

Formy osuwiskowe na wzgórzu Kurczyna nad projektowanym zbiornikiem „Świnna Poręba” w Karpatach

Andrzej Gałaś*

Landslide forms on the Kurczyna hill over the planned “Świnna Poręba” water reservoir in the Carpathians (southern Poland). Prz. Geol., 822–826.

Summary. The “Świnna Poręba” water reservoir, currently under construction, will change stability of surrounding slopes. The existing system of faults and crevice caves causes an increasing landslide threat. Two caves of this type and an extensional trench were located on the Kurczyna hill slope. Moreover, older landslide that may turn active when saturated with water were found at the foothill. The rocks exposed on the Kurczyna hill belong to the Silesian unit, which is marked by rather stable slopes, compared to the Magura unit. However, in this part of the Silesian unit, which is exposed in the foreland of the flat napped Magura unit and probably influenced by this nappe, the slopes are apt to landslides.

Key words: mass movements, joints, crevice caves, “Świnna Poręba” water reservoir, Silesian Nappe, Flysch Carpathians

W 1986 r. rozpoczęto budowę zbiornika retencyjnego „Świnna Poręba”. Powstanie on przez spiętrzenie rzeki Skawy, w odcinku przełomowym, 6 km na południe od Wadowic. Ukończenie zapory i towarzyszących jej obiektów hydrotechnicznych było przesuwane kilkakrotnie, ostatnio na 2008 r.

Głównym zadaniem tego zbiornika jest retencja wody i ewentualne zaopatrzenie w nią Górnego Śląska. Poprzez wybudowanie zbiornika nastąpi uregulowanie przepływu Skawy poniżej spiętrzenia i redukcja fali powodziowej, która stanowi zagrożenie także dla Krakowa. Spadek wody zostanie wykorzystany w elektrowni o mocy 3,8 MW. Dopuszczono wykorzystanie turystyczno-rekreacyjne i rybackie zbiornika (Jamka, 1998).

Piętrzenie i spuszczenie wód zbiornika retencyjnego powoduje zmiany nasycenia skał, wzrost sił hydrodynamicznych i może naruszyć stateczność zboczy doliny (Zabuski i in., 1999). Duże zmiany poziomu wód piętrownych w zbiorniku, wpływają bowiem na okresowy brak podparcia dla nasyconych wodą gruntów na stokach.

W otoczeniu przyszłej czaszy zbiornika zlokalizowano dotychczas 22 osuwiska (ryc. 1) (Bober, 1994; Fischer, 1998). Są one związane ze strefą nasunięcia warstw magurskich na płaszczowinę śląską i były przedmiotem szczegółowych badań geologiczno-inżynierskich Przedsiębiorstwa Hydrogeo w ramach studiów projektowych zbiornika „Świnna Poręba” (Faber & Ciombor, 1996). Badania te nie sięgnęły jednak wzgórza Kurczyna, zlokalizowanego na brzegu przyszłego zbiornika i zbudowanego z utworów jednostki śląskiej, która jest ogólnie uważana za teren mniej zagrożony osuwiskami. Na północ od Suchej Beskidzkiej, wartości wskaźnika osuwiskowości powierzchniowej dla jednostki magurskiej wynoszą 1,574, a dla śląskiej 0,843% (Bober, 1984).

Budowa geologiczna obszaru badań

Rzeka Skawa, na odcinku przyszłego zbiornika, rozciąga pasma wzgórz o łagodnych, falistych grzbietach typowych dla Beskidów. Nachylenie stoków zwykle nie przekracza 30°, a tylko w przełomowym odcinku rzeki koło Mucharza i Świnnej Poręby jest większe.

