji miejscowej ludności. Związane jest to z zanikiem spływu powierzchniowego w godzinach popołudniowych w dniu 31 maja. W godzinach nocnych 1 czerwca ruchy były już na tyle intensywne, że spowodowały uszkodzenia budynków mieszkalnych oraz zabudowań gospodarczych, w efekcie, czego konieczne okazało się wykwaterowanie mieszkańców. W ciągu doby całkowitemu zniszczeniu uległo 17 budynków zamieszkałych stale. Dodatkowo zniszczone zostały budynki letniskowe oraz budynki gospodarcze i kapliczka. Przemieszczenia mas skalnych w górnej części wyniosły w pierwszych dniach od kilku do ponad 40 metrów. Intensywne ruchy trwały do końca 2010 roku, a przemieszczenia wyniosły jeszcze, co najmniej 80 m. Skarpa główna osuwiska założona na wychodniach gruboławicowych piaskowców na wysokości 595-597 m n.p.m.,

w ciągu miesiąca uległa przesunięciu w górę stoku do wysokości blisko 610 m n.p.m. Poniżej znajdował się rów rozpadlinowy o głębokości 5 m i szerokości 30 m, w dnie, którego w pierwszym dniu widoczne były zlustrowane powierzchnie poślizgu. W następnych dniach w wyniku dalszych osunięć powierzchnia ta została pokryta koluwiami, a jesienią pokazały się otwarte szczeliny ukazujące występowanie jaskiń szczelinowych w obrębie koluwiów. W części środkowej osuwiska, na powierzchni terenu koluwia zbudowane są głównie z bloków i głazów. Poniżej przemieszczenia miały jeszcze głębszy charakter, na co wskazują zagłębienia bezodpływowe. W górnej części osiedla Kłodne, gdzie wcześniej były formy wypukłe, utworzyły się zagłębienia i rowy wewnątrzsuwiskowe, a w środkowej występowały okresowe jeziora osuwiskowe. W części południowej występuje jezioro koluwalne, który wyraźnym czołem o wysokości 3-5 m nasunął się na stok nienaruszony. Osuwisko to jest nadal badane i monitorowane. Współczesne systemy teledetekcyjne umożliwiają śledzenie takich zmian z bardzo dużą dokładnością i wysoką rozdzielczością przestrzenną. Na przykładzie rejonu miejscowości Kłodne przedstawiony został rozwój osuwiska w czasie (Perski i in., 2014), odtworzony przy użyciu danych z lotniczego skaningu laserowego (ASL), cyfrowych obrazów lotniczych oraz wysokorozdzielczej satelitarnej interferometrii radarowej (InSAR). Dane ASL i cyfrowe obrazy lotnicze zarejestrowane zostały w lipcu 2010 r., tuż po katastrofalnym uruchomieniu się osuwiska. Dane te umożliwiły szczegółową inwentaryzację zniszczeń oraz deformacji. Ich porównanie z danymi fotogrametrycznymi wcześniejszych opracowań, pozwoliło na dokonanie wstępnych analiz ilościowych przemieszczonych mas koluwalnych. Dane InSAR pozyskane na podstawie satelitarnych obrazów radarowych zarejestrowanych w październiku i listopadzie 2010 pozwoliły na śledzenie zmiany dynamiki przemieszczeń rzędu kilku cm/miesiąc. Po wystąpieniu aktywności osuwiska podjęto działania w celu pozyskania nowych danych. Na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego Małopolska Grupa Geodezyjno-Projektowa (MGGP-Aero) wykonała w dniu 2 lipca 2010 r. lotniczy skaningu laserowy za pomocą skanera RIEGL LMS-Q680i (Full Waveform, 400kHz) o gęstości 4 punkty na m². Równoległe ze skanowaniem zarejestrowano cyfrowe obrazy barwne o rozdzielczości 10 cm. Dodatkowo dla obszaru badań, w ramach projektu badawczego (N N526 146037 i GEO0772 Niemieckiej Agencji Kosmicznej) zarejestrowano w październiku i listopadzie 2010 r. wysokorozdzielcze, satelitarne obrazy radarowe

