

Działalność człowieka jako czynnik osłabiający stabilność stoków w obszarach górskich oraz regulujący przebieg procesów osuwiskowych

Wstęp

Stoki są najbardziej rozpowszechnionym elementem rzeźby powierzchni Ziemi. Na wszystkich stokach odbywa się przemieszczanie pokrywy zwietrzelinowej w stosunku do podłoża skalnego, a skał luźnych i zwięzłych w stosunku do podłoża głębszego. Jeśli przemieszczenia zachodzące w obrębie stoków odbywają się pod wpływem działania siły ciężkości wówczas procesy takie nazywamy ruchami masowymi (Klimaszewski 1981). Przemieszczanie pokrywy zwietrzelinowej na stokach przez procesy osuwiskowe jest uznawane za bardzo ważny proces rzeźbotwórczy. Procesy te mogą modelować bowiem zarówno całą powierzchnię stoków, jak też przyczynić się do ich rozczłonkowania.

Ewolucja stoków prowadząca do utraty stabilności zachodzi pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych. Rozwój niestabilności na stokach naturalnych jest procesem złożonym, wymagającym zwykle długotrwałej ewolucji stoków i pokryw na nich zalegających (Crozier 1986). Natomiast w środowisku przekształconym przez człowieka destabilizacja stoków może zajść w bardzo krótkim czasie (kilka godzin). Dojść do niej może np.: na skutek usunięcia mas skalnych czy zwietrzelinowych zmieniającego geometrię stoku i rozkład sił w nim działających, czy też wskutek dostawy dużej ilości wody do gruntu z uszkodzonej sieci wodociągowej.

Celem niniejszego tekstu jest charakterystyka roli wybranych przejawów działalności człowieka w osłabianiu stabilności stoków w obszarach górskich oraz regulacji przebiegu procesów osuwiskowych. Zagadnienie to przedstawiłam korzystając z literatury przedmiotu, jak również z wyników badań własnych, prowadzonych w dorzeczu Łososiny (Beskid Wyspowy) w latach 1997-2001.

Zagrożenia osuwiskowe w obszarach przekształconych i użytkowanych przez człowieka

Zagrożenie, jakie dla człowieka stanowią procesy osuwiskowe wzrosło znacząco w ostatnich 100 latach. Jest to związane ze wzrostem liczby ludności oraz z ciągle rosnącą ilością dóbr materialnych, które podlegają ryzyku zniszczenia (Crozier 1986). Daje się zauważyć w tej dziedzinie różnicę między krajami rozwijającymi się a krajami rozwiniętymi. W krajach rozwijających się procesy osuwiskowe często

są dużym zagrożeniem dla życia ludzkiego, podczas gdy w krajach rozwiniętych powodują one przede wszystkim straty materialne. W Hiszpanii osuwanie zostało uznane za trzecie pod względem znaczenia „geomorfologiczne zagrożenie” dla gospodarki ludzkiej. Oszacowano, że w okresie 1986-2016 osuwiska spowodują tam straty ekonomiczne o wielkości ok. 7,5-9 mld dolarów amerykańskich (Embleton, Embleton-Hamann 1997). Aktywność osuwiskowa powodowała również znaczne straty w krajach Europy Środkowej (Kotarba 1989; Rybař, Novosad 1989). Przykładowo w Polsce drogi krajowe są zagrożone przez co najmniej 1000 osuwisk, zaś w byłej Czechosłowacji osuwiska zagrażają ponad 500 miastom i wsiom.

Czynne osuwiska stanowią zagrożenie przede wszystkim dla: osiedli ludzkich, linii komunikacyjnych, linii wysokiego napięcia oraz sztucznych zbiorników wodnych (Zabuski i in. 1999). W niektórych obszarach Ziemi – np. w Nowej Zelandii – skala przestrzenna procesów osuwiskowych jest na tyle duża, że znacznie ograniczają one powierzchnię użytków rolnych (Crozier 1986). Szerokie rozpowszechnienie stoków, a co za tym idzie i ruchów masowych na stokach powoduje, że koszty usuwania zniszczeń spowodowanych przez osuwiska są bardzo wysokie. Niezwykle kosztowne oraz trudne technicznie są również działania zabezpieczające przed tymi zniszczeniami.