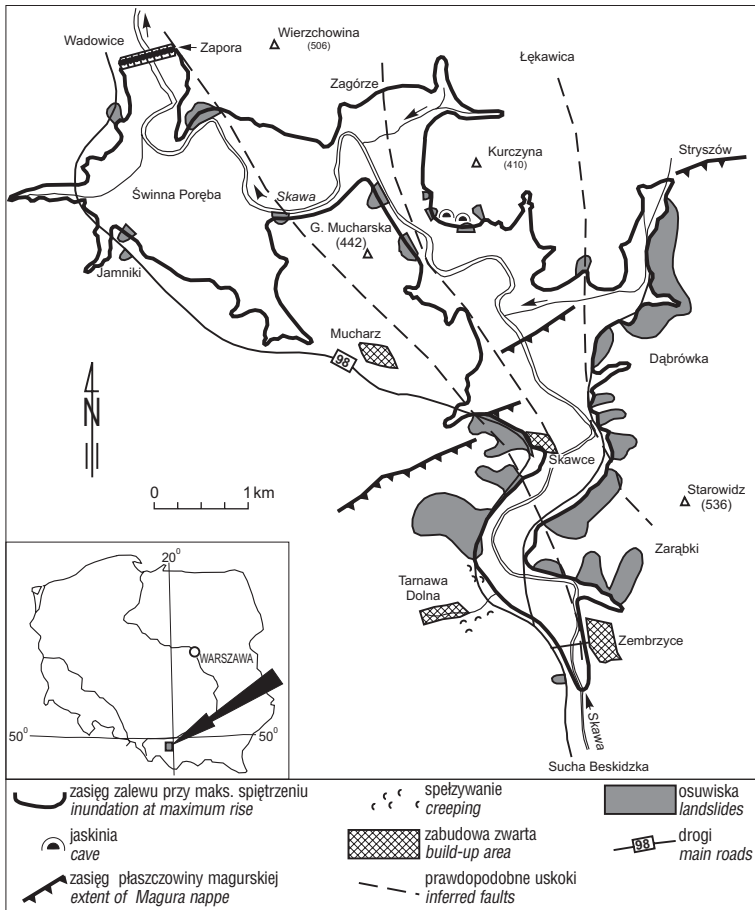
Wzgórza są zbudowane z fliszu płaszczowin śląskiej i magurskiej. Linia nasunięcia magurskiego dzieli obszar zbiornika z SW na NE (ryc. 1). Na omawianym obszarze w obrębie jednostki śląskiej występuje fragment bloku Beskidu Małego ograniczony poprzecznym uskokiem na linii Łękawica–Dąbrówka. Na wschód od tego uskoku płaszczowina jest złuskowana i podzielona od północy na siodło Stroń i siodło Stryszów–Palcza (Książkiewicz, 1973). Blok Beskidu Małego ma budowę monoklinalną, a warstwy zapadają przeważnie na południe. Przecinają go liczne uskoki poprzeczne, które powodują, że w poszczególnych częściach warstwy zapadają pod różnym kątem (ryc. 1) (Książkiewicz, 1973).

W strefie nasunięcia jednostki magurskiej na śląską, występują liczne zaburzenia tektoniczne, objawiające się spiętrzeniem i wyciśnięciem warstw, istnieniem megabrekcji tektonicznej oraz systemem odkluc i uskoków, w tym także uskoków poprzecznych do czoła nasunięcia (np. uskok Skawy — Książkiewicz, 1973). Zaburzenia te rzadko są widoczne na powierzchni. Przykładem jest strefa brekcji tektonicznej ujawniona dopiero w trakcie budowy przelewu na lewym przyczółku zapory. Według Grzybowski (1999) przełom Skawy, rozpoczynający się pomiędzy Kurczyną a Górą Mucharską, uformowany został poprzez uaktywnienie istniejących uskoków Mucharza i Zagorza. Zmiany spadku doliny na tym odcinku świadczą o bardzo młodych ruchach tektonicznych (późnoglacjalnych) (Grzybowski, 1999).

Wzgórze Kurczyna leży na prawym brzegu Skawy, pomiędzy Stryszowem i Mucharzem. Dolina Skawy w tym miejscu ma charakter przełomu: między Kurczyną i przeciwległą Górą Mucharską zwięża się do ok. 300 m. Wzgórze jest zbudowane z warstw istebniańskich dolnych i warstw istebniańskich górnych. We wschodniej części pojawiają się warstwy hieroglifowe. Warstwy istebniańskie dolne reprezentowane są przez ciemne łupki, stanowiące najwyższe ogniwo tych warstw. Tworzą one ławicę grubości od 0,1 do 1 m, budującą wierzchołkową partię Kurczyny i prawdopodobnie występujące w podłożu, we wschodniej części wzgórza. Pokrywa zwietrzliny maskuje ułożenie warstw.

Warstwy istebniańskie górne w rejonie wzgórza są reprezentowane przez piaskowce, zlepieńce i ciemne łupki ilaste. Przeważają piaskowce średnioziarniste, często zlepieńcowate tworzące ławice o grubości 1–1,5 m. W spągu piaskowców pojawiają się zlepieńce. Występuje tu także, ok. 1,5 m, warstwa charakterystycznych zlepieńców, które

*Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; pollux@slc1.geol.agh.edu.pl



Ryc. 1. Rozmieszczenie osuwisk wokół projektowanego zbiornika „Świnna Poręba” (wg Fischera, 1998)
Fig. 1. Distribution of landslides around the planned the “Świnna Poręba” water reservoir (after Fischer, 1998)

zawierają egzotyki skał magmowych i metamorficznych. Udział łupków w profilu warstw istebniańskich górnych nie przekracza 10%.

