

KRZYSZTOF JAKUBOWSKI, STANISŁAW OSTAFICZUK  
Muzeum Ziemi PAN — Zakład Kartowania Geologicznego UW

## OSUWISKO W PCIMIU

W DNIACH 5—7 CZERWCA br., bezpośrednio po okresie długotrwałych opadów, nastąpiło wielkie osunięcie się mas skalnych w Pcimiu, powiat myślenicki, woj. krakowskie. W tydzień później autorzy niniejszej notatki przeprowadzili pierwsze wstępne badania nad tym istotnie dużym i interesującym osuwiskiem.

Osuwisko powstało na prawym, północnym zboczu doliny potoku Suszanka (prawy dopływ Raby), w bezpośrednim sąsiedztwie miejscowości Pcim. Objęło ono swym zasięgiem ok. 6 ha pół uprawnych, zniszczyło całkowicie jeden dom mieszkalny i należące do niego zabudowania gospodarcze oraz zasypało drogę biegnącą dnem doliny. Całkowita objętość przemieszczonych mas osuwiskowych wynosi ok. 600 000 m<sup>3</sup>.

Celem niniejszej notatki jest przedstawienie wyników obserwacji nad osuwiskiem wykonanych przy zastosowaniu metod skracających znacznie czas potrzebny zwykle na przeprowadzenie wstępnych badań. Skrócenie okresu trwania wstępnych badań takich procesów geologicznych, jakimi są ruchy masowe, jest szczególnie ważne ze względu na:

- 1° — bardzo szybko zachodzące zmiany w pierwotnym wyglądzie osuwiska, zacierające szereg istotnych szczegółów morfologicznych i strukturalnych,
- 2° — jak najszybsze dostarczenie podstawowych danych potrzebnych do opracowania właściwej metody zabezpieczającej przed dalszym ruchem osuwiska,
- 3° — konieczność zaplanowania dalszych badań szczegółowych.

Z tych właśnie względów uznano za celowe podanie szerszego opisu toku przeprowadzonych badań.

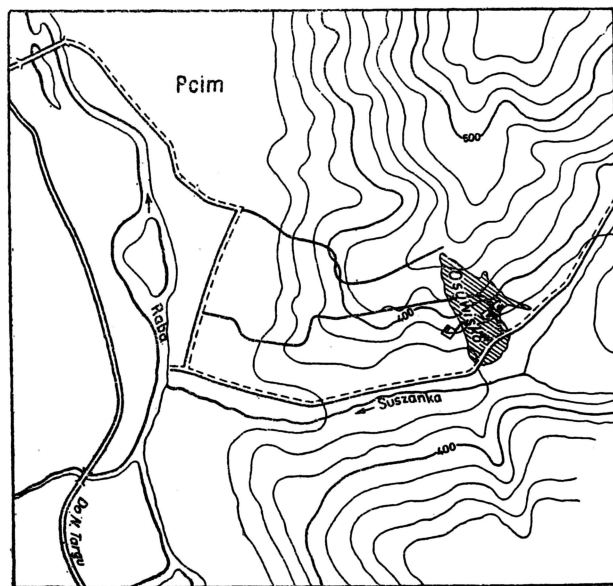
Opracowanie kartograficzno-geologiczne osuwiska w Pcimiu przeprowadzono w dwóch etapach. W terenie sporządzono plan sytuacyjny, pomiary wysokościowe i poczyniono obserwacje geologiczne oraz wykonano szereg zdjęć fotograficznych, w tym uproszczone zdjęcia stereoskopowe. Kameralnie uporządkowano wyniki obserwacji terenowych, uzupełniono plan osuwiska przez fotointerpretację zdjęć stereoskopowych oraz wprowadzono do niego poziomicę (w odstępach 5 m) na podstawie uproszczonych pomiarów zdjęć stereoskopowych. Graficzne rezultaty opracowań zostały następnie przeniesione w Zakładzie Kartowania Geologicznego UW przez M. Wilczyńskiego na astralon za pomocą warstwy grawerkiej.

