

KRZYSZTOF JAKUBOWSKI

Muzeum Ziemi PAN

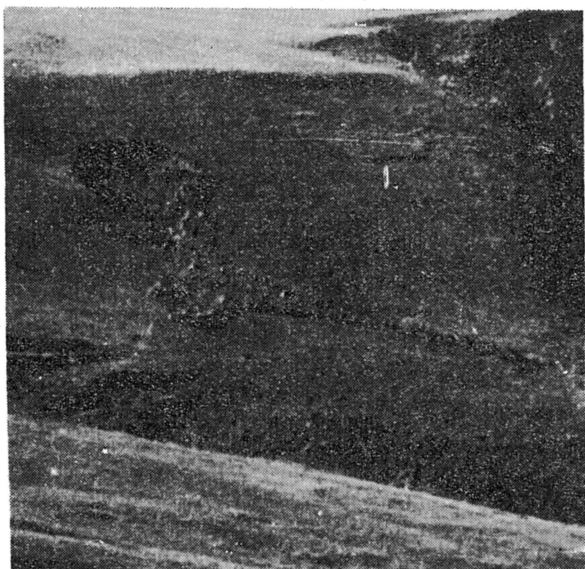
WPLYW POKRYCIA ROŚLINNEGO ORAZ OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA POWSTAWANIE OSUWISK ZWIETRZELINOWYCH

UKD 624.131.53:551.311.23:631.96:551.557.5(438.31-13:438.35-13)

Podczas badań nad procesami grawitacyjnego przemieszczania pokryw zwietrzelinowych na terenie Podhala oraz na innych obszarach Beskidów, wykonywanych w ramach planowych prac Muzeum Ziemi, przeprowadziłem szczegółowe obserwacje nad warunkami rozwoju różnych form osuwisk zwietrzelinowych. Badania te pozwoliły zwrócić uwagę na szereg problemów, których znajomość może być wykorzystana w praktyce geologiczno-inżynierskiej przy projektowaniu prac nad zabezpieczeniem zboczy przed szkodliwą działalnością ruchów osuwiskowych. W niniejszym artykule autor podaje wyniki pewnych nowych spostrzeżeń dotyczących zależności rozwoju procesów osuwiskowych od charakteru pokrycia roślinnego zboczy oraz wpływu opadów atmosferycznych na powstawanie osuwisk zwietrzelinowych.

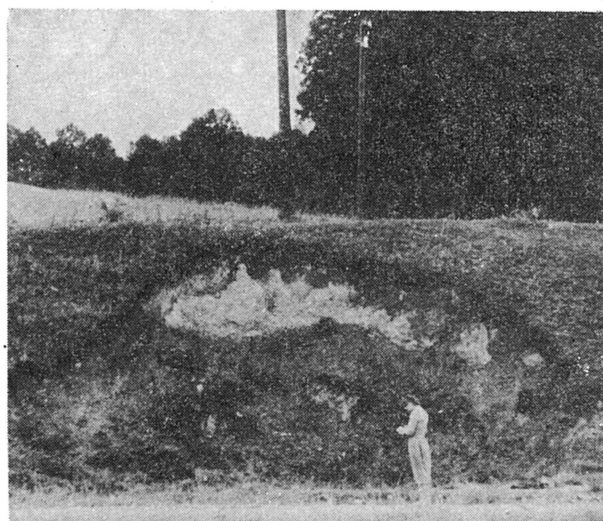
Przyjmuje się powszechnie, że roślinność pokrywająca zbocza wywiera poważny wpływ na procesy osuwiskowe. Znaczenie roślinności ma w tym przypadku charakter wielokierunkowy i polega przede wszystkim na oddziaływaniu na: a) intensywność procesów erozji, b) mechaniczną stateczność stoku, c) bilans wodny stoku, d) rozwój procesów chemicznych i biochemicznych w gruntach.