Odślaniające się na wzgórzu Kurczynna warstwy istebniańskie zapadają na ogół na S i SW pod kątem 20–30°. Zaobserwowano niewielkie uskoki i zmiany upadu warstw, świadczące o istnieniu lokalnych zaburzeń tektonicznych w obrębie masywu skalnego.

Podnóża stoków Kurczyny są często strome, zwłaszcza od południa, gdzie osiągają nachylenie 30–40°. W strefie tej niemal brak pokrywy zwietrzelinowej, a wschodniom piaskowców towarzyszą blokowiska skalne. W środkowej części stoku nachylenie maleje do ok. 20°, pojawiają się też odcinki niemal poziome. Wierchowina jest łagodna i pozbawiona wyraźnych form morfologicznych. W jej obrębie zaznaczają się dwa obłe wierzchołki (ryc. 2). Grubość zwietrzliny waha się tu w granicach 0,5–6 m. Stoki Kurczyny są rozcięte radialnie wąwozami (ryc. 2). Stoki porasta las mieszany, wierzchowina zaś jest częściowo wylesiona.

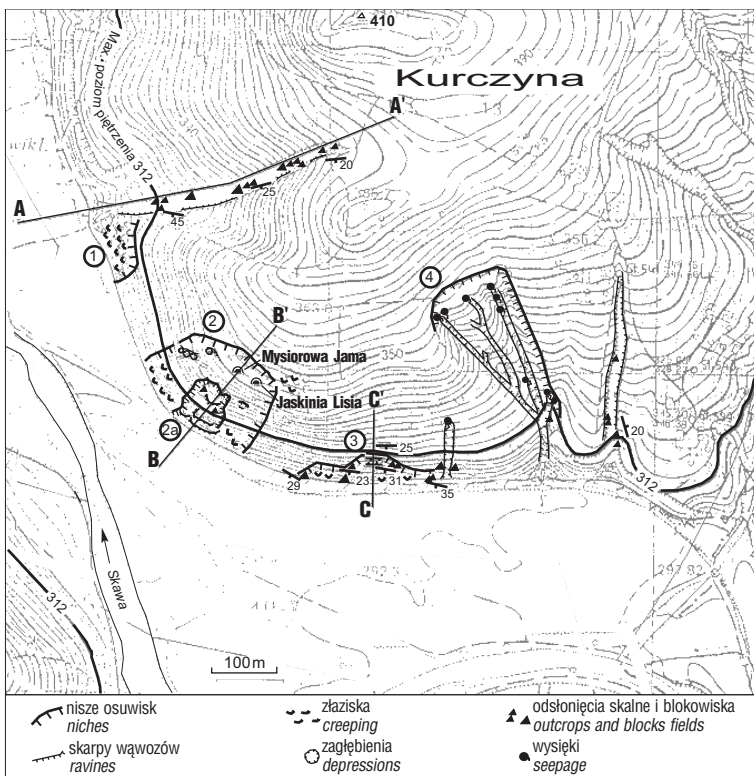
Zgodne z zapadaniem warstw nachylenie południowego stoku oraz występowanie łupków podścielających silnie spękane piaskowce i zlepnie przyja rozwojowi ruchów masowych (ryc. 3A).

