

## Osuwiska Karpat

Danuta Poprawa\*, Wojciech Rączkowski\*

**Carpathian landslides (southern Poland).** Prz. Geol., 51: 685–692.

*Summary.* Hazards resulting from the geological environment of the Carpathians, with particular emphasis on landslides, have been discussed because over 95% of all landslides in Poland occur in the Flysch Carpathians. In 2002, landsliding was officially included in the list of events causing a natural disaster for the first time. Efforts of the Polish government yield to proposals of changes in certain legal acts. Landsliding risk must be considered in spatial planning and management. This is likely the best method of mitigating the related hazards.

**Key words:** Polish Carpathians, natural disaster, floods, earthquakes, landslides

15 marca ubiegłego roku Sejm RP uchwalił „Ustawę o klęsce żywiołowej” (Dz. U. Nr. 62, poz. 558, z dnia 22 maja 2002), która po raz pierwszy zdefiniowała pełny katalog zagrożeń wywołanych przez wystąpienie zjawisk o charakterze katastrofalnym. Zjawiska wywołujące stan klęski żywiołowej stwarzają duże zagrożenia dla ludności zamieszkującej teren ich wystąpienia, wywołują bowiem potencjalne sytuacje mogące spowodować straty przekraczające akceptowalny przez społeczeństwo poziom bezpieczeństwa. Określenie zagrożeń, które mogą wystąpić na danym terenie jest podstawowym zadaniem umożliwiającym przygotowanie działań zapobiegawczych i ograniczających skutki ich wystąpienia. Wśród zjawisk o charakterze katastrofalnym wyróżniamy:

□ zagrożenia naturalne — związane z działaniem sił przyrody;

□ zagrożenia cywilizacyjne — związane z działalnością człowieka.

Do pierwszych, które są przedmiotem niniejszej pracy zaliczamy:

□ gradobicia i gołoledź,

□ intensywne opady śniegu, śnieżyce,

□ plagi, np. gryzoni i owadów,

□ powódzie (roztopowe, opadowe, sztormowe, zatopowe, itp.),

□ trzęsienia ziemi,

□ osuwiska — które po raz pierwszy zostały zaliczone do klęsk żywiołowych.

Trzy ostatnie będą tematem niniejszego artykułu, można je bowiem zaliczyć do zjawisk związanych ze środowiskiem geologicznym.

### Zagrożenia związane z powodzią

Zagrożenia związane z powodzią na terenie górskim polskich Karpat fliszowych są związane z występowaniem katastrofalnych opadów atmosferycznych, powodujących nagłe podniesienie poziomu wód w korytach rzek i potoków oraz szybkie ich ustąpienie. W odróżnieniu od obszarów nizinnych, gdzie fala powodziowa przemieszcza się w korytach rzek w bardzo wolnym tempie, w terenach górskich powódzie są zjawiskiem na ogół krótkotrwałym, lecz ze względu na charakter rzeźby (wąskie doliny rzek, wąskie listwy teras, duże spadki koryt) jest to zjawisko należące do najbardziej niszczących infrastrukturę budow-

laną i gospodarczą (Czerwiński & Żurawek, 1999; Chojnacki & Woźniak, 1999).

Metody prognozowania i przewidywania zagrożeń powodziowych są związane z matematycznym modelowaniem reagowania rzeczywistego systemu jakim jest zlewnia rzeczna na działanie określonego czynnika wywołującego zaistnienie nadzwyczaj dużych ilości wody (Śnieszko i in., 2000). Takimi czynnikami mogą być, np: opady deszczu, gwałtowne topnienie pokrywy śnieżnej, wystąpienie zatoru lodowego na rzece, czy też silny wiatr powodujący spiętrzenie wody w rzekach przybrzeżnych. Tak jak i przy prognozowaniu meteorologicznym, tak i prognozowanie wystąpienia powodzi jest bardzo trudne, a wręcz można powiedzieć — niemożliwe do wykonania. Matematycznie możemy określić zasięg wystąpienia wysokiej 100-letniej, 1000-letniej, wody, lecz nie możemy określić miejsca i czasu jej wystąpienia. Dobrym tego przykładem jest powódź jaka wystąpiła w lipcu 2002 r. dwukrotnie na obszarze południowej części Beskidu Sądeckiego i przyczyniła się do zniszczenia Muszyny, Powroźnika i sąsiednich miejscowości (ryc. 1, 2).

Spośród wszystkich rodzajów klęsk żywiołowych występujących w Polsce 40% wszystkich strat powodują powódzie. Należą też one do zjawisk najbardziej tragicznych, ponieważ przyczyniają się do śmierci ludzi. Dla przypomnienia, w czasach historycznych:

□ 26 lipca 1310 r. — na Nysie Kłodzkiej — zginęło 2000 ludzi;

□ 15 marca 1526 r. — powódź na Żuławach — zginęło 5000 ludzi;

□ 9 stycznia 1572 r. — ulewa w Toruniu — zginęło 300 ludzi;

□ lipiec 1997 r. — powódź na Odrze i górnej Wiśle — zginęło ponad 55 ludzi.

Największe zagrożenie dla gospodarki ludzkiej w przypadku powodzi jest spowodowane zabudową najniższych tarasów rzecznych — zalewowego i nadzalewowego, a więc terenów najbardziej zagrożonych przy wystąpieniu wysokich stanów wód w potokach i rzekach (Ostaficzuk, 2000). Aby ich uniknąć tereny występowania najniższych tarasów rzecznych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego należy wykluczyć spod jakiegokolwiek działalności inwestycyjnej.

### Zagrożenia związane z trzęsieniami ziemi i deformacjami sejsmicznymi

Występują jako zjawiska naturalne i związane są z trzęsieniami ziemi na obszarze polskich Karpat fliszowych oraz jako zjawiska sztuczne i są związane z eksploatacją

\*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Karpacki w Krakowie, 31-560 Kraków, ul. Skrzatów 1; dpoprawa@pigok.com.pl; wraczkow@pigok.com.pl



**Ryc. 1.** Stożek splywu gruzowego powstały w wyniku katastrofalnych opadów i powodzi w lipcu 2002 r. w Muszynie  
**Fig. 1.** Debris flow cone formed in Muszyna due to catastrophic precipitation and flood of July 2002 in Muszyna



**Ryc. 2.** Zniszczenia powstałe w obrębie zboczy doliny Muszynki (lipiec 2002)  
**Fig. 2.** Deteriorations formed on the valley sides of the Muszynka stream (July 2002)

surowców mineralnych głównie w obszarze pozakarpacim — Zagłębia Górnośląskiego i Dolnego Śląska.

