

## GEOLOGICZNE WARUNKI ROZWOJU OSUWISKA W BRZEŻANCE KOŁO STRYZÓWA

UKD 551.435.627:552.521+552.542:551.763.12/13+551.763.33(438 Strzyżów)

W grudniu 1974 r. powstało osuwisko w Brzeżance (3), położonej około 4 km na S od Strzyżowa, woj. rzeszowskie (ryc. 1A). Osuwisko znajduje się na północnych stokach grzbietu Bonarówki, leżącego w obrębie Pogórza Strzyżowskiego. Rozpoznano je w latach 1975–1976 przy dokonywaniu kartowania geologiczno-geomorfologicznego (w skali 1:2000), pomiarów hydrogeologicznych oraz prac ziemnych (11 szurów). Wykonano również badania laboratoryjne gruntów oraz wykorzystano wyniki fotointerpretacji.

Najstarsze, datowane ruchy osuwiskowe w Brzeżance według miejscowej ludności pojawiły się około 1850 r. Na podstawie fotointerpretacji (ryc. 1B) stwierdzono, że główne rysy osuwiska istniały już przed 1958 r. Dalsze wzmianki na temat osuwiska istnieją z lat 1967–1969 (5), kiedy częściowemu zniszczeniu uległy 3 zabudowania (ryc. 2). Istotna zmiana rzeźby osuwiska miała miejsce w 1974 r. Pierwsze przemieszczenia mas skalnych zaobserwowano w październiku, natomiast główne ruchy osuwiskowe nastąpiły 24 grudnia 1974 r. Uległo wówczas zniszczeniu 6 zabudowań (ryc. 2). Dalsze ruchy zanotowano wiosną 1976 r., spowodowały one uszkodzenie czterech zabudowań dotychczas nie naruszonych (ryc. 2).

### BUDOWA GEOLOGICZNA

Osuwisko w Brzeżance usytuowane jest w strefie nasunięcia jednostki śląskiej na jednostkę podśląską. Jednostka śląska reprezentowana jest przez północną krawędź płata Bonarówki (8, 4). Najstarszymi utworami należącymi do jednostki śląskiej są łupki czarne, ukazujące się w niszy starego osuwiska (ryc. 3B) oraz w koluwiach. Są to łupki bezwapniste (—HCl), twarde, dzielące się na płytki kilkumilimetrowej grubości. Powierzchnie podzieleności pokryte są blaszkami muskowitu oraz bardzo drobnymi skupieniami piritu. W czasie wietrzenia tworzą się naloty związków żelaza i manganu a łupki zmieniają zabarwienie z czarnego poprzez zielonawo-rdzawo-pomarańczowe aż do białego. W łupkach czarnych, w pobliżu szurfu nr 11, stwierdzono 8 cm warstewkę czarnych rogowców.

W niszy osuwiska wśród łupków czarnych występują kilkucentymetrowe ławice piaskowców drobnopielastych, muskowitowych o spoiwie krzemionkowym. Zabarwienie piaskowców jest stalowoszare, a po zwietrzeniu zielonawordzawe. Piaskowce odznaczają się warstwowaniem równoległym i konwolucyjnym. Warstwowanie często podkreślone jest drobnymi laminami czarnych łupków.

Obserwowano również przeławicenia piaskowców cienkoławicowych, muskowitowych drobnopielastych, porowatych, równoległe laminowanych, o spoiwie krzemionkowym. Wietrzejąc, piaskowce te odznaczają się charakterystycznym żółtobrunatnym zabarwieniem wskutek impregnacji związkami żelaza i manganu.

Z łupków czarnych pobrano kilka próbek do badań mikrofaunistycznych. Najliczniejszą mikrofaunę stwierdzono w próbce pobranej z odsłonięcia przy źródle nr 1 (ryc. 2). Zawierała ona między innymi: *Hippocrepina depressa* Vašićek, *Hormosina crassa* Geroch, *Hormosina ovulum* (Grzybowski), *Reophax minutus* Tappan, *Pseudobolivina variabilis* (Vašićek), *Verneuilinoides neocomiensis* (Mjatluk). Wiek tego zespołu określono na barrem — apt.

Łupki czarne charakteryzują się wykształceniem analogicznym do łupków wierzowskich znanych z płata Bonarówki (4) oraz fałdu Grabownicy (9, 7). Warstwy wierzowskie z Brzeżanki z uwagi na charakter mikrofauny, a także obecność litytów i skrzemień łupków, odpowiadają prawdopodobnie górnym łupkom wierzowskim (6, 1). Ponad łupkami wie-

rzowskimi z litytami leży kilkumetrowy pakiet zielonawych łupków krzemionkowych (margle krzemionkowe), z ciemnymi smugami. Łupki te wietrzejąc przyjmują zabarwienie żółtopomarańczowe.

Próbki pobrane ze spagowej części łupków krzemionkowych zawierały między innymi liczną *Haplophragmoides nonioninoides* (Reuss) oraz elementy gąbek. Mikrofauna ta należy do górnego aptu — albu. W wyższej części łupków (szurf 5) występowała następująca mikrofauna: *Ammodiscus infimus* Franke, *Haplophragmoides nonioninoides* (Reuss) — bardzo liczne; *Thalmannammina neocomiensis* Geroch i *Plectorecurviroides alternans* Noth. Mikrofauna ta wskazuje na wiek albski.