Wspomniany już wzrost zagrożenia życia ludzi i ich własności przez procesy osuwiskowe wynika z eksploatacji coraz większych powierzchni Ziemi, często w obszarach tylko w ograniczonym stopniu nadających się do wykorzystania gospodarczego. Działania takie wynikają z zajmowania kolejnych obszarów przez rolnictwo i rozwijającą się sieć osadniczą i komunikacyjną na potrzeby coraz liczniejszej ludzkości (Crozier 1986).

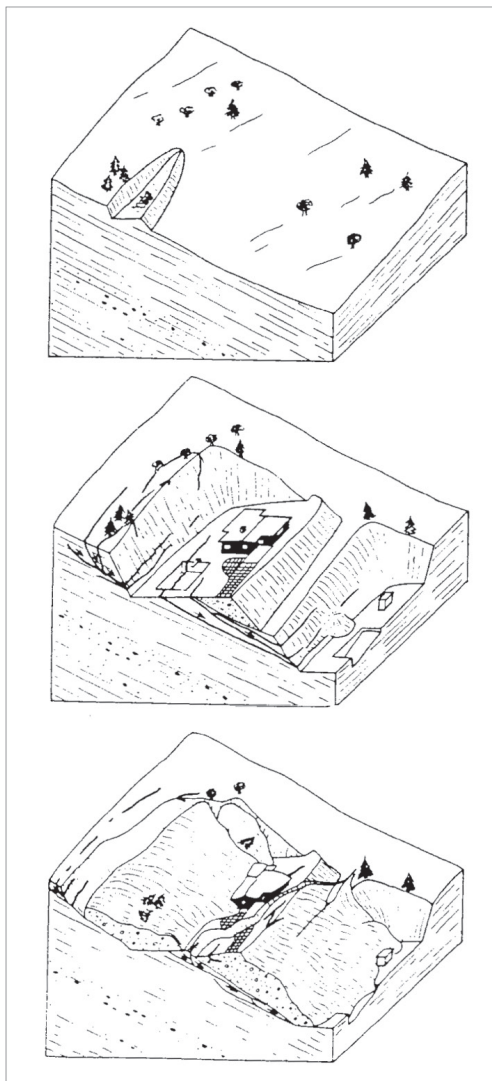
Większej i częstszej ingerencji człowieka w środowisko przyrodnicze, będącej wynikiem presji ekonomicznych i politycznych oraz postępu technicznego nie zawsze towarzyszy wystarczająca świadomość potencjalnych zagrożeń osuwiskowych. Dotyczy to zwłaszcza obszarów tzw. kolonizacji pionierskiej. Nowo przybyli osadnicy z reguły bowiem nie posiadają żadnej wiedzy o funkcjonowaniu lokalnego środowiska przyrodniczego. Często również pozostają oni wierni sposobom gospodarowania wyuczonym w kraju pochodzenia. Jeśli sposoby te zaburzają funkcjonowanie lokalnych systemów geomorfologicznych może to spowodować degradację pokryw glebowych przez ruchy masowe i procesy erozyjne. Przykładem mogą być „bad landy” powstałe w pól suchych obszarach Ameryki Północnej zasiedlanych w wieku XIX przez białych osadników.

Najczęstsze działania człowieka, prowadzące do uaktywnienia procesów osuwiskowych opisał m.in. J. Corominas (1996) Są to: rozbudowa osiedli na terenach do tego celu nieodpowiednich (np. stare powierzchnie osuwiskowe), niewłaściwe wykonanie prac ziemnych pod zabudowę i odwodnień oraz nadmierne podcinanie zboczy w trakcie budowy dróg. J. Corominas (1996) zwraca ponadto uwagę na fakt, że pozostałości po płytkich procesach osuwiskowych na stokach okrytych zwietrzeliną, jakimi są płytkie nisze i niewielkie wklęsłości na stokach nie są traktowane jako przeszkoda w wykorzystaniu ich pod zabudowę lub inne inwestycje. Uważa on to podejście za błędne, gdyż obecność tych form jest najlepszym wskaźnikiem pozwalającym zlokalizować miejsca, w których powtórzenie się procesów osuwiskowych jest najbardziej prawdopodobne.

Inny przykład skutków niewłaściwego podcięcia stoku pod zabudowę, pochodzący z okolic Los Angeles zaprezentowałam na rycinie 1 (Jahns 1958 vide Butzer 1976). Wycięcie głębokiej półki pod planowany budynek naruszyło stabilność stoku powyżej ściany podcięcia, co doprowadziło do powstania osuwiska.