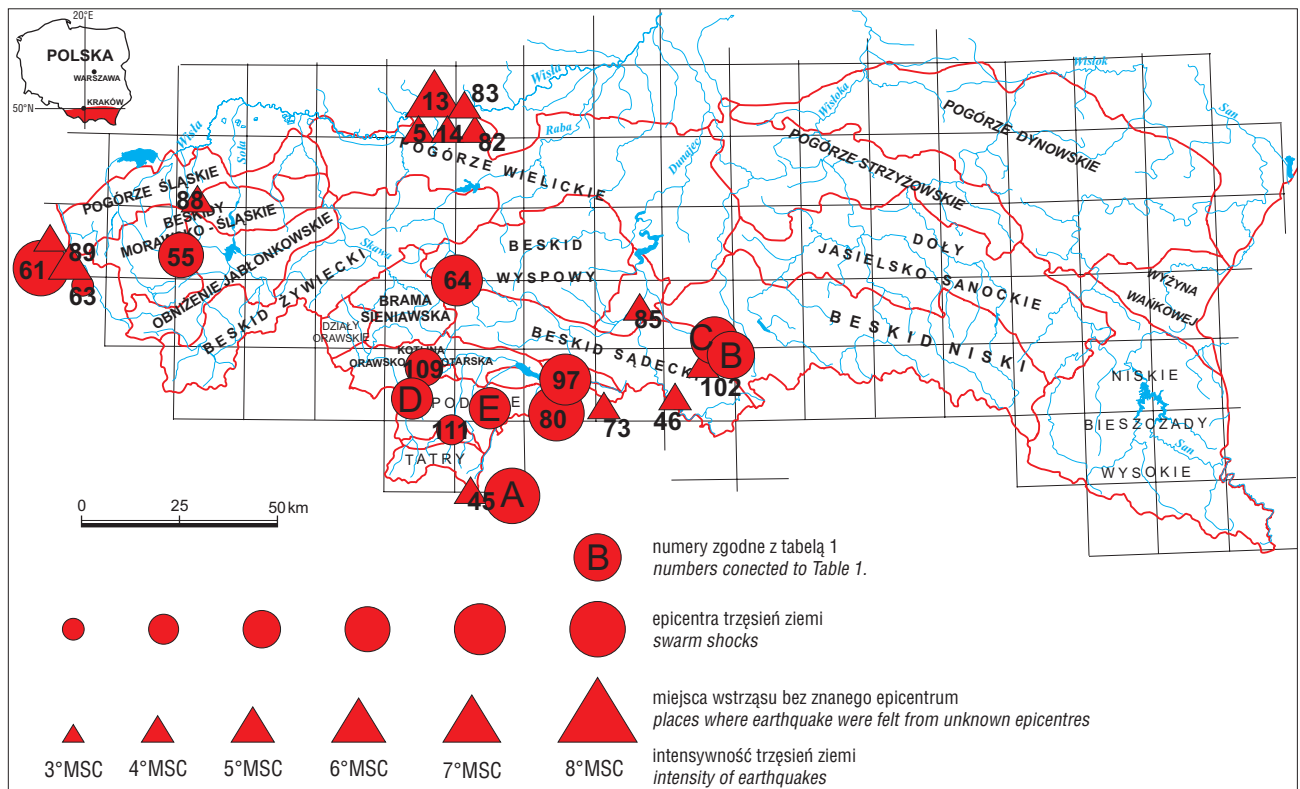
Na obszarze polskich Karpat fliszowych, szczególnie w Beskidzie Morawsko-Śląskim i Żywieckim oraz w pasie przypienińskim należy liczyć się z możliwością wystąpienia trzęsień ziemi o intensywności  $I = 7,5$  oraz magnitudzie  $M = 4,5$ , bowiem takie trzęsienia występowały na tym obszarze w czasach historycznych (ryc. 3, tab. 1).

W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego dla gmin leżących na wyżej wymienionych

obszarach należy dokonać zapisu o możliwości wystąpienia naturalnych trzęsień ziemi, co powinno skutkować przy wydawaniu decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

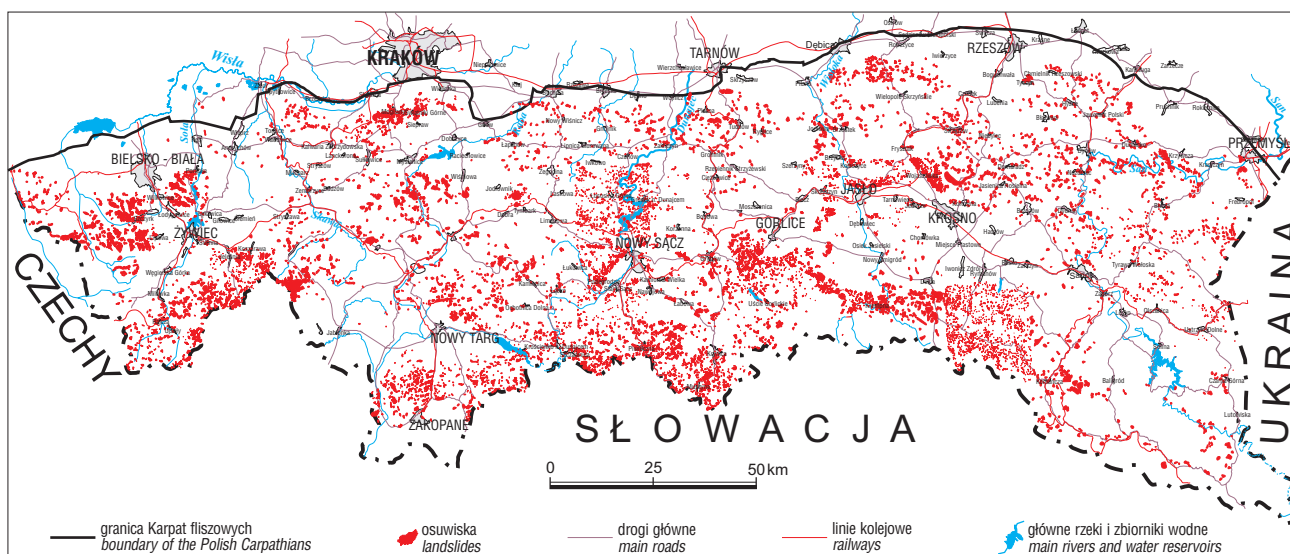
#### Zagrożenia związane z wystąpieniem osuwisk

W Polsce osuwiska występują na obszarze polskich Karpat fliszowych, rzadziej w Sudetach pasie Wyżyn i w pasie wybrzeży. Na obszarze 6% powierzchni kraju jaką



**Ryc. 3.** Rozmieszczenie trzęsień ziemi na terenie polskich Karpat fliszowych (według Katalogu Trzęsień ziemi w Polsce 1000–1970, Pagaczewski, 1972, Hojny-Kołoś, 2002)

**Fig. 3.** Distribution of earthquakes in the region of the Polish Flysch Carpathians (according to Catalogue of Earthquakes in Poland 1000–1970, Pagaczewski, 1972 and Hojny-Kołoś, 2002)