Stopień i zakres oddziaływania roślinności na rozwój procesów osuwiskowych zależy z jednej strony od naturalnego charakteru pokrywy roślinnej (rodzaj vegetacji roślinnej, gęstość pokrycia, rozmiary itp.), a z drugiej strony od wpływu gospodarki człowieka (wytrzebiecie pewnych zespołów roślinnych, np. lasów, lub wprowadzenie nowych typów zespołów roślinnych, uprawa gleby itp.).



Ryc. 1. Osuwisko zwietrzelinowe na zboczu doliny Łapszanki (Łapsze Niżne, Podhale).

Fig. 1. Weathered rock landslide on the slopes in the Łapszanka valley (Łapsze Niżne, Podhale Region).



Ryc. 2. Osuwisko zwietrzelinowe na zadarnionej skarpie przydrożnej. Szosa Lesko — Baligród, okolice Hoczewa.

Fig. 2. Weathered rock landslide on the turf roadside scarp. Road Lesko — Baligród, vicinities of Hoczew.

Zależności te są na ogół szeroko omawiane zarówno w naszej, jak i zagranicznej literaturze geologicznej poświęconej problematyce osuwiskowej. Często między innymi wyrażany jest pogląd, który zadamował się w niektórych podręcznikach geologii inżynierskiej (2), że roślinność trawiasta może stanowić zabezpieczenie przed rozwojem procesów osuwiskowych. Jako jeden ze sposobów utrwalania powierzchni zboczy zaleca się obsadzanie stoków trawą lub zabezpieczanie pokrywą darniową.

Badania nad warunkami rozwoju osuwisk zwietrzelinowych na terenie Podhala i w innych rejonach Beskidów, wskazują, że jest to sposób zawodny. Roślinność trawiasta nie tylko nie stanowi zabezpieczenia przed powstawaniem osuwisk, a wręcz w pewnych warunkach wpływa na intensyfikację procesów osuwiskowych. Na terenach fliszowych zdecydowana większość osuwisk zwietrzelinowych tworzy się właśnie na zboczach pokrytych roślinnością trawiastą. Dotyczy to zarówno powierzchni stoków znajdujących się w obrębie naturalnych zboczy dolin rzecznych, jak również powierzchni sztucznych skarp i nasypów „utrwalanych” pokrywą darniową. Załączone zdjęcia (ryc. 1, 2, 3) ilustrują przykładowo typowe osuwiska zwietrzelinowe powstające na zboczach zadarnionych. Na ryc. 1 widoczna jest dobrze rozwinięta forma osuwiskowa utworzona w obrębie naturalnego, niezagospodarowanego zbocza doliny Łapszanki (Podhale wschodnie). Ryc. 2 przedstawia zerwę zwietrzelinową, która powstała na skarpie przydrożnej „utrwalonej” darnią. Osuwisko spowodowało przechylenie słupa podtrzymującego przewody elektryczne oraz częściowe zasypanie szosy Lesko-Baligród (okolice Hoczewa). Osuwisko przedstawione na ryc. 3 spowodowało znaczne uszkodzenie pokrytego trawą nasypu kolejowego, co spowodowało ograniczenia ruchu pociągów na trasie Żywiec-Sucha.

Osuwiska zwietrzelinowe powstające w obrębie pól uprawnych należą do zjawisk wyjątkowych. Procesem dominującym jest tu spłukiwanie, którego intensywność zależy również m. in. od sposobu uprawy i rodzaju uprawianych roślin (1). Na regulację nadmiaru wody pochodzącej z opadów, która jest najczęściej bezpośrednią przyczyną powstawania osuwisk wpływa w dużym stopniu orka i drenaż, umożliwiając zwiększenie odpływu powierzchniowego.