Osuwiska na wzgórzu Kurczynna

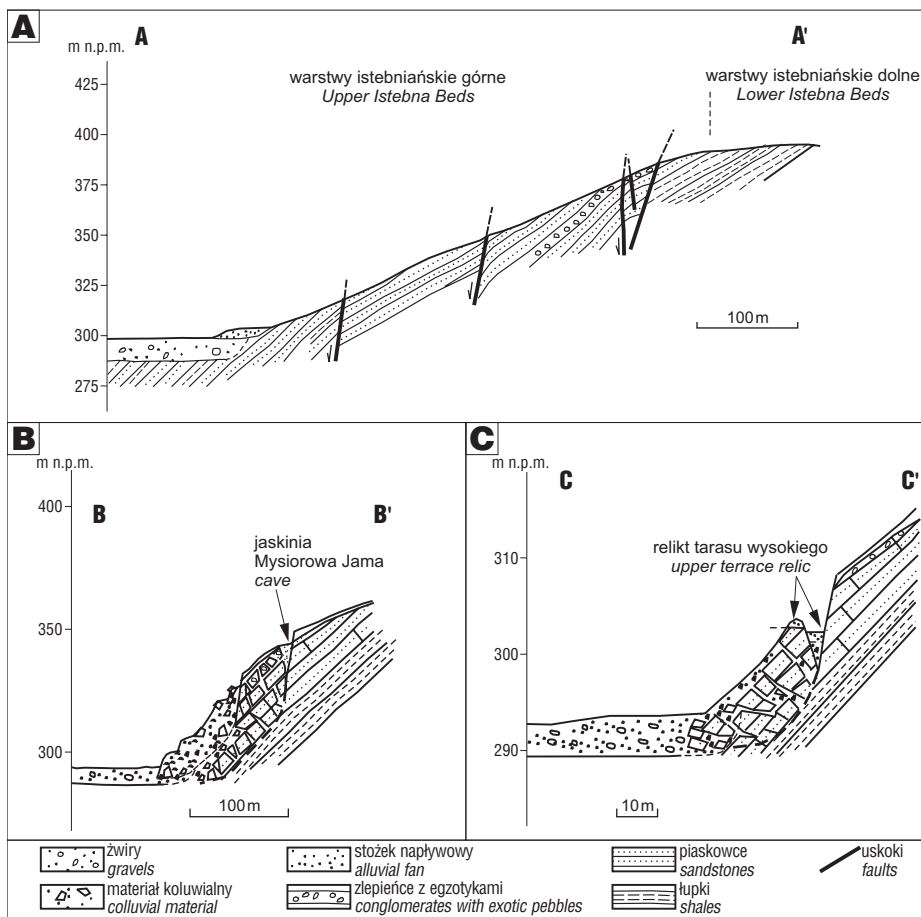
Dotychczas na stokach Kurczyny rozpoznano dwa małe osuwiska (Fischer, 1998). Szczegółowe badania terenowe wykazały jednak większy zasięg i ilość form występujących na tym obszarze. Zlokalizowano tu cztery formy osuwiskowe (ryc. 2).

Osuwisko 1. U podnóża zachodniego stoku, przy wylocie jednego z wąwozów powstało niewielkie osuwisko (ok. 1 ha) (ryc. 2.1). Nisza ma wysokość 2–3 m. Osuwaniu podlega zwietrzelina, a na powierzchni osuwiska są widoczne ślady spęływania. Współczesne przemieszczenia są widoczne szczególnie w obrębie wylesionej części stoku. Osuwisko określono jako translacyjne konsekwentno-zwietrzelinowe według klasyfikacji zaproponowanej przez Bobera (Bober, 1984).

Osuwisko 2. Kolejne, bardziej rozległe osuwisko zlokalizowano ok. 200 m na S od osuwiska 1, na SW skłonie Kurczyny (ryc. 2.2). Powierzchnia osuwiska wynosi ok. 3 ha. Nisza



Ryc. 2. Wzgórze Kurczynna z lokalizacją osuwisk i jaskiń
Fig. 2. Kurczynna Hill and localization of landslides and caves