**Ryc. 4.** Mapa osuwisk polskich Karpat fliszowych zestawiona z materiałów Państwowego Instytutu Geologicznego, stan aktualności — koniec roku 2000

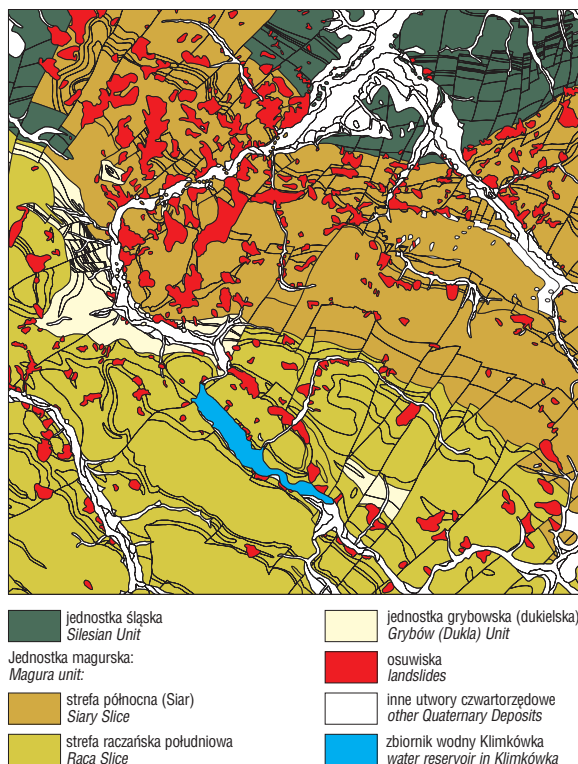
**Fig. 4.** Map of landslides in the Polish Flysch Carpathians, compiled from the documents of the Polish Geological Institute, updated for the end of 2000

stanowią polskie Karpaty — występuje ponad 95% wszystkich osuwisk (ryc. 4). Jest to niebagatelna liczba określana na ok. 20 000 (Rączkowski, 2001). Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że powierzchnia Karpat ma ok. 19 000 km<sup>2</sup> — to wskaźnik osuwiskowości wynosi 1 osuwisko/1 km<sup>2</sup>. Osuwiska nie występują w dnach dolin rzecznych, czy też kotlin śródogórskich. Po odjęciu ich powierzchni od całkowitej powierzchni Karpat wskaźnik osuwiskowości zaczyna przybierać większe wartości. Licząc wskaźnik osuwiskowości procentowej (Bober, 1984) dla poszczególnych mniejszych jednostek i poszczególnych zlewni otrzymujemy na niektórych obszarach Karpat wartości 30–40% powierzchni zajętych przez różnego rodzaju osuwiska (ryc. 5). Na podstawie wcześniejszych prac (Bażyński & Kuhn, 1975; Michalik, 1970; Bober, 1984, 1994) przyjęto też, że jedno osuwisko występuje średnio na 5 km bieżącej drogi jezdnej i średnio 10 km bieżącej linii kolejowej, a ponad 3000 osuwisk, już w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, zagrażało obiektom budowlanym.

Osuwiska stanowią bardzo istotny element rzeźby w górskim obszarze polskich Karpat. Ich rozwojowi sprzyja zarówno budowa geologiczna podłoża, w skład której wchodzi skały fliszowe niekiedy z dużym udziałem warstw łupkowych i łupkowo-piaskowcowych, jak i duża dynamika rzeźby związana z występującymi na tym obszarze dużymi wysokościami względnymi i nachyleniami stoków dolin rzek. Również wysoka kompetencja erozyjna rzek oraz sprzyjające powstawaniu osuwisk wysokie okresowe opady deszczu (niekiedy katastrofalne) oraz gospodarcza działalność człowieka, często nieprzemyślana, powodująca dodatkowe zaburzenie równowagi stoków. Spośród wszystkich procesów geomorfologicznych, z punktu widzenia działalności gospodarczej człowieka, osuwiska stanowią najbardziej negatywny, prowadzący do wyraźnie widocznej współcześnie transformacji rzeźby Karpat.

Katastrofalne opady deszczu, które wystąpiły w 1997 r. wykazały dobitnie, że państwo nie było przygotowane do

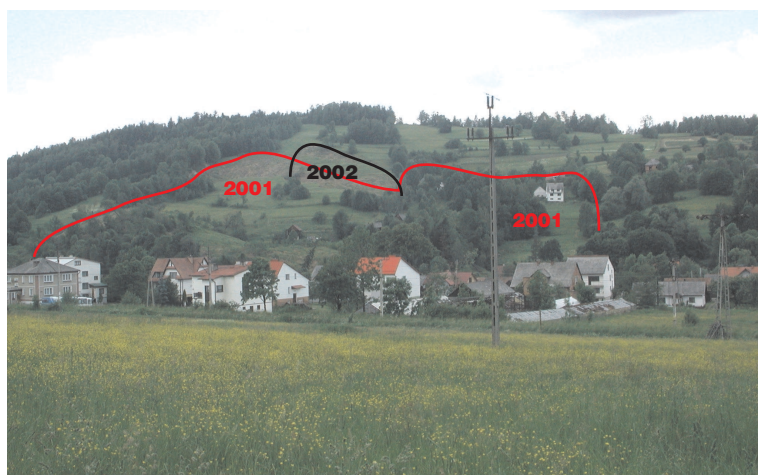
radzenia sobie w przypadku wystąpienia ekstremalnych zagrożeń (m.in. Korpus, 1998). Powstało wtedy wiele nowych i odnowiło się wiele starych osuwisk. Zanotowano ponad 500 przypadków zagrożeń obiektów budowlanych na obszarze środkowej części polskich Karpat. Łagodna zima 1999/2000 i opady deszczu, które wystąpiły w kwietniu 2000 r. przyczyniły się do odnowienia osuwisk i powstania nowych, w miejscach które dotychczas nie były nimi objęte (Mrozek i in., 2000). Gwałtowne opady deszczu lipca 2001 sprawiły że osuwiska znów odżyły (Lachowice — ryc. 6; Falkowa). Odnowienie osuwisk nastąpiło też na wiosnę 2002 r., w związku z gwałtownym topnieniem śniegu w miesiącu styczniu. W lecie 2002 r. odnowienie osuwisk było związane z katastrofalnymi opadami atmosferycznymi na obszarze południowej części Beskidu Sądeckiego i Beskidu Średniego (ryc. 7). To tylko kilka przykładów z ostatnich lat. Straty jakie powstały w związku z ich wystąpieniem są liczone w mln złotych. Ilość zniszczonych zabudowań mieszkalnych jest liczona w setki (przykład z roku 2001 — tylko osuwisko w Lachowicach zniszczyło 12 budynków mieszkalnych, a 38 dalszych jest położonych na nieodnowionej, starej części istniejącego osuwiska na stokach G. Pierchałówki (ryc. 8); straty ekonomiczne są wyliczalne, straty społeczne są bardzo trudne do oszacowania. Chociaż osuwiska nie powodują tak wielkiej liczby przypadków śmiertelnych jak inne zjawiska katastrofalne, przyczyniają się jednak do wielu tragedii ludzkich, ciężkich chorób jak choćby zawałów serca, silnych stresów, związanych ze zniszczeniem dorobku życia. Osuwiska są poważnym problemem dla gospodarki. Z punktu widzenia gospodarczego szczególnie zagrożone są szlaki komunikacyjne, linie wysokiego napięcia, gazociągi i inne linie przesyłowe. Wzrost aktywności ruchów osuwiskowych w ostatnich latach, okazał się szczególnie niebezpieczny dla osiedli i skupisk ludzkich. Na przykład, w województwie małopolskim straty wyrządzone przez osuwiska w latach 2000–2001 wyniosły ponad 173 mln zł, w tym 86 mln zł w infrastrukturze drogowej i mostowej.