Prace terenowe prowadziło dwóch geologów bez pomocników. Opracowanie terenowe osuwiska trwało dwa dni. Pierwszego dnia przeprowadzono tzw. wizję lokalną i wykonywano zdjęcia fotograficzne oraz sporządzono w skali 1:1000 plan osuwiska, z którego następnie w kwaterze wykreślono czystorys i kopię. Następnego dnia w dalszym ciągu wykonywane były zdjęcia fotograficzne oraz przeprowadzane pomiary i badania geologiczne zarówno na terenie samego osuwiska, jak i w jego okolicy. Przewodząc badania geologiczne, autorzy posługiwali się już sporządzonym poprzedniego dnia planem osuwiska, lokalizując na nim zaobserwowane zjawiska geologiczne.

Przy wykonywaniu planu sytuacyjnego w skali 1:1000 autorzy posługiwali się dalmierzem topograficzno-tachymetrycznym „Teletop” Zeissa z wymiennymi klinami, z których używano: kliny 1:100, 1:500 i sporadycznie 1:2000. Ciąg teletopowy dłu-

gości ponad 1000 m zamknął się z dokładnością do ok. 5 m, przy 25 stanowiskach i 160 celowych.

Pomiary wysokościowe, ujęte w zamknięty ciąg, zostały wykonane altimetrem geodezyjnym „Thomena” pozwalającym na odczyty z dokładnością do 1 m. Ciąg zamknął się z dokładnością do 1 m, przy czym cały pomiar trwał ok. 20 min, co wpłynęło na zmniejszenie błędu wynikającego ze zmian ciśnienia atmosferycznego.



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny osuwiska.  
Fig. 1.

Zdjęcia fotograficzne były wykonywane aparatami o formatach 13×18 Linhof z obiektywem F 120 mm i F 210 mm, 6×9 Zeiss Ikon z obiektywem F 110 mm oraz 35 mm, Pentacon F z obiektywami F 35 mm i F 50 mm.

Uproszczone zdjęcia stereoskopowe wykonane aparatem fotograficznym Linhof służyły do kameralnego uzupełnienia treści planu, jak np.: nanoszenie niektórych szczelin osuwiskowych, korekta przebiegu granic osuwiska itp., przy zastosowaniu praktykowanej w Zakładzie Kartowania Geologicznego UW metody przenoszenia treści fotogramów na odpowiednio zestrojony podkład teletopowy.

Strojenie modelu przeprowadzono analitycznie na podstawie pomiarów stereokomparatorowych. Użytkano średni błąd zestawienia wynoszący 2—6 m dla zdjęć wykonanych obiektywem 210 mm z odległości ponad 600 m od osuwiska. Poziomice co 5 m zostały wykreślone autogrametrycznie na autografie A — 5 Wilda oraz uzupełnione po interpolacji wysokości pomierzonych na stereokomparatorze.

Załączniki graficzne stanowią uzupełnienie ogólnego opisu osuwiska, co wynika z charakteru niniejszej notatki. Szczegóły morfologiczne osuwiska przedstawione zostały na planie teletopowym w skali 1:1000. Szkic sytuacyjny w skali 1:25 000 jest powiększonym wycinkiem mapy w skali 1:100 000 wydanej w 1934 r. przez WIG.