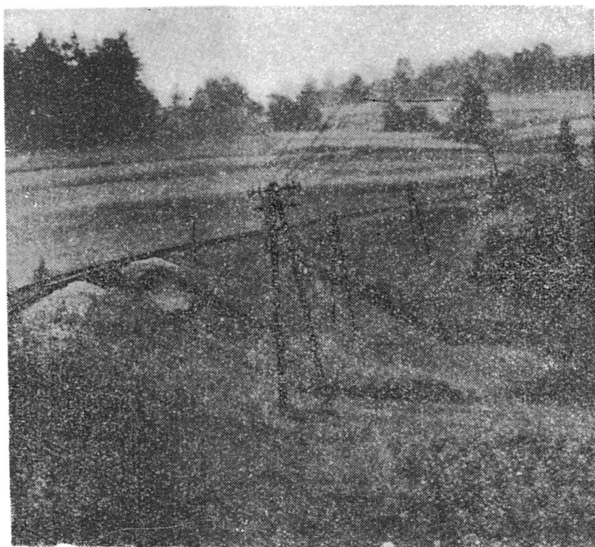
Również na obszarach leśnych nie obserwuje się powstawania osuwisk zwietrzelinowych. Osuwiskowe przemieszczanie zwietrzelin jest w tym przypadku

utrudnione przez gęstą siatkę korzeni drzew. Hamujący wpływ korzeni drzew może sięgać maksymalnie na głębokość 1 m, co zupełnie wystarcza, aby zbocze było zabezpieczone przed rozwojem osuwisk zwietrzelinowych. Jeśli chodzi o poziomy zasięg korzeni drzew, to okazuje się, że np. system korzeni świerka średniej wielkości jest zdolny skutecznie przytrzymać płat zwietrzelinowo-glebowy o promieniu od 1,5 do 2,0 m. Niemniej istotny jest fakt, że porowata gleba leśna nie gromadzi dużej ilości wody, która mogłaby zwiększyć w sposób wyraźny i gwałtowny ciężar masy zwietrzelinowej. Jak wiadomo, na obszarach leśnych dominującym procesem denudacyjnym jest spłukiwanie (4, 8).

Inaczej przedstawia się sprawa na zboczach porośniętych roślinnością trawiastą. Zwarta pokrywa darniowa utrudnia proces spłukiwania (4, 5) oraz dłuższą zatrzymuje większość wody opadowej. Na zwiększoną nasiąkliwość gleb darniowych wydatnie wpływa obfitość drobnych, namytych części ilastych. Dzięki temu grunt z pokrywą darniową pod wpływem wody w sposób znaczny zwiększa swój ciężar, a jednocześnie zmniejsza się spójność między poszczególnymi częściami gruntu. Tym samym zostają stworzone niezależnie od charakteru litologicznego zwietrzelin bardziej korzystne warunki dla powstawania osuwisk zwietrzelinowych.

Szczególnie ważną rolę spełnia pokrywa darniowa w rozwoju procesów spełzywania zwietrzelin, prowadzących do powstawania form złaziskowych (3). Zespół roślinności trawiastej porastający stale nawilgocone jezory lub powierzchnie złaziskowe wiąże w jedną całość zwietrzelinę i dzięki temu następuje powolne spełzywanie w dół stoku całej związanej masy zwietrzelinowo-darniowej. Wegetacja roślinności trawiastej na zboczach jest nieodzownym warunkiem rozwoju współczesnych procesów długotrwałego spełzywania zwietrzelin na terenie Beskidów.

Należy zatem stwierdzić, że przy projektowaniu robót zabezpieczających zbocza przed rozwojem osuwisk stosowanie pokrycia darniowego mija się z celem. Roślinność trawiasta może jedynie chronić zbocze przed rozmywaniem powierzchni gruntu. Rzeczywiste zabezpieczenie przed rozwojem osuwisk zwietrzelinowych można osiągnąć przez stosowanie izolacyjnych warstw nieprzepuszczalnych (betony, bituminizacja gruntu, asfaltowanie, pokrywy zagęszczonych żwirów itp.) oraz przede wszystkim właściwe odwadnianie zboczy.