**Ryc. 5.** Arkusz Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, GORLICE (1037), opracowany przez R. Kopciowskiego i in., materiały oddane do druku, kolorem czerwonym zaznaczono rozmieszczenie osuwisk na obszarze arkusza. Osuwiska „Kawiory”, „Zapadle” i „Huciska” są mierzone w ramach monitoringu osuwisk karpackich

**Fig. 5.** Gorlice Sheet (1037) of the Detailed Geological Map of Poland scale 1: 50 000, elaborated by R. Kopciowski et al., materials submitted for printing; distribution of landslides in the sheet — marked in red; Landslides “Kawiory”, “Zapadle” and “Huciska” are monitored under the framework of the Carpathian landslide monitoring

Znaczne straty zanotowano w mieniu prywatnym. Dla 1671 rodzin wyniosły one 46 mln zł. W latach 2000–2001



**Ryc. 6.** Osuwisko na stokach G. Pierchałówki w Lachowicach — widok na niszę i jezor osuwiska. Osuwisko spowodowało zniszczenie 12 zabudowań mieszkalnych (zob. ryc. 8). Na stoku obok 38 dalszych budynków położonych jest w strefie dużego zagrożenia

**Fig. 6.** Landslide on the slopes of Pierchałówka Mt. in Lachowice — view towards the scarp and tongue of the landslide. The landslide destroyed 12 houses (see fig. 8). On the slope aside 38 households are located in the zone of a high hazard



**Ryc. 7.** Nisza osuwiska podcinającego fundamenty zabudowań mieszkalnych w Muszynie na zboczach opadających w stronę doliny Popradu (lipiec 2002)

**Fig. 7.** Landslide scarp undercutting the foundations of houses in Muszyna, on the slopes inclined toward the Poprad river valley

łączna wysokość strat w województwach małopolskim i podkarpackim, przekroczyła 196 mln zł (wiadomości ze strony internetowej rządu RP).

Osuwiska powodują zniszczenia funkcjonalne i strukturalne — degradację terenu i wszystkich posadowionych na nim struktur (budynki mieszkalne, sieć drogowa, kanalizacyjna, linie telekomunikacyjne, elektryczne, uprawy, lasy) — powodują zatem utrudnienia w należyтым funkcjonowaniu danego obszaru — są zjawiskiem bardzo uciążliwym dla ludzi, ich wielkość zależy od poziomu zniszczeń materialnych, liczby ofiar i funkcji wtórnych wynikających z działania całej infrastruktury oraz zdolności społeczeństwa objętego katastrofą do przywrócenia swej aktywności — ludność terenu zniszczonego liczy na pomoc z zewnątrz. Szczególnie ważnym aspektem jest świadomość zagrożenia — przyzwyczajenie do życia z zagrożeniem — *living with natural hazard* — jak w krajach UE. Aspekt ten jest ważny ze względu na „swoistą amnezję” występującą w naszym społeczeństwie, która nie pozwala pamiętać tego, co spotkało nas w przeszłości, a wiadomości o osuwaniu się stoków górskich są bardzo szybko wymazywane z pamięci.

Trzeba podkreślić, że osuwiska należą do **najbardziej naturalnych zjawisk przyrodniczych** w obszarach górskich. Znane są i opisywane co najmniej od początku XX w. Na obszarze polskich Karpat fliszowych do głównych czynników sprzyjających ich wystąpieniu należą: rzeźba i budowa geologiczna obszaru (tzw. czynniki bierne), katastrofalne opady deszczu, trzęsienia ziemi, niewłaściwa ingerencja człowieka w środowisko (tzw. czynniki aktywne). Ze względu na to, głównymi przyczynami sprawczymi ruchów mas ziemi jako zjawisk katastrofalnych są warunki meteorologiczno-hydrologiczne związane z gwałtownymi, często katastrofalnymi, jak w przypadku lat 1997–2002, opadami deszczu. Mniejsze i lokalne zazwyczaj znaczenie mają trzęsienia ziemi (niektóre osuwiska w Beskidzie Żywieckim i w Pieninach, powstałe w XVIII i XIX w.) oraz



**Ryc. 8.** Budynek mieszkalny zniszczony przez osuwisko w Lachowicach. Budynek ten zjechał wraz z kolumiami osuwiskowymi około 20 m w dół stoku

**Fig. 8.** The house destroyed by the landslide in Lachowice. This house slid together with the landslide colluvium 20 m downslope

niewłaściwa gospodarka przejawiająca się m.in. w zabudowie stoków osuwiskowych, prowadzeniu linii komunikacyjnych przez osuwiska.

Polska leży w strefie klimatu umiarkowanego — klimatu przejściowego od morskiego do kontynentalnego, a zmienność klimatu (zaistnienie wilgotniejszej fazy opadów w lecie w ostatnich latach — Cebulak i in., 2001) jaka wystąpiła w końcu XX i na początku XXI w. wydaje się być tutaj sprawą najbardziej normalną w porównaniu do średnich wieloletnich, gdyż np. lata dziewięćdziesiąte ubiegłego stulecia cechowały się znacznymi niedoborami opadów.

Gwałtowne, ale krótkotrwałe ulewy i deszcze nawalne pochodzenia burzowego odznaczają się dużą losowością występowania zarówno w czasie, jak i w przestrzeni zdarzają się one na obszarze całych Karpat. Do najgroźniejszych zjawisk ekstremalnych należą wysokie letnie (nazywane „świętojańskimi” gdyż najczęściej występują w okresie czerwca i lipca), kilku- (kilkudziesięciodniowe) opady rozlewne, obejmujące duże powierzchnie, nieraz niemal wszystkich karpaccich dopływów Wisły (lipiec 1903, lipiec 1934, lipiec 1970 i lipiec 1997).