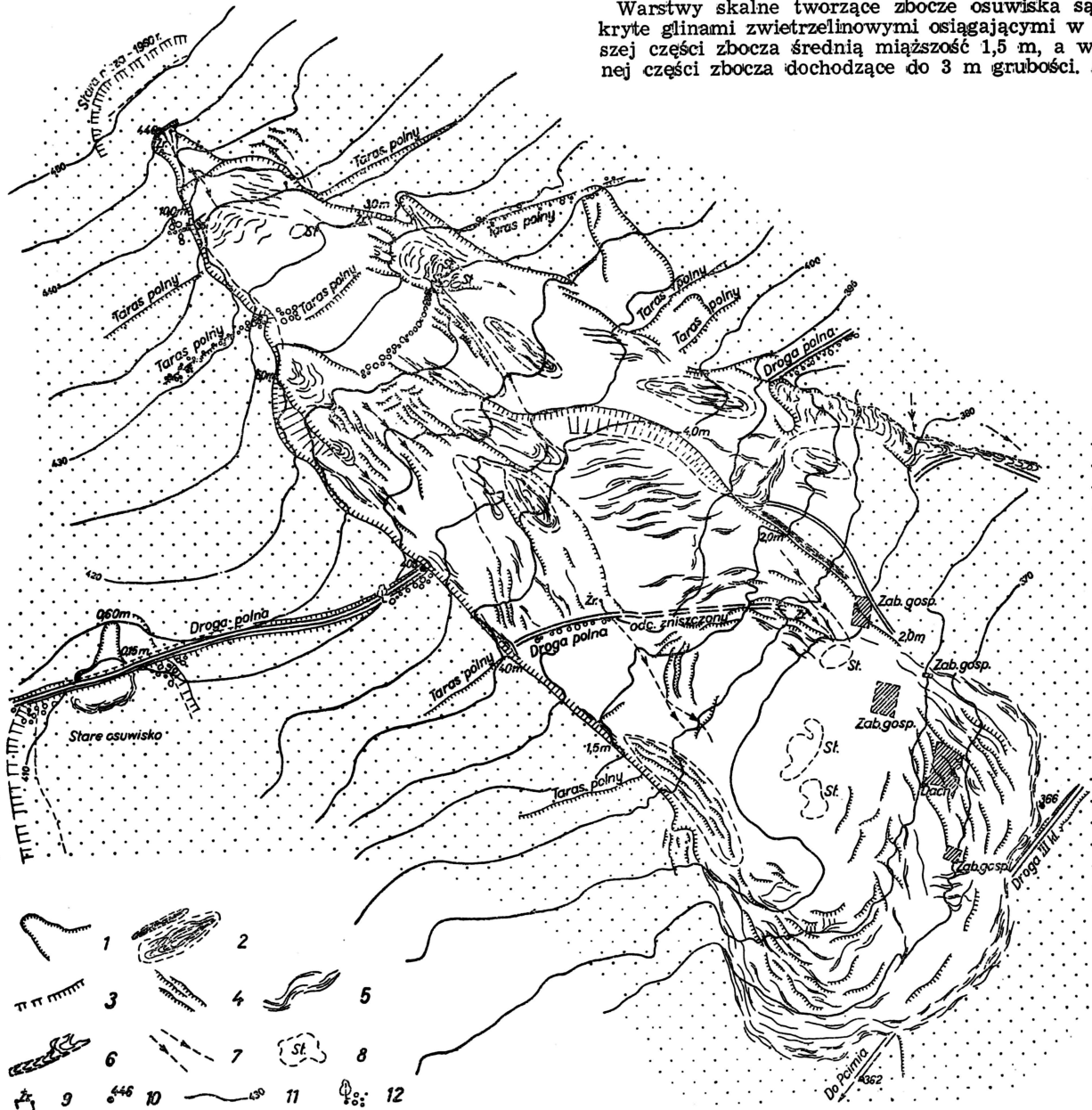
W celu kompletnego opracowania osuwiska w Pcimiu autorzy projektowali wykonanie fototeodolitem w ciągu 1962 r. dwóch lub trzech serii zdjęć fotogrametrycznych. Można wtedy będzie wykonać dokładny plan osuwiska z poziomkami np. co 0,5 m. Ponadto przez porównanie kolejnych zdjęć możliwe stanie się dokładne ujęcie wielkości i zasięgu wtórnych ruchów osuwiskowych oraz prześledzenie szybkości zmian morfologii osuwiskowej. Jednocześnie będą prowadzone dalsze szczegółowe badania geologiczne i hydrogeologiczne.