Podobny sposób przystosowania terenu pod zabudowę ma miejsce w Wellington (Nowa Zelandia). Miasto to powstawało przez ostatnie 100 lat, głównie na stromych stokach wyciętych w szarowakach (*greywacke*). Drogi i platformy pod zabudowę były tworzone przez terasowanie stoków. Nachylenia stoków w obrębie półek pod zabudowę osiągały ok. 70° , co stanowi dwu- a nawet trzykrotne zwiększenie nachylenia w stosunku do stoku naturalnego i jest maksymalną wartością dopuszczaną przez prawo lokalne. Od kilkudziesięciu lat w mieście są prowadzone badania nad rozwojem niestabilności w obrębie tych sztucznych stoków skalnych (Eyles 1978 vide Crozier 1986). Stosunkowo stabilny etap dojrzewania podciętych stoków w Wellington trwa maksymalnie ok. 50 lat. Po nim zazwyczaj następuje stadium wyrównywania stoku przez zsuwy skalne będące rezultatem dojrzewania stoków skalnych, tzn. wietrzenia i tworzenia się sieci szczelin.

W ostatnim czasie wskazano na to, że rola procesów osuwiskowych w gospodarce ludzkiej nie jest wyłącznie destrukcyjna. W. Margielewski (2000) stwierdził – na przykładzie osuwisk pasma Jaworzyny Krynickiej, Gorczańskiego Parku Narodowego i Beskidu Makowskiego, że obecność osuwisk może sprzyjać rozwojowi gospodarczemu wyższych partii gór. Lokalizaci osiedli ludzkich w obrębie



Ryc. 1. Osuwisko powstałe w wyniku niewłaściwej lokalizacji obszaru pod zabudowę w okolicy Los Angeles (R. H. Jahns 1958 vide K. W. Butzer 1976).

tych form sprzyjała zwykle niewielka stoczystość tych terenów, powierzchniowe wypływy wód, stosunkowo miększe pokrywy glebowe i lokalne złagodzenie klimatu górskiego sprzyjające hodowli i uprawom.

Wpływ działalności człowieka na lokalizację form osuwiskowych w Karpatach fliszowych na przykładzie dorzecza Łososiny (Beskid Wyspowy)

W latach 1997-2002 w różnych częściach Karpat zaobserwowano znaczne przekształcenie stoków i dolin w wyniku serii katastrofalnych zdarzeń geomorfologicznych wywołanych przez wzmożone opady i gwałtowne roztopy. Jednym z tych obszarów jest dorzecze Łososiny w Beskidzie Wyspowym (Ryc. 2). Nałożenie się skutków krótkotrwałego opadu ulewnego na wcześniejsze opady rozlewne na początku lipca 1997 r. przyczyniło się do wystąpienia powodzi w dolinie Łososiny i intensyfikacji ruchów masowych na stokach. Katastrofalne opady, jakie miały miejsce w lipcu 1997 r. nastąpiły po długim kilkunastoletnim okresie z niskimi sumami rocznymi opadów i prawdopodobnie zapoczątkowały bardziej wilgotną fazę w przebiegu opadów. Świadczą o tym opady w kolejnych latach 1998-2002. Spowodowały one uaktywnienie procesów masowych na stokach dorzecza Łososiny jakich nie notowano tu w XX wieku (Rączkowski, Mrozek 2002).