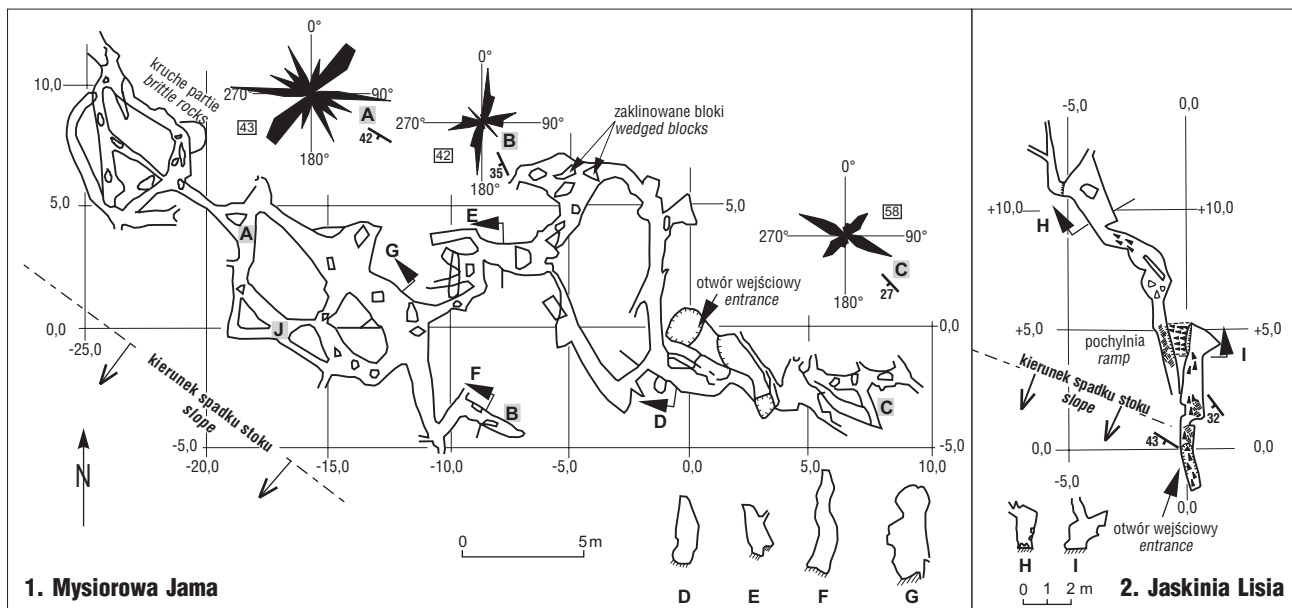


Ryc. 3. Wybrane profile stoku: przekrój A-A' — przez wąwóz, B-B' — przekrój przez Mysiorową Jamę, C-C' — w rejonie rozpadliny

Fig. 3. Selected cross-sections through the slopes: A-A' — ravine, B-B' — Mysiorowa Jama cave, C-C' — near cleft

o wysokości 3–5 m jest wyraźnie widoczna tylko w górnej części i ma długość ok. 150 m. U jej podnóża wykształciło się szerokie (ok. 30 m) wypłaszczenie. W tej strefie znajdują się otwory wejściowe dwóch jaskiń: Mysiorowej Jamy i Jaskini Lisiej, stanowiące typ *crevice caves* oraz trzy leje zapadliskowe i niewielki rów rozpadlinowy, które są równoległe do niszy (ryc. 2). Zapadliska mają głęb. 2–3 m i utworzyły się wskutek zawalenia stropu szczelin dylatacyjnych, których kontynuacją są obydwie jaskinie. Osuwisko powstało w obrębie gruboławicowych piaskowców i zlepieńców warstw istebniańskich górnych. Zdezintegrowany pakiet piaskowcowy ześlizguje się konsekwentnie po powierzchniach łupków, podścielających piaskowce i nachylnych tu pod kątem ok. 20°. Poniżej jaskiń powstało wtórne osuwisko, które rozwinęło się już w obrębie kolumwium opisywanej formy (ryc. 3B).

Jaskinie są kontynuacją płaszczyny oderwania mas skalnych wgłęb masywu. Podobne zjawisko, ale w inicjalnym etapie, opisali w Jaskini Zbójnickiej na Jaworzynie Krynickiej Margielewski i Urban (2000).

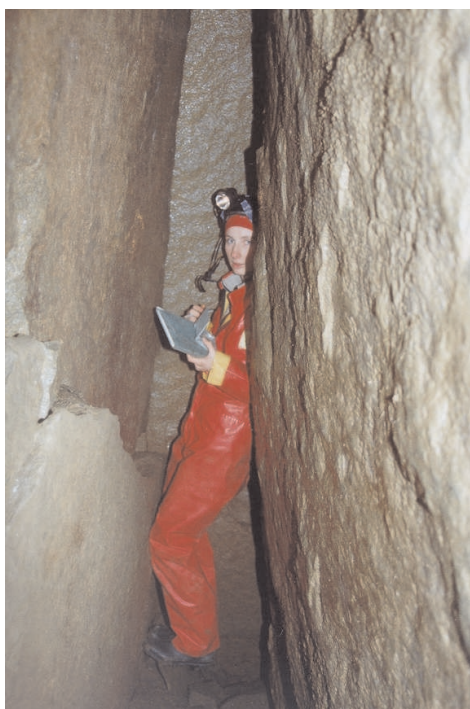


Ryc. 4. Plan jaskiń Mysiorowa Jama i Jaskinia Lisia (wg Ganszera [W:] Pulina, 1997), na rycinie zaznaczono linię spadku stoku oraz diagramy kierunkowe spękań ciosowych z liczbą pomiarów

Fig. 4. Sketch map of the Mysiorowa Jama and the Lisia caves (after Ganszer [in:] Pulina, 1997), with slope grade line and directional joint diagrams with number of measurements

Mysiorowa Jama ma długość ok. 130 m, deniwelację 35 m i obniża się nieznacznie w kierunku zachodnim (Ganszer [W:] Pulina, 1997). Wąskie korytarze są rozwinięte pomiędzy blokami piaskowcowymi dużych rozmiarów, odspojonymi wzdłuż spękań równoległych do stoku. Wysokość korytarzy dochodzi do 4 m, szerokość zaś rzadko przekracza 1 m. W znacznej części jaskinia ma charakter rumowiska. Wyraźne szczeliny o przebiegu prostoliniowym występują jedynie w części zachodniej jaskini (ryc. 4.1, ryc. 5 — korytarze A i J).

