

## Dynamika przemieszczeń wybranych osuwisk w Karpatach

Bartłomiej Warmuz<sup>1</sup>, Piotr Nescieruk<sup>1</sup>



B. Warmuz



P. Nescieruk

**The dynamics of displacements of selected landslides in the Carpathians.** *Prz. Geol.*, 67: 326–331; doi: 10.7306/2019.26

*Abstract.* The paper presents the activity of selected landslides where instrumental monitoring has been carried out within the Framework of Landslide Counteracting System (SOPO). The temporal relationships between subsurface dynamics (displacements) and geological structure with respect to atmospheric precipitation are discussed. In order to expose these relationships, the landslides were divided into two groups: the first one is located in the areas where the bedrock is made up of flysch formations with the predominance of clay rocks. The second group is located in areas with the prevalence of sandstones in the bedrock. The analysis of the 10-year record shows that, in the areas where the geological structure is dominated by clays, the landslides present continuous activity with displacements not exceeding a dozen mm/year.

*In the areas where in the geological foundation (bedrock) sandstones are dominated, landslide movements were usually more impulsive. Dislocations were recorded mainly after intense, long-lasting precipitation or heavy rainstorms. In extreme situations the large displacements caused total destruction of the measuring column.*

**Keywords:** landslides, instrumental monitoring, precipitation, geological basement

Osuwiska na obszarze Karpat fliszowych są zjawiskiem powszechnym, modelującym stoki górskie oraz niejednokrotnie determinującym sposób użytkowania terenu. Ujawniają się szczególnie w okresach długotrwałych i intensywnych opadów deszczu i po wiosennych roztopach.

Rozmieszczenie osuwisk w Karpatach oraz charakter aktywności rozumiany jako dynamika przemieszczeń w czasie są warunkowane czynnikami, które można podzielić na pasywne oraz aktywne (Thiel, 1979; Zabuski i in., 1999; Mrozek i in., 2000; Mrozek, 2008). Do pierwszej grupy zalicza się budowa geologiczna, rzeźba terenu, stosunki wodne i zagospodarowanie terenu. Czynnikami aktywnymi są opady atmosferyczne, wstrząsy sejsmiczne oraz działalność człowieka.

Generalnym celem monitorowania procesów osuwiskowych jest potrzeba ich kontroli na obszarach, gdzie ich wystąpienie pociągałoby za sobą niebezpieczne skutki. Obecnie większość monitorowanych na świecie osuwisk jest obserwowanych przy zastosowaniu trójczłonowych systemów pomiarów: powierzchniowych, wglębnych i danych meteorologicznych. Jedynie w specyficznych warunkach, np. w strefach podwyższonego zagrożenia aktywnością sejsmiczną bądź wulkaniczną, stosuje się znacznie bardziej rozbudowane systemy monitoringu instrumentalnego (Biansoongern i in., 2016).

W niniejszej pracy ograniczono się do wyników pomiarów inklinometrycznych i rejestracji danych opadowych.

Monitoring inklinometryczny w Polsce jest prowadzony najczęściej w kopalniach odkrywkowych oraz przy skomplikowanych robotach geotechnicznych. Sporadycznie wykonuje się krótkie serie pomiarów na osuwiskach, dla zidentyfikowania aktywnej powierzchni poślizgu, w celu przeprowadzenia działań stabilizacyjnych. Monitoring osuwisk w Karpatach był prowadzony systematycznie w kilkuletnich okresach przez Bednarczyka (2008, 2011, 2012, 2015), Zabuskiego (Zabuski, 2013), a także Zabuskiego i in.

(1992, 2015). Obecnie największy zakres prac monitoringu instrumentalnego osuwisk prowadzi Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) w ramach projektu SOPO (ryc. 1). Na przestrzeni lat 2009–2019 było badanych ok. 67 osuwisk, głównie w Karpatach. Pomiary wykonywano cyklicznie w identycznych bądź podobnych interwałach, ustalanych w zależności od indywidualnych cech obiektu.