Opisywane osuwisko znajduje się na obszarze występowania utworów fliszowych wchodzących w skład serii magurskiej. W centralnej niszy osuwiska zostały odsłonięte warstwy piaskowców drobnoławicowych o łącznej miąższości 1 m, spoczywające na grubym kompleksie łupków (widoczna miąższość —

1,80 m). Piaskowce są drobnoziarniste, o lepszemu wapienno-ilastym, słabo zwieźle, silnie spękane; łupki ilasto-wapniste, łatwo wietrzejące przy rozpadzie przybierają formy zaokrąglone. Średni bieg i upad odsłoniętych warstw piaskowcowo-łupkowych wynosi 60/30 S.

W odległości ok. 500 m na N od górnej granicy osuwiska, na północnym zboczu wzniesienia w głęboko wciętym cieku odsłaniają się grube ławice popielatego piaskowca magurskiego o łącznej miąższości 2,70 m, podścielone ciemnymi łupkami. Piaskowce te są drobnoziarniste, odznaczają się dużą zwieźłością i twardością, złożone są przeważnie z ziaren kwarcu, nielicznych skaleni, śladów młki oraz zawierają dość dużą ilość glaukonitu. Ławice piaskowca są silnie spękane (powierzchnia spękań 230/10 E), a ich bieg i upad wynosi 60/36 S, jest więc zbliżony do zalegania kompleksu piaskowcowo-łupkowego odsłaniającego się w niszy osuwiska.

Warstwy skalne tworzące zbocze osuwiska są pokryte glinami zwietrzelinowymi osiagającymi w wyższej części zbocza średnią miąższość 1,5 m, a w dolnej części zbocza dochodzące do 3 m grubości. Są to



Ryc. 2. Plan osuwiska w Pcimiu.

1 — nisze osuwiskowe, 2 — wały osuwiskowe, 3 — krawędzie i ich wysokości, 4 — szczeliny osuwiskowe, 5 — pofalowanie powierzchni, 6 — jezory błotne, 7 — drogi odpływu powierzchniowego (bruzdy odpływowe), 8 — stawki osuwiskowe, 9 — wypływy wód gruntowych, 10 — punkty wysokościowe, 11 — poziomicze i ich wysokości, 12 — drzewa i zarośla

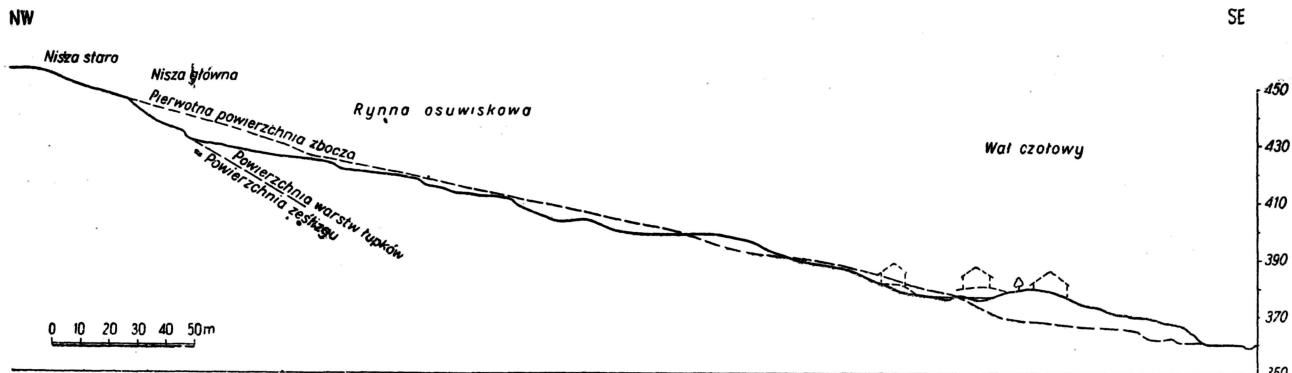
Fig. 2. Plan of earth slide at Pcim.

