

Barbara BARGIELEWICZ

Osuwisko w Kobyle-Gródku nad Jeziorem Rożnowskim

WSTĘP

Opisywane osuwisko jest jednym z wielu osuwisk karpaccich występujących w utworach piaskowcowo-lupkowych na zboczach doliny Dunajca (fig. 1). Osuwisko to znajduje się w północno-wschodniej części arkusza Nowy Sącz (arkusz w skali 1 : 100 000) po prawej stronie Dunajca, między Zbyszycami a Rożnowem, w miejscowości Kobyle-Gródek.

Występuje ono na południowym zboczu wzniesienia, które ograniczone jest od południa potokiem Szczecinowskim, od zachodu wodami Jeziora Rożnowskiego wypełniającymi dolinę Dunajca, od północy zaś — niewielkim dopływem Dunajca. Zbocze pochylone jest na południowy wschód pod kątem 18° zgodnym z upadem warstw budujących zbocze.

Na wschodnim i północnym stoku tegoż wzniesienia znajdują się dwa mniejsze osuwiska.

Osuwisko w miejscowości Kobyle-Gródek obejmuje obszar około $0,4 \text{ km}^2$. Na wałach osuwiskowych oraz u podnóża osuwiska znajdują się zabudowania, które ulegają znacznym uszkodzeniom (spękania ścian, szczeliny, przesunięcia) i pochyleniom powstałym pod wpływem ruchu mas osuwiskowych. Szosa prowadząca z Nowego Sącza do Rożnowa i Tarnowa, biegnąca poniżej zabudowań, ponad tarasem zalewowym, wykazuje również uszkodzenia spowodowane ruchami osuwiska. Nad zosą zbocze skarpy, na której znajdują się zabudowania, jest wsparte betonowym murem w celu zabezpieczenia szosy przed osuwaniem się skarpy.

Praca niniejsza, jako wstępna, została wykonana w ramach prac Zakładu Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologicznego związanych z rejestracją zmian brzegowych zbiornika w Rożnowie.

W czasie opracowania kameralnego Kierownictwo i pracownicy naukowcy Zakładu Geologii Inżynierskiej służyli mi cennymi radami, za co składam Im serdeczne podziękowania.

Prace terenowe prowadzono w czerwcu i we wrześniu 1955 r. oraz w sierpniu 1956 r.

Wykonano zdjęcie geologiczno-morfologiczne w skali 1 : 2 000 oraz uzupełniono morfologię osuwiska po zmianach, które zostały spowodowane intensywnymi opadami w sierpniu 1955 r. oraz jesiennymi opadami, mrozami i wiosennymi roztopami 1956 r.

Pomierzono głębokości występowania wód w studniach oraz przeanalizowano ogólnie stosunki wodne.

W celu określenia głębokości występowania powierzchni poślizgu, upadu, biegu oraz jakie warstwy ulegają poślizgowi, wykonano jedenaście szybików o wymiarach 1×2 m i głębokości 3 m. Przy pracach szybikowych natrafiono na dość duże trudności spowodowane przesączeniem się wody oraz osuwaniem się ścian (mimo oszalowania) pod wpływem silnego parcia bocznego gruntu (zwłaszcza od strony górnej części osuwiska). We wrześniu 1955 r. pobrano z charakterystycznych warstw próbki o nie-naruszonej strukturze, próbki o naturalnej wilgotności oraz próbki z odkrywek, na podstawie których określono fizyczno-mechaniczne właściwości gruntów.

Wykonano szereg zdjęć fotograficznych charakteryzujących osuwisko.

Przeprowadzono wywiady z miejscową ludnością zamieszkującą od 1946 r. uszkodzone budynki. Wywiady dotyczyły etapów uszkodzenia zabudowań oraz zmian zachodzących na terenie samego osuwiska, na którym znajdują się pola uprawne.

Na podstawie ogólnego kierunku, ilości spękań i szczelin na powierzchni osuwiska oraz kierunku spękań i pochylecia budynków ustalono główną oś osuwiska, wzdłuż której zachodzą obecnie najintensywniejsze zmiany morfologiczne.

W opracowaniu opierałam się również na literaturze dotyczącej osuwisk karpaccich a także na mapie geologicznej doliny Dunajca St. Sokółskiego w skali 1 : 25 000.

MORFOLOGIA OSUWISKA

Rozpatrywane osuwisko leży na prawym zboczu doliny Dunajca wypełnionej wodami spiętrzonymi zaporą w Rożnowie.

Dolina Dunajca ogranicza opisywany teren od południowego zachodu. W południowej części terenu, u podnóża osuwiska, płynie potok Szczecinowski, który wpada do Dunajca.

Potok Szczecinowski płynie silnie wciętą, wyerodowaną, subsekwentną doliną, o dość stromych zboczach, na których odsłaniają się warstwy ciężkowickie. Niewielki taras zalewowy potoku znajduje się na wysokości około $2 \div 3$ m nad poziomem potoku i zbudowany jest z glin pylastych. Wzniesienie, na którego zboczu znajduje się osuwisko, kończy nad doliną Dunajca podłużny płaski grzbiet o kierunku wschód—zachód. Różnice wysokości terenu między wzniesieniem, na którego zboczu znajduje się osuwisko a dnem potoku Szczecinowskiego wynoszą około 125 m, na długości 450 m, przy czym najwyższy punkt wzniesienia wynosi 385 m n.p.m. Dno potoku natomiast znajduje się na wysokości około 260 m n.p.m.

Po lewej stronie potoku Szczecinowskiego zbocze jest bardziej strome, gdyż różnica wysokości na odcinku około 70 m wynosi 50 m. W stromej ścianie tego zbocza odsłonięte są gruboławicowe piaskowce i znajduje się kamieniołom. W niewielkiej odległości od wierzchołka (385 m n.p.m.) wzniesienie przechodzi ku dolinie stromą ścianą niszy osuwiskowej [fig. 2 (1)]. Jest to odsłaniająca piaskowce ciężkowickie nisza osuwiskowa w kształcie lekko półkolistym, rozchylonym ku południowi [tabl. I, fig. 8 (1)]. Wysokość jej w środkowej części wynosi około 20 m, ku brzegom zmniejsza się do około $3 \div 5$ m.

U podnóża skarpy niszy znajdują się szczeliny zasypane częściowo gruzem z piaskowców, miejscami bezodpływowe zagłębienia w glinie zwietrzelinowej.

Powierzchnię zboczy nad osuwiskiem oraz ściany niszy porasta stary las. Wygięte od dołu drzewa świadczą o przebytych ruchach osuwiskowych. Osunięta partia piaskowców tworzy poniżej ściany niszy niewielką płaską powierzchnię zajętą przez pola uprawne, ograniczoną stromymi skarpami, które powstały podczas wtórnego ruchu osuwiskowego w kształcie nieregularnych półksiężyców [tabl. I, fig. 8 (2); fig. 2 (2)]. Wysokość tych skarp jest w stosunku do pierwszej niewielka (około $5 \div 8$ m w najwyższej środkowej części; ku brzegom maleje). Skarpę oraz najbliższy teren wokół skarpy porasta niewielki, rzadki, młody las. Pozostała dolna część osuwiska zajęta jest pod uprawę i przez zabudowania.

U podnóża skarpy, w południowo-wschodniej części osuwiska, występuje bezodpływowe zagłębienie wypełnione wodą sączącą się spod skarpy [fig. 2 (3)]. Podobne zagłębienie z niewielkimi wyciekami wodnymi znajduje się w północno-zachodniej części osuwiska w odległości około 40 m od skarpy w dół [fig. 2 (3)].

Poniżej, w odległości około 60 m od skarp, w środkowej części osuwiska, znajduje się kopulasty wał osuwiskowy o kierunku NE—SW, długości około 80 m, o znacznych spadkach $17 \div 32^\circ$ [tabl. I, fig. 8 (3), fig. 2. (4)]. Wał ten zbudowany jest ze zwietrzałych piaskowców i, jak wykazuje morfologia, powstał podczas pierwszego ruchu osuwiskowego. Na powierzchni tego wału widoczne są pęknięcia zasypane gruzem z piaskowców.

Na południowy wschód od wału znajduje się kilka mniejszych wałów, które zbudowane są z glin zwietrzelinowych, piaskowców i łupków [fig 2 (5)].

U podnóża tych wałów widoczne są również liczne, ale niewielkie, zabagnione, bezodpływowe zagłębienia wypełnione wodą.

Od wałów aż do doliny potoku Szczecinowskiego i Zalewu Rożnowskiego obszar osuwiska przedstawia nieregularnie rozmieszczone dość płaskie nabrzmienia i zagłębienia. W odległości około $60 \div 70$ m na północ od potoku Szczecinowskiego znajduje się kilka wycieków wypływających ze zwietrzliny piaskowców lub łupków, które wyerodowanymi zagłębieniami spływają do potoku [fig. 2 (6)].