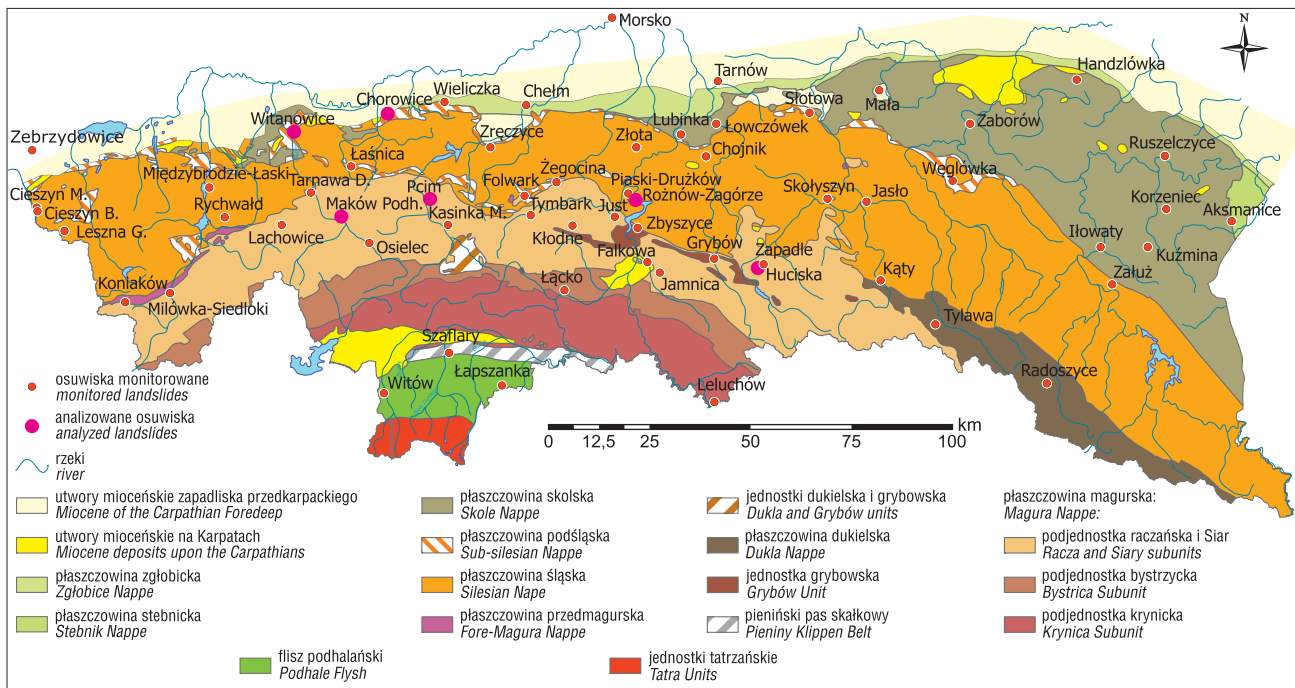
### OBSZAR BADAŃ

Do zobrazowania zmiennego charakteru aktywności wybrano 6 osuwisk w miejscowościach: Szymbark, Chorowice, Witanowice, Pcim, Maków Podhalański i Rożnow-Zagórze.

Osuwisko w **Szymbarku (Huciska)** jest położone w obrębie magurskiej jednostki tektonicznej, w podjednostce Siar. Obejmuje obszar położony w strefie kontaktu paleo-ceńsko-eoceńskich łupków pstrych z Łabowej i kompleksu piaskowców z Wątkowej (Kopciowski i in., 2014). Łupki pstre z Łabowej to seria zbudowana ze skał ilastych, słabo marglistych, zielonych i niebieskawych, z wkładkami łupków czerwonych i drobnoziarnistych piasków. Wzdłuż południowej krawędzi osuwiska dochodzi do kontaktu łupków z kompleksem glaukonitowych piaskowców, zaliczanych do warstw magurskich (piaskowce z Wątkowej). Jest to kompleks z dominacją średnio- i gruboławicowych piaskowców z cienkimi i sporadycznymi wkładkami szarych łupków ilastych. Obszar osuwiska w ponad 90% obejmuje wychodnie pstrych łupków z Łabowej.

Informacje o aktywności tego osuwiska pochodzą z lat 1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2010 i dotyczą głównie uszkodzeń drogi powiatowej, rzadziej zabudowań położonych w jego granicach. W 2007 r. osuwisko zostało udokumentowane na *Mapie osuwisk i terenów zagrożonych*

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń, ul. Skrzatów 1, 30-960 Kraków; bartlomiej.warmuz@pgi.gov.pl; piotr.nescieruk@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Lokalizacja osuwisk objętych monitoringiem instrumentalnym (*Mapa geologiczna polskich Karpat*, za Żytko i in., 1989; zmienione)

Fig. 1. Location of landslides covered by instrumental monitoring (*Geological map of the Polish Carpathians*, after Żytko et al., 1989; modified)

ruchami masowymi gminy Gorlice (Rączkowski, Wójcik, 2007).

Osuwisko w **Chorowicach** jest położone kilka kilometrów od południowej granicy Krakowa, na pograniczu miejscowości Chorowice i Skawina. Było ono dokumentowane już w latach 70. ub.w. (Chowaniec i in., 1975) w ramach arkusza Myślenice *Szczegółowej mapy geologicznej Polski* (Paul i in., 2016) oraz na *Mapie osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Mogilany* (Wójcik, Warmuz, 2013).

Badane osuwisko znajduje się w strefie nasunięcia Karpat na utwory zapadliska przedkarpackiego. Jego górne fragmenty powstały w obrębie silnie zaangażowanych tektonicznie utworów fliszowych, zaliczanych do średnioławicowych piaskowców grodzkich, szarych i czarnych łupków wierzowskich oraz pstrych margli węglowieckich. Dolna część osuwiska rozwinęła się w utworach zapadliska przedkarpackiego reprezentowanych przez ily, ily piaszczyste i piaski warstw skawińskich (Paul i in., 2016).

Kolejne osuwisko o podobnym do powyższego charakterze i dynamice jest położone w miejscowości **Witanowice** w pobliżu Wadowic na prawym zboczu doliny Skawy. W jego podłożu dominują łupki ilaste zaliczane do warstw wierzowskich płaszczowiny śląskiej oraz łupki pstre (paleocen–eocen) płaszczowiny podśląskiej (Ryłko, Paul, 2014).

Podłoże skalne wymienionych powyżej stanowią utwory fliszowe zbudowane w przeważającym stopniu z utworów łupkowych ilastych lub marglistych. Z wykonanych w wierceń wynika, że udział piaskowców nie przekracza 10% długości rdzenia. Kolejne osuwiska omawiane poniżej powstały w obrębie fliszu piaskowcowo-łupkowego lub piaskowcowego.

Osuwisko w **Makowie Podhalańskim** jest jednym z monitorowanych najdłużej. Należy ono do form starych, lecz uaktywniało się po katastrofalnych opadach deszczu w 2001 i 2010 roku. Podłoże skalne tworzą tutaj grubo- i średnioławicowe piaskowce z cienkimi (kilkucentym-

trowymi) wkładkami łupków ilastych. Określane są one jako piaskowce magurskie facji glaukonitowej (Książkiewicz, 1974).