Prognozowanie zagrożeń ze strony środowiska przyrodniczego wywołanych przez opady atmosferyczne, a co za tym idzie, i przez osuwiska nie jest łatwe, a można wręcz powiedzieć, że na dzisiejszym etapie rozpoznania jest szczególnie trudne. Istotną cechą zdarzeń ekstremalnych (katastrofalnych) jest fakt, że występują one nieregularnie, raz na kilka, kilkanaście, kilkadziesiąt lub nawet kilkaset lat (m.in. Warakowski, 1998). Pojawiają się zwykle **losowo** (a więc są w ścisłym sensie nieprzewidywalne — nieprognozowalne). Terminem przewidywalność (prognozowalność), przy występowaniu zjawisk katastrofalnych, można określić jedynie statystyczne prawdopodobieństwo ich wystąpienia, nie zaś dokładne określenie jego miejsca, czasu i natężenia — które są najważniejsze, ze względów ekonomicznych i społecznych.

Miejscami najbardziej narażonymi na wysokie opady dzienne (o prawdopodobieństwie przekroczenia  $p = 1\%$ , czyli o okresie powtarzalności  $T$  raz na 100 lat) są północne stoki Tatr oraz Beskid Śląski i Żywiecki, a także Gorce oraz Beskid Wyspowy i Średni, gdzie raz w stuleciu można

oczekiwać pojawienia się opadu dobowego przekraczającego 150 mm. W Tatrach i w Beskidzie Śląskim opady o tym prawdopodobieństwie mogą osiągać nawet 200 mm i więcej. Dla praktyki prognostycznej ważna jest znajomość, oprócz wcześniej przedstawionych wartości ekstremalnych, także maksimów dobowych opadów z jakimi musimy liczyć się niemal zawsze. Najlepszą charakterystyką dla tego celu są maksymalne opady dobowe, o prawdopodobieństwie wystąpienia  $p = 50\%$ , czyli takie, których przekroczenia należy oczekiwać co drugi rok. W Krakowie opad taki wynosi 40 mm. W Beskidzie Śląskim przekracza on 70, a w Tatrach nawet 80 mm (Cebulak i in., 2000; Cebulak i in., 2001).

W obszarach górskich, najbardziej narażonych na powstanie osuwisk i zjawisk im podobnych (spływy gruzowe i gruzowo-błotne, oberwania, spęływania, itp.), ważna jest nie tylko ilość (suma) opadów w danym okresie, ale też ich charakter i rozłożenie w czasie. Prace Stacji Badawczej IGiPZ PAN w Szymbarku, zajmującej się badaniami osuwisk od ponad 30 lat dowiodły, że głębokie, skalno-zwietrzelinowe osuwiska na obszarze występowania łupkowego i łupkowo-piaskowcowego fliszu powstają w warunkach pełnej saturacji, kiedy retencja chwilowa jest wyższa aniżeli odprowadzanie wody przez spływ powierzchniowy, śródpokrywowy i ewapotranspirację. Warunki takie występują podczas 20–45 dniowego okresu opadowego o sumie opadów 250–300 mm i średnim natężeniu opadów nie przekraczającym 0,025 mm/min. Przy opadach o podobnej wielkości i podobnym czasie trwania, lecz większej intensywności, niepełnej saturacji, występują zwykle płytkie ruchy osuwiskowe, obejmujące zwykle pokrywę zwietrzelinową, a przy tym są odnawiane osuwiska okresowo aktywne. W warunkach występowania w podłożu osuwisk utworów fliszu piaskowcowego, osuwiska występują przy opadach 20–40 dniowych i ich sumie ok. 400–550 mm, ale w przypadku wystąpienia opadu o wysokości ok. 250 mm w ostatniej trwającej zwykle 5–6 dni fazy opadowej (Gil, 1997).

Oddział Karpaccy Państwowego Instytutu Geologicznego prowadził rejestrację zjawisk osuwiskowych od końca lat sześćdziesiątych, kiedy to na zlecenie KERM-u przeprowadzono rejestrację osuwisk wzdłuż szlaków komunikacyjnych i w obszarach zwartej zabudowy mieszkalnej (Poprawa, 1976). Rejestracja ta jest kontynuowana w ramach prac nad *Szczegółową mapą geologiczną Polski, w skali 1 : 50 000* (ryc. 3), prac projektowych karpaccy zbiorników wodnych, czy też jak to odbywa się ostatnio w ramach prac zleconych — przez Ministerstwo Środowiska po katastrofie 1997 r. W ramach prac finansowanych przez NFOŚiGW (projekt *Rejestracja...2000*) przystąpiono do regularnego monitoringu wybranych osuwisk na stokach karpaccy. W 2000 r. wraz z Biurem ds. Usuwania Skutków Powodzi Prezesa Rady Ministrów, w Krakowie w sali wykładowej Oddziału Karpaccy PIG została zorganizowana konferencja: *Prognozowanie i przeciwdziałanie skutkom ruchów osuwiskowych* (Poprawa i in., 2000), mająca na celu zapoznanie administracji terenowej z problematyką osuwisk, ich znaczeniem dla rozwoju infrastruktury, a przede wszystkim koniecznością zwracania uwagi na problem ich uwzględniania w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego.

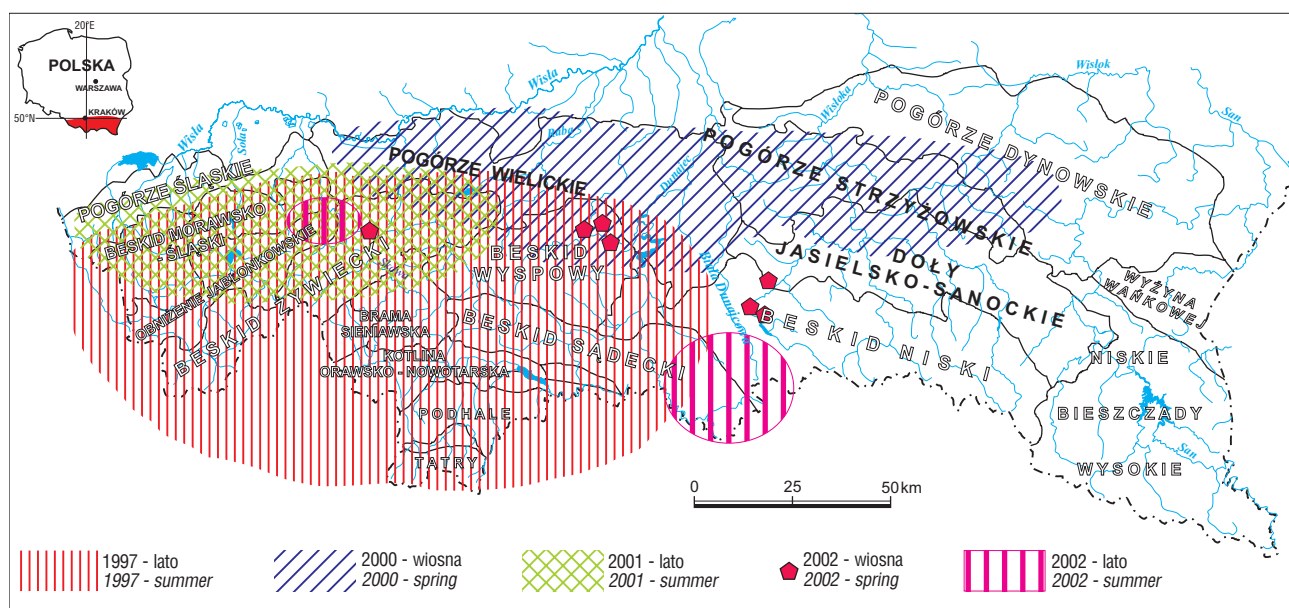
Systematyczna rejestracja nowopowstałych i odnawiających się osuwisk na obszarze polskich Karpat oraz monitoring, polegający na założeniu na obszarze aktywnych współcześnie osuwisk sieci obserwacyjnej