Fig. 1. Mapa sytuacyjna na tle budowy geologicznej okolic osuwiska wg St. Sokołowskiego

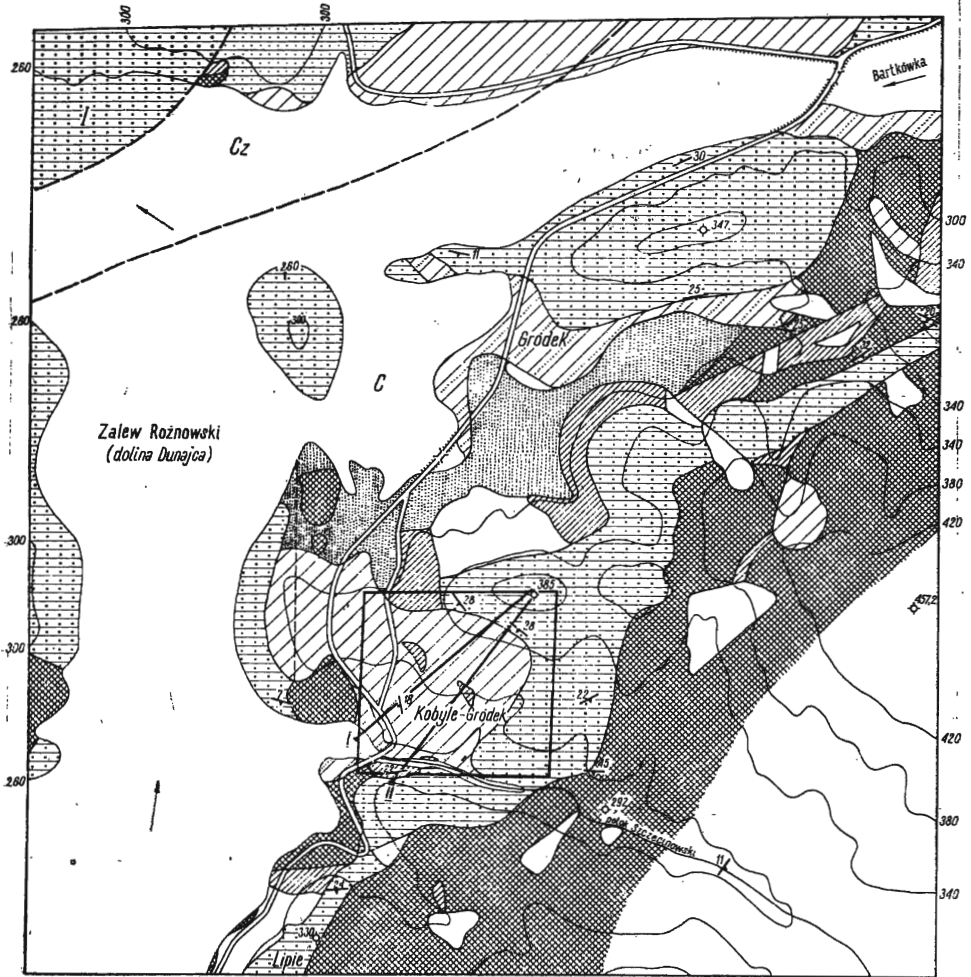
Map illustrating geological structure of landslide area, according to St. Sokołowski

Czwartorzęd (holocen): 1 — gliny, 2 — gliny tarasowe, 3 — piaski, 4 — zwaliska i zsuwy; Trzeciorzęd (eocen): 5 — piaskowce, miejscami kuliście, z egzotykami, 6 — piaskowce gruboławicowe i zlepience, 7 — łupki pstre (czerwone, oliwkowe, szare), 8 — łupki zielone, szare i czarne, 9 — bieg i upad warstw, 10 — poziomicę, 11 — granice badanego terenu osuwiska, 12 — uskoki, 13 — seria Istebniańska, 14 — seria Czarnorzeka, 15 — seria ciężkowicka, 16 — granica serii, 17 — linie przekrojów geologicznych.

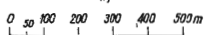
Quaternary (Holocene): 1 — clays, 2 — terrace clays, 2 — sands, 4 — rubble and slides; Tertiary (Eocene): 5 — sandstones, locally spheroidal, with exotics, 6 — thick-bedded sandstones and conglomerates, 7 — variegated shales (red, olive-green, grey), 8 — green, grey and black shales, 9 — strike and dip of strata, 10 — level contourlines, 11 — boundaries of investigated slide area, 12 — fault, 13 — Istebna series, 14 — Czarnorzeka series, 15 — Ciężkowice series, 16 — boundary of series, 17 — lines of geological sections.















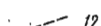


Na północny wschód od zabudowań znajdujących się przy szosie Zbyszyc — Rożnów nabrzmienia i zagłębienia są znaczne, z wyraźnymi licznymi pęknięciami i szczelinami [0,1 ÷ 0,3 m szerokości, fig. 2 (7)].

Wskutek odkłuwania się wzdłuż pęknięć zwietrzliny iłołupków, w której znajdują się zagłębienia i nabrzmienia, oraz zsuwania jej ku do-



do Zbyszyc
i N. Sącza



- | | | | |
|---|---|--|---|
|  1 |  5 |  9 |  Cz 14 |
|  2 |  6 |  10 |  C 15 |
|  3 |  7 |  11 |  16 |
|  4 |  8 |  12 |  I 17 |
| | |  13 | |

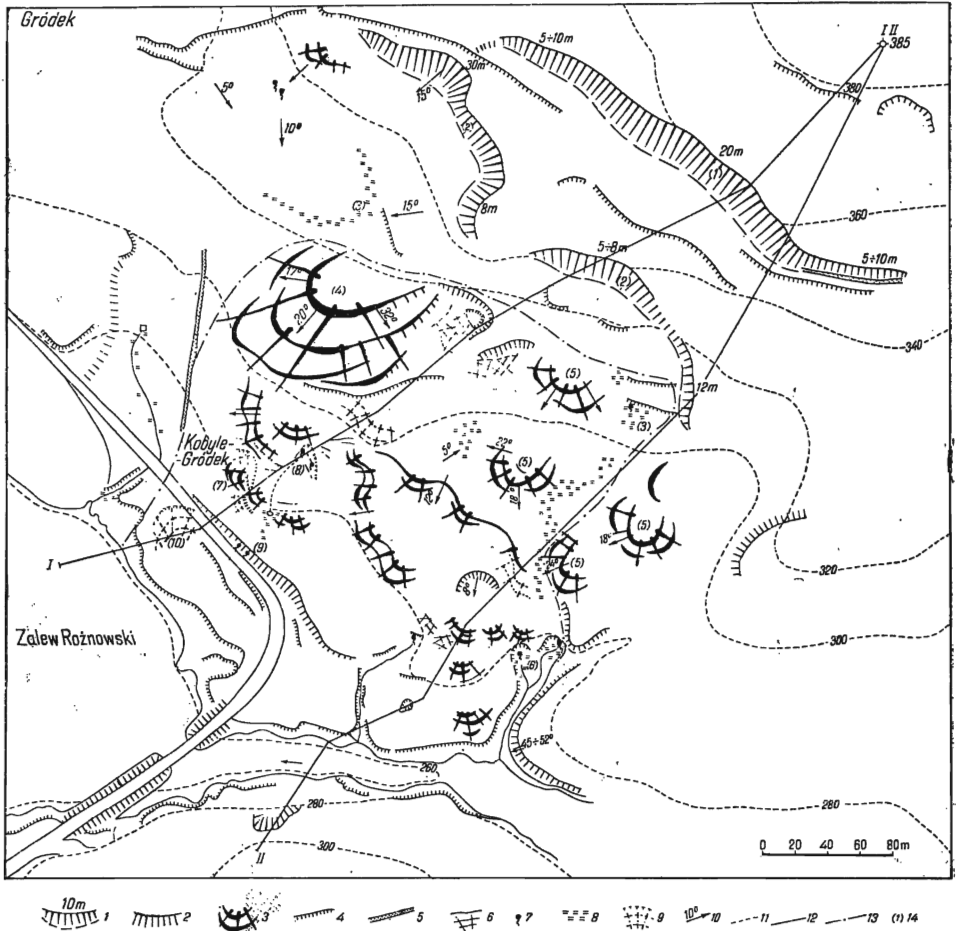


Fig. 2. Mapa morfologiczna osuwiska w Kobyle-Gródek

Morphological map of slide at Kobyle-Gródek

1 — ściany nisz i ich wysokości, 2 — strome skarpy, 3 — wały osuwiskowe, 4 — niewielkie skarpy (0,5 ÷ 2,0 m.), 5 — rowy, 6 — szczeliny na powierzchni terenu (szerokość 0,01 ÷ 0,3 m.), 7 — wycieki wodne, 8 — tereny podmokłe, zabagnione, 9 — zmiany morfologiczne w latach: czerwiec 1955 r. - sierpień 1956 r., 10 — kierunek i spadek zbocza 11 — poziomicę prawdopodobne, 12 — linie przekrojów geologicznych, 13 — granica części osuwiska będącej obecnie w ruchu, 14 — elementy morfologiczne opisane w tekście.