Osuwisko w miejscowości **Pcim (Gromkówka)**, w lewobrzeżnej części doliny Raby, znajduje się na płaszczynie magurskiej. Powstało w gruboławicowych piaskowcach oraz masywnych mułowcach – warstwach magurskich (Książkiewicz, Rączkowski, Wójcik, 2016). Osuwisko to zinwentaryzowano po raz pierwszy w latach 70. XX w. (Chowaniec i in., 1975), a szczegółowo udokumentowano na *Mapie osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi gminy Pcim* (Boratyn i in., 2009). Osoby zamieszkujące obszar osuwiska kojarzą występowanie przemieszczeń gruntu z wyjątkowo obfitymi opadami atmosferycznymi, jakie występowały na tym obszarze w latach 1997, 2001, 2004 i 2010. Obecnie do strefy ciągłej aktywności zalicza się jedynie północną część obszaru osuwiska.

Ostatnie omawiane osuwisko jest położone w miejscowości Rożnów-Zagórze w lewobrzeżnej części doliny Dunajca. Obszar osuwiska był dokumentowany kilkakrotnie (Poprawa, 1969; Chowaniec i in., 1975; Rączkowski i in., 2004; Supel i in., 2006; Wójcik i in., 2014) oraz fragmentarycznie zabezpieczony budowlami geoinżynierskimi.

Znajduje się ono na płaszczynie śląskiej i obejmuje obszar położony w strefie kontaktu piaskowcowo-zlepieńcowatych warstw godulskich oraz piaskowców i zlepieńców warstw istebniańskich dolnych. Sytuację geologiczną komplikuje nasunięcie tych pierwszych na drugie oraz prawdopodobne występowanie strefy uskokowej w środkowej części osuwiska.

## METODYKA

Monitoring osuwisk w ramach projektu SOPO jest realizowany metodami wgłębnyimi, powierzchniowymi i z pułapu lotniczego. W artykule ograniczono się do omówienia wyników wgłębnych pomiarów inklinometrycznych.

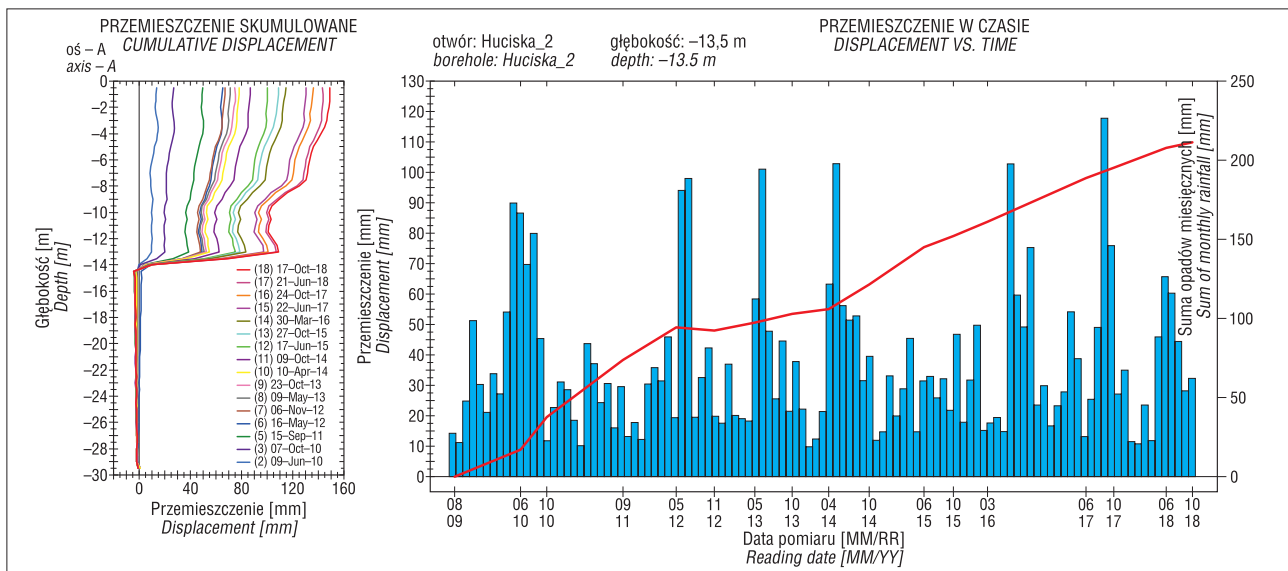
Na każdym z analizowanych osuwisk znajduje się od jednego do trzech otworów pomiarowych, o konstrukcji identycznej na wszystkich omawianych osuwiskach. Prace monitoringowe obejmują odwiercenie otworów pełnordzeniowych do głębokości niesuniętych skał podłoża w celu uzyskania ciągłej informacji o budowie geologicznej. We wszystkich otworach umieszczone są kolumny (rury) pomiarowe o średnicy 70 mm, przestrzeń między kolumną, a ścianami otworu jest wypełniana zaczynem cementowo-bentonitowym. Pomiaru inklinometryczne są wykonywane dwa razy do roku dwuosiową sondą RST, a obliczenia przemieszczeń są przeprowadzane w programie Inclanalysis. Osuwiska w Rożnowie-Zagórz, Makowie Podhalańskim i Szymbarku są objęte monitoringiem od 2009 r., w Chorowicach od 2010 r., a w Witanowicach i Pcimiu od 2012 r. Pomiaru dla tych osuwisk są realizowane do dzisiaj, przy czym w Witanowicach kolumna inklinometryczna uległa zaciśnięciu na głębokości 26 m p.p.t. i obecnie pomiary ograniczono do mniejszej głębokości, uwzględniającej płytszą powierzchnię poślizgu, tj. 10 m p.p.t.