SAR (Synthetic Aperture Radar). Zobrazowania lotnicze jak i dane laserowe posłużyły do ilościowej oceny przemieszczeń, zobrazenia radarowe zostały natomiast wykorzystane do pomiarów dalszej aktywności osuwiska. Wielkość przemieszczeń poziomych oszacowano dla obiektów terenowych, które można było jednoznacznie zidentyfikować na archiwalnych zdjęciach lotniczych, wykonanych w lipcu 2010 r. Były to narożniki budynków, skrzyżowania dróg, granice lasów itp. Największe zanotowane przemieszczenia poziome określono na 85,6 m, które wystąpiły w górnej części osuwiska, poniżej skarpy głównej. Przestrzenny obraz przemieszczeń pionowych otrzymano przez porównanie numerycznych modeli terenu: fotogrametrycznego i LiDARowego. Największe obniżenia (ok. 20 m) zarejestrowano poniżej skarpy głównej. W dolnej części jezora osuwiska wypiętrzenia spowodowane ruchem mas koluwalnych osiągnęły 8 m. Po wystąpieniu w czerwcu 2010 r. największych ruchów o skutkach katastrofalnych, osuwisko pozostaje nadal w stanie aktywności. Osuwisko w Kłodnem w 2017 roku zostanie objęte monitoringiem SOPO.



Rys. 2. Osuwisko w Kłodnem na tle NMT LIDAR.

Osuwiska w Kurowie

Na zachodnich i północnych stokach Dąbrowskiej Góry występują duże skalne osuwiska. Jedno z nich uaktywniło się 19-20 maja 2010 roku i zniszczyło drogę wojewódzką na całej szerokości i na długości około 40 m, co w efekcie doprowadziło do jej zamknięcia. Częściowe upłynnienie materiału spowodowało przemieszczenie około $7\,820\text{ m}^3$ (Wojciechowski i in. 2012). Osuwisko w Kurowie (rys. 3.), w stosunku do innych występujących na obszarze przyległym, należy do osuwisk małych, ale jak na warunki polskie jest osuwiskiem o szybkim przemieszczeniu materiału skalnego. Osuwisko posiada kilka opinii i dokumentacji geologicznych (Kos i in. 2014; Jurczak i in. 2010, 2011; Grzywacz 2012) i jako małe, wydawało się łatwe i proste do zabezpieczenia. Zagadnienie to okazało się jednak bardziej skomplikowane i trudniejsze, niż wynikało to z początkowego etapu badań. Zamontowane inklinometry pokazały przemieszczanie się na głębokościach około -6 m, -13

i -15 m, a najgłębsza powierzchnia poślizgu sięga 28,0 m p.p.t. W czasie ostatnich badań zauważono w pomiarach inklinometrycznych wyraźne zwiększenie się intensywności ruchu w dolnym inklinometrze. Stawia to pytanie o wyjaśnienie przyczyny takiego zwiększenia intensywności ruchu przy stosunkowo małych opadach. Nasuwa się, także pytanie, czy nie istnieją jeszcze głębsze powierzchnie poślizgu, zlokalizowane poniżej wykonanych inklinometrów?



Rys. 3. Osuwisko w Kurowie na tle NMT LIDAR.

Osuwisko Just.

Jest to zespół osuwisk skalno-zwietrzelinowych występujących poniżej przełęczy Św. Justa. Rozpoczyna się skarpą główną o wysokości około 10 m (rys. 4). Występują one na stokach o ekspozycji południowo-wschodniej i południowej. Osuwiska są aktywne, mogą być w całości określone, jako czynne od ponad pięćdziesięciu lat, co jest dokumentowane na drodze krajowej, która jest regularnie niszczona oraz badaniami monitoringowymi. Najmniejsza aktywność występuje w najwyższej części osuwisk. Przedmiotowe osuwiska obejmują gliny o różnej genezie oraz utwory podłoża, z których zbudowana jest brzeżna część płaszczowiny magurskiej. Górna część kompleksu założona jest na wychodniach piaskowców magurskich, a dolna na łupkowo- piaskowcowych warstwach podmagurskich oraz pstrych łupkach. Jest to silnie zaburzony górotwór, ze względu na bliskość nasunięcia magurskiego. Przebieg skarpi głównych, jak i wtórnych, ma charakterystyczny zarys kolisty. Powierzchnia

osuwiska jest nierówna, w jej obrębie zaznaczają się spłaszczenia, różnej wielkości skarpy, progi i spiętrzenia wewnątrz osuwiskowe.