1 — slide niches, 2 — slide bars, 3 — edges and their heights, 4 — slide fissures, 5 — undulation of surface, 6 — mud tongues, 7 — ways of surface run-off (run-off furrows), 8 — small slide ponds, 9 — outflow of ground waters, 10 — altimetric points, 11 — contour lines and their altitudes, 12 — trees and thickets

przeważnie gliny piaszczyste zawierające dużą ilość ostrokrawędzistego gruzu piaskowców magurskich. W górnej części zbocza osuwiska, w bocznych ścianach niszy profilu zwietrzelinowego daje się zauważyć następujący układ: pod 0,20 m warstwą gleby znajduje się 0,70 m miąższości zwietrzlina gliniasto-piaszczysta z licznym rumoszem piaskowcowym, spoczywająca na warstwie 0,60 m gliny ciężkiej zwięziej, bardziej plastycznej, zawierającej bardzo nieliczne okruchy piaskowców, a będącej rezultatem wietrzenia łupków i drobnolawicowych piaskowców.

przesunięcia w płaszczyźnie nachylenia zbocza można łatwo określić przez porównanie położenia fragmentów tego samego pola koniczyny czy żyta, którego jedna część pozostała na nienaruszonej części zbocza, natomiast druga znalazła się o trzydzieści kilka metrów niżej.

Materiał zwietrzelinowy uległ intensywnemu przemieszaniu dopiero w przedniej części jezora osuwiska. Jezoro osuwiska zostało ukształtowane w swej części czołowej w postaci potężnego wału opierającego się na przestrzeni ok. 60 m o drogę biegnącą



Ryc. 3. Przekrój podłużny osuwiska

Fig. 3. Longitudinal section of earth slide.

Warstwa tej zwietrzliny przechodzi stopniowo w ławice zwietrzalnych i spękanych piaskowców. Struktura pokrywy zwietrzelinowej nosi wyraźne cechy świadczące o powolnych przemieszczeniach grawitacyjnych zwietrzliny (charakterystyczne przemieszanie materiału, obecność zwietrzliny z wyższej części zbocza itp.).

Zbocze, na którym powstało osuwisko, ma stosunkowo niewielki kąt nachylenia — średnio  $14^\circ$ . Powierzchnia zbocza nosi wyraźne ślady działalności ruchów masowych. W bezpośrednim sąsiedztwie opisywanego osuwiska można odtworzyć zarys starych nisz osuwiskowych oraz wyróżnić wyraźne fragmenty wałów, garbów i innych form akumulacji koluwalnej. Całkowita długość osuwiska wynosi ok. 390 m, a maksymalna szerokość ok. 130 m. Tylna ściana niszy osuwiskowej znajduje się w odległości zaledwie 80 m od powierzchni grzbietowej wzniesienia, a czoło jezora osuwiska wkracza w koryto potoku Suszanka. Osuwisko obejmuje więc niemal całą wysokość zbocza.

Obszar oderwania ma postać głębokiej niszy, ograniczonej pionowymi ścianami o wysokości do 10 m. W bardziej stromej, zachodniej ścianie niszy odsłaniają się opisane poprzednio warstwy piaskowców i łupków. Łukowaty zarys głównej niszy w miejscu swego maksymalnego wygięcia na N jest naruszony przez powstanie niewielkiej, płytkiej niszy wtórnej, łączącej się stromym progiem z niszą główną. Wschodnia ściana niszy jest już w znacznym stopniu złagodzona wskutek spełznięcia masy zwietrzelinowej nasyconej wodą pochodzącą z licznych w tej części niszy wysięków. Dno niszy jest zasypane rumoszem skalnym i gliną zwietrzelinową. Nisza przechodzi stopniowo w rywnę osuwiskową wypełnioną osuniętym materiałem skalno-zwietrzelinowym ułożonym w postaci podłużnych, nabrzmiałych wałów oraz poprzecznych, kopulastych garbów. Jest rzeczą charakterystyczną, że materiał osuwiskowy został przesunięty w postaci olbrzymich płyt, które przeważnie nie uległy przemieszaniu. Ruch miał tu głównie charakter żeśliżów blokowych poszczególnych pakietów masy skalno-zwietrzelinowej, z zaznaczającą się jedynie tendencją do rotacji. Tym należy tłumaczyć fakt, że przemieszczony materiał, chociaż mocno pofalowany, spękany i poroczynany licznymi szczelinami mógł nawet zachować w większości swoje pierwotne pokrycie roślinne w stanie umożliwiającym dalszą wegetację. Dzięki temu np. wartość