Ryc. 3. Osuwisko zwietrzelinowe utworzone na nasypie kolejowym. Linia kolejowa Żywiec — Sucha.
Fig. 3. Weathered rock landslide formed on the railway bed scarp. Railway line Żywiec — Sucha.

Na ścisły związek powstawania osuwisk ze wzmożonymi opadami deszczowymi zwracają uwagę niemal wszyscy badacze zajmujący się tymi problemami. Dla Polski południowej okresem, który charakteryzuje się zdecydowanym zwiększeniem ilości opadów jest lato. I tak, np. P. Śliwa (7), analizując wpływ opadów na osuwiska stwierdza, że da się przeprowadzić dość dokładną synchronizację powstawania osuwisk karpackich z okresami wzmożonych opadów. Istotnie, jeżeli chodzi o wielkie osuwiska skalne lub skalno-zwietrzelinowe na terenie Beskidów, to większość z nich powstała lub ożywiła się w czasie tzw. „lat mokrych”, jak np. 1913, 1934, 1938, 1948, 1953, 1958, 1960. W przypadku osuwisk zwietrzelinowych istnieje również wyraźna zależność od opadów atmosferycznych, mająca ściśle określony charakter i dająca się sprecyzować w następujący sposób:

- 1) bezpośrednią przyczyną ruchu osuwiskowego jest nasiąknięcie mas zwietrzelinowych wodą pochodzącą z gwałtownych i obfitych opadów atmosferycznych,
- 2) o powstawaniu osuwisk zwietrzelinowych decyduje przede wszystkim rozkład ilości opadu w czasie,
- 3) okres powstawania osuwisk zwietrzelinowych przypada głównie na czas wyraźnego wzrostu opadów w trzech miesiącach letnich: czerwcu, lipcu i sierpniu.

Największe prawdopodobieństwo powstawania osuwisk zwietrzelinowych istnieje w czasie gwałtownych i obfitych opadów (deszcze nawalne), trwających zazwyczaj krótko — maksimum 2—3 dni. Dużo mniejsze znaczenie mają nawet znaczne opady równomiernie rozłożone w dłuższym okresie czasu. Dlatego też czas tworzenia się osuwisk zwietrzelinowych nie musi się koniecznie wiązać z tzw. „latami mokrymi”, dla których charakterystyczne są bardzo wysokie sumaryczne wartości opadów w miesiącach letnich.

Przykładem wspomnianych zależności mogą być obserwacje dokonane na terenie wschodniego Podhala. W okresie szczegółowych, systematycznych obserwacji terenowych prowadzonych na tym obszarze, tzn. od 1958 do 1964, szczególnie obfite opady notowano w latach 1958 i 1960. W 1958 r. stacja meteorologiczna w Łapszach Niżnych zanotowała w trzech miesiącach letnich 434,6 mm opadu, co stanowi 49,2% opadu rocznego, a stacja Kowaniec 503,6 mm, co wynosiło 43,6% rocznego opadu. W 1960 r. stacja Łapsze Niżne w analogicznym okresie zanotowała sumę 517,9 mm, co stanowiło aż 55,8% opadu rocznego, a stacja Kowaniec 550,1 mm, co stanowiło 55% opadu rocznego. Otóż udało się ustalić, że wyjątkowo liczne osuwiska zwietrzelinowe powstały na tym obszarze dokładnie w dniach 29 i 30 czerwca 1958 r. Natomiast w 1960 r., w najbardziej deszczowym miesiącu, tj. lipcu (295,0 mm

Rok i miesiąc	Stacja meteorologiczna	Ogólna ilość dni z opadem	Suma mies. opadu	Srednia opadu mies.	Ilość dni z opadem pow. sred.
1958 czerwiec	Łapsze Niżne	19	228,1 mm	12,0 mm	4
	Kowaniec	19	186,6 mm	9,8 mm	5
1960 lipiec	Łapsze Niżne	21	235,2 mm	11,1 mm	9
	Kowaniec	22	295,0 mm	13,4 mm	10

st. Kowaniec, 235,2 mm st. Łapsze Niżne), powstały jedynie pojedyncze formy osuwiskowe.