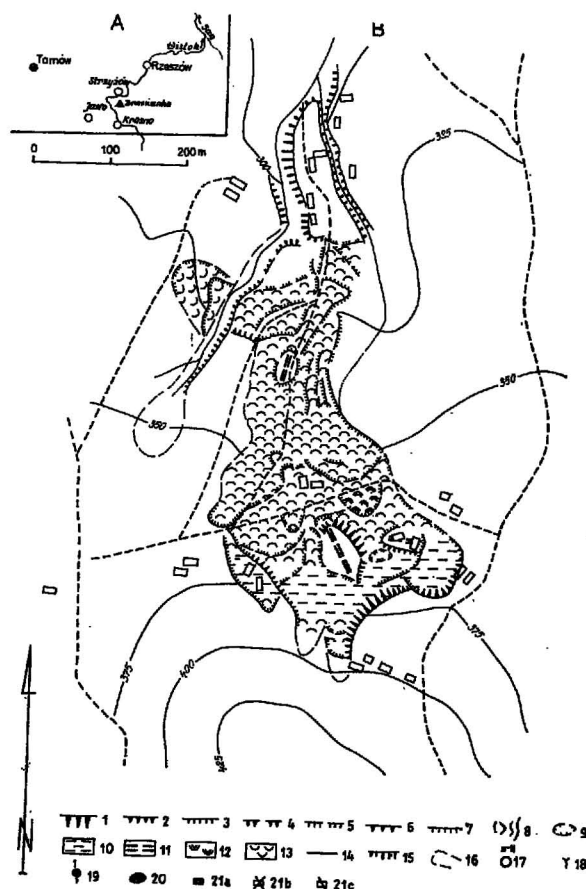
Łupki zielonawe przykryte są kilkumetrowym pakietem piaskowców gezowych, cienkoławicowych, popielatoszarych, jasno wietrzejących. Są to piaskowce drobnopielastych, równoległe warstwowe, o spoiwie krzemionkowym, zawierające warstewki niebieskoszarych spongiolitów (rogowców) o grubości od 0,5 do 2 cm. Piaskowce te zawierają niekiedy zwęglony detrytus roślinny. Stwierdzono również piaskowce średniopielastych, kruche, porowate o spoiwie krzemionkowym. W stanie zwietrzałym odznaczają się one jasnym zabarwieniem. Bezpośrednio powyżej (w profilu) stwierdzono piaskowce gruboławicowe (do 1 m), średniopielastych, bardzo porowate i kruche, nie burzące z kwasem solnym.

W szurfie nr 8 (ryc. 3B) występują szare mułowce wapniste drobnolaminowane oraz mułowce wapniste, muskowitowe z przeławiczeniami piaskowców, zlewanych, cienkoławicowych, stalowoszarych, pelitycznych o spoiwie wapiennym. Ponadto stwierdzono kilka ławic (o miąższości od 5 do 20 cm) piaskowców grubopielastych, kruchych, rozsypliwych. Są one utworzone, przede wszystkim, ze słabo wysortowanych i nie obtoczonych ziarn białego kwarcu, o średnicy do 2 mm. Oprócz kwarcu piaskowce zawierają dosyć liczne fragmenty popielatoszarych łupków marglistych. Wielkość tych „fragmentów” dochodzi niekiedy do 1,5 cm. W podrzędnych ilościach występują ziarna czarnych litytów (?), muskowit oraz pirit; spoiwo piaskowców — mulasto-wapniste.

Występujące w Brzeżance — ponad łupkami wierzowskimi — margle krzemionkowe, spongiolity, piaskowce gezowe oraz kruche piaskowce gruboławicowe są wieku górnego apt — alb. Opisane osady uważa się za dolne warstwy łockie, za czym przemawia również ich podobieństwo litologiczne do rozwoju dolnych warstw łockich w fałdzie Grabownicy (9, 6, 7).

Do jednostki podśląskiej w Brzeżance należą osady pstre, występujące poniżej dolnokredowych utworów płata Bonarówki. Osady pstre ukazują się zarówno w niszy osuwiska, koluwiach, jak i poza osuwiskiem — w północnej części terenu badań (ryc. 3B). W górnej części osuwiska występują głównie czerwone łupki ilaste (—HCl) ze smugami łupków zielonych. Z analizy areometrycznej wynika, że łupki pstre zawierają około 40% frakcji ilastej oraz ponad 55% frakcji pylastej. Frakcja piaszczysta występuje w ilości poniżej 5%.

Próbki z łupków pstrych zawierały bogate zespoły otwornicowe, wieku paleogeńskiego (ryc. 3B). W jednej z próbek (szurf nr 7) stwierdzono bogaty zespół zawierający między innymi: *Rhabdammina cylindrica* Glaessner, *Ammodiscus siliceus* (Terquem), *Glomospira charoides* (Jones et Parker), *Glomospira gordialis* (Jones et Parker), *Trochammina*