Tabela 1. Charakterystyka karpaccich trzęsień ziemi

Tab. 1 Characteristics of Carpathian earthquake

Nr na mapie* Site No (map)	Data wystąpienia Date	Magnituda Intensywność Perceived intensity (I) and Magnitude (M)	Miejsce wystąpienia i odczuwania Site of occurrence or recorded impact	Uwagi Remarks
5	1016		Wymieniony Kraków <i>Cracow mentioned</i>	
13	31.10.1259		W Krakowie, na Śląsku i Morawach <i>In Cracow, Silesia and Moravia</i>	Burzące <i>Ruining</i>
14	08.08.1303		W pobliżu Krakowa <i>near Cracow</i>	
A	09.08.1662	~8 ~6	Tatry Wysokie — odczute w Podolińcu, Kieżmarku, Smokowcu i Lewoczy <i>In High Tatra Mts. — feel in Podoliniec, Kieżmark, Smokovec, Lewoča</i>	
44	01.05.1715		Silne wstrząsy na Śląsku Cieszyńskim <i>Heavy shocks in Cieszyn Silesia</i>	Trwało 36 godzin <i>Lasted for 36 hours</i>
46	11.03.1717		W Tatrach Wysokich <i>in High Tatra</i>	
55	22.08.1785	I = 6,5 M = 5,8	W rejonie Babiej Góry, Beskidzie Śląskim, odczute od Miechowa po Wodzisław Śląski i Frydek Mistek <i>Near Babia Góra, Silesian Beskidy Mts feel Miechowa up to Wodzisław Śląski and Frydek Mistek</i>	Bez większych szkód <i>No major damages</i>
59	26.02.1786	I = 3,0–3,5 b.d.	W Beskidach Morawsko-Śląskich, odczute na obszarze Austrii, Czech i Polski <i>In Beskidy Morawsko-Śląskie feel in Austria, Bohemia and Poland</i>	3 wstrząsy poprzedzające i 2 następcze <i>3 and 2 after shocks</i>
61	27.02.1786	I = 7,5 M = 5,8	j.w. <i>as above</i>	
63	03.10.1786	I = 3,0 – 3,5 b.d.	Na Śląsku <i>Silesia region</i>	
64	03.12.1786	I = 7,5 M = 5,8	Trzęsienie ziemi odczute od Lwowa po Głogów i od Kalisza po Koszyce. Epicentrum w rejonie Kęty–Myślenice <i>Earthquake feel from Lvov up to Glogów and from Kalisz up to Koszyce. Epicenter near Kęty–Myślenice</i>	Pagaczewski (1972)
73	07.02.1817	I = 4,0	W Pieninach w okolicy Czerwonego Klasztoru <i>In Pieniny Mts., near Czerwony Klasztor</i>	
80	25.04.1840	I = 7,0	W Pieninach w okolicy Spiskiej Starej Wsi <i>In Pieniny Mts, near Spiska Stara Wieś</i>	Hojny-Koloś podaje I > 6, M > 4 <i>Hojny-Koloś reports I &gt; 6, M &gt; 4</i>
82	08.03.1842		W Krakowie <i>In Cracow</i>	
83	25.01.1855	I < 4,0	Wstrząsy w Cieszynie i Bielsku <i>Tremors in Cieszyn and Bielsko</i>	
88	26.12.1872	I < 4,0	Wstrząsy w Bielsku <i>Tremors in Bielsko</i>	
89	12.07.1876	I < 4,0	Wstrząsy w Cieszynie i na Śląsku <i>Tremors in Cieszyn and Silesia</i>	
97	21.10.1901	I ~ 7,0 M = 4,5	Trzęsienie w rejonie Pienin (Spiska Stara Wieś) odczute na Spiszu, w Krościenku, Szczańnicy i Sromowcach <i>Earthquake in Pieniny Mts area (Spiska Stara Wieś)</i>	Zanotowane przez sejsmograf we Lwowie <i>Recorded seismographically in Lvov</i>
102	06.05.1909	I = 3,0–4,0	W rejonie Krynicy <i>Near Krynica</i>	
109	23.03.1935	I = 5,0–6,0	W rejonie Czarnego Dunajca <i>Near Czarny Dunajec</i>	
111	17.03.1966	I = 4,0	W Dzianiszu koło Zakopanego <i>In Dzianisz near Zakopane</i>	
B	29.04.1992	I = 6,0 M = 4,2	Na pograniczu Beskidów Sądeckiego i Niskiego, epicentrum — Krynica–Wysowa–Florynka <i>Et the boundary between Sącz and Low Beskiy Mts, epicenter Krynica–Wysowa–Florynka</i>	Seria wstrząsów 28.04-06.07.1992, 10 o wielkości 2,2 < M < 4,6 <i>Series of shocks 28.04-06.07.1992, 10 with 2,2 &lt; M &lt; 4,6</i>
C	01.03.1993	I = 6,5 M = 4,6	W rejonie Beskidu Niskiego i Sądeckiego, epicentrum — Wysowa–Izby–Florynka <i>Near Sącz and Low Beskiy Mts, epicenter Wysowa–Izby–Florynka</i>	Seria wstrząsów 01–03.03. 1993; 4 o wielkości 2,2 < M < 4,6 <i>Series of shocks 1–03.03. 1993; 4 with 2,2 &lt; M &lt; 4,6</i>
D	11.09.1995	I = 5,2 M = 3,7	Trzęsienie Domańskiego Wierchu <i>Domański Wierch earthquake</i>	17 wstrząsów następczych <i>17 aftershocks</i>
E	13.10.1995	I = 5,2 M = 3,7	Trzęsienie w Dolinie Białki, epicentrum — Czarna Góra–Leśnica/Groń <i>Earthquake in Bialka River Valley, epicenter — Czarna Góra–Leśnica/Groń</i>	Niewielkie uszkodzenia budynków <i>Minor damages of of buildings</i>

