

STUDIUM ADAPTACJI TECHNIKI KOTEW PŁYWAJĄCYCH SIRIVE SPECIAL JAKO ALTERNATYWNEJ METODY ZABEZPIECZEŃ OSUWISK W KARPATACH FLISZOWYCH

Przemysław BARAN¹, Tymoteusz ZYDRON¹, Andrzej T. GRUCHOT¹, Alberto BISSON²,
Simonetta COLA², Ryszard MURZYN³

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; e-mail: p.baran@ur.krakow.pl, t.zydron@ur.krakow.pl, rmgrucho@cyf-kr.edu.pl.

² University of Padova; e-mail: alberto.bisson@dicea.unipd.it, simonetta.cola@unipd.it.

³ Przedsiębiorstwo Geologiczno-Inżynierskie GEO-INŻ-BUD, Wiśniowa; e-mail: murzyn.r@gmail.com.

Problem osuwisk w południowej Polsce jest zagadnieniem bardzo ważnym z uwagi na coraz częstsze wykorzystywanie terenów znajdujących się na zboczach lub w ich bliskości do celów mieszkalnych, gospodarczych i komunikacyjnych, a także z uwagi na już istniejącą na obszarach osuwiskowych infrastrukturę komunikacyjną i zabudowę mieszkalną. W polskiej części Karpat, gdzie liczba osuwisk jest największa w skali kraju, obszary nimi objęte często zajmują 30–40% powierzchni terenu poszczególnych gmin. Ruchy masowe nasilają się zwykle w czasie długich, intensywnych opadów atmosferycznych oraz w wyniku roztopów wiosennych, co często prowadzi do uszkodzenia lub zniszczenia zabudowy mieszkalnej i gospodarczej, infrastruktury komunikacyjnej, ciągów przesyłowych oraz terenów rolniczych i leśnych.

Podczas projektowania zabezpieczeń należy rozpatrzyć wszystkie sytuacje i oddziaływania ekstremalne. Działania podejmowane w przypadku naruszenia stateczności zbocza powinny polegać przede wszystkim na eliminowaniu przyczyn, które wywołują zagrożenie. W celu poprawy stateczności osuwiska należy w pierwszej kolejności uregulować stosunki wodne i uniemożliwić zawodnienie obszaru koluwium, do czego jest konieczne zaprojektowanie odwodnienia powierzchniowego oraz odpowiednich systemów drenażowych. W drugiej kolejności stabilizuje się koluwia z zastosowaniem metod konstrukcyjnych wykorzystujących beton, stal, żelbet i wykonuje się masywne konstrukcje oporowe, ażurowe konstrukcje oporowe, mury kamienne, palościanki, kotwy, mikropale, gwoździe, zastrzyki, iniekcje strumieniowe, gabiony, ruszty, siatki i przypory na powierzchni zbocza. Wymienione techniki stabilizacji w połączeniu z systemami odwadniającymi, takimi jak drenaże poziome wiercone, wgłębne galerie odwodnieniowe i drenażowe, stanowiły dotąd optymalne rozwiązania techniczne, wiążą się jednak ze znacznymi kosztami, zwłaszcza gdy zabezpieczany obszar ma dużą powierzchnię lub gdy duża jest miąższość osuwających się koluwiów. Konieczne jest więc opracowanie innych metod, które z uwagi na relatywnie niższe koszty będzie można zastosować na różnorodnych osuwiskach i zapewnić ich odpowiednie zabezpieczenie.

Przeanalizowano możliwości zastosowania w Karpatach fliszowych nowatorskiej techniki stabilizacji zboczy osuwiskowych za pomocą systemu kotew pływających SIRIVE Special. Idea tego systemu zrodziła się we Włoszech i ma on patent europejski. System ten wdrożono na wybranych osuwiskach w północnych Włoszech i jest on nadzorowany od strony naukowej przez Uniwersytet w Padwie. Zaletami systemu są m.in. duża głębokość montażu elementów konstrukcyjnych, dochodząca nawet do 55 m, elastyczność i możliwość adaptacji do konkretnych wymiarów terenu chronionego i do dynamiki zachodzącego na nim procesu osuwiskowego. System składa się z trzech zasadniczych elementów: ciężna zewnętrznego pólstywnego w postaci rury, wiązki cięgien elastycznych w otulinie zaczynu cementowego umieszczanych wewnątrz wspomnianej rury oraz zewnętrznego bloku betonowego o odpowiednim kształcie i wymiarach, którego zadaniem jest przeciwdziałanie siłom zsuwającym. Ciężno zewnętrzne wprowadza się w masyw osuwiska standardową techniką wiercenia *self-drilling*.

Referat obejmował opis techniki kotew pływających SIRIVE Special i omówienie budowy geologicznej wybranych osuwisk na terenie Włoch zabezpieczonych tą techniką, a następnie scharakteryzowanie budowy geologicznej wybranego osuwiska w Polsce (Pcim-Sucha, województwo małopolskie), wraz z omówieniem jego zabezpieczenia za pomocą kotew i mikropali. W dalszej kolejności przedstawiono koncepcję oraz koszt zastosowania systemu kotew pływających na osuwisku w Pcimiu-Suchej, a także analizę efektywności tego alternatywnego rozwiązania.