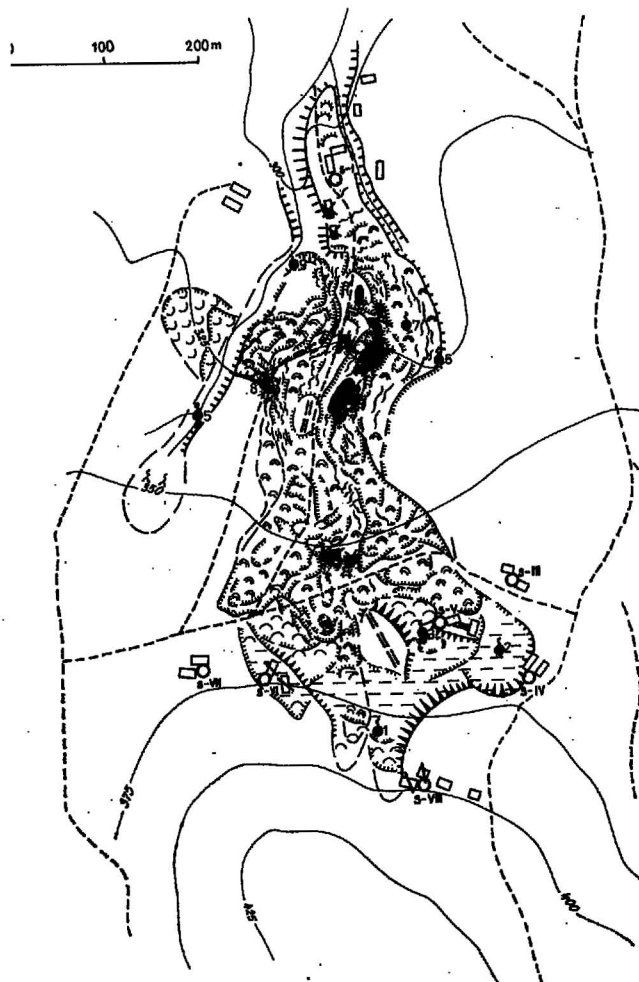
Ryc. 1. A — usytuowanie terenu badań, B — szkic morfologiczny obszaru osuwiskowego w Brzeżance (stan przed grudniem 1974).

1 — nisze i krawędzie osuwiskowe dobrze zachowane o wysokości ponad 7 m, 2 — nisze i krawędzie osuwiskowe dobrze zachowane o wysokości 3–6 m, 3 — nisze i krawędzie osuwiskowe dobrze zachowane o wysokości 0,5–3 m, 4 — nisze i krawędzie osuwiskowe słabo zachowane o wysokości 3–6 m, 5 — nisze i krawędzie osuwiskowe słabo zachowane o wysokości 0,5–3 m, 6 — nisze i krawędzie osuwiskowe nowo powstałe lub odmłodzone o wysokości 3–6 m, 7 — nisze i krawędzie osuwiskowe nowo powstałe lub odmłodzone o wysokości 0,5–3 m, 8 — szczeliny, nabrzmienia i rozpadliny osuwiskowe, 9 — zagłębienia wewnątrz osuwiskowe, 10 — spłaszczenia schodów osuwiskowych, 11 — grzędy i garby osuwiskowe, 12 — jezory kółułów osuwiskowych czynne, 13 — jezory kółułów osuwiskowych nieczynne, 14 — koryta rzeczne, 15 — podcięcia erozyjne, 16 — niecki denudacyjne, 17 — studnie, 18 — wycieki, wysięki, 19 — źródła, 20 — stawki osuwiskowe, 21a — uszkodzone zabudowania w wyniku ruchów osuwiskowych w 1967 r., 21b — zniszczone lub uszkodzone zabudowania w wyniku ruchów osuwiskowych w 1974 r., 21c — uszkodzone zabudowania w wyniku ruchów osuwiskowych w 1976 r.

Fig. 1. A — Location of the area studied, B — morphological sketch of landslide area from Brzezanka (situation from before December 1974).

1 — well-preserved niches and landslide margins over 7 m high, 2 — well-preserved niches and landslide margins 3–6 m high, 3 — well-preserved niches and landslide margins 0.5–3 m high, 4 — poorly preserved niches and landslide margins 3–6 m high, 5 — poorly preserved niches and landslide margins 0.5–3 m high, 6 — newly formed or rejuvenated niches and landslide margins 3–6 m high, 7 — newly formed or rejuvenated niches and landslide margins 0.5–3 m high, 8 — landslide fissures, swellings and clefts, 9 — intra-landslide depressions, 10 — flattenings of landslide steps, 11 — landslide thresholds and hummocks, 12 — inactive tongues of landslide colluvia, 14 — river channels, 15 — erosional incisions, 16 — denudational depressions, 17 — wells, 18 — seepage springs, effusions, 19 — springs, 20 — landslide ponds, 21a — buildings damaged in result of landslide movements from 1967, 21b — buildings destroyed or damaged in result of landslide movements in 1974, 21c — buildings damaged in result of landslide movements in 1976.

*ides irregularis* White, *Glomospira diffundens* Cushman et Renz oraz *Rzehakina fissistomata* (Grzybowski). Mikrofauna ta dokumentuje paleocen.



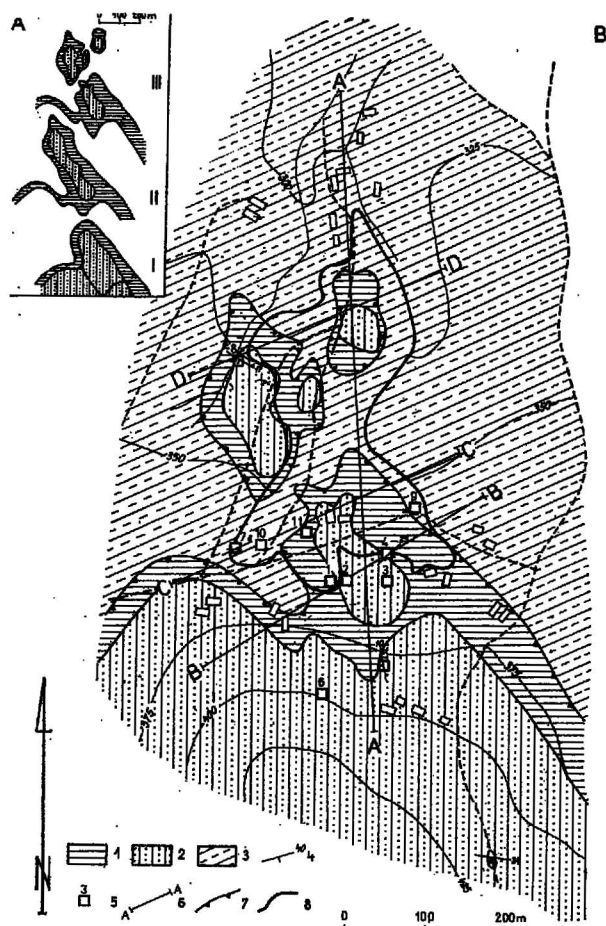
Ryc. 2. Szkic morfologiczny osuwiska w Brzeżance powstałego w grudniu 1974 r. Objaśnienia jak na ryc. 1.