po płaskim tarasie zalewowym potoku Suszanka. Powierzchnia wału czołowego jest bardzo silnie pofalowana, pocięta licznymi szczelinami. Budynki znajdujące się na jezorze uległy całkowitemu zniszczeniu, a szczątki desek, cegieł itp. zostały rozwleczone po powierzchni jezora wraz z materiałem zwietrzelinowym.

Boczne granice osuwiska wyznaczone są przez stromą krawędź o zmiennej wysokości: od 10 m w górnej części osuwiska do 1,5 m w dolnej. Krawędzie boczne kończą się u nasady właściwego jezora osuwiska, określając tym samym granice między obszarem transportowo-akumulacyjnym, tj. rywną osuwiska, a obszarem o charakterze wyłącznie akumulacyjnym, tj. jezorem osuwiska. Należy podkreślić, że występujące wyraźnie skrócenie właściwej formy akumulacji osuwiskowej (tj. jezora), przy jednoczesnym wypełnieniu rywny osuwiska materiałem osuniętym jest spowodowane morfologicznym usytuowaniem osuwiska. Zbyt mała jest w stosunku do wielkości masy osuwiska odległość między górną granicą osuwiska a płaskim dnem doliny uniemożliwiającej dalszy ruch materiału osuwiskowego.

Na bocznych ścianach i częściowo na dnie rywny osuwiska zachowały się w kilku miejscach wyraźne, podłużne rysy znaczące kierunek przesuwania się materiału osuwiskowego. Rysy te zaznaczone na przestrzeni kilkunastu metrów, w obrębie wysokości całej ściany bocznej, przechodzące na dno rywny — powstały w miejscach, gdzie zostały przesunięte szczególnie duże i jednolite płyty masy skalno-zwietrzelinowej. Kierunki przebiegu rys są we wszystkich miejscach zgodne z główną osią osuwiska (azymut  $135^\circ$ ). Zostały one wytworzone podczas głównego etapu ruchu masy osuwiska. W miejscach rozwoju ruchów wtórnych nie zaobserwowano śladów przesunięć wykształconych w postaci rys.

Ruch osuwiskowy przyczynił się do zmiany drog przepływu oraz do otworzenia wyływu wód gruntowych i powstania wielu wysięków o charakterze okresowym. Większość z nich przestała już działać. Nieliczne, o większej wydajności doprowadziły do powstania stawków wykorzystujących zagłębienia utworzone podczas ruchu w masie osuwiska. Największy z nich, zajmujący zagłębienie przed wałem czołowym ma powierzchnię łustra wody ok. 200 m<sup>2</sup>. Nawilgacanie gliny zwietrzelinowej wodą pochodzącą z wysięków powoduje miejscami pełnienie błotnistej masy, szczególnie intensywne na wschodniej

ścianie niszy i wschodniej krawędzi rynny osuwiska (np. jezor błotny w dolnej części osuwiska ma długość ok. 60 m).

