

*Marek Strojny*

## ANALIZA FUNKCJONOWANIA WYBRANYCH KATEN PROGU POGÓRZA WIELICKIEGO

*Zarys treści:* W artykule na tle warunków środowiska geograficznego Progu Pogórza Karpackiego w okolicach Wieliczki przedstawiono zróżnicowane funkcjonalnie typy katen charakterystycznych dla całej strefy brzeżnej Pogórza Wielickiego. Ich funkcjonowanie, zależne w dużej części od użytkowania, pozwala na wysuwanie wniosków i przewidywanie kierunków dalszego rozwoju.

*Słowa kluczowe:* Karpaty Zachodnie, katena, funkcjonowanie, użytkowanie ziemi.

### 1. Wprowadzenie

Niniejszy artykuł zawiera analizę struktury i funkcjonowania katen charakterystycznych dla progowej części Pogórza Wielickiego. Omówiony w nim fragment progę Pogórza Wielickiego był z początkiem lat sześćdziesiątych badany przez L. Starkla, który stwierdził na podstawie analizy cech morfologicznych, że jest on reprezentatywny dla całości progę Pogórza Wielickiego (Starkel 1960).

W latach 1987-1989 omawiany teren był przedmiotem badań, polegających na kartowaniu fizycznogeograficznym geokompleksów. Celem badań było określenie składu geokompleksów oraz dynamiki procesów zachodzących w występujących tu katenach. Wyniki tych badań zostały przedstawione w pracy magisterskiej „*Struktura i funkcjonowanie geokompleksów na granicy Pogórza Karpackiego i Kotliny Sandomierskiej na przykładzie fragmentu zlewni potoku Zabawka na wschód od Wieliczki*”, ukończonej w 1989 roku. W czasie obserwacji prowadzonych w 1998 roku zbadano zmiany zaistniałe w ciągu minionego 10-lecia. Do głównych trendów zmian, które można było zaobserwować w ciągu tej dekady, należy zaliczyć powszechne niwelowanie parcel związane z gwałtownym rozwojem budownictwa jednorodzinne na tym obszarze. Wraz z rozwojem budownictwa zagęściła się sieć dróg, ścieżek i ogrodzeń,

które w istotny sposób wpływają na funkcjonowanie stoków, ułatwiając bądź utrudniając przepływ materii. Duże znaczenie dla obiegu materii i energii w badanym terenie ma również zanotowany tutaj powszechny proces porzucania pól uprawnych i porostania ich trawą oraz krzewami jeżyny, maliny, tarniny i dzikiego bzu. Następnie zastosowano metodę analizy porównawczej, na podstawie której można wysnuć wnioski dotyczące dynamiki procesów i kierunków przemian zachodzących w wybranych systemach katenowych. Biorąc pod uwagę strukturę geokompleksów i dynamikę funkcjonowania na badanym w latach 1987-1989 wycinku, porównano uzyskane wyniki z rezultatami badań innej części progów Pogórza Wielickiego (German 1992, Kaszowski, Świąchowicz 1995) i stwierdzono, że opracowane kateny można uznać za reprezentatywne dla progów pogórzy średnich.

Katena jest to prawidłowe następstwo geokompleksów w profilu stoku, pokazujące oddziaływanie takich czynników, jak kształt zbocza, rodzaj skał i zwietrzelin, wykształcenie gleb, stosunki wodne, topoklimatyczne i roślinne wzdłuż kolejnych odcinków stoku, powtarzające się w określonych warunkach w pewien charakterystyczny sposób (Kondracki 1969).

## 2. Charakterystyka środowiska

Obszar, na którym znajdują się badane kateny, zaliczany jest do makroregionu Karpat Zewnętrznych, mezoregionu Pogórza Wielickiego (Czeppe, German 1980). Znajduje się on na obszarze zlewni potoku Zabawka położonej na wschód od Wieliczki. Zajmuje ona północną, brzeżną część Pogórza Wielickiego, zwaną progiem Pogórza, który oddziela Prowincję Karpacką od Podkarpackiej. Próg w tej części opada z wysokości 431 m n.p.m. do wysokości 378 m n.p.m., a deniwelacje nie przekraczają 180 m.