W celu skorelowania pomiarów inklinometrycznych z opadami atmosferycznymi, jako czynnikiem aktywizującym osuwiska, na ich terenie zamontowano deszczomierze, a obok każdego otworu umieszczono otwór piezometryczny z czujnikiem rejestrującym wahania poziomu wód gruntowych w sposób ciągły.

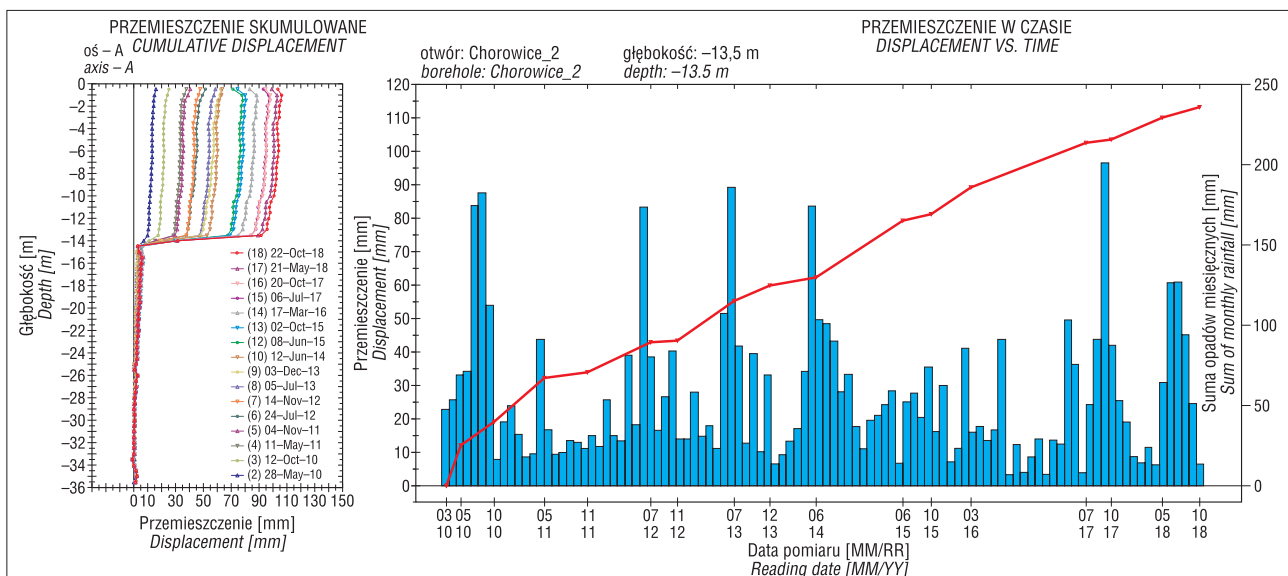
### WYNIKI BADAŃ

Wyniki pomiarów przemieszczeń wgłębnych na osuwisku w Szymbarku-Huciskach wykazały aktywną powierzchnię poślizgu na głębokości 14 m p.p.t. (ryc. 2). Skumulowane przemieszczenie w okresie 9 lat wyniosło 110 mm, a więc średnia prędkość osuwania się mas skalnych była równa 12 mm/rok. Strefa ścicia przebiega tu w pobliżu kontaktu pstrych łupków ilastych i drobnoziarnistych piaskowców cienkoławicowych oraz szarych łałupków.

Podobną dynamikę wykazywało osuwisko w Chorowicach, gdzie w okresie 8 lat skumulowane przemieszczenie,



Ryc. 2. Wykresy przemieszczeń w otworze Szymbark-Huciska-2 na tle sum opadów miesięcznych  
 Fig. 2. Displacement graphs of borehole Szymbark-Huciska-2 and the monthly precipitation totals



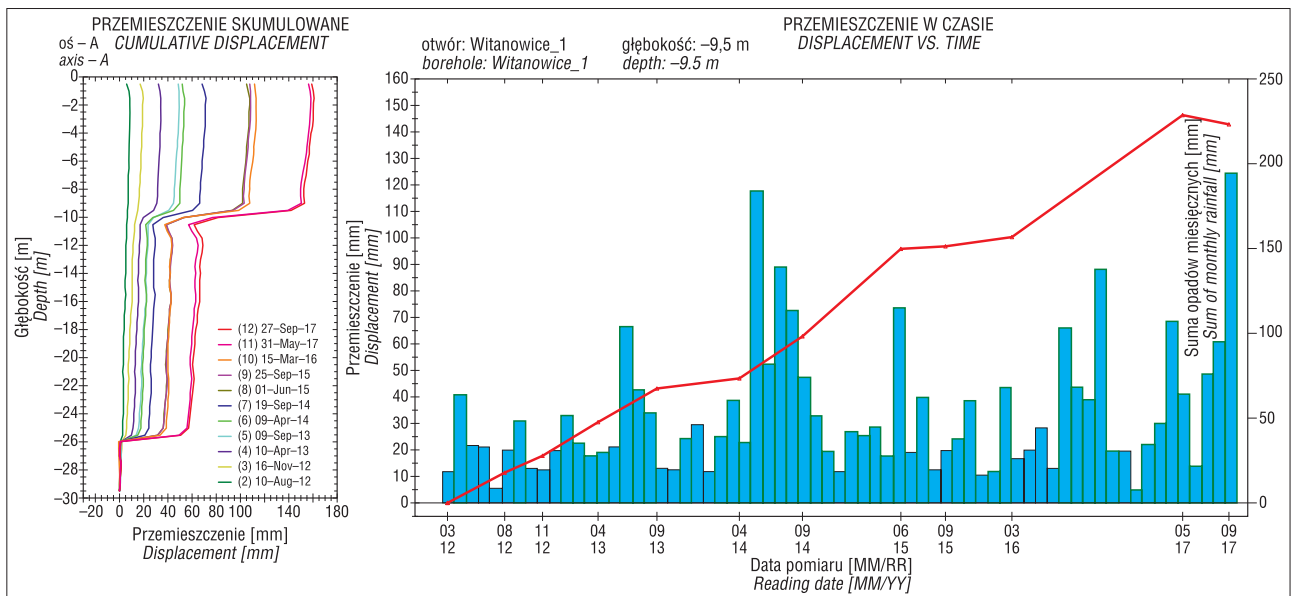
Ryc. 3. Wykresy przemieszczeń w otworze Chorowice-2 na tle sum opadów miesięcznych  
 Fig. 3. Displacement graphs in borehole Chorowice-2 and the monthly precipitation totals