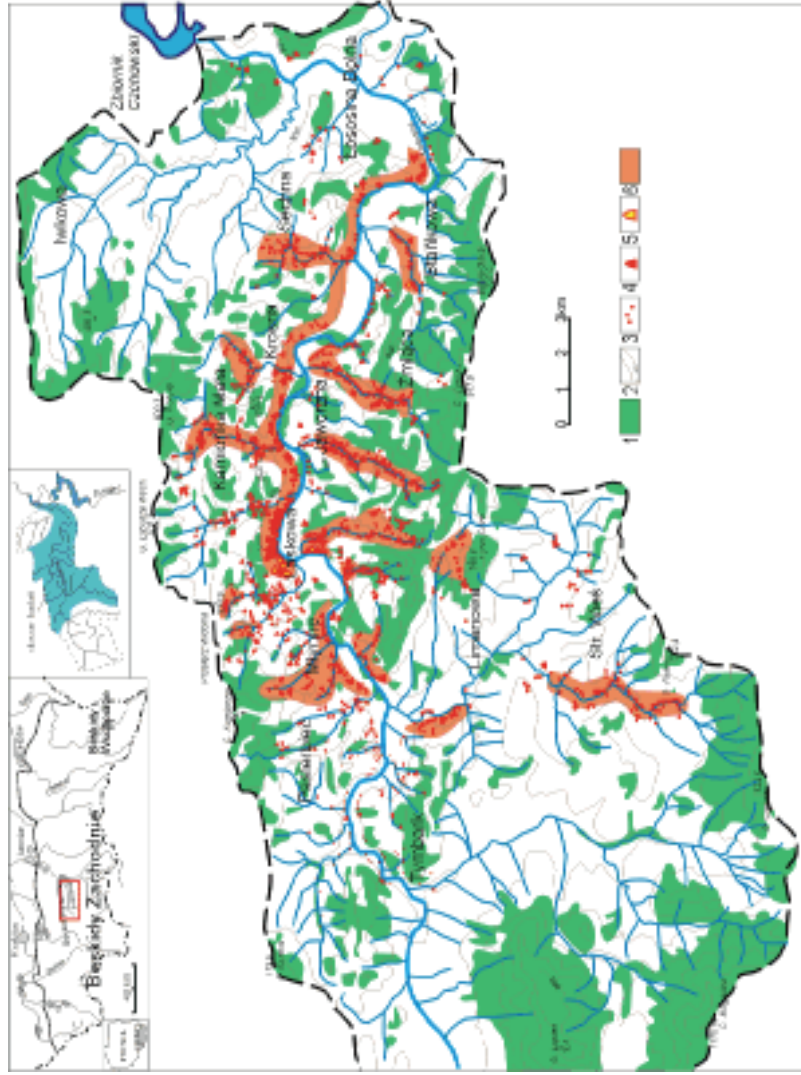
Na stokach tego obszaru powstało ponad 1300 form osuwiskowych, złaziskowych i systemów spływów torencjalnych i gruzowo-błotnych. Przyczyniło się to znacznego przekształcenia stoków i bardzo dużych zniszczeń infrastruktury gospodarczej.

Bezpośrednią przyczyną uaktywnienia procesów masowych w dorzeczu Łososiny był katastrofalny opad, jednak o lokalizacji form osuwiskowych na stokach zdecydowały w znacznym stopniu uwarunkowania zewnętrzne związane z pewnymi charakterystycznymi formami na stoku, które cechowała niska stateczność – brak wytrzymałości na ścinanie. Czynniki warunkujące powstanie i rozwój form powstałych w wyniku ruchów masowych podzieliłam na postawie badań własnych i literatury na naturalne i antropogeniczne (Tab. 1).

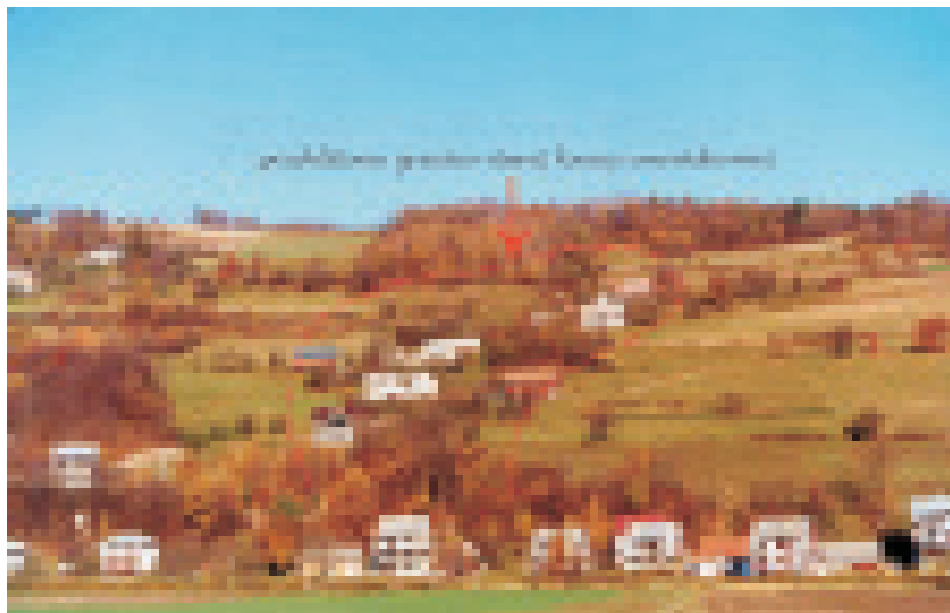
Lokalizację 66% spośród badanych form udało mi się powiązać z wymienionymi uwarunkowaniami naturalnymi. Z kolei na lokalizację 34% badanych form wpłynęły uwarunkowania antropogeniczne. Często zdarzało się ponadto, że lokalizację danej formy osuwiskowej warunkowało kilka czynników zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych.