Jaskinia Lisia ma długość około 24 m, wysokość korytarzy nie przekracza 1,5 m (Klassek [W:] Pulina, 1997). Otwór stanowi trudny do pokonania zacisk wśród bloków skalnych, który znajduje się w dnie zapadliska pod niszą osuwiska. Krótki korytarz o przebiegu NW–SE stanowi szczelinę powstałą pomiędzy nieznacznie spękanymi blokami gruboławicowych piaskowców (ryc. 4.2).



Ryc. 5. Korytarz J w jaskini Mysiorowa Jama (vide ryc. 4.1). Z lewej część odstokowa

Fig. 5. Gallery J in the Mysiorowa Jama cave. Slope to the left



Ryc. 6. Osuwisko poniżej jaskini Mysiorowa Jama

Fig. 6. Landslide below the Mysiorowa Jama cave

Pomiary kierunków spękań w jaskini Mysiorowa Jama, wskazują na istnienie wyraźnego systemu spękań poprzecznych do biegu warstw T 40° oraz dwóch zespolonych spękań skośnych do biegu warstw: D1 275–285° i D2 165° (ryc. 4.1A, C). W części środkowej jaskini, zmiana kierunków zapadania warstw oraz kierunków spękań jest prawdopodobnie związana z przemieszczeniami fragmentów masywu skalnego w tej strefie i rotacją jego poszczególnych elementów (ryc. 4.1B).

Pomiary elementów tektonicznych w masywie *in situ* i w osuwiskach są nieliczne (ryc. 2) i nie można jednoznacznie wskazać na rodzaj przemieszczeń w obrębie osuwiska. Jest to prawdopodobnie zsuw translacyjny konsekwentno-ześlizgowy w klasyfikacji Bobera (1984). W obrębie koluwium analizowanej formy osuwiskowej powstało osuwisko potomne (ryc. 2.2a). Jego nisza znajduje się poniżej jaskiń. Zaznacza się ona w terenie wyraźną, w górnej części niemal pionową skarpą o wysokości ok. 2–5 m, z dwoma odsłonięciami spękanymi gruboławicowych piaskowców. Ma ona nieregularny przebieg. Powierzchnia tego osuwiska wynosi ok. 1 ha. W części podnizowej występują tu dwa zagłębienia i blokowiska skalne, a poniżej, na powierzchni koluwium uformowane są trzy stopnie osuwiskowe o wysokości od 2–4 m (ryc. 6). W obrębie tej formy osuwaniu ulegają bloki skalne, rumosz i zwietrzelina.

Osuwisko 3. Około 100 m na wschód od opisanych wyżej form nieco mniejsze osuwisko o szerokość ok. 150 m (ryc. 2.3). W zespole nisz o wysokości 1–4 m i nierównym przebiegu odsłaniają się gruboławicowe piaskowce i zlepnie z egzotykami warstw istebniańskich górnych. W strefie podnizowej, 10 m powyżej dna doliny, znajduje się rozpadlina skalna (rów rozpadlinowy) o szerokości ok. 4 m, stanowiąca prawdopodobnie pozostałość szczeliny inicjalnej. Przebieg rozpadliny jest równoległy do niszy; ma ona długość ok. 20 m. Na odspojonej części masywu skalnego zalegają otoczaki, które stanowią relikty starszego tarasu żwirowego (ryc. 3C). Liczne bloki skalne u podnóża stoku wskazują, że przemieszczeniu uległy tu pakiety gruboławicowych piaskowców istebniańskich, przykrytych utworami tarasu rzeczno-geologicznego. Jest to więc osuwisko pakietowe, konsekwentno-strukturalne (Bober, 1984).

Osuwisko 4. Nieco inną rzeźbą charakteryzuje się osuwisko zlokalizowane we wschodniej części wzgórza (ryc. 2.4). Jego nisza od północy ma wysokość ok. 2 m, a od wschodu tworzy stromą skarpę o wysokości ok. 7 m. Powierzchnia osuwiska wynosi ok. 4,5 ha. W strefie podnizowej występują młaki i wysięki typowe dla osuwisk rozwiniętych na zwietrzelinie ilastej lub łupkach. Koluwium przetransportowane w niższe partie stoku tworzy tu rozległy wał. Powierzchnia koluwium rozdzielona jest trzema wciosami erozyjnymi, które ku dołowi przechodzą w głęboko wcięte (7–9 m) wąwozy. W ich dnie odsłania się zwietrzelina łupków, a sporadycznie piaskowców, należących prawdopodobnie do warstw istebniańskich dolnych. Z dużym prawdopodobieństwem można wnioskować, że jest to zsuw konsekwentny stosunkowo cienkiej warstwy zwietrzeliny po powierzchni uławicenia łupków, warstw istebniańskich dolnych.