W budowie geologicznej tego fragmentu Pogórza Wielickiego dominują utwory dwóch płaszczowin: podśląskiej i śląskiej. Do płaszczowiny podśląskiej należą słabo odporne i łatwo wietrzejące łupki zielone i pstre reprezentujące warstwy istebniańskie zalegające w dolnej części Progu, natomiast do płaszczowiny śląskiej bardziej odporne łupki warstw wierzowskich i serii jaspisowych, warstwy gezowe dolne oraz odporne warstwy łgockie i grodziskie. Budują one górną, bardziej stromą część Progu.

Przewaga skał odpornych w górnej części Progu, a mniej odpornych w dolnej spowodowała powstawanie typowego dla takiego układu skał wypukło-wklęsłego profilu stoku. Zróżnicowanie odporności skał wpływa na różnice w nachyleniach. Podczas gdy górną część obszaru cechują stoki o nachyleniach przekraczających 15°, to w dolnej występują głównie długie i łagodne stoki, przeważnie o ekspozycji północnej.

Mezoklimat progów ma charakter przejściowy od obniżen podkarpackich do Pogórza. Według obliczeń autora na podstawie danych ze stacji IMGW Wieliczka w okresie 1971-1980 opady roczne wynosiły średnio 744,3 mm i były rozłożone bardzo nierównomiernie w ciągu roku. W miesiącach letnich zaznaczyło się wyraźne maksimum wynoszące w czerwcu i lipcu 360 mm, to jest 47% ogólnej liczby opadów. Liczba dni z deszczem wynosiła od 100 do 130 w ciągu roku. Okres deszczowy zaczyna



Ryc. 1. Mapa terenu badań.  
Fig. 1. Map of study area.

się w marcu, a kończy w listopadzie. Pierwszy krótkotrwały śnieg pojawia się w listopadzie, natomiast trwała pokrywa śnieżna występuje dopiero w drugiej lub trzeciej dekadzie grudnia i zanika około połowy marca. Na stoku progę i zboczach dolin eksponowanych na północ śnieg dłużej leży i wolniej topnieje. Podsumowując, należy stwierdzić, że teren badań leży w obrębie rejonu klimatycznego Pogórza Karpackiego. Posiada on średnie temperatury lipca 18°C i stycznia -2,5°C oraz zdecydowaną przewagę wiatrów zachodnich. Jednocześnie należy dodać, że cały teren badań położony jest w obrębie mezoklimatu stoków i grzbietów, co powoduje wydłużenie okresu wegetacyjnego w stosunku do den dolin (Hess, Niedźwiedź, Starkłowa 1979). Zbiorniki wód gruntowych są mało zasobne, na co wskazuje występowanie mało wydajnych źródeł typu wycieków i młak. Z okresowymi zbiornikami w pokrywach wiążą się tereny okresowo podmokłe. Sieć cieków stałych ogranicza się do większych dolin (Starkel 1960). W pokrywie glebowej opisanego terenu dominują gleby brunatne wylugowane na lessach i glinach. Są one narażone na intensywne zmywanie poziomu orno-próchnicznego oraz powstawanie żłobin sięgających poniżej tego poziomu (Strzemski 1973). Analizowany teren jest prawie zupełnie pozbawiony lasów. Ich niewielkie fragmenty znajdują się we wschodniej części terenu oraz w dolinach potoków. Łąki i pastwiska zajmują większe obszary w pobliżu den dolin i na obszarach osuwiskowych. Ponad 80% powierzchni zajmują grunty orne.

Budowa geologiczna podłoża oraz rzeźba wpływają na zróżnicowanie funkcjonowania geokompleksów. Górną część cechują głównie procesy osuwiskowe, czyli grawitacyjne odprowadzanie materiału w dół. Procesy transportu dolinnego dominują w dolnej części stoku rozciętej licznymi formami dolinnymi. Materiał wyniesiony zostaje osadzony u wylotów dolin.