Obszarami w obrębie stoków dorzecza Łososiny najczęściej przekształcanymi w okresie badań przez procesy osuwiskowe obok takich naturalnych form jak zbocza V-kształtnych dolinek i stare powierzchnie osuwiskowe są podcięcia drogowe, podcięcia pod zabudowę i terasy rolne (Tab. 2).

Zdecydowana większość badanych form powstała na stokach zadarnionych. Roślinność trawiasta utrudnia proces splukiwania i na dłużej zatrzymuje wodę opadową (Jakubowski 1965). Na zwiększoną nasiąkliwość gleby w znacznym stopniu wpływają namyte drobne części ilaste. Dzięki temu grunt z pokrywą darniową pod wpływem



Ryc. 2. Obszary narażone na dalsze osuwanie na tle form osuwiskowych powstałych w okresie 1997-2000 w dorzeczu Łososiny; 1 – obszary leśne, 2 – poziomicę poprowadzone co 100 m, 3 – zerywy z osiadania i małe osuwiska, 4 – stare uaktywnione osuwiska, 5 – osuwiska aktywne w okresie badań 1997-2000, 6 – obszary narażone na dalsze ruchy osuwiskowe



Fot. 1. Stok osuwiskowy w Laskowej wykorzystany pod zabudowę (fot. E. Gorczyca)



Fot. 2. Stok osuwiskowy Laskowa-Jabłoniec, należący do obszarów najbardziej przemodelowanych przez procesy osuwiskowe w lipcu 1997 roku (fot. E. Gorczyca)



Fot. 3. Dom zniszczony przez osuwisko powstałe na zboczu doliny Łososiny w Kamionce Małej (fot.: 3, 4, 5 E. Gorczyca)



Fot. 4. Jeden z sześciu zniszczonych budynków na osuwisku w Stańkowej



Fot. 5. Droga wojewódzka Limanowa-Nowy Sącz w Łaskowej zniszczona przez procesy osuwiskowe na krawędzi terasy Łososiny

Tab. 1. Uwarunkowania zewnętrzne – sprzyjające procesom masowym

UWARUNKOWANIA – Zmiana stateczności stoków	
NATURALNE	ANTROPOGENICZNE
Zwiększenie stromości i długości stoku	
<ul style="list-style-type: none"> • Naturalna erozja zboczy dolin, polegająca na rozcinaniu dna i podcinaniu zboczy dolin przez cieki • Nisze starych osuwisk 	<ul style="list-style-type: none"> • Wydobycie materiału w trakcie prac ziemnych • Terasy rolne
Odciążenie stoków	
<ul style="list-style-type: none"> • Gwałtowne rozcinanie dna i podcinanie zboczy dolin przez cieki 	<ul style="list-style-type: none"> • Podcinanie stoku pod zabudowę (budynki, drogi) • Eksploatacja surowców skalnych (kamieniołomy)
Obciążenie stoków	
<ul style="list-style-type: none"> • Nagromadzenie mas koluwalnych 	<ul style="list-style-type: none"> • Zabudowa (budynki, drogi)

Źródło: Brunsten 1985.

wody w sposób znaczny zwiększa swój ciężar, a jednocześnie zmniejsza się spójność pokryw. Tym samym zostają stworzone korzystne warunki dla powstania osuwisk zwietrzelinowych niezależnie od charakteru litologicznego zwietrzliny. Nieliczne osuwiska w obszarach leśnych w badanym terenie powstały na zboczach dolinek i w obrębie starych osuwisk.

Zagospodarowanie wsi Laskowa, jak i – w mniejszym stopniu – pozostałych miejscowości gminy jest doskonałym przykładem braku wiedzy na temat potencjalnych zagrożeń procesami osuwiskowymi. Stan taki można po części tłumaczyć długim okresem – kilkudziesięcioletnim, w którym nie miały miejsca w tym terenie procesy osuwiskowe na większą skalę. Jednak trudno zrozumieć dlaczego w obszarze osuwiskowym dopuszczono do zabudowy stare stoki osuwiskowe. Stare powierzchnie osuwiskowe i złaziskowe są zlokalizowane głównie w dolnych partiach stoków i na zboczach doliny Łososiny. Obszary te są gęsto zabudowane i pocięte licznymi drogami (Fot. 1, 2). Około 30% (361) badanych form osuwiskowych powstało w obrębie tych powierzchni (Tab. 2).