\*Numery zgodne z *Katalogiem trzęsień ziemi* — Pagaczewskiego (1972), literami oznaczono trzęsienia ziemi cytowane za M. Hojny-Koloś (2002); \*numbers after Catalogue ..S. Pagaczewski (1972), earthquakes cited after M. Hojny-Koloś (2002) are signed by letters



**Ryc. 9.** Główne rejony występowania osuwisk w latach 1997–2002 na obszarze polskich Karpat fliszowych (częściowo za Rączkowski & Mrozek, 2002)

**Fig. 9.** Major regions of landsliding during 1997–2002 in the region of the Polish Flysch Carpathians (partly after Rączkowski & Mrozek, 2002)

domierzanej za pomocą dokładnej aparatury GPS, pomiarach głębokości położenia zwierciadła wód gruntowych na wybranych osuwiskach, kartograficznym odwzorowaniu zmian w ich obrębie — jest prowadzona od dwóch lat. Pomiarzy monitoringowe odbywają się ze średnią częstotliwością 2 razy do roku (wiosna, jesień), natomiast w przypadku wystąpienia gwałtownych opadów deszczu — po opadach. Dane z obserwacji terenowych i pomiarów monitoringowych są gromadzone w formie *Bazy Danych Osuwisk* uzupełnianej na bieżąco w trakcie rozszerzania badań na kolejne obszary górskie polskich Karpat. Docelowo, na bazie zakładanej sieci monitoringowej, w miarę posiadanych środków finansowych, pragniemy uruchomić zintegrowany system powiadamiania władz administracyjnych o mogących wystąpić zagrożeniach.

Innym bardzo istotnym zadaniem jest opracowanie map osuwiskowości, map zagrożeń zjawiskami geodynamicznymi (map zagrożeń i map ryzyka), które powinny stanowić podstawę miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego poszczególnych gmin karpackich. Jest to m.in. głównym celem prac prowadzonych w latach 2001–2004 w ramach projektu ALARM — *Assesment of Landslide Risk and Mitigation in Mountain Areas* (Ocena zagrożeń osuwiskowych i przeciwdziałanie ich skutkom w obszarach górskich) w ramach 5. Ramowego Programu Unii Europejskiej, realizowanym wspólnie z badaczami włoskimi, hiszpańskimi, portugalskimi, francuskimi i holenderskimi. Pierwszym zadaniem w tym projekcie jest zapoznanie się z prawodawstwem w krajach Unii Europejskiej i krajach stowarzyszonych w zakresie osuwisk i zagrożeń powstających w ich wyniku, warunków ubezpieczeń od ryzyka oraz rekompensat za zniszczenia. Dostosowanie naszego prawa do prawa Unii Europejskiej wymaga zmian istniejących już przepisów.

#### Wiadomości o pracach rządu RP

W lipcu br. Rada Ministrów zaakceptowała informację o potrzebie rozwiązań organizacyjno-prawnych i finanso-

wych dla przeciwdziałania i ograniczenia zagrożeń wynikających z ruchów masowych ziemi. Zapobieganie i przeciwdziałanie skutkom osuwisk jest bardziej racjonalne, niż stosowanie półśrodków w postaci, np. remontu drogi, remontu zabudowań mieszkalnych położonych na obszarze czynnego obecnie osuwiska. Na zlecenie Ministra Środowiska Oddział Karpacki PIG realizuje prace nad wyznaczeniem miejsc zagrożonych ruchami osuwiskowymi ziemi oraz stworzeniem rejestru tych zjawisk w formie *Bazy Danych Osuwisk* dla terenu polskich Karpat fliszowych. W lecie 2002 r. podjęto prace nad rejestracją i inwentaryzacją naturalnych zagrożeń geologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk i innych zjawisk geodynamicznych na terenie Polski (prace te koordynuje Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie). Wyniki tych prac powinny dostarczyć władzom samorządowym informacji, dotyczących rejonów dotkniętych tymi problemami, a władze te powinny je uwzględnić, przy konstruowaniu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego dla poszczególnych jednostek terytorialnych.

Równoległe z tymi pracami konieczne jest pilne podjęcie działań legislacyjnych (o których była mowa w czasie konferencji we wrześniu 2000 r. — *Komunikat konferencji*, 2000), które pozwoliłyby wprowadzić rozwiązania zapobiegające i przeciwdziałające skutkom tych zjawisk. Na posiedzeniu w lipcu b.r. Rada Ministrów zobowiązała:

□ **Ministra Infrastruktury** do przygotowania propozycji zmiany przepisów o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz przepisów ustawy *Prawo budowlane*, uwzględniających potrzeby związane z przeciwdziałaniem i zapobieganiem skutkom ruchów osuwiskowych ziemi;

□ **Ministra Środowiska** do przygotowania propozycji zmiany przepisów ustawy *Prawo ochrony środowiska* oraz ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych uwzględniających potrzeby związane z przeciwdziałaniem i zapobieganiem skutkom ruchów osuwiskowych ziemi;

□ **Ministra Finansów** do podjęcia rozmów z Europejskim Bankiem Inwestycyjnym, w celu pozyskania środków kredytowych w wysokości 50 mln Euro na

finansowanie i dofinansowanie działań mających na celu przeciwdziałanie ruchom osuwiskowym ziemi oraz usuwanie ich skutków;

□ **Szefa Kancelarii Prezesa Rady Ministrów** do koordynowania działań w zakresie usuwania skutków osuwisk (Komunikat po Radzie Ministrów z dnia 06.08.2002 — wiadomości ze strony internetowej Rządu RP).

Prace te zaowocowały już m.in. w projekcie z dn. 12 listopada 2002 r. „Ustawy o zmianie ustawy — Prawo ochrony środowiska” oraz o zmianie „Ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych” gdzie, np.:

W art. 3 po pkt 32 dodaje się pkt 32a w brzmieniu:

„32a. Ruchami masowymi ziemi — rozumie się przez to, powstające naturalnie lub na skutek działalności człowieka osuwanie, spłyzywanie lub obrywanie powierzchniowych partii skał, zwierzteliny i gleby,”

w art. 72, ust. 3 otrzyma brzmienie:

„3. W studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin oraz w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego określa się także kierunek zagospodarowania obszarów zdegradowanych w wyniku działalności człowieka, klęsk żywiołowych **oraz ruchów masowych ziemi.**”

### Wnioski

Ze względu na położenie geograficzne obszar polskich Karpat fliszowych należy do najbardziej zagrożonych przez zjawiska geodynamiczne w Polsce — rozwój ruchów masowych może wystąpić gwałtownie i objąć znaczne obszary stoków — dotyczy to zarówno istniejących już od dawna, starych osuwisk, które mogą się odnawiać, ale także ruchami masowymi mogą zostać objęte stoki, na których dotychczas one nie występowały (ryc. 9).