1 — walls of sears and their heights, 2 — steep slopes, 3 — slide walls, 4 — small scarps (0.5 ÷ 2.0 m.), 5 — ditches, 6 — fissures earth surfaces (width 0.01 to 0.3 m.), 7 — water seepages, 8 — humid boggy regions, 9 — morphological changes in years: June 1955 to August 1956, 10 — strike and dip of slope, 11 — probable contourlines, 12 — lines of geological sections, 13 — margin of part of slide still in movement, 14 — morphological elements described in text of paper.

łowi po płaszczyźnie łupków, powstało szereg niewielkich skarp o wysokości około 0,5 ÷ 2,0 m, spod których sączy się woda [fig. 2, (8)].

Na północny wschód, tuż za drewnianymi domami z podmurówkami znajdującymi się przy szosie, kopulaste garby przesuwają się ku dołowi wywierając parcie na podmurówki. Zabudowania są silnie spękane (szerokość szczelin do 30 cm) i poprzehyłane (tabl. II, fig. 9, 10) w kierunku

osi osuwiska, która biegnie po linii przekroju I (tabl. I, fig. 8), gdzie najintensywniej zachodzą ruchy osuwiskowe. Jeden z budynków znajdujących się u podnóża osuwiska został tak zniszczony w ciągu 10 lat, że nie nadaje się do zamieszkania.

Między zabudowaniami a szosą znajduje się skarpa wysokości $2 \div 4$ m. Jest ona częściowo zabezpieczona przed osuwaniem się betonową ścianą, która, podobnie jak budynki, jest silnie popękana i przesunięta ku szosie (tabl. II, fig. 9).

Poniżej szosy nad Zalewem Rożnowskim osunęły się w sierpniu 1955 r., pod wpływem deszczów, gliny zwietrzelinowe, uszkadzając częściowo szosę i pozostawiając znacznej wielkości wyrwę [fig. 2 (10)].

BUDOWA GEOLOGICZNA OSUWISKA I OKOLIC

Teren, na którym znajduje się omawiane osuwisko w Kobyle-Gródku zbudowany jest z fliszu karpackiego. Utwory te wiekowo obejmują środkową i górną kredę oraz dolny trzeciorzęd. Są one częściowo pokryte utworami czwartorzędowymi. Wśród warstw budujących okolice omawianego terenu wyróżnić można według St. Sokołowskiego (1935) dwie główne facjalno-tektoniczne jednostki karpackie, mianowicie grupę magurską i grupę średnią. W grupie średniej St. Sokołowski (1935) wydzieliła serie:

- 1) godulską (kreda środkowa — alb);
- 2) istebniańską (kreda górna — cenoman, turon, senon);
- 3) czarnorzecką (trzeciorzęd — paleocen);
- 4) ciężkowicką (trzeciorzęd — eocen);
- 5) menilitową;
- 6) krośnieńską.

Omawiane osuwisko obejmuje utwory serii ciężkowickiej. Seria istebniańska, czarnorzecka i ciężkowicka przedstawiona jest na fig. 1.

Seria godulska występuje na południowy zachód od tej serii, menilitowa i krośnieńska — na północny wschód od niej.

SERIA CIĘŻKOWICKA

W obrębie opisywanego osuwiska oraz w jego przedłużeniu na północny wschód i południowy zachód odsłania się na powierzchni seria ciężkowicka. Leży ona na serii czarnorzeckiej i jest wykształcona w postaci zespołów piaszczysto-zlepieńcowych rozdzielonych łupkami ilastymi. Ze względu na znaczne pofałdowanie całego fliszu karpackiego, biegi i upady warstw w poszczególnych miejscach występowania fliszu różnią się od ogólnego kierunku biegu i upadu całej serii. Ogólny kierunek biegu warstw wynosi $50 \div 60^\circ$. Upad warstw jest dość zróżnicowany i waha się od 7 do 30° , ogólnie na południowy wschód.

Na omawianym osuwisku natomiast ogólny kierunek biegu i upadu warstw ciężkowickich jest $150/20$ SW. Seria ciężkowicka wykształcona jest w postaci gruboławicowych, drobno i średnio a najczęściej gruboziarnistych piaskowców z wkładkami zlepieńców. Skały gruboklastyczne są rozdzielone wkładkami i warstwami łupków siwych, zielonawych lub czerwonych. Dolne partie serii ciężkowickiej wykształcone są na ogół jako

gruboławicowe piaskowce z egzotykami, cienkimi wkładkami łupków, w górnych natomiast partiach stosunek pomiędzy piaskowcami a łupkami ulega zmianie; ławice piaskowców stają się cieńsze i wypierają je łupki. Piaskowiec ciężkowicki tworzy we fliszu jak gdyby duże soczewki (Praca zbiorowa, 1951).

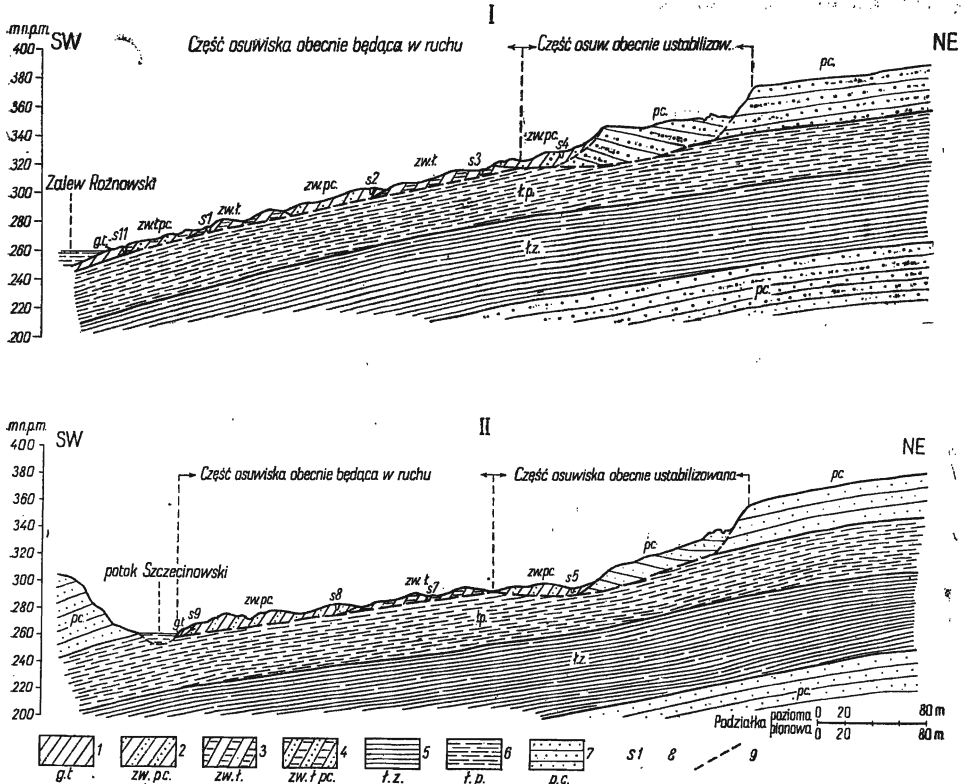


Fig. 3 Przekroje geologiczne (I, II) osuwiska w Kobyle-Gródku

Geological sections (I, II) of slide at Kobyle-Gródek

Czwartorzęd (Holocen): 1 — glina tarasowa, 2 — glina piaszczysta, zwietrzelnina piaskowców, 3 — glina pylasta ciężka — zwietrzelnina łupków, 4 — gliny piaszczyste i pylaste ciężkie — zwietrzelnina piaskowców i łupków; Trzeciorzęd (eocen): 5 — łupki zielone, 6 — łupki pstre, 7 — piaskowce i zlepionce, 8 — szybkłki badawcze, 9 — linia poślizgu.

Quaternary (Holocene): 1 — terrace clays, 2 — arenaceous clay, sandstone waste, 3 — heavy silty clay, — shale waste, 4 — heavy arenaceous and silty clays — waste of sandstones and shales; Tertiary (Eocene): 5 — green shales, 6 — variegated shales, 7 — sandstones and conglomerates, 8 — shallow test pits, 9 — line of slide.