Powszechna aktywność procesów masowych w latach 1997-2000 w dorzeczu Łososiny spowodowała znaczne straty materialne. Zniszczeniu uległy budynki mieszkalne i gospodarcze, drogi asfaltowe i gruntowe, linie elektryczne, niewielkie mostki i przepusty mostowe (Fot. 3, 4, 5). W obszarze badań zniszczeniu lub znacznemu uszkodzeniu przez osuwające się masy zwietrzelinowe uległo kilkanaście domów mieszkalnych. Obecnie 114 budynków mieszkalnych i gospodarczych znajdujących

Tab. 2. Uwarunkowania antropogeniczne występowania ruchów masowych oraz zagrożenia i zniszczenia infrastruktury gospodarczej spowodowane przez procesy masowe w dorzeczu Łososiny (na podstawie własnych badań).

Uwarunkowania antropogeniczne	Podcięcia drogowe	Podcięcia pod zabudowę	Terasy rolne	Obciążenie zabudową	Kamieniołomy	Łączna liczba form o uwarunkowaniach antropogenicznych
Liczba form osuwiskowych	331	77	86	6	1	466
Zniszczenia wywołane przez procesy osuwiskowe	89 zniszczonych lub zagrożonych odcinków dróg asfaltowych	1334 m zniszczonych i uszkodzonych dróg asfaltowych	176 zniszczonych lub zagrożonych odcinków dróg gruntowych	114 zniszczonych lub zagrożonych budynków	3 zniszczone lub zagrożone mosty i przepusty mostowe	5 zniszczonych słupów sieci elektrycznej

Źródło: badania własne.

się w obrębie 80 osuwisk powstałych lub uaktywnionych w okresie badań jest zagrożonych przez ich ponowną aktywność (Fot. 1, 2). Osuwające się masy zwietrzelinowe zniszczyły 1334 m dróg asfaltowych, przerywając je lub zasypując w 89 odcinkach (Tab. 2). W największym stopniu zagrożone są drogi: z Limanowej do Nowego Sącza przez Ujanowice oraz droga Ujanowice–Dobrociesz na odcinku przebiegającym przez wieś Sechna. Pierwsza z nich poprowadzona wzdłuż doliny Łososiny zagrożona jest zarówno przez wody Łososiny jak i przez procesy osuwiskowe (Fot. 5). Kilka odcinków drogi jest wcięte w osuwiskowe zbocza doliny Łososiny przyczyniając się do dodatkowego naruszenia ich stabilności. W jeszcze większym stopniu zostały uszkodzone lub zasypane przez osuwające się masy zwietrzelinowe drogi gruntowe w obrębie 176 osuwisk.

W dorzeczu Łososiny największe szkody materialne w trakcie powodzi w lipcu 1997 r. poniosła gmina Laskowa. Wsie należące do tej gminy (Laskowa, Jaworzna, Kamionka Mała, Kobyłczyzna, Krosna, Sechna, Strzeszyce, Ujanowice, Żmiąca) znalazły się w centrum opadu burzowego 9 lipca 1997 r. Ze sprawozdania ze szkód i strat powodziowych za okres lipca 1997 r. wynika, że na terenie gminy osuwiska zajmują ok. 160 ha, co stanowi 2,3% jej powierzchni. Ponadto 40 budynków mieszkalnych zostało uszkodzonych lub jest nadal zagrożonych przez osuwające się masy koluwalne. Znacznemu zniszczeniu przez wezbrane potoki i osuwiska uległa droga wojewódzka Limanowa – Nowy Sącz oraz ok. 35 km dróg gminnych i 120 km dróg osiedlowych. Wielkość strat materialnych po powodzi w lipcu 1997 r. oraz w czerwcu 1998 r. w gminie Laskowa zostały oszacowane na 34 mln zł.