Porównując rozkład opadów w najbardziej deszczowym miesiącu 1958 r., tj. czerwcu i 1960 r., tj. w lipcu, uderza nas przede wszystkim nierównomierność rozkładu wysokości opadów w ciągu miesiąca. W czerwcu 1958 r. suma opadów tylko trzech dni od 27 do 29 wynosi dla stacji Kowaniec — 128,3 mm, co stanowi 68,6% opadu miesięcznego, dla stacji Łapsze Niżne — 110,3 mm, co stanowi 49% opadu miesięcznego. Natomiast w lipcu 1960 r. chociaż sumaryczne wielkości opadów są wyższe niż w czerwcu 1958 r. i wynoszą dla stacji Kowaniec 295 mm, a dla stacji Łapsze Niżne 235,2 mm, to opad jest rozłożony bardziej równomiernie w ciągu całego miesiąca. Pewnym wykładnikiem może być tu porównanie ilości dni z opadem przewyższającym średnią miesięczną. W 1960 r. ilość dni z opadami powyżej średniej miesięcznej jest dwukrotnie wyższa niż w 1958 r. (tab.).

Z dostępnych danych dotyczących lat wcześniejszych należy przytoczyć obserwacje K. Steckiego (6), wskazujące na bezpośredni związek powstawania dużej ilości osuwisk zwietrzelinowych w Beskidzie Zachodnim z wyjątkowo ulewnymi deszczami w dniach 16 lipca (172,3 mm) i 17 lipca (92,9 mm) 1934 r. L. Starkel (5) notuje w okolicach Leska masowe powstawanie osuwisk zwietrzelinowych wskutek gwałtownego opadu (110,7 mm) w dniu 20 lipca 1953 r.

Rozpatrując wykazane zależności z punktu widzenia mechaniki powstawania osuwisk zwietrzelinowych wydaje się, iż decydującą rolę gra tu właśnie gwałtowne i nierównomierne obciążenie masy gruntu wodą opadową (chodzi przecież o niewielką miąższość gruntu). Podczas opadów długotrwałych o mniejszej intensywności istnieje większa możliwość równomiernego rozkładu obciążenia na masę gruntową, gdyż woda łatwiej znajduje sobie drogi odpływu, następuje wówczas zorganizowane linijne odprowadzenie nadmiaru wód opadowych. Ścisłe, liczbowe określenie tych problemów wymaga jednak szczegółowych badań stacjonarnych popartych badaniami geotechnicznymi.

Przedstawione w artykule obserwacje pozwalają na sformułowanie następujących wniosków praktycznych, które mogą być wykorzystane podczas projektowania prac nad zabezpieczeniem zboczy przed rozwojem osuwisk zwietrzelinowych:

- 1) przy projektach odwodnienia zboczy zagrożonych osuwiskowo należy uwzględnić takie rozwiązania, które pozwoliłyby na możliwie szybkie odprowadzenie nadmiaru wód opadowych, gromadzących się w wyniku wyjątkowo obfitych i gwałtownych opadów (deszcze nawalne),

- 2) przy opracowywaniu sposobów odwodnienia danego zbocza należy ze szczególną starannością uwzględnić konkretną sytuację geologiczną i geomorfologiczną, charakter pokrycia roślinnego stoku oraz przede wszystkim wodoprzepuszczalność i wodochłonność pokrywy zwietrzelinowej.