Fig. 2. Morphological sketch of landslide formed at Brzezanka in December 1974. Explanations as given in Fig. 1.

W próbkę, pobranej z łupków pstrych, wapnistych (szurf 10, ryc. 3B) stwierdzono bardzo liczną mikrofaunę bentoniczno-planktoniczną środkowego eocenu, zawierającą między innymi: *Ammodiscus siliceus* (Terquem), *Haplophragmoides suborbicularis* (Grzybowski), *Trochamminoides irregularis* White, *Globorotalia aragonensis* Nuttall, *Globorotalia caucasica* Glaessner, *Turborotalia pentacamerata* (Subbotina), *Turborotalia densa* (Cushman), *Turborotalia pseudotopilensis* (Subbotina) oraz *Globigerina eocena* Gümbel, *Globigerina linaperta* Finlay, *Nuttallides trumpyi* (Nuttall), *Cibicides grimsdalei* Nuttall oraz *Anomalina aragonensis* Nuttall. Do środkowego eocenu (wyższa część) należą również czerwone łupki ilaste z *Cyclammina amplexans* Grzybowski oraz *Ammodiscus latus* Grzybowski, stwierdzone w szurcie nr 9 (ryc. 3B).

Ponieważ osady jednostki podśląskiej zapadają w kierunku południowo-wschodnim należy się spodziewać, że w dolnej części osuwiska występują zapewne osady senońskie (margle węglowieckie). Przemawia za tym może stwierdzona tutaj obecność cienkich ławic jasnych margli. Tak więc, w rejonie Brzeżanki jednostka podśląska reprezentowana jest zapewne przez osady wieku senon-eocen środkowy.

W Brzeżance płasko leżące otwory dolnokredowe jednostki śląskiej, płata Bonarówka, nasunięte są na osady pstre jednostki podśląskiej, również płasko zapadające na SE. Jak można wnioskować z przekro-



Ryc. 3. A — etapy rozwoju osuwiska, B — szkic geologiczny obszaru osuwiskowego w Brzeżance.

1 — łupki wierzowskie, 2 — warstwy lgoćkie dolne, 3 — łupki i margle pstrze, 4 — bieg i upad warstw, 5 — szurty, 6 — linia przekroju, 7 — nasunięcie jednostki śląskiej na podśląską, 8 — zasięg osuwiska z 1974 r.

Fig. 3. A — Stages in development of landslide, B — geological sketch of landslide area from Brzeżanka.

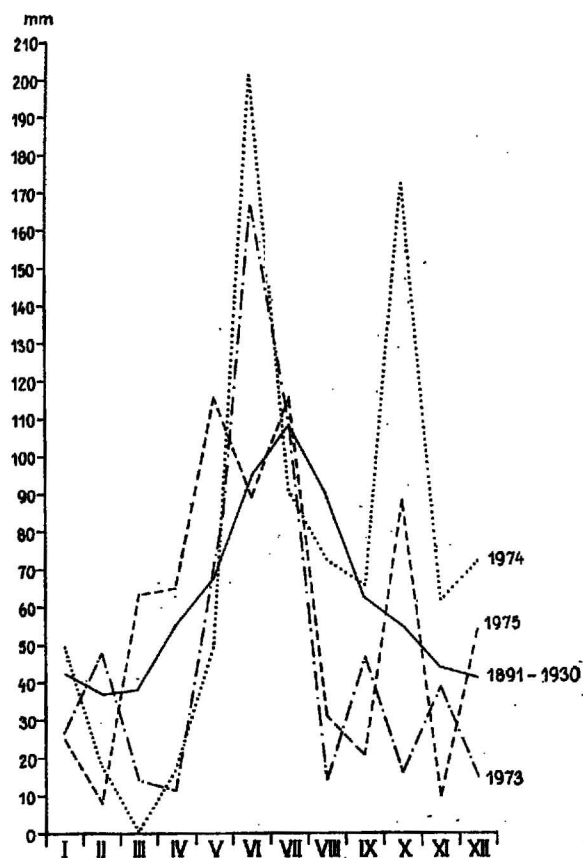
1 — Wierzowskie Shales, 2 — Lower Lgota Beds, 3 — Mottled Shales and Marls, 4 — strike and dip of strata, 5 — excavations, 6 — line of cross-section, 7 — overthrust of the Silesian Unit on the Sublesian, 8 — extent of the landslide in 1974.

jów geologicznych, powierzchnia nasunięcia jednostki śląskiej pod niewielkim kątem nachylona jest ku południowi (ryc. 4).