rejestrowane na głębokości 14,5 m p.p.t. wyniosło 95 mm (ryc. 3). Osuwisko w Witanowicach posiada dwie aktywne powierzchnie poślizgu. Przemieszczenie skumulowane na głębokości 26 m p.p.t. w okresie 6 lat wyniosło 60 mm, co daje 10 mm/rok. Płytsza powierzchnia poślizgu zaznacza się na głębokości 10 m p.p.t., a przemieszczenie osiąga wartość 95 mm, zatem średnia prędkość wynosi 16 mm/rok (ryc. 4). Obie powierzchnie ściecia występują w szarych iłach miękkoplastycznych z licznymi przewarstwieniami uwodnionych i zailonych piasków.

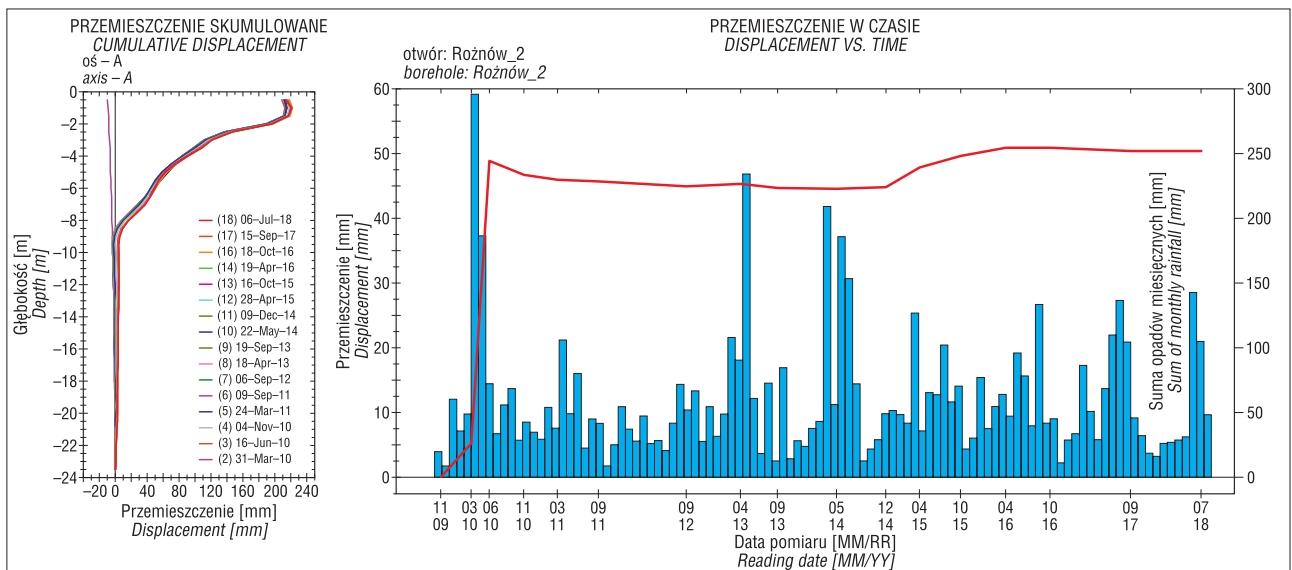
Zestawiając wykres przemieszczenia w czasie z danymi opadowymi, zauważa się przedziały czasu, w których dynamika osuwisk była większa. Na osuwiskach w Szymbarku i Witanowicach (ryc. 4) jej wzrost odnotowano w pomiarach z 2010 r. i w pierwszej połowie 2011 r. Koreluje się on z katastrofalnymi opadami deszczu, jakie miały wówczas miejsce. Podobny wzrost dynamiki i opadów obserwowano w 2014 r. Zaznacza się ona najwyraźniej na osuwisku w Witanowicach (por. ryc. 4), gdzie przyrost przemieszcze-

nia pomiędzy kwietniem i wrześniem wyniósł ok. 15 mm. Powierzchnia poślizgu przebiega tu na granicy szarozielonych iłów i ciemnoszarych i czarnych iłopłuków z drobnymi fragmentami cienkoławicowych piaskowców.