Potencjalne zagrożenie zbiornika „Świnna Poręba” osuwiskami

Oddziaływanie zbiornika na jego strefę brzegową (abrazja, zmiana nasycenia i parametrów geomechanicznych skał wskutek piętrzenia i spuszczenia wody) powodu-

je zaburzenie stateczności zboczy obszarów położonych powyżej rzędnej piętrzenia i zagraża posadowionym tam obiektom. Ruchy masowe stanowią też zagrożenie „żywołności” zbiornika poprzez zmniejszenie jego pojemności (Dziwański, 1999). W przypadku katastrofalnego przemieszczenia dużej masy skalnej do zbiornika, może nawet dojść do przelania się wody przez koronę zapory i zalania obszarów poniżej (Głodek, 1965). Jest to o tyle istotne, że na brzegach istniejących już zbiorników w Karpatach powszechnie obserwuje się uaktywnienie osuwisk (Zabuski i in., 1999). Największą intensywność proces ten osiągnął nad Jeziorem Rożnowskim, gdzie osuwiska zagrażają zabudowaniom oraz drogom (np. droga Kraków–Nowy Sącz na odcinku koło Tęgororza) (Ziętara, 1973; Poprawa i in., 1997).

Osuwiska i zsuw obserwowane na wzgórzu Kurczyna znajdują się na różnym etapie rozwoju i wskazują na możliwość dalszej aktywizacji ruchów masowych w otoczeniu zbiornika Świnna Poręba. Jakkolwiek nie są to bardzo rozległe formy, stanowią one jednak potencjalne zagrożenie dla funkcjonowania zbiornika. Rzędna przewidywanego normalnego piętrzenia wynosić będzie 309 m, a maksymalnego 312 m n.p.m. Opisane formy znajdują się więc częściowo pod wodą. Dotyczy to także jaskiń, których wyloty znajdują się na wysokości ok. 325 m, lecz ich najniższy dostępny punkt ma rzędna 305 m n.p.m. Oznacza to, że spekany górotwór otaczający jaskinie będzie intensywnie nasycony wodą w czasie napełnienia zbiornika i bardziej podatny na ruchy masowe w okresie szybkiego opróżnienia (Gałaś, 1998). Zlokalizowane tu jaskinie szczelinowe i rowy rozpadlinowe wskazują, że osuwiska nie osiągnęły jeszcze stadium finalnego. Ruch mas skalnych może mieć w tym wypadku gwałtowny przebieg i zagrazić bezpieczeństwu obiektów zlokalizowanych nad brzegiem zbiornika.

Dotychczas podnóże stoku jest porośnięte lasem i nie obserwuje się tu ruchów masowych. Planowane przez projektantów zapory i realizowane przez właścicieli gruntów karczowanie lasu do wysokości maksymalnego piętrzenia (312 m n.p.m.) spowoduje odsłonięcie na działanie erozji (abrazja i podmywanie brzegu) tej części stoku, jak również powstawanie tu licznych zsuwów zwietrzelinowych.

Dodatkowymi czynnikami uruchamiającymi osuwiska na obrzeżu zbiornika retencyjnego są podcięcia stoku przez prace inżynierskie oraz pogorszenie właściwości gruntów pod wpływem opadów deszczu. Przykładem tego może być małe osuwisko skalno-zwietrzelinowe (1 ha) w Jamnikach rozpoznane wcześniej jako ustabilizowane. Było ono zabezpieczane w związku z przekładaniem drogi nr 98. Po kilku dniach opadów w lipcu 1997 zbocze ruszyło a budynki nad skarpą wkopu drogowego zostały zniszczone. Powstały szczeliny o rozwarciu 0,5 i głęb. 1,7 m, a obniżenie w niszy wyniosło lokalnie 1,5 m (Fischer, 1998).

Wnioski

Stoki wzgórza Kurczyna, uważane dotąd za ustabilizowane (Faber & Ciombor, 1996), są w rzeczywistości zagrożone osuwiskami. Dotychczas obszar jednostki śląskiej, na którym znajdzie się większość zbiornika retencyjnego „Świnna Poręba”, był określony jako strefa niezagrażająca zbiornikowi w przeciwieństwie do strefy frontu nasunięcia płaszczowiny magurskiej (Fischer, 1998). Obserwacje form osuwiskowych na Kurczynie wskazują

jednak na zagrożenie przyszłego zbiornika ruchami masowymi również w utworach płaszczowiny śląskiej. Szczególnie podatne na osuwiska wydają się być te stoki, na których konsekwentnie ułożone warstwy fliszu są podcięte erozyjnie przez Skawę.