We wstępnym komunikacie, dotyczącym osuwiska w Brzeżance (3), dolnokredowe utwory, ukazujące się w niszy osuwiska, zinterpretowane zostały jako zafalowany u czoła płata Bonarówki fragment jednostki podśląskiej. Szczegółowsze badania przytoczone uprzednio wykazały, iż są to warstwy wierzowskie i dolnolgoćkie jednostki śląskiej.

W obszarze osuwiskowym w Brzeżance stwierdzono kilka źródeł i studni (ryc. 2). Źródła związane są z wychodniami gruboławicowych piaskowców lgoćkich. Źródła 1—3 (ryc. 2) usytuowane są w niszy starego osuwiska. Wydajność ich jest niewielka — rzędu 0,1 l/s. Inne źródło (nr 4), o wydajności 0,16 l/s, położone jest w niszy osuwiska z 1974 r. Podobną wydajność posiada również źródło nr 5 (ryc. 2). Ponadto obserwowano wiele drobnych źródełek odwadniających koluwia osuwiskowe. Opisane źródła, łącznie z niewielkimi wyciekami wód gruntowych, dają początek ciekowi powierzchniowym, ograniczającym osuwisko.

W dniu 22 I 1975 r. poziom wód gruntowych stabilizował się w studniach na głębokości od 0,3 m



Ryc. 5. Wykres opadów miesięcznych z lat 1973—76 i średnich wieloletnich (1891—1930) dla stacji IMGW Strzyżów.

Fig. 5. Graph of monthly precipitations from the years 1973—1976 and many-years averages (1891—1930) according to the Institute of Meteorology and Water Management station from Strzyżów.

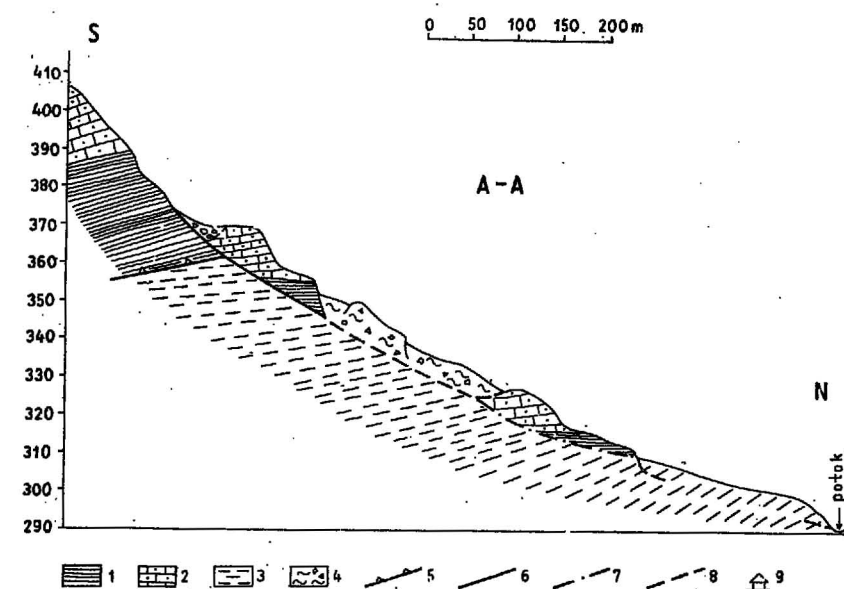
(S-II) do 6,75 m (S-IV). W studni S-I, poniżej osuwiska, zwierciadło wody występowało na głębokości 6,0 m. W maju 1976 r. powtórzono pomiary. W stosunku do 1974 r. zwierciadło wód gruntowych występowało przeważnie o kilkadziesiąt centymetrów głębiej.

Najniższy stan wód gruntowych stwierdzono w dniu 26 IX 1976 r. Z wyjątkiem studni S-IV, gdzie zanotowano analogiczny stan jak w dniu 22 I 1975 r., w pozostałych studniach zwierciadło wody stabilizowało się od 0,6 m (S-III) do 2,8 m (S-VI), poniżej stanu ze stycznia 1975 r. Ponadto stwierdzono całkowity zanik wody w studniach S-II i S-VIII. Zanik wody w studni S-II wiąże się z odwadnianiem mas koluwalnych, natomiast osuszenie studni S-VIII może być następstwem powstania nowych spękań osuwiskowych, stwierdzonych w marcu i kwietniu 1976 roku.

#### OPIS OSUWISKA

Osuwisko w Brzeżance usytuowane jest w leju źródłowym małego potoku, rozcinającego grzbiet Bonarówki (ryc. 1B). Rozpoczyna się ono na wysokości 403 m n.p.m. Długość osuwiska wynosi około 650 m, przy szerokości około 180 m. Osuwisko zajmuje powierzchnię 9,6 ha, z czego na formę z lat 1974—1976 przypada 7,0 ha.

W obrębie osuwiska w Brzeżance stwierdzono różnowiekowe formy. Główne rysy określone są przez formy starsze, których elementem dominującym są nisze osuwiskowe, spłaszczenia schodów osuwisko-



Ryc. 4. Przekroje geologiczne przez obszar osuwiskowy w Brzeżance.

1 — łupki wierzowskie, 2 — warstwy lgoćkie dolne, 3 — łupki i margle pstre, 4 — koluwia osuwiskowe, 5 — nasunięcie jednostki śląskiej na podśląską, 6 — powierzchnia poślizgu z II etapu, 7 — starsza powierzchnia poślizgu z 1974 r., 8 — młodsza powierzchnia poślizgu z 1974 r., 9 — zniszczone zabudowania.