Na opisywanym terenie występują dwie ławice piaskowcowe. Ławica dolna, u podnóża zbocza nad Zalewem Rożnowskim, o miąższości około 50 m, nie jest objęta osuwiskiem, ławica górna natomiast ulega osuwaniu. Między tymi dwoma ławicami znajduje się znacznej miąższości kompleks łupków ilastych oddzielający te ławice od siebie. Łupki te są odkryte w Kobyle-Gródku i objęte ruchami osuwiska (fig. 1).

Przekroje geologiczne podano na fig. 3 (I i II). Łupki budujące częściowo odkryte przez zsuw zbrocze w Kobyle-Gródku, w większej części pokryte są glinami zwietrzelinowymi.

W szybkach 1, 3, 6, 7 (fig. 4 i 5) łupki te są ilaste, w stropie silnie zwietrzałe, często o zwartej strukturze, znacznie zawilgocone, rozpadające się na drobne płytki, z nalotami wodorotlenków żelaza na pęknięciach. Są one barwy szarej, czerwonej i oliwkowej. Łupki te mają cienkie wkładki piaszczyste, rzadkie (cienkie $1 \div 2$ cm), ławice lub soczewki piaskowców oraz warstewki żelazistych konkrecji. Kierunek biegu łupków występujących po prawej stronie potoku Szczecinowskiego wynosi $150 \div 170^\circ$, upad 18° na południowy zachód, tj. w kierunku osi Zalewu Rożnowskiego. Upad ten stwarza dogodnie warunki do osuwania się łupków w kierunku zalewu. Po lewej natomiast stronie potoku w odkrywcze Nr 2 i szybiku 10 (fig. 5) łupki są mniej zwietrzałe, ale dość kruche, o grubości ławic $0,30 \div 0,40$ m. Bieg i upad wynoszą $285/22^\circ S$ od zbiornika wodnego. Dlatego też po lewej stronie potoku Szczecinowskiego nie dało się zauważyć zjawisk osuwiskowych. Miąższość łupków wynosi około 60 m.

Na łupkach leży górny zespół piaskowca ciężkowickiego. Piaskowce tej ławicy są drobno i gruboziarniste, w spągu zlepieńcowate z dużą ilością otoczków egzotyków z materiału prakarpackiego, na co wskazują odkrywki Nr 3, 5, 7, 17, 18 (fig. 5). Barwa piaskowca jest szarozłota, po zwietrzeniu brunatna lub rdzawa. Materiał klastyczny złożony jest głównie z kwarcu mlecznego, o średnicy $2 \div 15$ mm ($70 \div 80\%$), brązowych kwarcytów, otoczków gnejsów o średnicy $5 \div 8$ cm, czarnych litytów, zielonych i szarych łupków. Ziarno ułożone jest bezładnie, zlepione ilastokrzemionkowym spoiwem żółtobrunatnym. Piaskowce pękają prawie prostopadle do uławicenia i rozpadają się na wielkie nieregularne bloki. Przełam mają nierówny, są kruche, rozpadają się na powierzchni na piasek i żwir; zawierają soczewki i bryły sferosyderytów.

CZWARTORZĘD — HOLOCEN

Utwory czwartorzędu zaznaczone są na mapie litologicznej (fig. 5) osuwiska. Czwartorzęd na omawianym terenie występuje głównie w postaci glin zwietrzelinowych łupków i piaskowców ciężkowickich, ponadto na nieznacznym obszarze w postaci glin tarasowych oraz piasków aluwialnych.

W miejscach, gdzie zostały odsłonięte łupki wytworzyły się gliny i ily zwietrzelinowe łupków barwy wiśniowej, szarozielonej lub oliwkowej, często z licznymi rdzawymi smugami. Gliny te zawierają bardzo dużą ilość okruchów łupków mniej lub bardziej zwietrzałych. Miąższość zwietrzelinowych łupków, jak wykazują szybiki 1, 2, 6, 7 (fig. 4, 5), waha się od około 0,5 m do 3,0 m.

Na piaskowcach występują gliny zwietrzelinowe piaskowców ciężkowickich. Są to gliny silnie piaszczyste, miejscami przechodzące w pospółki, i piaski gliniaste szarobrazowe, ze żwirem i otoczkami skał krystalicznych pochodzących ze zwietrzenia zlepieńców i piaskowców. Gliny te zawierają liczne drobne okruchy, miejscami duże bloki, piaskowca. Miąższość zwietrzelinowych glin piaskowców jest znaczna (szybiki 2a, 4, 5, 8; fig. 3, 4, 5): waha się od 3 do 7 m. Pomiedzy tarasem zalewowym a pasem

glin zwietrzelinowych łupków znajdują się gliny deluwialne, piaszczyste, miejscami pylaste, ciężkie, z okruchami łupków i piaskowców.

Gliny pylaste tarasu zalewowego potoku Szczecinowskiego (o miąższości 2 ÷ 3 m) występują ponad prawym jego brzegiem. Gliny piaszczyste ze żwirem wysokiego tarasu Dunajca występują ponad Zalewem Rożnowskim.

STOSUNKI WODNE

Woda gruntowa występuje w ławicy piaskowca nad stropem nieprzepuszczalnych łupków. Poziom tej wody uzewnętrznia się w postaci wycieków ze spągu zwietrzeliny pokrywającej łupki [szybik 1, 2a, 3, 7 (fig. 4, 5)]. Z tego też poziomu czerpie ludność miejscowa wodę z kilku studzienek, w których zwierciadło wody znajduje się na głębokości 0,5 ÷ 1,5 m od powierzchni terenu, dno zaś studni na głębokości 1 ÷ 2 m.

Łupki odsłaniające się na powierzchni w strefie objętej wietrzeniem (do głębokości 1 ÷ 2 m) również nasycone są wodą, co widać wyraźnie w szybkach 1, 2a, 3, 6, 7 (fig. 4, 5).

Wody deszczowe z omawianego terenu odprowadzane są częściowo ciekami do potoku Szczecinowskiego i Zalewu Rożnowskiego, częściowo spływają po powierzchni. Po gwałtownych deszczach cała powierzchnia zbocza pokrywa się wodą szybko spływającą do potoku i zalewu.

Wycieczki są stałe, ale wydajność ich jest zależna od opadów. W czasie długotrwałych deszczów, wskutek licznych pęknięć na powierzchni gruntu (po deszczach w sierpniu 1955 r.), powstało w dolnej części osuwiska kilka nowych wycieków. Najbliższe tereny wokół wycieków są silnie podmokłe. W kilku miejscach pod skarpą i wałami osuwiskowymi znaj-

Fig. 4. Zestawienie charakterystycznych szybków

Tabulation of characteristic test pits:

I — szybik 1, II — szybik 3, III — szybik 5, IV — szybik 6, V — szybik 7.

1 — glina piaszczysta miejscami ze żwirami i otoczkami kwarcu, brązowożółta — zwietrzelina piaskowca ciężkowickiego, 2 — pospółka gliniasta z grubymi ziarnami kwarcu, otoczkami piaskowca i miejscami blokami piaskowca — zwietrzelina piaskowca ciężkowickiego, 3 — glina pylasta ciężka z licznymi okruchami łupków — zwietrzelina łupków, 4 — 1/2 czerwony i szary — zwietrzelina łupków, 5 — łupki ilaste, szare, czerwone i oliwkowe, silnie zwietrzałe, miejscami przechodzące w glinę lub 1/2, 6 — łupki ilaste szare, wiśniowe i oliwkowe o wyraźnej strukturze łupkowej, 7 — kongrecje żelaziste o średnicy do 10 cm:

Czarne kółko z haczykiem — wycieki wodne; kółko z cyfrą w kółku — miejsce pobrania próbki do sółka i numer; cyfra w kwadraciku — miejsce pobrania próbki o nienaruszonej strukturze i numer.

I — pit 1; II — pit 3; III — pit 5; IV — pit 6; V — pit 7.