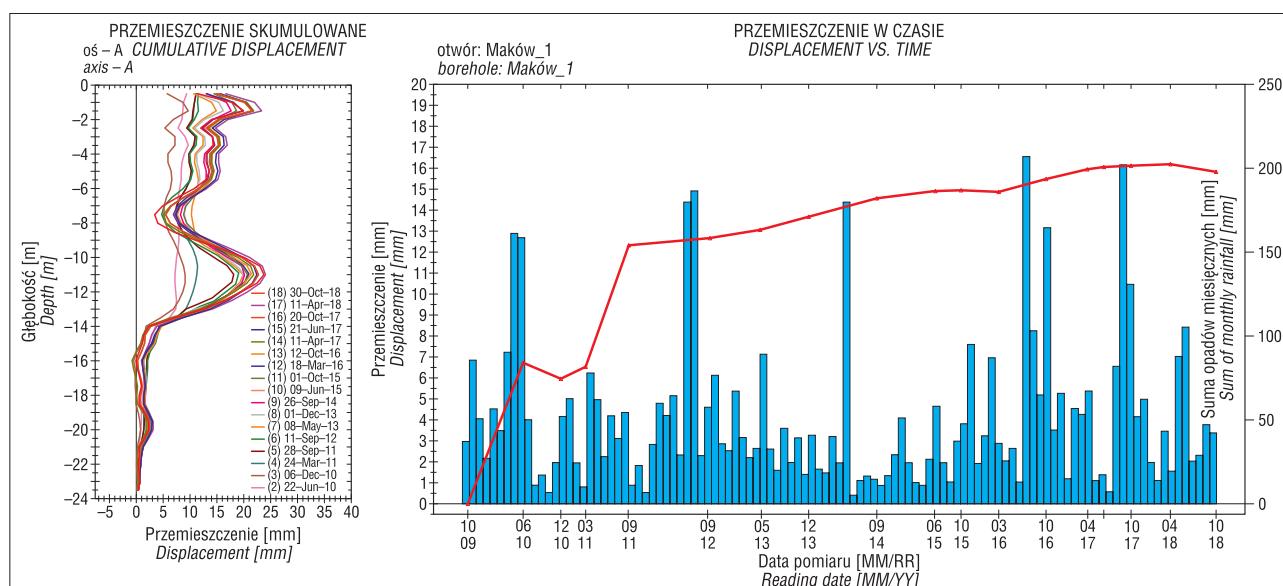
Osuwiska w Makowie Podhalańskim oraz Rożnowie-Zagórzu wykazują aktywność już w pierwszym okresie pomiędzy pomiarami realizowanymi jesienią 2009 r. oraz wiosną 2012 r. Odnotowane w tym okresie przemieszczenie należałoby jednak przypisać końcówce tego przedziału czasowego i powiązać je z wyjątkową sytuacją atmosferyczną z początku 2010 r. Wiosenne roztopy połączone z deszczową pogodą poprzedzały intensywne i nawalne opady deszczu, które nawiedzały południową część Polski w miesiącach wiosennych i letnich. Dla osuwiska w Rożnowie-Zagórzu (ryc. 5) pomiędzy marcem i czerwcem odnotowane wówczas przemieszczenie wyniosło 45 mm. Powierzchnia poślizgu znajduje się na głębokości 8,5 m p.p.t. w obrębie silnie spękanych gruboziarnistych piaskowców i zlepieńców. Kolejne pomiary nie wykazały przemiesz-



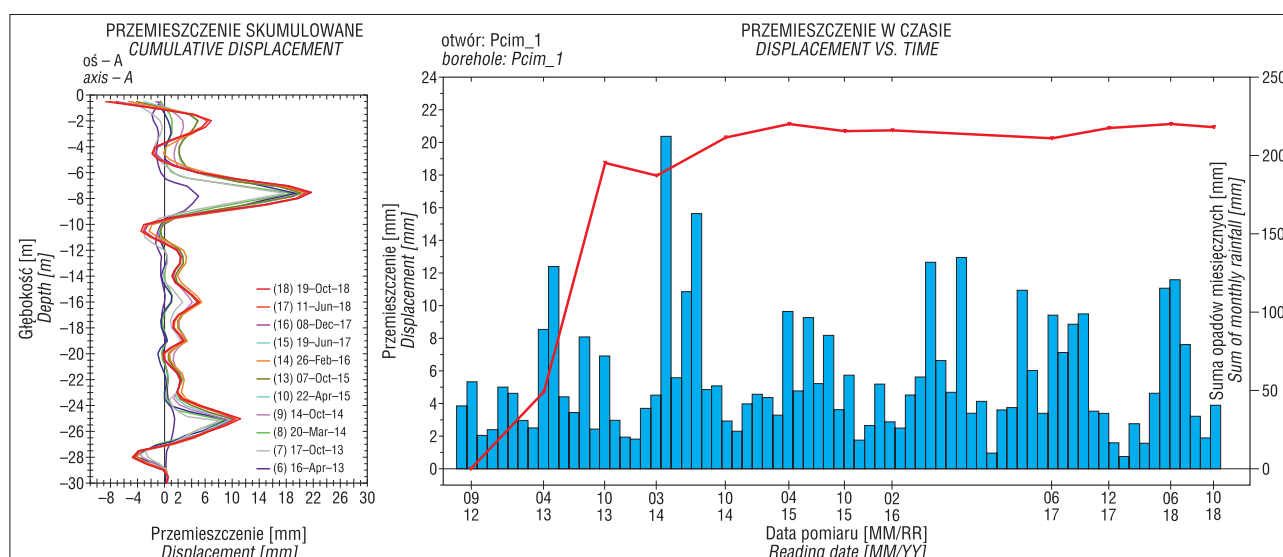
Ryc. 4. Wykresy przemieszczeń w otworze Witanowice-1 na tle sum opadów miesięcznych  
Fig. 4. Displacement graphs in borehole Witanowice-1 and the monthly precipitation totals



Ryc. 5. Wykresy przemieszczeń w otworze Rożnow-Zagorze-2 na tle sum opadów miesięcznych  
Fig. 5. Displacement graphs in borehole Rożnow-Zagorze-2 and the monthly precipitation totals



**Ryc. 6.** Wykresy przemieszczeń w otworze Maków Podhalański-1 na tle sum opadów miesięcznych  
**Fig. 6.** Displacement graphs in borehole Maków Podh.-1 and the monthly precipitation totals



**Ryc. 7.** Wykresy przemieszczeń w otworze Pcim-1 na tle sum opadów miesięcznych  
**Fig. 7.** Displacement graphs in borehole Pcim-1 against and the monthly precipitation totals

czeń, z wyjątkiem kilkumilimetrowych wartości w roku 2015.