Rzeczą szczególnie ważną jest opracowanie, z właściwą dokładnością rozpoznania — 1 : 5000 (1 : 10 000) map zagrożeń osuwiskami, na której byłyby przedstawione zarówno istniejące — stare, jak i stare — odnowione, nowopowstałe oraz obszary szczególnie predysponowane do powstawania osuwisk. Pozwoliłoby to na wyeliminowanie terenów całkowicie nieprzydatnych do zabudowy (które najkorzystniej byłoby zalesić) oraz terenów zagrożonych, na których muszą być spełnione odpowiednie warunki zabudowy. Na mapach powinny być też wydzielone tereny podatne do zalania w czasie powodzi.

### Literatura

BAŻYŃSKI J. & KUHN A. 2000 — Objaśnienia do mapy osuwisk w skali 1 : 500 000. Instytut Geologiczny, Warszawa, 1970. maszynopis.  
BOBER L. 1984 — Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. Biul. Inst. Geol., 340: 115–162.  
BOBER L. 1994 — Mapa dolin polskich Karpat fliszowych objętych degradacją wskutek ruchów masowych i eksploatacji kruszywa, 1 : 200 000. PIG Warszawa, 1994.  
CEBULAK E., CZEKIERDA D., FALARZ M. & NIED WIED T. 2001 — Klimatyczne uwarunkowania osuwisk karpackich w roku 2001 na tle wielolecia. Sprawozdanie końcowe za rok 2001. Arch. OK Państw. Inst. Geol., Kraków.

CEBULAK E., CZEKIERDA D. & NIED WIED T. 2000 — Uwarunkowania klimatyczne tworzenia się powodzi. [W:] M. Maciejewski (red.) — Model kompleksowej ochrony przed powodzią na obszarze dorzecza górnej Wisły na przykładzie województwa małopolskiego, IMGW, Kraków: 1–41; 1–91.

CHOJNACKI J. & WO NIAK W. 1999 — Szkody i straty powodziowe w dorzeczu Wisły. [W:] Grela J., Słota H. & Zieliński J. (red.) — Dorzecze Wisły — monografia powodzi — lipiec 1997. IMGW Warszawa: 127–150.

GIL E. 1997 — Meteorological and hydrological conditions of Landslides, Polish Flysch Carpathians. Stud. Geomorph. Carp.-Balcanica, 31: 143–158.

HOJNY-KOŁOŚ M. 2002 — Historyczne i współczesne trzęsienia ziemi w Karpatach polskich. [W:] Z. Górka & A. Jelonek (red.) — Geograficzne uwarunkowania rozwoju Małopolski. Mat. Zjazdu Pol. Tow. Geogr., Nowy Sącz, 2002: 171–178.

**Komunikat** końcowy z Konferencji „Prognozowanie i przeciwdziałanie skutkom ruchów osuwiskowych. Mat. Konf., Kancelaria Prezesa Rady Ministrów — Biuro ds. Usuwania skutków powodzi — Państw. Inst. Geol., Warszawa, 2000.

KORPUS L. 1998 — Zarządzanie kryzysowe w systemie ochrony ludności. [W:] Współczesne problemy ekstremalnych zagrożeń środowiska. I Ogólnopolska Szkoła, Jachranka, 28–30 września, 1998. Mat. Konf.: 117–123.

MICHALIK A. 1970 — Objaśnienia do mapy osuwisk w Karpatach w skali 1 : 200 000. Oddział Karpacki Inst. Geol., Kraków (maszynopis).

MROZEK T., RĄCZKOWSKI W. & LIMANÓWKA D. 2000 — Recent landslides and triggering climatic conditions in Laskowa and Pleśna regions, Polish Carpathians. Stud. Geomorph. Carpatho-Balcanica, 34: 89–112.

OSTAFICZUK S. (red.) 2000 — Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią — na przykładzie Nysy Kłodzkiej, Górnej Soły i Górnego Sanu — Solinki. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.

PAGACZEWSKI S. 1972 — Katalog trzęsień ziemi w Polsce w latach 1000 — 1970. Pr. PAN, Warszawa.

POPRAWA D. 1976 — Objaśnienia do mapy osuwisk (Karpac) w podziale 1 : 200 000. Kraków.

POPRAWA D. & RĄCZKOWSKI W. 1999 — Osuwiska i inne zjawiska geodynamiczne na obszarze środkowej części Karpat. [W:] Grela J., Słota H. & Zieliński J. (red.) — Dorzecze Wisły — monografia powodzi — lipiec 1997. IMGW Warszawa: 159–163.

POPRAWA D., RĄCZKOWSKI W., GRANICZNY M. & DOKTÓR S. 2000 — Propozycja rejestracji zjawisk i założenia monitoringu osuwiskowego w gminach, powiatach, regionach. Mat. Konf. „Prognozowanie i przeciwdziałanie skutkom ruchów osuwiskowych” Kraków, 7 września, 2000 r., Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, Państw. Inst. Geol.

**Projekt:** Rejestracja osuwisk na terenie Karpat (monitoring zdarzeń katastrofalnych na obszarze polskich Karpat fliszowych). Projekt badań. Zespół Państwowego Instytutu Geologicznego. CAG Warszawa, 2000.

RĄCZKOWSKI W. 2000 — Mapa osuwisk polskich Karpat fliszowych. Opracowanie końcowe dla tematu: 2.29.1002.00.0 „Opracowanie systemu georóżnorodności w Polsce” koordynowanego przez S. Koźłowski. CAG — Arch. OK PIG, Kraków.

RĄCZKOWSKI W. 2001 — Osuwiska polskich Karpat fliszowych. [W:] Przew. 72 Zjazdu Pol. Tow. Geol. i MAEGS-12, 10–15 września 2001, Kraków: 259–262.

ŚNIESZKO Z., OSTAFICZUK S., HELIASZ Z. & PERSKI Z. 2000 — Problemy metodyczne prognozowania zagrożeń powodziowych. [W:] S. Ostaficzuk (red.) — Dynamiczna ocena i prognoza geologicznych zagrożeń wywołanych powodzią — na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu — Solinki. IGSMiE PAN, Kraków; 207–213.

WARAKOMSKI W. 1998 — Pogodowe zdarzenia ekstremalne. [W:] Współczesne problemy ekstremalnych zagrożeń środowiska. I Ogólnopolska Szkoła, Jachranka, 28–30 września, 1998. Mat. Konf.: 117–123.

WÓJCIK A. 1997 — Osuwiska w dorzeczu Koszarawy — strukturalne i geomorfologiczne ich uwarunkowania (Karpaty Zachodnie, Beskid Żywiecki). Biul. Państw. Inst. Geol., 376: 5–42.