1 — arenaceous clay of brown-yellow colour locally with gravel and with quartz pebbles — waste of Ciężkowice sandstone, 2 — clayey gravel, with large quartz grains, sandstone pebbles and, locally blocks of sandstone — waste of Ciężkowice sandstone, 3 — heavy silty clay with numerous shale fragments — argillaceous shales waste, 4 — red and grey clay-shale waste, 5 — argillaceous shales, grey red and olive, green, markedly weathered, locally passing into loam or clay 6 — grey argillaceous shales, cherry-red or olive-green, with distinct shaly structure, 7 — ferruginous concretions with diameter up to 10 cm;

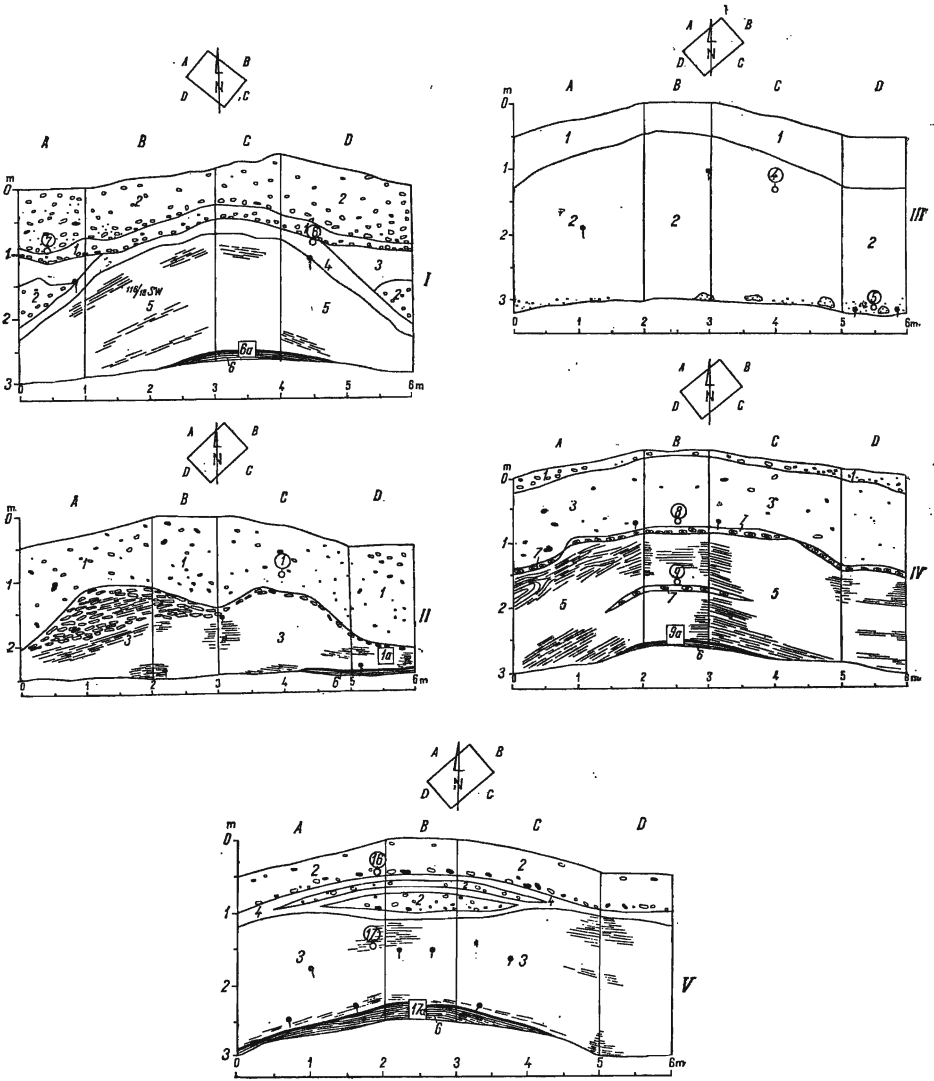
Black circle with hook — water seepage; circle with figure in circle — spot where sample was taken and its number; figure in square — spot where sample of undisturbed structure has been taken, and its number.

dużą się zagłębienia bezodpływowe pokryte typową bagienną roślinnością (fig. 2).

Na całym terenie osuwiska zwietrzelina piaskowców i łupków jest znacznie zawilgocona (liczne wycieki wodne). Wykazują to szczególnie północno-wschodnie ściany szybików (fig. 4, 5).

We wszystkich prawie odkrywkach i szybikach można zauważyć przesączanie się lub ślady przepływu wody, nawet w miejscach, w których woda znajduje się okresowo.

Zwietrzelina piaskowców i łupków oraz piaskowce są zażelazone, barwy silnie rdzawej na spękaniach (barwa od osadzających się na nich związków żelaza wytrącających się z wody).



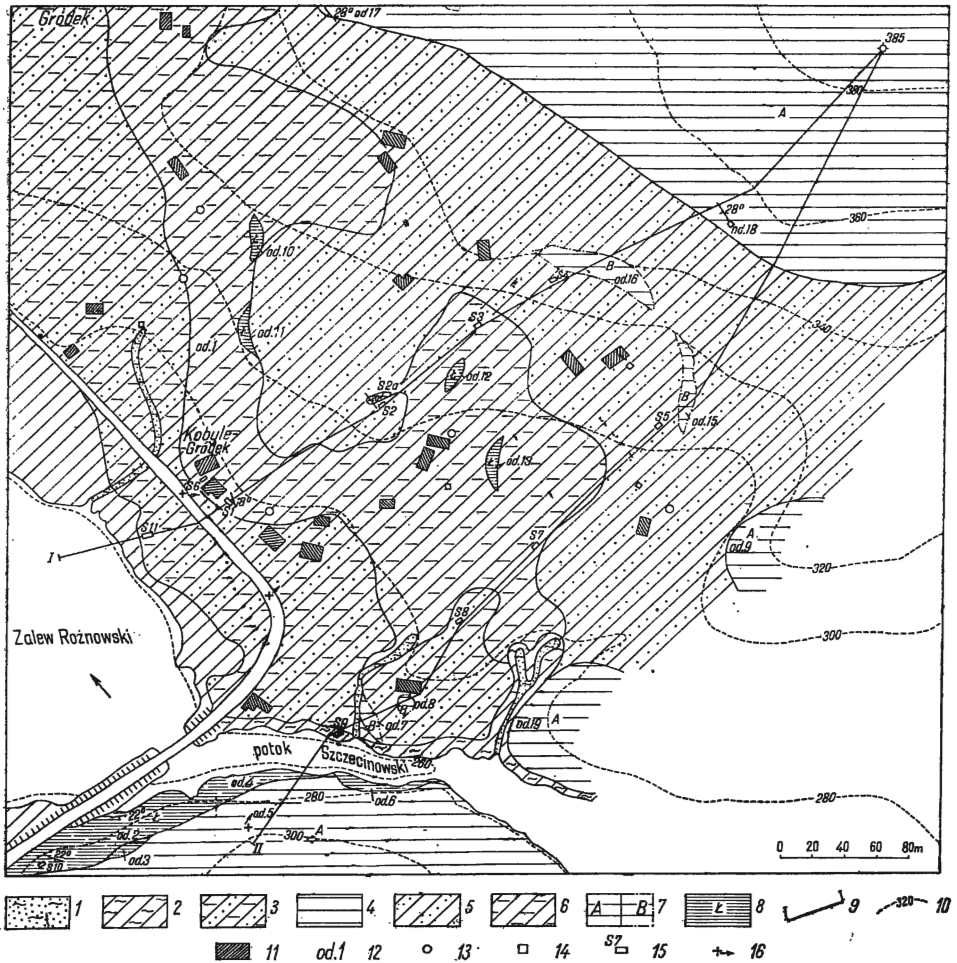


Fig. 5. Mapa litologiczna osuwiska w Kobyle-Gródku z lokalizacją punktów dokumentacyjnych

Lithological map of land slide at Kobyle-Gródek, with indication of spots mentioned in documentation:

1 — piaski pylaste — aluwia, 2 — gliny pylaste tarasowe potoku Szczecinowskiego, 3 — gliny piaszczyste ze żwirami, miejscami ilaste, z okruchami łupków — przemieszana zwietrzelnina piaszczowców i łupków ciężkowickich (deluwia), 4 — gliny piaszczyste tarasowe Dunajca, 5 — gliny piaszczyste ze żwirami — zwietrzelnina piaszczowców ciężkowickich, 6 — gliny ilaste (ciężkie) — zwietrzelnina łupków pstrych, 7 — A — piaszkowce ciężkowickie, drobno, średnio, gruboziarniste, zlepioncowate *in situ*, B — piaszkowce, zsunięte, 8 — łupki pstrze, 9 — linie przekrojów geologicznych, 10 — prawdopodobne poziomicze, 11 — zabudowania, 12 — odkrytki, 13 — studnie, 14 — zbiorniki wodne, 15 — szybki badawcze, 16 — miejsca, z których wykonywano zdjęcia fotograficzne.

1 — silty sands — alluvia, 2 — silty terrace clays of Szczecinowski creek, 3 — arenaceous, locally argillaceous, clays with gravels, with shale fragments — intermixed waste of Ciężkowice sandstones and shales (deluvia), 4 — arenaceous terrace clays of the Dunajec river, 5 — arenaceous clays with gravels — waste of Ciężkowice sandstones, 6 — (heavy) argillaceous clays — variegated shale waste, 7 — A — Ciężkowice sandstones (they are *in situ*): fine-, medium- and coarse-grained, conglomeratic, B — slid down sandstones, 8 — variegated shales, 9 — lines of geological sections, 10 — probable level contour lines, 11 — buildings, 12 — outcrops, 13 — wells, 14 — water basins, 15 — shallow test pits, 16 — spots from which photos were taken.