Na osuwisku w Makowie Podhalańskim (ryc. 6) wyróżniają się dwa przedziały czasowe, w których odnotowano wyraźny, choć stosunkowo nieduży wzrost przemieszczenia. Pierwszy z nich był związany ze wspomnianą wcześniej sytuacją atmosferyczną z 2010 r., drugi przypałał na okres pomiędzy marcem a wrześniem 2011 r., pomimo, że dane opadowe nie wskazują wysokich jednostkowych (miesięcznych) wartości opadów. W okresie kolejnych siedmiu lat odnotowano przyrost przemieszczenia wynoszący jedynie 4 mm. Strefa poślizgu jest tu miększa i obejmuje dwumetrowy pakiet silnie spękanych, średnioławicowych piaszczowców z jedynie 10% udziałem łupków marglistych.

Badania prowadzone na osuwisku w Pcimiu (ryc. 7) wykazały przemieszczenia w pierwszych okresach pomiarów. Strefa poślizgu w tym otworze występuje w silnie spękanych gruboławicowych, drobnopięknych piaskowcach. Pomiedzy wrześniem 2012 r. a kwietniem roku 2013 przyrost przemieszczenia wyniósł 5 mm. W ciągu kolej-

nych sześciu miesięcy odnotowano przyrost wynoszący 14 mm. Ostatni zauważalny przejaw aktywności miał miejsce pomiędzy marcem a październikiem 2014 r. i wyniósł jedynie ok. 2 mm. Ten okres aktywności koreluje się z okresami zwiększonej aktywności na osuwiskach w Szymbarku, Chorowicach i Witanowicach.

Na osuwiskach w Makowie Podhalańskim, Rożnowie-Zagórze i Pcimiu po okresach największych przyrostów przemieszczenia następowały ich nieduże spadki. Najprawdopodobniej było to związane z reakcją kolumny pomiarowej na zaciskanie przez masy skalne w czasie ruchów osuwiskowych.

## PODSUMOWANIE

Osuwiska monitorowane przez PIG-PIB różnią się między sobą budową skał podłoża, rozmiarem, morfologią oraz innymi indywidualnymi cechami, które wpływają na charakter ich aktywności. Pomimo tego można zaobserwować tendencje, które opisano na przykładzie wybranych sześciu

osuwisk. Wykazano między innymi wpływ na dynamikę przemieszczeń litologii podłoża, która determinuje rodzaj materiału koluwalnego.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że na obszarach gdzie budowa geologiczna jest zdominowana przez skały ilaste osuwiska wykazują stałą aktywność. Ze względu na prędkość przemieszczenia osuwiska te zaliczają się do ekstremalnie powolnych, tj. <16 mm/rok (Cruden, Varnes, 1996). W przypadku obszarów, gdzie w podłożu geologicznym piaskowce mają podobny lub przeważający udział w stosunku do skał ilastych, ruchy osuwiskowe mają częściowy charakter „impulsowy”. Przemieszczenia na tych osuwiskach były rejestrowane głównie po intensywnych, jednostajnych opadach atmosferycznych lub deszczach nawalnych.

Ponieważ zmiany poziomu wód gruntowych wpływają na zmianę wartości parametrów mechanicznych i naprężeń w skałach, to na obszarach zbudowanych ze skał ilastych, gdzie infiltracja wód atmosferycznych jest utrudniona, aktywność osuwisk determinuje głównie budowa geologiczna. Zależność ta opisana na przykładzie osuwisk w Szymbarku, Chorowicach i Witanowicach, widoczna jest także na 44 osuwiskach objętych monitoringiem instrumentalnym. Z kolei w przypadku osuwisk z dominacją utworów piaskowcowych i piaskowcowo-łupkowych uaktywnianie osuwisk wiąże się głównie z nagłą zmianą stosunków wodnych w obrębie koluwiów, wynikającą z infiltracji wód opadowych, np. po deszczach nawalnych. Na tego typu osuwiskach tzw. czas reakcji na opad jest bardzo krótki i wynosi od 12 do 36 godzin (Nescieruk, 2016). Taki charakter i dynamikę przemieszczeń wykazuje 16 z 60 monitorowanych osuwisk.

Prace wykonano w ramach projektu SOPO finansowanego przez NFOŚiGW. Autorzy składają serdeczne podziękowania Lesławowi Zabuskiemu i anonimowemu Recenzentowi za konstruktywne uwagi, które wpłynęły na poprawienie jakości odbioru niniejszego artykułu.