Prowadzone badania pozwoliły mi również wskazać obszary najsilniej zagrożone potencjalnymi dalszymi ruchami masowymi, występujące w obrębie uaktywnionych starych powierzchni osuwiskowych. Kryterium wyznaczenia stoków narażonych na dalsze osuwanie była ich znaczna aktywność osuwiskowa w całym okresie badań 1997-2000 pod wpływem impulsów opadowych. Należą do nich: północne zbocza doliny od Młynnego do Krosnej, dolne partie stoków zlewni Kamionki Małej, Sechnej, Żmiącej, Jaworznej, Stańkowej i stoki w dolnym odcinku zlewni Mordarki i Starowiejskiego Potoku (Ryc. 2). Największe zagrożenie dalszymi ruchami masowymi występuje na północnych zboczach przyrzecza Łososiny od Laskowej do Kamionki Małej. Powierzchnie osuwiskowe zajmują tu 40% powierzchni stoków, a ponad 8% powierzchni zajmują osuwiska uaktywnione i nowo powstałe w okresie badań. W obszarze tym o powierzchni około 3 km²) powstało lub uaktywniło się ponad 100 form osuwiskowych, z których 16 w różnym stopniu uszkodziło 34 budynki mieszkalne i gospodarcze. Szczególnie istotnym zagrożeniem dla mieszkańców są tu dalsze ruchy masowe. Na stokach tego obszaru znajduje się ok. 170 zabudowań z czego ok. 100 położone jest w obrębie starych lub uaktywnionych form osuwiskowych (Fot. 1, 2). Taka lokalizacja zabudowań i dróg może stanowić dla nich znaczne zagrożenie. Budynki posadowione bezpośrednio w strefie osuwiska, w której następuje oderwanie i przemieszczanie mas zwietrzelinowych z reguły zostały w znacznym stopniu uszkodzone (Fot. 4). Deformacja podłoża doprowadziła do popękania ich fundamentów i ścian co sprawiło, że zostały zakwalifikowane do rozbiórki. W obszarze występowania osuwisk bardzo niebezpieczne dla infrastruktury gospodarczej i osiedli ludzkich okazały się upłynnione masy zwietrzelinowe. W zależności od kubatury i rodzaju przemieszczanych koluwiów domy, drogi i przepusty drogowe zostały zniszczone lub tylko przysypane.

Bardzo istotny jest także wkład człowieka w dalszy rozwój powstałych form osuwiskowych w dorzeczu Łososiny. Wiele badanych osuwisk zniszczyło lub zasypało drogi i budynki, uniemożliwiając normalne funkcjonowanie mieszkańcom tego terenu. Były to głównie płytkie osuwiska zwietrzelinowe, o stosunkowo niewielkiej powierzchni. W związku z tym możliwe było częściowe wyrównanie oraz zasypanie wielu z nich. Spowodowało to zazwyczaj uruchomienie wtórnych ruchów osuwiskowych. W rezultacie miała miejsce znacznie szybsza stabilizacja powierzchni takich form osuwiskowych w porównaniu z osuwiskami, w obrębie których działają tylko procesy naturalne.

Wnioski

Podsumowując, można stwierdzić, że człowiek ma znaczny wpływ na aktywność procesów masowych w obszarach górskich. Gospodarcza działalność człowieka polegająca na wylesieniu, obciążaniu stoków zabudową, czy podcinaniu stoków w trakcie budowy dróg znacząco wpływa na osłabienie stabilności stoków i zwiększa ich podatność na osuwanie. Ruchy masowe zarówno w Karpatach fliszowych, jak i w innych górskich regionach umiarkowanej strefy klimatycznej mogą wyeliminować niektóre obszary z gospodarki człowieka. W regionach zagrożonych przez potencjalne ruchy osuwiskowe gospodarka powinna być prowadzona bardzo umiejętnie i przewidywać ewentualne straty.

Ostatnie badania wskazują jednak, że rola procesów osuwiskowych w gospodarce ludzkiej nie jest wyłącznie destrukcyjna. Stare, ustabilizowane formy osuwiskowe charakteryzują się bowiem niewielką stoczystością, występowaniem powierzchniowych wypływów wód oraz lokalnym złagodzeniem klimatu, co sprzyja lokalizacji osiedli ludzkich. Również z tych powodów w obszarze moich badań powierzchnie starych osuwisk zostały w dużym stopniu wykorzystane pod zabudowę.

Niemniej jednak wykorzystanie starych osuwisk pod zabudowę nieuchronnie wiąże się z ryzykiem. Dotyczy to zwłaszcza czasów nam współczesnych, w których nowe materiały budowlane oraz wzrost zamożności ludzi powoduje, że nowo powstałe budynki są dużo większe i cięższe niż poprzednie sprzed kilkudziesięciu lat. Usytuowanie zabudowań w obrębie starych osuwisk w dorzeczu Łososiny jest z jednej strony skutkiem nieumiejętności rozpoznania tych form, z drugiej zaś wynikiem wykorzystania stosunkowo płaskich obszarów pod zabudowę. Przy tworzeniu planów zagospodarowania przestrzennego dla gmin w dorzeczu Łososiny, jak i w innych obszarach osuwiskowych Karpat fliszowych wskazane byłoby przed wyznaczeniem obszarów pod zabudowę zlokalizowanie starych powierzchni osuwiskowych oraz złączkowych i zbadanie ich stabilności.