Omawiając stosunki wodne obszaru osuwiskowego, należy wziąć pod uwagę fakt, że wody sztucznego Jeziora Rożnowskiego (Wł. Kollis, 1935), ograniczające podnóże zbocza, na którym jest osuwisko, wypełniają dolinę Dunajca od niedawna, bo od 1940 r. Osuwisko natomiast powstało znacznie wcześniej. Wskutek oderwania się i zsunęcia do zalewu dolnej części ławicy piaskowca, wody zalewu obecnie nie mają bezpośredniego połączenia z górną częścią ławicy piaskowca, którą obejmuje osuwisko.

Na terenie osuwiska w Kobyle-Gródku jest także kilka kolektorów wodnych oraz sieć rur wodociągowych, którymi przepompowuje się wodę z jeziora do zbiornika znajdującego się pod szczytem opisanego wzniesienia osuwiskowego, a następnie doprowadza ją do budynku poniżej wzniesienia.

WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH NAD FIZYCZNO-MECHANICZNYMI WŁASNOŚCIAMI WARSTW OSUWAJĄCYCH SIĘ

Z materiału osuwiskowego w Kobyle-Gródku pobrano do skrzynek (o wymiarach $30 \times 30 \times 30$ cm) próbki o nienaruszonej strukturze oraz do słoików próbki o naturalnej wilgotności i strukturze naruszonej.

Próbki pobrane w okresie dość suchym poddano badaniom laboratoryjnym. Wyznaczono: ciężar właściwy, ciężar objętościowy, wilgotność naturalną, granicę płynności i plastyczności, konsystencję, porowatość oraz wykonano analizę areometryczną. Wyniki badań zestawiono w tabeli 1.

Badania miały na celu określenie fizyczno-mechanicznych właściwości warstw osuwających się oraz warstw, po których następuje poślizg, w celu ustalenia zależności ruchu osuwiskowego od tychże właściwości.

Łupki ilaste, nienaruszone wietrzeniem, po których następuje poślizg, są prawie nieprzepuszczalne. Pod wpływem kilkugodzinnego namakania wodą na powierzchni łupków tworzy się cienka ($1 \div 2$ mm) warstewka szlamu ilastego, która sprzyja poślizgowi.

Ponieważ na stropie łupków zatrzymuje się woda powodując namakanie i tworzenie się mazi poślizgowej, przeto przy odpowiednim pochyleniu zbocza i odpowiedniej wilgotności powstają warunki do poślizgu. Obecnie poślizgowi ulega zwietrzelina łupków, głównie w postaci kruchych rozpadających się łupków, glin pylastych ciężkich i miejscami ilów a także zwietrzelina piaskowców (fig. 3). Miąższość materiału zsuniętego osiąga $2 \div 6$ m. Zsuwanie się masy zwietrzeliny następuje po płaszczyźnie nieprzepuszczalnych łupków, pochyłonej do poziomu pod kątem 18° , równoległej do ogólnego pochylenia zbocza.

Ponieważ zsuwanie się następuje głównie w zależności od wilgotności i kąta pochylenia zbocza, przeprowadzono badanie i bezpośrednio obliczenia kąta, przy którym nastąpi poślizg, jeśli będzie różna wilgotność i różny materiał zsuwający się. Znając kąt pochylenia płaszczyzny poślizgu do poziomu obliczono, przy jakiej wilgotności następuje poślizg. Badania przeprowadzono w warunkach zbliżonych do warunków w terenie.

Na deseczce o określonej długości, stanowiącej zastępczą płaszczyznę poślizgu, pokrytej warstwą szlamu z łupków, umieszczono próbki gruntu zsuwającego się. Przy odpowiednim kącie pochylenia deseczki do poziomu, próbka osuwała się.

Zestawienie wyników badań laboratoryjnych nad fizyczno-

L. p.	Nr próbki	Nr szybiku odkrywka	Głębokość w m	Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji w %			
					żwirowa	piaszczysta	pyłowa	ilasta
1	7	1	1,00	pospółka gliniasta	33	53	9	5
2	4	5	1,50	" "	18	62	16	4
3	5	5	2,80	" "	21	57	8	4
4	13	8	3,00	" "	21	62	13	4
5	19	9	2,80	piasek gliniasty	10	60	14	6
6	3	4	3,00	glina piaszczysta	22	52	19	7
7	10	2	1,00	" "	2	50	36	12
8	11	2	3,00	" "	7	63	18	12
9	1	3	1,20	" "	16	45	27	12
10	2	4	1,00	" "	11	49	36	4
11	12	8	1,00	glina	—	50	37	13
12	18	9	1,00	glina pylasta	—	18	63	19
13	17	7	1,50	" "	—	29	54	17
14	16	7	0,50	glina ciężka	5	35	37	23
15	8	6	1,00	glina pylasta ciężka	—	8	65	27
16	15	10	0,50	" " "	—	25	55	20
17	14	11	2,00	" " "	—	25	49	26
18	6	1	1,30	ił	—	11	55	34
19	9	6	2,00	ił pylasty	—	1	63	36
20	1 a	3	160 ÷ 190	zwietrzałe łupki	—	—	—	—
21	17 a	7	220 ÷ 250	" "	—	17	60	23
22	17 a	7	220 ÷ 250	łupki	—	16	56	28
23	9 a	6	270 ÷ 300	zwietrzałe łupki	—	7	72	21
24	15 a	10	0,75	łupki ilaste	—	3	63	24
25	6 a	1	3,00	" "	—	9	65	26
26	2 p od. 5	—	—	zlepieniec	—	—	—	—
27	1 p od. 18	—	—	piaskowiec	—	—	—	—

Tabela 1

mechanicznymi własnościami warstw osuwających się

Wilgotność w %	Ciężar w g/cm ³		Granica plastyczności w %	Granica płynności w %	Konsystencja	Porowatość w %	Zawartość CaCO ₃ w %
	właściwy	objętościowy					
10,82	2,70				półzwarda		1
13,45	2,70				"		1
16,89					"		1
14,76					"		1
15,51					"		1
11,33	2,68	2,15	13,60	21,70	"	19,7	1
18,82	2,68	2,08	14,82	29,10	plastyczna	22,2	1
20,26			14,89	26,30	"		1
16,99			19,61	37,65	półzwarda		1
13,04					"		1
15,36	2,68	2,10	16,45	22,50	"	21,5	1
17,19	2,71	2,00	17,19	32,10	twardoplast.	26,2	1
14,49					" "		1
16,73			19,78	38,50	półzwarda		1
14,05			22,24	46,50	"		1
21,75			23,19	42,6	"		1 ÷ 3
26,55	2,71	1,90	21,05	41,35	plastyczna	29,5	1
22,57			25,54	52,6	półzwarda		1
18,64	2,68	1,90	23,10	42,8	"	29,0	1
23,00	2,76	2,00			"	27,5	1
18,00	2,75	1,90			"	30,8	1
5,5	2,76	2,40			"	15,2	
10,00	2,76	2,11			"	23,5	1
5,00	2,81	2,50			"	10,9	1 ÷ 3
12,10	2,70	2,45			"	9,0	1
11,80	2,6	2,30			"	11,6	1 ÷ 3
3,80	2,65	2,20			"	16,9	1 ÷ 3

Dla każdej z poszczególnych wilgotności wykonano kilka badań, z których obliczono średnią wartość kąta, przy jakim materiał o określonej wilgotności zacznie się zsuwać.

W badaniach powyższych zachodzi możliwość błędu, wynikającego z tego, że płaszczyzna poślizgu w terenie nie jest idealnie gładką płaszczyzną i różne są grubości warstewki mazi poślizgowej, przy czym dodatkowo występuje parcie górnych partii osuwiska ku dołowi.