Ujawnienie zagrożenia osuwiskowego w otoczeniu zbiornika stwarza konieczność dokładniejszego zbadania kolejnych wzgórz otaczających przyszły zbiornik, zwłaszcza od zachodu i północy. Konieczne będzie więc szczegółowe kartowanie geomorfologiczne tych obszarów. Wyniki prac powinny wpłynąć na wypracowanie zasad gospodarki wodnej w zbiorniku, wytypowanie obiektów do zabezpieczenia oraz obszarów, w obrębie których konieczne będzie umocnienie brzegów.

Praca została zrealizowana w ramach badań własnych AGH 10.10.140.501

Literatura

- BOBER L. 1984 — Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biul. Inst. Geol.*, 340: 115–158.
- BOBER L. 1994 — Mapa dolin polskich Karpat fliszowych objętych degradacją wskutek ruchów masowych i eksploatacji kruszywa. *Państw. Inst. Geol.*
- DZIEWAŃSKI J. 1999 (red.) — Badania geologiczne masywów skalnych podłoża obiektów hydrotechnicznych. *Sozologia problemy w budownictwie wodnym. Studia, Rozprawy, Monografie*, 62.
- FABER B. & CIOMBOR C. 1996 — Mapa geologiczna osuwisk w strefie nasunięcia płaszczowiny magurskiej. *Sprawozdanie z obserwacji hydrogeologicznych prowadzonych w rejonie zbiornika wodnego „Świnna Poręba” na rzece Skawie w roku hydrologicznym 1996. Arch. PBGW Hydrogeo, Kraków.*
- FISCHER M.J. 1998 — Zagrożenie zbiornika „Świnna Poręba” osuwiskami. IX Konf. Sozolog. pt. *Sozologia na obszarze antropopresji na przykładzie zbiornika „Świnna Poręba”, A. Paulo (red.). PTG, AGH Kraków: 117–132.*
- GŁODEK J. 1965 — Katastrofy i awarie zapór wywołane warunkami geologicznymi. *Prz. Geol.*, 13: 164–168.
- GAŁAŚ A. 1998 — Prognoza oddziaływania zbiornika Świnna Poręba na środowisko. IX Konf. Sozolog. pt. *Sozologia na obszarze antropopresji na przykładzie zbiornika „Świnna Poręba”, A. Paulo (red.). PTG, AGH Kraków: 103–115.*
- GRZYBOWSKI K. 1999 — Wpływ litologii i tektoniki serii fliszowych oraz młodoczwartorzędowych ruchów tektonicznych na ukształtowanie doliny Skawy (zachodnie Karpaty zewnętrzne). *Prz. Geol.*, 47: 846–850.
- JAMKA P. 1998 — Realizacja projektu technicznego zbiornika Świnna Poręba. IX Konf. Sozolog. pt. *Sozologia na obszarze antropopresji na przykładzie zbiornika „Świnna Poręba”, A. Paulo (red.). PTG, AGH Kraków: 7–19.*
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1973 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, ark. Sucha Beskidzka. *Państw. Inst. Geol.*
- MARGIELEWSKI W. & URBAN J. 2000 — Charakter inicjacji ruchów masowych w Karpatach fliszowych na podstawie analizy strukturalnych uwarunkowań rozwoju wybranych jaskiń szczelinowych. *Prz. Geol.*, 48: 268–274.
- PULINA M. (red.) 1997 — Jaskinie polskich Karpat fliszowych. *Jaskinie Beskidu Małego, Beskidu Makowskiego, Pogórza Wiśnickiego, Beskidu Wyspowego, Górców, Beskidu Sądeckiego, Pogórza Rożnowskiego, Pogórza Ciężkowickiego. Wyd. PTPNoZ, 2: 228.*
- POPRAWA D., RĄCZKOWSKI W., KOPCIOWSKI R., NESCIERUK P., ZIMNAL Z., DZIEPAK P. & MROZEK T. 1997 — Prace geologiczne dla rejestracji osuwisk i innych zjawisk geodynamicznych na terenie województwa nowosądeckiego i tarnowskiego powstałych w wyniku katastrofalnych opadów i powodzi. *CAG Państw. Inst. Geol.*
- ZABUSKI L., THIEL K. & BOBER L. 1999 — Osuwiska we fliszu Karpat polskich. *Geologia — modelowanie — obliczenia stateczności. Inst. Bud. Wod. PAN.*
- ZIĘTARA T. 1973 — Obszary osuwiskowe w dolinie Dunajca nad Jeziorem Rożnowskim. *Rocz. Sądecki, Pol. Tow. Hist. w Nowym Sączu, 14: 685–712.*