Przez osuwisko przebiega droga krajowa (DK 28), która jest niszczona w wielu miejscach. W środkowej i dolnej części kompleksu założony został w 2009 roku monitoring wgłębny. W 2010 roku do zasadniczych ruchów grawitacyjnych doszło tutaj w czerwcu w wyniku nałożenia się opadów burzowych na wcześniejsze długotrwałe opady rozlewne. W różnych częściach osuwiska pojawiło się szereg deformacji nieciągłych. Odmłodzona została skarpa w południowo-zachodniej części, która przesunęła się w górę stoku w kierunku zabudowań. Zostały uszkodzone: budynek mieszkalny (taras widokowy) i budynek gospodarczy. Przemieszczenia zaobserwowano również na kręgach studni (6-7 krąg) obok domu. Poniżej powstały liczne skarpy z przemieszczeniami pionowymi do 2,5 m oraz liczne szczeliny z rozciągania zarówno poprzeczne jak i podłużne. W wyniku deformacji utworzyły się wypukłości i obniżenia terenu okresowo wypełnione wodą. Napór uruchomionych mas skalnych doprowadził do zasadniczych uszkodzeń zabudowy posadowionej na terenie osuwiska. W zachodniej części osuwiska na posesjach w Świdniku uszkodzone zostały budynki mieszkalne i gospodarskie, w postaci spękanych ścian i fundamentów oraz pęknięcia i wyrzuszenia posadzek, a także deformacje ościeżnic. Uszkodzone były również fundamenty budynków gospodarczych. Osuwisko ma tendencję do dalszego rozwoju i zwiększenia aktywności na znacznej powierzchni. Ze względu na aktywność i znaczną miąższość koluwiów, występowanie w podłożu pstrych łupków, osuwisko jest trudne do stabilizacji. Grunty oraz masy skalne na terenie osuwiska są niestabilne i podlegają wolnym, lecz ciągłym przemieszczeniom od ponad pięćdziesięciu lat. Rezultaty monitoringu wgłębego (od 2009 r.) pokazują, że przemieszczenia mają miejsce już na głębokości około 33,5 m, a intensywne ruchy zachodzą na głębokości 12,5 m (w środkowej części osuwiska). Prawdopodobne jest, iż na aktywność osuwiska ma także wpływ natężenie ruchu drogowego, zwłaszcza ciężkiego sprzętu wywołującego drgania.



Rys. 4. Osuwisko Just na tle NMT LIDAR.

Literatura:

1. Grzywacz W., 2012; „Raport z monitoringu stateczności osuwiska metodą inklinometryczną.” Chemkop-Laborgeo. Kraków, październik 2012 – rozpoznanie drugiej części osuwiska.
2. Jurczak S., Russocki M., Banek-Gałka I., 2010; „Ekspertyza geologiczna dla koncepcji zabezpieczenia oraz opracowania P.F.U. uszkodzonego odcinka drogi wojewódzkiej nr 975 odc. 290 od km 4+175 do 4+230 w miejscowości Kurów.” Chemkop-Laborgeo. Kraków, listopad 2010 – rozpoznanie głównie pierwszej części osuwiska.
3. Jurczak S., Russocki M., Banek-Gałka I., 2011; „Dokumentacja geologiczna dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich zabezpieczenia osuwiska oraz odbudowę drogi wojewódzkiej nr 975 w miejscowości Kurów.” Chemkop-Laborgeo. Kraków, listopad 2011 – rozpoznanie drugiej części osuwiska.
4. Kos J., Szymonik L., Jędrzejowska M., 2014; „Szczegółowy Raport z Monitoringu Osuwiska w Kurowie.” Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A., Kraków.
5. Perski Z., Wojciechowski T., Wójcik A., Borkowski A., 2014; „Monitoring of Landslide Dynamics with LIDAR, SAR Interferometry and Photogrammetry Case Study of Kłodne

Landslide, Southern Poland.” Proceedings of World Landslide Forum 3, 2-6 June 2014, Beijing. Vol. 4: Discussion Session: s. 200-204

6. Wojciechowski T., Borkowski A., Perski Z., Wójcik A., Nescieruk P., Rączkowski W., 2012; „Zastosowanie lotniczego i naziemnego skaningu laserowego do badania osuwisk”. II Polski Kongres Geologiczny. 17-19 września 2012, Warszawa: s. 91-92.