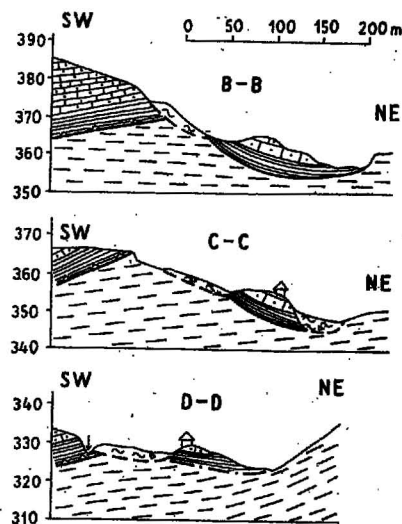


Fig. 4. Geological sections through landslide area at Brzeżanka.

1 — Wierzowskie Shales, 2 — Lower Lgota Beds, 3 — Mottled Shales and Marls, 4 — landslide colluvia, 5 — overthrust of the Silesian Unit on the Subilesian, 6 — slide plane from the second stage, 7 — older slide plane from 1974, 8 — younger slide plane from 1974, 9 — destroyed buildings.

wych oraz niskie garby i zagłębienia. Formy te, dobrze wykształcone i zachowane, znajdują się w górnej części osuwiska. Szczególnie dotyczy to krawędzi obrzeżających osuwisko od zachodu. Wysokość ich wynosi 3–10 m. W większości mają one przebieg zbliżony do prostoliniowego (ryc. 1B), co może być związane z uwarunkowaniami strukturalnymi. Niżej znajdują się wyraźne spłaszczenia oraz garby o wysokości do kilku metrów, powstałe z odkłutych „kier” i bloków piaskowców. Jest to najstarsza zachowana część osuwiska, w zasadzie nie objęta ruchami grawitacyjnymi w 1974 r. Poniżej 370 m npm występują formy związane z młodszymi generacjami ruchów. Jedynie na wysokości od 330 do 340 m npm zachował się wyraźny garb o wysokości 1–3 m. Jest to również „kra” piaskowcowo-lupkowa, która w późniejszym okresie nie brała udziału w ruchu.

Osuwisko z 1974 r. (ryc. 2) ma dwie wyraźne nisze, rozdzielone „kra” osuwiska starszego. W górnej części tej „kry” występowały pęknięcia i szczeliny ułożone amfiteatralnie, powstałe z przemieszczenia niewielkich pakietów. W miejscu powstania obu nisz nastąpiło odspojenie się masy zwietrzałych i nawodnionych piaskowców lgoćkich, lupków wierzowskich i glin, które dwoma jezorami skierowanymi zbieżnie zsunęły się w dół. Zsuwające się jezory wyerodowały dwie rynny osuwiskowe wycięte w łupkach pstrych i wierzowskich (ryc. 2, 3B).

Rynna wschodnia, dłuższa rozpoczyna się niszą o wysokości 1–3 m i nachyleniu powyżej 50° ku NW. Od wschodu rynnę ogranicza wyraźna krawędź zapadająca pod kątem 28° na W. Na powierzchni tej stwierdzono rysy wskazujące na ruch w kierunku 310° (NNW). Zachodnia rynna rozpoczyna się niszą, której ściana, a zarazem powierzchnia poślizgu zapadła pod kątem 36° na N. Zachodnie obrzeżenie rynny stanowi powierzchnia poślizgu zapadająca pod kątem 55° ku E, co sugeruje, że rynna zachodnia jest głębiej wcięta w podłoże niż rynna wschodnia. Poniżej wysokości 340 m npm koluwia ponownie uległa rozdzielaniu. Elementem rozdzielającym jest odkłuta „kra” piaskowców lgoćkich, o powierzchni około 800 m².

Przy wschodnim obrzeżeniu osuwiska koluwia nasunęła się częściowo na zbocze, o czym świadczą

podłużnie ułożone „skiby” i spiętrzenia koluwiów na nie naruszoną stok (ryc. 2). W dolnej części jezora osuwiskowego znajdowała się duża „kra” piaskowców lgoćkich i łupków wierzowskich, której część uległa przemieszczeniu i częściowemu zniszczeniu, w wyniku czego powstało wyraźne spiętrzenie czoła osuwiska, o wysokości do 3 m. Przed czołem osuwiska powstały skośne spękania, będące efektem nacisku wywieranego przez zsuwające się koluwia. Powierzchnia jezora jest nierówna, posiada zarówno liczne rozwarpte szczeliny tensyjne, jak i zaciśnięte spękania związane z kompresją.

W zachodniej części osuwiska, poniżej wysokości 340 m npm, na odcinku długości około 80 m, występuje jezor w formie „potoku błotnego”, który następnie wylał się wachlarzowato na swoje przedpole. Ruch spowodował zniszczenie sadu owocowego i słupów elektrycznych. Czoło osuwiska tworzą tutaj skiby o wysokości około 1,5 m, płasko nasunięte na nie naruszoną część stoku. Skiby zbudowane są z glin wraz z pokrywą darniową.

Na wiosnę 1976 r. wystąpiły dalsze pęknięcia i wyraźne przemieszczenia koluwiów w górnym odcinku osuwiska. W skład koluwiów osuwiska starszego wchodzi odkłuta „kra” i bloki, tworzące garby i schody wewnątrz osuwiskowe, zbudowane z gruboławicowych piaskowców, łupków wierzowskich, glin zwietrzelinowych i rumoszków (ryc. 4). Miąższość omawianych koluwiów prawdopodobnie wynosi około 15 m (ryc. 4). Powierzchnia poślizgu osuwiska przebiega głównie na kontakcie osadów dolnokredowych i łupków pstrych.