Wstępne wyniki badań osuwiska w miejscowości Val Maso we Włoszech wskazują na dużą efektywność systemu SIRIVE Special pod względem konstrukcyjnym i ekonomicznym w stosunku do kosztów rozwiązań tradycyjnych. Wyniki prowadzonego przez Uniwersytet w Padwie monitoringu przemieszczeń i naprężeń w ciągnach konstrukcji stabilizującej potwierdzają jej poprawne zachowanie oraz ustabilizowanie się procesów osuwiskowych na tym obszarze.

ZASTOSOWANIE AUTOMATYCZNYCH METOD POMIAROWYCH DO OSTRZEGANIA PRZED ZAGROŻENIEM OSUWISKOWYM

Zbigniew BEDNARCZYK

Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Poltegor-Instytut, Wrocław; e-mail: zbigniew.bednarczyk@igo.wroc.pl.

Wczesne ostrzeżenie o procesach osuwiskowych na podstawie konwencjonalnych metod monitoringu często jest utrudnione. Wpływają na to zazwyczaj: mała częstotliwość pomiarów, kosztowne dojazdy, brak specjalistycznego sprzętu oraz trudności w doborze metod pomiarów odpowiednich do wielkości występujących przemieszczeń. W Polsce mimo zastosowania w niektórych rejonach pomiarów inklinometrycznych (Bednarczyk, 2012; Nescieruk, Rączkowski, 2012) brak jest, jak dotąd, automatycznych systemów pomiarowych instalowanych na osuwiskach. W innych krajach, np. w Norwegii, w USA i we Włoszech, systemy *on line* są stosowane w miejscach, gdzie jest zlokalizowana ważna infrastruktura drogowa, kolejowa lub hydrotechniczna. Oprócz informacji o przemieszczeniach powierzchniowych dużą wartość mają dane dotyczące zasięgu głębokościowego, kierunków, wielkości i prędkości przemieszczeń wgłębnych, które można uzyskać w wyniku pomiarów inklinometrycznych. Automatyczne systemy pomiarowe pozwalają na ciągły zapis mierzonych parametrów, a te bardziej zaawansowane umożliwiają także bezpośrednią transmisję danych do serwerów internetowych i dostęp do danych w czasie rzeczywistym. Żeby przedstawić możliwości tego typu systemów, zaprezentowano technologie automatycznego monitoringu osuwisk zastosowane przez autora na osuwiskach karpaccich. Zainstalowany w maju 2010 r. automatyczny system monitoringu jest pierwszym takim systemem w Polsce (Bednarczyk, 2011) i działa od pięciu lat. Instalacja systemu była finansowana w ramach unijnego Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. System został przetestowany na odcinku drogi powiatowej w rejonie Gorlic. Dane gromadzone są w sposób ciągły w odstępach 10–60 minutowych i transmitowane do internetu. W skład systemu wchodzi urządzenia do pomiaru przemieszczenia wgłębego, ciśnienia porowego oraz głębokości poziomu wód gruntowych. Uzupełniają je czujniki temperatury gruntu, wód gruntowych i powietrza, wielkości opadów, wilgotności powietrza oraz ciśnienia atmosferycznego. System pomiarowy składający się z czterech stacji polowych jest zasilany bateriami litowymi i panelami słonecznymi zapewniającymi jego bezobsługową pracę. Wyniki uzyskane w trakcie prawie pięciu lat pracy systemu wskazują, że możliwości jego zastosowania zależą od kilku czynników. Duże znaczenie mają badania poprzedzające instalację sprzętu. Do prawidłowej instalacji systemu jest niezbędne wcześniejsze poznanie zakresu i szybkości przemieszczeń wgłębnych. Systemy takie instaluje się zazwyczaj w przypadku osuwisk o małej dynamice, przy przemieszczeniach rzędu od kilku milimetrów do kilku centymetrów rocznie, w tym do przewidywania większych ich zakresów. Zastosowany przez autora sprzęt pomiarowy zawiera urządzenia dostosowane do różnych wielkości przemieszczeń. Czujniki jednoosiowe zamontowane w standartowych rurach inklinometrycznych na głębokości powierzchni poślizgu umożliwiają pomiar przemieszczeń o zakresie do ok. 11 cm. Innowacyjny system pomiarowy 3D z sensorami co 0,5 m pozwala na rejestrację znacznie większych przemieszczeń, nawet do ok. 50 cm. Otrzymane wyniki potwierdzają związek między wielkością opadów, zmianą wartości ciśnienia porowego i aktywacją osuwisk. Stwierdzono, że największe przemieszczenia poprzedzał intensywny wzrost i spadek ciśnienia porowego w gruncie. Zwykle następowało to po opadach rzędu 200–250 mm trwających do kilku dni. Zależało to jednak także od początkowej saturacji gruntu. Przy takiej aktywacji system