Bezpośrednim impulsem powstania osuwiska były wyjątkowo obfite opady w pierwszej dekadzie czerwca. Wobec nieistnienia na powierzchni zbocza sieci zorganizowanego odpływu powierzchniowego (pola uprawne w obawie przed rozwojem erozji zaorywane są równoległe do podstawy zbocza) znaczna większość wód opadowych przenikała w głąb warstwy glebowo-zwietrzelinowej, docierając również do spękanych ławic piaskowych oraz łupków. Należy pod-



Ryc. 4. Osuwisko w Pcimiu, zniszczone zabudowania.  
Fot. K. Jakubowski

Fig. 4. Earth slide at Pcim. Ruined buildings.  
Phot. K. Jakubowski



Ryc. 5. Osuwisko w Pcimiu, wschodnia ściana rynny osuwiskowej. Widoczne rysy znaczące kierunek przesunięcia materiału osuwiskowego.

Fot. K. Jakubowski

Fig. 5. Earth slide at Pcim, Eastern wall of slide groove. Visible cracks show the direction of slide material displacement.

Phot. K. Jakubowski

kreślić przy tym, że bezpośrednio ponad górną krawędzią niszy osuwiska znajduje się niszowate zagłębienie stanowiące ślad po niewielkim, krótkim osunięciu w 1960 r. Należy przypuszczać, że zagłębienie to sprzyjało gromadzeniu się wody opadowej i jej dalszemu przenikaniu w głąb. Nie jest więc kwestią przypadku, że zarys głównej niszy osuwiska jest powtórzeniem zarysu starej niszy z 1960 r.

Woda spełniała tu rolę czynnika, który przede wszystkim zwiększył wydatnie ciężar jednostkowy gruntu, rozluźnił jego strukturę oraz spowodował wytworzenie się płaszczyny poślizgu. Jednocześnie podniesienie poziomu wód gruntowych wpłynęło na zwiększenie ciśnienia hydrostatycznego w dolnej części zbocza.

W głównej fazie ruchu, podczas której powstała centralna nisza osuwiska, płaszczyną poślizgu stały się nawilgocone wodą warstwy łupków. Natomiast dokładne odtworzenie przebiegu płaszczyny przesunięcia w obrębie całej rynny osuwiska będzie możliwe po przeprowadzeniu dodatkowych badań geologicznych (m. in. szurfy). Najwięcej danych przemawia za przyjęciem istnienia szeregu takich płaszczyn poślizgu, związanych z okresowymi poziomami wodnymi.

Pierwszymi oznakami ruchu było pojawienie się szczelin na miejscu dzisiejszej niszy, dostrzeżonych przez właściciela pola w przeddzień powstania osuwiska. Właściwy ruch mas osuwiskowych rozpoczął się wieczorem 5 czerwca i trwał niemal przez całą noc. Ruchem osuwiskowym zostały objęte warstwy piaskowcowo-łupkowe wraz z pokrywającą je gliną zwietrzelinową. Zakończenie ruchu głównej masy osuwiskowej nastąpiło w dniu 7 czerwca. W okresie późniejszym zachodziły jedynie niewielkie wtórne osunięcia, głównie w obrębie niszy i ścian bocznych rynny. W chwili obecnej główna masa osuwiskowa osiągnęła stan względnej równowagi. Usytuowanie morfologiczne osuwiska (objęcie ruchem niemal całej wysokości zbocza, oparcie się mas osuwiskowych o płaskie dno doliny) pozwala przypuścić, że dalszy ruch głównej masy osuwiskowej nie nastąpi. Istnieją natomiast dogodne warunki dla szeregu drobnych, wtórnych ruchów w obrębie samego osuwiska. Obserwacje wykazały również, że w bezpośrednim sąsiedztwie osuwiska zarówno od strony wschodniej, jak i zachodniej utworzyły się szczeliny o półkolistym zarysie (por. plan osuwiska), sygnalizujące możliwość wytworzenia się nowych form osuwiskowych łączących się z obecnie istniejącym osuwiskiem.