Ponieważ powstawanie osuwisk zależy głównie od czynnika zmiennego na niewielkim nawet obszarze, jakim jest ilość i rozkład w czasie opadu atmosferycznego, badania nad genezą osuwisk zwietrzelinowych i sposobami zabezpieczenia zboczy muszą w znacznym stopniu mieć charakter regionalny.

Przedstawione wyżej obserwacje nad wpływem pokrycia roślinnego i opadów atmosferycznych na powstawanie osuwisk wskazują, że należy unikać zbyt daleko posuniętej generalizacji wnioskowań, zmierzających do ustalenia stereotypowych rozwiązań zabezpieczających zbocza przed rozwojem osuwisk. Podczas ustalania geologiczno-inżynierskich prognoz stateczności zboczy, oprócz ilościowych badań stanu gruntów i innych prac przewidywanych zwykle w programie robót geologiczno-inżynierskich, należy również ze szczególną uwagą rozpatrywać dane wynikające z podstawowych badań geologicznych prowadzonych na większych obszarach z pełnym uwzględnieniem regionalnych różnic w budowie geologicznej, charakterze pokrycia roślinnego oraz zmienności warunków hydrometeorologicznych.

SUMMARY

The paper presents the results of some new observations concerning relationship between the development of landslide processes and the character of plant cover on slopes, as well as influence of atmospheric precipitations upon formation of weathered rock landslides.

Basing on the research works made in the area of the Beskids, the author states that, under certain conditions, herbaceous plants influence the intensity of landslide processes. Taking into account the examples presented in the paper, the author draws a conclusion that use of turf cover in projecting works securing slopes against formation of landslides is completely purposeless.

When analyzing relationship between the formation of weathered rock landslides and atmospheric precipitations, the author points to the following dependencies:

1 — imbibition of weathered rock masses with water from boisterous and copious atmospheric precipitations is a direct cause of formation of weathered rock landslides,

2 — formation of weathered rock landslides decisively depends upon distribution of precipitations in time,

3 — the period of formation of weathered rock landslides falls mainly on the time of distinct increase in precipitations during the three summer months, i.e. June, July and August.

1. Bac S., Ostromięcki J. — Badania nad erozją gleb w Polsce. Warszawa 1950.
2. Grubecki J., Sysak J. — Geologia inżynierska. Warszawa 1960.
3. Jakubowski K. — Płytkie osuwiska zwietrzelinowe na Podhalu. Prace Muz. Ziemi, 1964, nr 6.
4. Klimaszewski M. — Geomorfologia. Warszawa 1961.
5. Starkel L. — Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie. Prace Geogr. Inst. Geogr. PAN nr 22. Warszawa 1960.
6. Stecki K. — Zsuwy ziemne w Beskidzie Zachodnim po ulewach w lipcu 1934 roku. Kosmos A., 1934, t. 59, z. 4.
7. Śliwa P. — Osuwisko Bachledzkiego Wierchu w Zakopanem. Biul. IG 96. Warszawa 1955.
8. Uğla H. — Gleboznawstwo leśne. Warszawa 1957.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены новые данные о зависимости оползневых процессов от характера растительного покрова на склонах и влиянии атмосферных осадков на сползание продуктов выветривания.

На основании исследований, проведенных в Бескидах, автор утверждает, что травянистая растительность в определенных условиях влияет на усиление оползневых процессов. Основываясь на приведенных в статье примерах автор делает заключение, что применение дернового покрова для укрепления склонов и предотвращения возникновения оползней является нецелесообразным.

Анализируя связи между возникновением оползней выветрелого материала и атмосферными осадками, автор указывает на следующие зависимости.

1) Непосредственной причиной оползневого движения является насыщение выветрелого материала водой во время обильных атмосферных осадков.

2) Решающим фактором при возникновении оползней материалов выветривания является распределение количества осадков во времени.

3) Период возникновения оползней выветрелого материала приходится в основном на время отчетливого увеличения количества атмосферных осадков в трех летних месяцах — июне, июле и августе.