Koluwia osuwiska z 1974 r. tworzą gliny zwietrzelinowe, ły z rumoszem piaskowców i łupków. W niszy osuwiska występują bloki piaskowców o wymiarach 1×1×1,5 m. Powierzchnia poślizgu w niszach i bocznych krawędziach przebiega przede wszystkim w obrębie łupków pstrych. Pobrano z nich próbki o strukturze naruszonej (szurf 1, 7, ryc. 3B). Ustalono, że są to ły plastyczne o wilgotności naturalnej 26–37%, ciężarze objętościowym 1,76–1,97 g/cm³ i stopniu plastyczności 0,22–0,29.

Próbka pobrana z koluwiów osuwiska starszego (szurf 2) pozwoliła stwierdzić, że jest to glina cięż-

ka, twardestwa o wilgotności naturalnej wynoszącej 17,6%, ciężarze objętościowym 2,06 g/cm<sup>3</sup> i stopniu plastyczności 0,18.

#### ETAPY ROZWOJU I PRZYCZYNY OSUWISKA

Osuwisko w Brzeżance powstało w kilku etapach, które odtworzono na podstawie budowy geologicznej i form morfologicznych (ryc. 3A). Przy północnej krawędzi płata Bonarówka, zbudowanego z gruboławicowych piaskowców, leżących na miękkich łupkach ilastych, istniała sieć spękań równoległych i prostopadłych do biegu warstw. Przed czołem piaskowców łgockich, w obrębie zwiertających i nawodnionych łupków wierzowskich i pstrych, miały miejsce procesy spęływania i płytkiego osuwania, powodujące zestromienie stoku na kontakcie piaskowce-łupki. Następuje odprężenie górotworu i rozwarcie spękań. Z istniejącego masywu zaczyna się wyodrębniać „kra” o wymiarach 250 × 150 m (I, ryc. 3A).

W kolejnym etapie (II) ulega odkłuciu i przemieszczeniu w dół stoku „kra”, utworzona z łupków wierzowskich i piaskowców łgockich. Powierzchnia poślizgu pokrywa się częściowo z kontaktem tektonicznym, między jednostką śląską i podśląską. Powstaje wyraźna niska oraz spłaszczenia i garby poniżej. W wyniku dalszego rozwoju osuwiska (III, ryc. 3A), oddziela się „kra” środkowa i przemieszcza w dół o około 200 m. Obecnie zaznacza się ona w formie niewysokiego garbu na rzędnej 330–340 m npm (ryc. 1B, 2, 3, 4).

Opisane etapy nie są datowane. Być może etap III należałoby wiązać z ruchami, które miały miejsce około 1850 r. Należy sądzić, że między wyróżnionymi etapami zachodziły ruchy na mniejszą skalę, podobnie jak w latach 1967–1969 lub w 1976 r.

Jesienią 1974 r. następuje znaczna aktywizacja ruchów poprzez odmłodzenie osuwiska z etapu III. W dół stoku przesuwa się i częściowo rozpada „kra” środkowa. W wyniku zachwiania równowagi, w górnej części stoku powstają dwie nisze wokół górnej „kry” z etapu II. Materiał odkłuty przemieszcza się zbieżnymi rynnami w dół stoku. Po 1974 r. zachodzą dalsze ruchy, które stanowią mogącą wczesną fazę powstawania nowego zsuwu, zagrażającego obszarom dotychczas nienaruszonym. Również w dolnej części terenu badań, poniżej czoła osuwiska obserwuje się aktywizację procesów masowych (ryc. 2).

Powstanie osuwiska na północnych stokach Bonarówka spowodowane jest zarówno czynnikami geologicznymi, jak i klimatycznymi. Do zasadniczych czynników geologicznych należy zaliczyć występowanie w dolnej części stoku utworów łupkowych, a w górnej części piaskowców gruboławicowych. Wytrzymałość łupków pstrych i wierzowskich jest dodatkowo osłabiona istnieniem ważnej dyslokacji, jaką jest nasunięcie jednostki śląskiej na podśląską. Wyępujące u podstawy stoku łupki pstrye należą do osadów najbardziej podatnych na ruchy masowe (2).

Bezpośrednią przyczynę powstania osuwiska w 1974 r. stanowiły opady atmosferyczne (tab. ryc. 5). Stwierdzono, że wielkość opadów w 1974 r. (dla stacji IMGW w Strzyżowie) była znacznie większa niż w latach 1973 i 1975 oraz w wieloleciu 1891–1930 (10). Opady w 1974 r. były o 19% większe od średnich wieloletnich, natomiast w ostatnim kwartale 1974 r. — większe o 118% od średnich.

Jeszcze większe różnice zaznaczają się w sumach opadów miesięcznych, które były większe: o 212% w październiku, o 40% w listopadzie i o 7% w grudniu, w stosunku do średnich z lat 1891–1930. Po względnie suchym okresie (styczeń–maj 1974) zanotowano znacznie zwiększone opady, z kulminacjami przypadającymi na czerwiec i październik. W tych miesiącach opady miały charakter ciągły, o średnim opadzie dobowym wynoszącym odpowiednio 6,8 i 5,5 mm. W dniach: 1, 11, 12 VI oraz 6, 13, 14, 15 X przybrały one postać deszczów ulewnych o opadzie 20–40 mm na dobę.