Na podstawie analizy morfologii osuwiska i widocznych szczegółów charakteryzujących typ ruchu, badane osuwisko należy zaliczyć do osuwisk konsekwentno-strukturalnych wg klasyfikacji Sawareńskiego (10) lub do zsuwów strukturalnych wg Kleczkowskiego (7). Posługując się jedną z najnowszych klasyfikacji podawaną przez Committee on Landslide Investigations (4), osuwisko należałoby zaliczyć do ześlizgów skalno-zwietrzelinowych.

Uwzględniwszy podany uprzednio fakt, że na zboczu występują ślady licznych starych form osuwiskowych, można stwierdzić, że zbocze, na którym powstało badane osuwisko, jest zboczem o intensywnej degradacji grawitacyjnej typu osuwiskowego. W świetle tego sprawą istotną staje się prowadzenie dalszych badań szczegółowych oraz zwrócenie uwagi na opracowanie metod przeciwdziałania rozwojowi ruchów masowych na tym zboczu (przede wszystkim zabezpieczenie szybkiego odpływu nadmiaru wód opadowych).

#### L I T E R A T U R A

1. Bac M. — Zastosowanie instrumentu „Teletop” Zeissa do prac geologicznych. Biuletyn Geol. UW nr 2. Warszawa 1962.
2. Bargielewicz B. — Osuwisko w Kobyle Gródku nad Jeziorem Rożnowskim. „Kwartalnik Geol.” 1958, z. 2.
3. Burtanówna J. — Geologia okolicy Myślenic na zachód od Raby. „Rocz. PTG” t. IX. Kraków 1933.
4. Committee on Landslide Investigations — pod redakcją E. B. Eckela — Landslides and engineering practice, 1958. Waszyngton, tłumaczenie rosyjskie Moskwa, 1960.
5. Guzik K. — Sporządzanie uproszczonych zdjęć fotograficznych stereoskopowych dla dokumentacji geologicznej. „Przegląd Geol.” 1961, nr 2.

6. Jemielińska E. P. — Metodические указания по стационарному изучению оползней. Москва 1956.
7. Kleczkowski A. — Osuwiska i zjawiska pokrewne. Warszawa 1955.
8. Książkiewicz M. — Stratygrafia serii magurskiej w Beskidzie Środkim. IG Biul. 135. Warszawa 1958.
9. Ostaficzuk S. — Zastosowanie fotogrametrii przy opracowaniu osuwiska w Tresnej. Biul. Geol. UW nr 2. Warszawa 1962.
10. Sawareński E. P. — Inżynierska geologia. Moskwa — Leningrad 1939.
11. Śliwa P., Wilk Z. — Osuwisko w Bańskiej Wyżnej na Podhalu. IG Biul. 86. Warszawa 1954.

### SUMMARY

The article deals with the results of preliminary study on an earth slide at Pcim (Myślenice distr., Cracow reg.). A period of time usually needed for such a study has been considerably shortened due to the new methods, which permitted to accelerate the course of field and laboratory works. During the field operations, among others, also the topographic-tacheometric „Teletypo”-Zeiss telemeter has been used, and a series of simplified stereoscopic surveys has been made. These surveys permit to complete

the plan of slide by means of photointerpretation, a. o.

Basing on the analyses of morphology and structure of slide in question, the authors draw a conclusion that should be classified as a consequent structural slide of rocky-weathering type. It should be added here that slate layers moistened by water from the excessive atmospheric precipitations made a sliding surface there.

### РЕЗЮМЕ

В статье излагаются вступительные исследования оползня в Пциме (Краковское воеводство). Благодаря применению ускоренных методов полевых и камеральных работ, время проведения этих исследований было значительно сокращено. В полевых измерениях применялся топографо-тахеометрический дальномер «Телетоп» Цейсса. Произведена серия упрощенных стереоскопических снимков, позволивших дополнить план оползня фотоинтерпретацией.

На основании изучения морфологии и структуры оползня авторы приходят к выводу, что исследованный оползень относится к консеквентно-структурным оползням, вызванный выветриванием пород. Поверхностью скольжения явились слои сланцев, увлажненные водами, поступившими из обильных атмосферных осадков.