Fig. 6. Zależność kąta zsuwu od wilgotności gruntu w płaszczyźnie poślizgu

Dependence between slide angle and humidity at sliding plane

I — zależność przy poślizgu łupków po łupkach

$\varphi = 35^\circ$	$w = 26\%$
$\varphi = 30^\circ$	$w = 33,6\%$
$\varphi = 23^\circ 30'$	$w = 43,7\%$
$\varphi = 20^\circ 20'$	$w = 48,8\%$

II — zależność przy poślizgu piaskowców po łupkach

$\varphi = 25^\circ 30'$	$w = 19\%$
$\varphi = 23^\circ 50'$	$w = 30\%$
$\varphi = 19^\circ$	$w = 35\%$
$\varphi = 13^\circ 25'$	$w = 47\%$

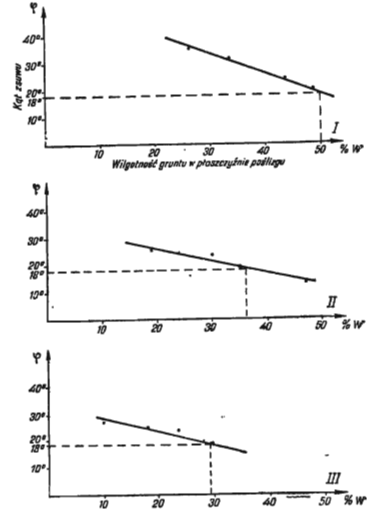
III — zależność przy poślizgu zwietrzliny łupków i piaskowców po łupkach

$\varphi = 26^\circ 50'$	$w = 10\%$
$\varphi = 24^\circ 50'$	$w = 18\%$
$\varphi = 23^\circ 50'$	$w = 23,7\%$
$\varphi = 18^\circ 30'$	$w = 29,8\%$

I. Dependence by sliding of shales on shales ($w = \text{humidity}$)

II. Dependence by sliding of sandstones on shales

III. Dependence by sliding of shale and sandstone waste on shales



Oznaczono kąty nachylenia zboczy dla trzech różnych mas osuwających się, mianowicie: łupków, piaskowców oraz zwietrzliny łupków i piaskowców, dla każdego typu warstw przy czterech różnych wilgotnościach. Zależność kąta, przy którym następuje zsuwanie się od wilgotności przedstawia fig. 6. Ponieważ zbocze pochylone jest pod kątem 18° , z wykresów powyższych wynika, że w wypadku pierwszym (fig. 6, I) poślizg może nastąpić przy wilgotności = 50% , w drugim wypadku (fig 6, II) przy wilgotności = 36% , w trzecim (najbardziej aktualnym) przy wilgotności = 29% (fig. 6, III).

Badania potwierdzają przypuszczenie wysnute ze spostrzeżeń terenowych, gdyż w okresie stosunkowo suchym, kiedy pobierano próbki, nie dało się zauważyć śladów ruchów osuwiskowych. Wilgotność naturalna nie przekraczała granicy 26% i zsuwanie się przy tej wilgotności nie mogło nastąpić, co również wynika z wykresu. Przy niewielkim natomiast wzroście wilgotności w płaszczyźnie poślizgu jest ono możliwe i dało się zauważyć przy długotrwałych, a nawet krótkich, lecz gwałtownych deszczach.

GENEZA OSUWISKA

Opisywane osuwisko w Kobyle-Gródku ma charakterystyczny wygląd podobny do osuwisk karpaccich występujących w jego okolicach i częściowo opisanych przez wielu badaczy.

Najstarsza faza osuwiska datuje się prawdopodobnie z plejstocenu. W plejstocenie bowiem, jak to przyjmują B. Świdorski (1932, 1952) i W. Łoziński (1909, 1925) nastąpiły ożywione ruchy osuwiskowe w Karpatach, związane głównie z warunkami klimatycznymi, jakie tu panowały.

Zimny i suchy klimat okresów lodowcowych sprzyjał szybkiemu rozwojowi rzeźby terenu, procesom wietrzenia mechanicznego i erozji. Wszystkie wyżej wymienione czynniki z kolei sprzyjały powstawaniu osuwisk i obrywów.

Najstarsze części omawianego osuwiska widoczne są najwyraźniej w najmłodszych fazach, tj. w górnej części zbocza. Starsze fazy osuwiska zaznaczył na mapie geologicznej St. Sokołowski w r. 1935.

W dolnej części osuwiska zaznaczają się wtórne ruchy osuwiskowe, których wpływ na zachwianie stateczności budowli oraz morfologię zaobserwowała miejscowa ludność około 10 lat temu; trwają one do chwili obecnej.

Osuwisko powstało prawdopodobnie w następujący sposób (fig. 7).

Wskutek erozyjnego rozcięcia ławicy piaskowca przez potok Szczeciński, płynący subsekwentnie, zbocze zostało pozbawione oporu u podłoża.

Zwietrzały częściowo piaskowiec, o osłabionej strukturze wewnętrznej, był doskonałym zbiornikiem wody zatrzymującej się na powierzchni łożupków. łożupki łatwo rozmakające stały się płaszczyzną poślizgu dla sztywnych piaskowców. Odłamy piaskowca odrywały się w poszczególnych fazach osuwiska od serii piaskowcowo-zlepieńcowej podciętej erozją boczną Dunajca i potoku Szczecińskiego i po linii spękań zsuwały się w dół. Tam bloki te ulegały rozmywaniu, częściowemu obtoczeniu i transportowi przez wody rzek.

Naruszona została w ten sposób stateczność zbocza, a wytworzona powierzchnia poślizgu stała się miejscem kolejnego odrywania i przesuwania górnych części zbocza ku dolinie, odsłaniając przy tym strop łożupków.

W wyniku zbyt długiej drogi poślizgu piaskowców po łożupkach oraz mniejszego spadku zbocza ku dolinie następne partie osuwiska zatrzymywały się i przykrywały odsłonięte łożupki, układając się w wały osuwiskowe.

W najmłodszej fazie osuwiska powstała nisza z wysoką stromą ścianą powyżej niszy. Znajduje się ona prawie w pobliżu szczytu wzniesienia, na którego zboczu jest osuwisko.

Część w ostatniej fazie musiała osunąć się wtórnie, gdyż poniżej stromej ściany niszy znajduje się druga ściana również nie odsłaniająca

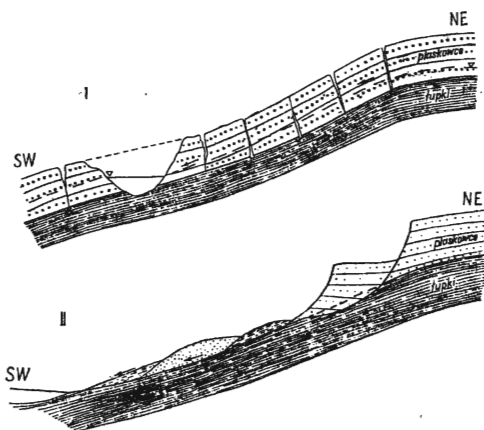


Fig. 7. Fazy powstawania osuwiska
Phases of the slide formation

łupków niezwięzłych. Na ogół osuwanie następowało po warstwie łupków nienaruszonej wietrzeniem.

Tylko lokalnie, w górnych partiach zbocza, wskutek silnego zwięzlenia piaskowców oraz rozmycia łupków, ruch mógł wyprzeć część stropową łupków.

Reasumując można powiedzieć, że znamy następujące przyczyny powstania osuwiska oraz dalszego zsuwania się mas:

- 1) podcięcie podnóża zbocza przez potok Szczecinowski (obecnie wpływ niewielki);
- 2) naprzemianległość piaskowców i łupków oraz ich różne własności fizyczno-mechaniczne, korzystne dla powstania poślizgu;
- 3) upad warstw zgodny z nachyleniem zbocza, na którym występuje osuwisko;
- 4) opady deszczowe, powodujące bezpośrednio ruch zwięzłych, spękanych, mas przygotowanych do osunięcia. Mają one duży wpływ na osuwanie się ze względu na znaczną zmianę własności mechanicznych skał pod wpływem wody, która obniża kąt zsuwu, jak wykazały badania laboratoryjne.

Obecnie górna, najmłodsza, część osuwiska jest ustabilizowana.

W dolnej części osuwiska odbywa się ruch zwięzłych łupków i piaskowców na głębokości 3 ÷ 7 m.

Obecnie osuwanie zaznacza się szczególnie silnie w okresie długotrwałych lub gwałtownych deszczów oraz częściowo w okresie podniesienia się zwierciadła wody w Zalewie Rożnowskim.

Łupki ilaste nasiąkają wodą i przypowierzchniowa warstwa zwięzlinowa wykazuje tendencję do zsuwania się po warstwie nasiąkłej ilastej mazi, która znajduje się nad stropem nienaruszonej wietrzeniem partii łupków, co widać w szybkach (fig. 4, 5).

W miejscach takich mniejsze i większe części suną w dół, powierzchnia gruntu pęka, tworzą się garby, szczeliny i niewielkie obrywy.

Zalew Rożnowski obecnie nie ma zasadniczego wpływu na ruchy górnej, piaskowcowej, części osuwiska.