Na skutek intensywnych opadów, powodujących nawilgocenie gruntów ilastych, zmieniła się ich konsystencja i obniżyły parametry wytrzymałościowe. Można przypuszczać, że skoro w okresie stosunkowo

| lata      | miesiące | Suma opadów w mm |       |       |      |      |
|-----------|----------|------------------|-------|-------|------|------|
|           |          | I–XII            | X–XII | X     | XI   | XII  |
| 1891–1930 |          | 735,0            | 140,0 | 55    | 44,0 | 41,0 |
| 1973      |          | 584,7            | 70,0  | 16,1  | 38,9 | 15,0 |
| 1974      |          | 873,8            | 305,3 | 171,8 | 61,4 | 72,1 |
| 1975      |          | 684,9            | 151,5 | 87,7  | 10,0 | 53,8 |

suchym (wrzesień 1976) koluwia posiadały konsystencję plastyczną i twardestwa, to w okresie bezpośrednio poprzedzającym ruch, konsystencja gruntów była miękkoplastyczna a miejscami płynna. Przy konsystencji miękkoplastycznej kąty tarcia wewnętrznych w gruntach spoistych osiągnęły wartości w granicach od 5 do 12°, a więc o 5–12° niższe od średniego nachylenia stoku (17°). Innym czynnikiem inicjującym ruch było działanie ciśnienia spływowego. Wszystkie te czynniki spowodowały naruszenie równowagi stoku, powstanie płaszczyzny ze ścinania i grawitacyjny ruch mas koluwalnych.

Osuwisko w Brzeżance należy do typu osuwisk strukturalnych — insekwentnych. Podobnego typu osuwiska znane są z różnych miejscowości w zewnętrznych Karpatach fliszowych (2), między innymi z południowego stoku Bonarówka w Węglówce. Wspólną cechą tych zsuwów jest to, że początkowo mają one charakter strukturalno-pakietowy, o znacznych rozmiarach poprzecznych, a odmłodzone przybierają często wydłużoną formę na kształt „lodowców alpejskich”. Przykład osuwiska w Brzeżance ukazuje skalę przemieszczeń osuwiskowych. W pewnych wypadkach tego typu zsuwy mogą być fałszywie interpretowane jako przejawy tektoniki.

Autorzy składają serdeczne podziękowania Docent Janinie Liszkowej za oznaczenia mikropaleontologiczne.

#### LITERATURA

1. Bieda F., Geroch S. et al. — Stratigrafia Wnieszni Polskich Karpat. Biul. Inst. Geol., 1963, nr 181.
2. Bober L., Oszczytko N. — On geological conditions of structural landslides occurrences in the Polish Flysch Carpathians. Proceedings of the Xth Congress CBGA, 1973, Section III Tectonics, Geol. Ust. D. Stura, Bratysława, 1975.
3. Bober L., Chowaniec J. et al. — Osuwisko w Brzeżance koło Strzyżowa. Kwart. geol., 1976, nr 2.
4. Goblót H. — O budowie geologicznej Karpat na północ od Krosna. Spraw. Pol. Inst. Geol., 1928, nr 3–4.
5. Katalog osuwisk karpaccich, powiat Strzyżów. Arch. Inst. Geol., Warszawa, 1970.
6. Koszarski L. — O stosunku warstw grodzkich do wierzowskich w Karpatach Środkowych. Kwart. geol., 1961, nr 4.
7. Koszarski L. — Brzeżne spiętrzenie jednostki śląskiej i jednostka podśląska w przekroju Sanu na odcinku Sanok—Miedzybrodzie. Przew. XXXIV Zjazdu PTG. Wyd. Geol., 1961.
8. Nowak J. — Stosunki geologiczne obszaru między Krosnem i Węglówką. Roczn. Pol. Tow. Geol., 1925, nr 2.
9. Wdowiarz S. — Geologia fałdu Grabownicy. Biul. Inst. Geol., 1953, nr 120.
10. Wiszniewski W. — Atlas opadów atmosferycznych w Polsce 1891–1930. Warszawa, 1953.

## SUMMARY

The landslide from northern slopes of Bonarówka Hill at Brzeżanka near Strzyżów became active in December 1974. First movements were recorded in October 1974 and the maximum translocations — in December 24, 1974, when 6 buildings were destroyed. The mass movements from these slopes are dated at about 130 years and larger-scale translocations were recorded in 1967 and 1969.

The landslide from Brzeżanka developed at northern margin of the Bonarówka patch, in the zone of overthrust of the Silesian Unit on the Subsilesian (Figs. 3, 4). The Silesian Unit is here represented by Upper Wierzowskie shales (Barremian — Aptian) and Lgóckie Beds (Aptian — Albian) and the Subsilesian Unit — by mottled shales and marls of the Senonian — Eocene. The origin of the landslide was directly related to intense precipitation from the last quarter of 1974 (Fig. 5).

## РЕЗЮМЕ

В декабре 1974 г. активизировался оползень в местности Бжежанка в районе Стшижова, расположенный на северном склоне холма Бонарувка. Первые признаки движения наблюдались в октябре 1974 г., а самые большие перемещения — 24 декабря 1974 г. Они стали причиной разрушения шести зданий. Оползневые движения на описыванном склоне выступают уже от 130 лет, а самые большие перемещения имели место в 1967 и 1969 г.

Оползень в Бжежанке образовался при северном крае пласта Бонарувки, в зоне надвига силезской единицы на подсилезскую (рис. 3, 4). К силезской единице принадлежат верхние вежховские сланцы (барем-апт) и льгоцкие слои (апт-альб), подсилезскую единицу представляют сланцы и пестрые мергели (сенон-эоцен). Непосредственной причиной образования оползня было интенсивное выпадение дождей в последнем квартале 1974 г. (рис. 5).