## LITERATURA

- BEDNARCZYK Z. 2008 – Flysch landslides geotechnical monitoring in Beskidy, The Carpathian Mountains Poland. The 3<sup>rd</sup> International Conference on Site Characterization, ISSMGE, Taipei, Taiwan. An-Bin Huang & Paul Mayne, Taylor and Francis Group/Balkema, London: 269–274.
- BEDNARCZYK Z. 2011 – Pierwszy w Polsce system wczesnego ostrzeżenia o zagrożeniu osuwiskowym w czasie rzeczywistym na podstawie wybranych lokalizacji w Beskidach. Biul. Państw. Inst. Geol., 446 (1): 9–18.
- BEDNARCZYK Z. 2012 – Metody badań i monitoring osuwisk. Monografia. Górn. Odkryw., s. 213.
- BEDNARCZYK Z. 2015 – Metody monitoringu i wczesnego ostrzeżenia on-line na przykładzie badań geologiczno-inżynierskich w Beskidzie Niskim i Średnim. Prz. Geol., 63 (10/3): 1220–1239.
- BIANSOONGNERN S., PLUNGKANG B., SUSUK S. 2016 – Development of Low Cost Vibration Sensor Network for Early Warning System of Landslides. Energy Procedia, 89: 417–420.
- BORATYN J., CABAŁA B., SOKALSKI J. 2009 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Peim, pow. myślenicki, woj. małopolskie. <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl>
- CHOWANIEC J., KOLASA K., NAWROCKA D., WITEK K., WYKOWSKI A. 1975 – Katalog osuwisk. Województwo Krakowskie. Nar. Arch. Geol., PIG-PIB, Oddz. Kraków, nr inw. B 1040/2.
- CRUDEN D.M., VARNES D.J. 1996 – Landslide types and processes. [W:] Turner A.K., Schuster R.L. (red.), Landslides: Investigation and Mitigation (Washington, DC: National Academy Press), Spec. Rep., 247: 36–75.
- KOPCIOWSKI R., ZIMNAL Z., CHRZĄSTOWSKI J., JANKOWSKI L., SZYMAKOWSKA F. 2014 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Gorlice (1037), wraz z objaśnieniami. MŚ Warszawa.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1974 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Sucha Beskidzka (1014), wraz z objaśnieniami. Wyd. Geol., Warszawa.
- KSIĄŻKIEWICZ M., RĄCZKOWSKI W., WÓJCIK A. 2016 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Osielec (1015), wraz z objaśnieniami. MŚ Warszawa.
- MROZEK T. 2008 – Ocena zagrożenia osuwiskowego i związanego z nim ryzyka przy wykorzystaniu metod GIS na przykładzie okolic Szymbarku, Beskid Niski. Maszynop. pr. dokt., Państw. Inst. Geol., Kraków, s. 186.
- MROZEK T., RĄCZKOWSKI T., LIMANÓWKA D. 2000 – Recent landslides and triggering climatic conditions in Laskowa and Pleśna region, Polish Carpathians. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 34: 89–109.
- NESCIERUK P. 2016 – Monitoring ruchów masowych ziemi na obszarze Karpat. III Konferencja Środowisko Informacji 21–22.11.2016 Warszawa. <http://www.ekoportal.gov.pl/konferencja/edycja-2016/>
- PAUL Z., RĄCZKOWSKI W., RYŁKO W., WÓJCIK A. 2016 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Myślenice (996), wraz z objaśnieniami. MŚ Warszawa.
- POPRAWA D. 1969 – Karta dokumentacyjna osuwiska nr 65/2. Osuwisko w miejscowości Zagórze, powiat nowosądecki, województwo krakowskie. Nar. Arch. Geol., PIG-PIB, Oddział Kraków.
- RĄCZKOWSKI W., NESCIERUK P., WÓJCIK A., ZIMNAL Z., MROZEK T. 2004 – Rejestracja osuwisk na terenie Karpat (monitoring zdarzeń katastrofalnych na obszarze polskich Karpat fliszowych). Nar. Arch. Geol., PIG-PIB, Warszawa, nr 2993/2005.
- RĄCZKOWSKI W., WÓJCIK A., 2007 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Gorlice, pow. gorlicki, woj. małopolskie. <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl>
- RYŁKO W., PAUL Z. 2014 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Kalwaria Zebrzydowska (995), wraz z objaśnieniami. MŚ, Warszawa.
- SUPEL M., SUPEL J., PLUTA P. 2006 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla określenia warunków geologiczno-inżynierskiej osuwisk określonych w KDO nr 1, 2, 3 w ramach zadania „Stabilizacja osuwiska w miejscowości Rożnów w ciągu drogi gminnej nr 2523020 Rożnów-Zagórze (12/10/032/2)”. PG we Wrocławiu PROXIMA S.A. Wrocław.
- THIEL K. (red.) 1989 – Kształtowanie fliszowych stoków karpackich przez ruchy masowe na przykładzie badań na stoku Bystrzyca w Szymbarku. Prace IBW PAN, nr 17, Gdańsk–Kraków, 91 s.
- WÓJCIK A., WARMUZ B., 2013 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10000, gm. Mogilany, pow. krakowski, woj. małopolskie. <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl>
- WÓJCIK A., WOJCIECHOWSKI T., WÓDKA M., KRZYSIEK U. 2014 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Gródek n/Dunajcem, pow. nowosądecki, woj. małopolskie. <http://mapa.osuwiska.pgi.gov.pl>
- ZABUSKI L. 2013 – Ocena procesów osuwiskowych na podstawie wyników pomiarów inklinometrycznych, Prz. Geol., (61/4): 248–256.
- ZABUSKI L., THIEL K., IWANČZAK J. 1992 – Projektowanie i wykonanie automatycznych systemów kontroli zbroczy na przykładzie zbrocza osuwiskowego w Tresnej. *Bibl. Nauk. Hydrotech.*, 13, s. 52.
- ZABUSKI L., THIEL K., BOBER L. 1999 – Osuwiska we fliszu Karpat polskich: geologia, modelowanie, obliczenia stateczności. Wyd. IBW PAN, Gdańsk.
- ZABUSKI L., ŚWIDZIŃSKI W., KULCZYKOWSKI M., MROZEK B., LASKOWICZ I. 2015 – Monitoring of landslides in the Brda river valley in Koronowo (Polish Lowlands). *Environ. Earth Sci.*, 73 (12): 8609–8619.
- ŻYTKO K., GUCIK S., RYŁKO W., OSZCZYPKO N., ZAJĄC R., GARLICKA I., NEMČOK J., ELIAŠ M., MENČEK E., DVORAK J., STRANIK Z., RAKUŠ M., MATĚJOVSKA O. 1989 – Geological Map of the Western Outer Carpathians and their Foreland. [W:] Geological Atlas of the Western Outer Carpathians and their Foreland. Państw. Inst. Geol., Warszawa.