Dało się jednak zauważyć, że wahania zwierciadła wody jeziora wpływają na zsuwanie dolnej, łupkowej, części osuwiska w kierunku zalewu. Potwierdzają to wywiady z miejscową ludnością. Pod wpływem spiętrzenia wody w jeziorze następowało kilkakrotnie odrywanie się i zsuwanie części skarpy, po której biegnie droga a także powiększanie się uszkodzeń w zabudowaniach wskutek zsuwania się partii zwięzliny.

Możliwe, że przyczyną szeregu wycieków, rozmakania i zsuwania się gruntu jest wspomniana sieć rur wodociągowych, obecnie poprzerwana i nienaprawiona, którymi woda z jeziora doprowadzana jest pod ciśnieniem ku górze.

TYP OSUWISKA W OGÓLNEJ KLASYFIKACJI

Opisywane osuwisko w ogólnej klasyfikacji (A. Kleczkowski, 1953) należy zaliczyć do zsuwów konsekwentnych, gdyż powierzchnia poślizgu jest naturalną powierzchnią strukturalną uwarunkowaną budową geologiczną. Powierzchnia poślizgu jest pochylona pod kątem równym kątowi pochylecia zbocza do poziomu. W pierwszych swoich stadiach było ono

zsuwem konsekwentnie strukturalnym, gdyż zsuwanie następowało według powierzchni uławicenia warstw (piaskowce po łupkach). Współcześnie, w dolnej części, jest ono zsuwem konsekwentnie zwietrzelinowym płytkim, ponieważ zsuwanie się pokrywy zwietrzelinowej odbywa się po nienaruszonym wietrzeniu podłożu łupkowym (miąższość zsuwających się mas wynosi około 5 m).

Ustabilizowanie zbocza, ze względu na znaczny obszar (około 120 000 m²) i warunki, w jakich występuje badane osuwisko, jest dość trudne.

Ujęcie i szybkie odprowadzenie wód do jeziora czy potoku lub osuszenie zbocza przy pomocy drenażu oraz odpowiednie zadrzewienie mogłoby w dużej mierze zapobiec osuwaniu się mas. Ważne jest również naprawienie przerwanych rur wodociagowych znajdujących się na obszarze osuwiska, których uszkodzenia na pewno znacznie przyczyniły się do zawodnienia masy zsuwającej się.

W celu doraźnego zabezpieczenia odcinka szosy oraz budynków zagrożonych zsuwem należałoby wykonać mury i ściany oporowe. Mur powinien oprzeć się o podłoże nienaruszone. Wykonanie muru utrudniać może znaczne parcie zsuwu przy upadzie warstw zgodnym z kierunkiem zbocza, a w wypadku silnego zawilgocenia — zsuwanie się łupków po łupkach poniżej stopy fundamentowej.

Ze względu jednak na niewielką miąższość materiału sunącego po zboczu powyżej budynków (około 3 m) oraz fakt, że poniżej zabudowań upad łupków jest większy od pochyleń zbocza do poziomu, co uniemożliwia zsuwanie materiału o nagle zwiększonej miąższości, prawdopodobieństwo zsuwania się łupków po łupkach jest minimalne. Może o tym świadczyć fakt, że opisana we wstępie prowizoryczna ściana betonowa (mimo silnych spękań) wstrzymuje przez okres blisko 10 lat napór mas zsuwających się na odcinek szosy. Wykonanie murów jest zatem rzeczą możliwą i pożądaną.

W celu szczegółowego opracowania terenu osuwiska należałoby wykonać dokładną niwelację punktów obserwacyjnych terenu i w dalszym ciągu kontrolować zmiany morfologiczne i intensywność uszkodzeń.

Przez sprawdzanie co pewien czas niwelacji punktów obserwacyjnych można byłoby zanotować szybkość zsuwania się mas. Znając szybkość posuwania się osuwiska, można obliczyć, w którym okresie przypuszczalnie nastąpi zsuniecie się całej masy zwietrzelinowej, a co za tym idzie — oderwanie się i zsuwanie dalszej partii piaskowców nad skarpą osuwiska.

Zakład Geologii Inżynierskiej I. G.
Nadesłano dnia 1 lutego 1958.

PIŚMIENNICTWO

- KLECZKOWSKI A. (1953) — Osuwiska i zjawiska pokrewne. Wyd. Geol. Warszawa.
KOLLIS W. (1935) — Studia dla projektu zbiornika wodnego w Rożnowie na Dunajcu. Wyd. Geol. Warszawa.
ŁOZIŃSKI W. (1909) — O osuwaniu się gliny w Tymowej brzeskim powiecie. Spraw. Kom. Fizj. Pol. Akad. Umiej. 43, str. 55—58. Kraków.

- ŁOZIŃSKI W. (1925) — Miejscowe dyluwium Karpat. Spraw. Kom. Fizj. Pol. Akad. Umiej. 58, 59, str. 65—78. Kraków.
- SOKOŁOWSKI ST. (1935) — Geologia doliny Dunajca między Tropiem a Kurowem. Kosmos. 60, [A], str. 49—93. Lwów.
- ŚWIDERSKI B. (1932) — Przyczynki do badań nad osuwiskami karpackimi. Prz. Geogr., 12, str. 96—111. Warszawa.
- ŚWIDERSKI B. (1952) — Z zagadnień tektoniki Karpat północnych. Pr. Państw. Inst. Geol. 8. Warszawa.
- PRACA ZBIOROWA (1951) — Regionalna geologia Polski. I. Karpaty, z. 1, str. 73—195. Kraków.

Barbara BARGIELEWICZ

LANDSLIDE AT KOBYLE-GRÓDEK NEAR THE ROŻNÓW LAKE (CARPATHIANS)

Summary

In this paper the author discusses her geological investigation of one of the Carpathian landslides; this field work was carried out in 1955—1956. The discussed landslide is situated on the slopes of the Dunajec river, near the Rożnów dammed lake, at Kobyle-Gródek. It occurred in Tertiary Eocene sediments of the Carpathian Flysch, developed in the shape of alternating shale-sandstone beds, covered by shale and sandstone waste of considerable thickness.

The entire slide may be divided into an upper, older, part which probably took in the Pleistocene — and a lower, younger one which has been observed approximately in 1946.

The older slide comprises weathered, cracked sandstone strata which slid down on a plane of impervious shales. The sliding movements produced a scar with a high slope at the summit of the ridge in whose slope the slide occurred, uncovering shales in the lower part of the slide.

On these shales lie slide ramparts; a waste of shale and, locally, sandstones was built up. At present times, the upper (older) part of the slide is immobilised.

The lower (younger) part of the slide, consisting of waste material, is still moving; this endangers the stability of buildings which are erected on the slide ramparts and at the base of the slide. For this reason, too, special stress has been laid in this paper on this part of the discussed landslide.

The author has also studied geological and hydrogeological conditions. In order to establish the depth at which the slide plane is located, and to ascertain the beds affected by the slide, test pits have been dug. Samples taken from such pits

have been used for laboratory analyses, and directly for computing the dependence of angle of slide from rock humidity of:

- 1) sandstones sliding on shales,
- 2) shales sliding on shales,
- 3) waste sandstones and shales sliding on shales.

On the basis of the above analyses and of field observation the author succeeded in establishing the causes of the landslide:

- 1) spring and autumn floods and atmospheric precipitation; local rising of groundwater levels as result of elevation of the water surface in Rożnów dam lake;
- 2) dip angle of strata, parallel with angle of slope on which slide is taking place;
- 3) various physical-mechanical properties of the loosened masses which are moving down, and of the impervious masses in the substratum.

The author has established the fact that the masses of waste material of sandstones and shales are sliding down on an unweathered bed of shales — thus on a natural sliding plane, — at a depth of 3 to 7 m. below the surface of the ground; the inclination of the plane being 18° , and the moisture content approximately 29%.

There may be taken into consideration three methods of counteracting the slide:

- 1) interception of atmospheric waters by drains, and planting the area with trees,
- 2) drainage of the area of the slide by a suitable drainage system,
- 3) supporting walls along the most endangered sections (temporary relief measure).

TABLICA I

Fig. 8. Widok z kamieniołomu (prawy brzeg potoku Szczecinowskiego) na osuwisko w Kobyle-Gródku. Czarnymi liniami zaznaczono linie przekrojów geologicznych

View from quarry (right bank of Szczecinowski creek) on slide at Kobyle-Gródek. Black lines indicate lines of geological sections.



Fig. 8

TABLICA II

Fig. 9. Pochylony budynek oraz ściana betonowa zniszczona przez zsuw
Tilted building and concrete wall, destroyed by slide.

Fig. 10. Zniszczenie budynku spowodowane ruchem osuwiska. Szerokość szczelin
dochodzi do 30 cm
Destruction of building caused by moving slide fissures. Width of fissures
reaches up to 30 cm.



Fig. 9



Fig. 10