Literatura

- Butzer K. W., 1976, *Geomorphology from the earth*, New York–London: Harpercollins College Dic.
- Brunsdon D., 1985, *Ruchy masowe*, [w:] C. Embleton, J. Thornes (red.), *Geomorfologia dynamiczna*, PWN, Warszawa.
- Corominas J., 1996, *Debris Slide*, [w:] R. Dikau., D. Brunsdon, L. Schrott., M.L. Ibsen (red.), *Landslide recognition. Identification, Movement and Causes*, Chichester: J. Wiley & Sons.
- Crozier M.J., 1986, *Landslides: Causes, consequences and environment*, Croom Helm, London.
- Embleton C., Embleton-Hamann Ch., 1997, *Geomorphological hazards of Europe*, Developments in Earth Surface Processes, 5.
- Jakubowski K., 1965, *Wpływ pokrycia roślinnego oraz opadów atmosferycznych na powstawanie osuwisk zwietrzelinowych*, *Przeł. Geol.*, 9.
- Klimaszewski M., 1981, *Geomorfologia*, PWN, Warszawa.
- Kotarba A., 1989, *Landslides: Extent and economic significance in Central Europe*, [w:] E.E. Brabb, B.L. Harrod (red.), *Landslides: Extent and Economic Significance*, B.L., *Proceedings of the 28th International Geological Congress: Symposium on Landslides*, Washington D.C. 1989, Balkema, Rotterdam.
- Margielewski W., 2000, *Gospodarcze znaczenie osuwisk Beskidu Makowskiego*, *Problemy Zagospod. Ziem Górskich*, 46.
- Rączkowski W., Mrozek T., 2002, *Activating of landsliding in the Polish Flysch Carpathians by the end of the 20th century*, *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 36.
- Rybař J., Novosad S., 1989, *Coping with landslide problems in Czechoslovakia*,

[w:] E. E. Brabb., B. L. Harrod (red.), *Landslides: Extent and Economic Significance*, Proceedings of the 28th International Geological Congress: Symposium on Landslides, Washington D. C. 1989, Balkema, Rotterdam.

Zabuski L., Thiel K., Bober L., 1999, *Osuwiska we fliszu Karpat Polskich*, *Geologia – modelowanie – obliczenia stateczności*, IBW PAN, Gdańsk.

Human activity as a factor of a slopes destabilization and a landslide processes controlling in mountain areas

Summary

The aim of this paper is to describe the significance of various human activities in the processes of slope destabilization and landslide control. The problem is presented on the basis of the literature and the results of the author's field research, carried out the Łososina catchment, Beskid Wyspowy Mts. In the years 1997-2001.

Active landslides pose a serious danger to settlements, roads, power infrastructure and water reservoirs (Zabruski et al. 1999). Main roads in Poland are jeopardized by at least a thousand landslides, and over 500 towns and villages in Slovakia and Czech Republic are threatened by landslide reactivation (Kotarba 1989; Rybar, Novosad 1989). In some regions e.g. New Zealand, widespread occurrence of landslides significantly decreases agricultural areas (Crozier 1986). Growing impact of landslide activity is the consequence of rapid growth of Earth's population and technological progress over the last 100 years causing *greater and more frequent modifications of natural environment*.

From 1997 to 2002, series of catastrophic landsliding episodes caused by very heavy rainfall and snow-melting events occurred in the Carpathians. Intense landslide activity was also observed in the Łososina catchment in the Beskid Wyspowy Mts, where several buildings, asphalt and unsurfaced roads, power lines, small bridges and culverts were damaged.

In the study area, human activities have been responsible for the intensification of landslide processes. Consequently, landslides are very numerous in deforested areas used as pastures, on slopes terraced for building and road construction as well as on slopes overloaded by buildings. Such activities have decreased slope stability. Location of houses within old, dormant landslides is a very typical yet controversial practice observed in the study area.

Translated by author and Joanna Zawiejska

*Elżbieta Gorczyca
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
Uniwersytet Jagielloński*