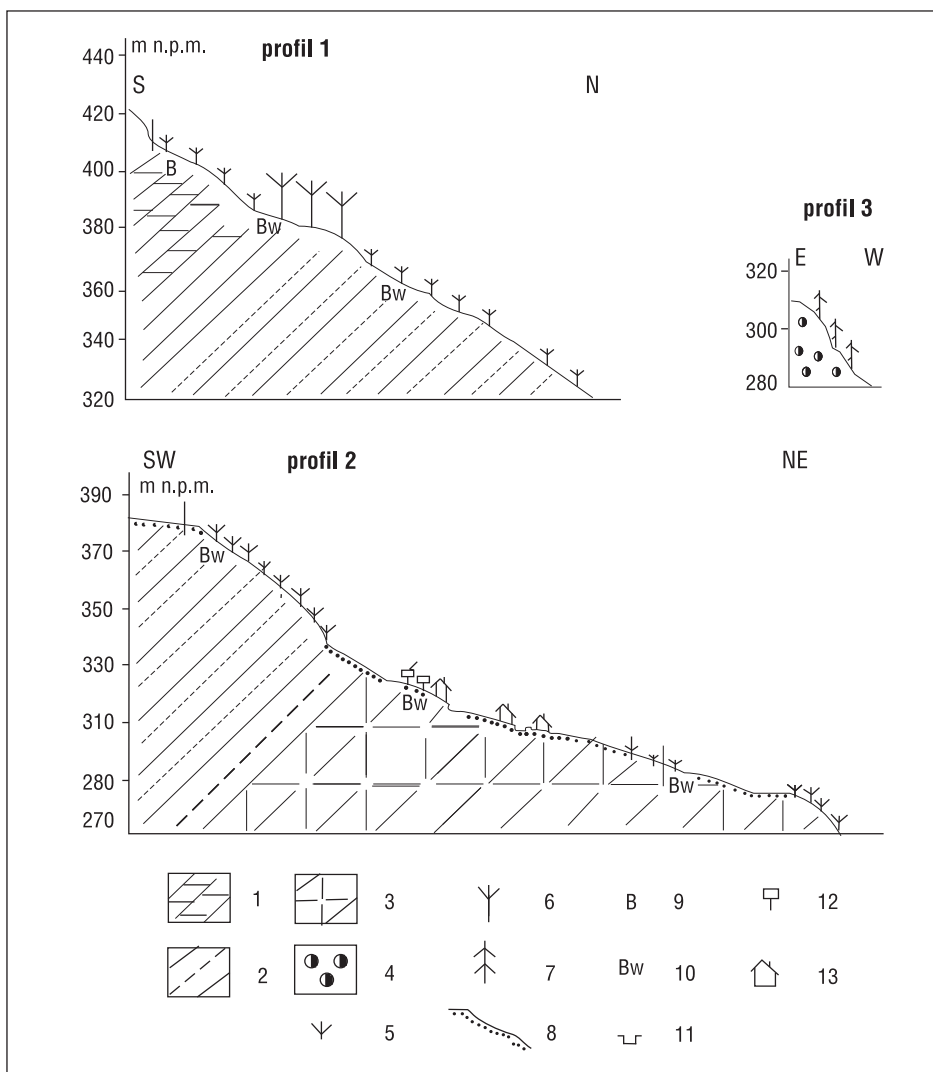
### 3. Charakterystyka katen

Uwarunkowania geologiczne, morfologiczne i funkcjonalne spowodowały powstanie specyficznych katen, charakterystycznych dla strefy brzeżnej Pogórza Wielickiego.

Przedmiotem analizy są trzy typy katenowe:

1. stoku osuwiskowego użytkowanego jako łąki,
2. stoku o zmiennych nachyleniach i przewadze pól ornych,
3. zalesionego stoku osuwiskowego.

**1. Katena stoku osuwiskowego użytkowanego jako łąki.** Jest ona zlokalizowana w całości na północnym stoku progę Pogórza Wielickiego. Odnacza się dużymi nachyleniami przekraczającymi miejscami 20°. Deniwelacje w tej katenie dochodzą do 100 m. Ze względu na duże nachylenia i osuwiskowy charakter stoku, zabudowa osadnicza jest rozproszona, co wpływa również na rzadką sieć dróg. Pola uprawne występują jedynie na bardziej płaskich fragmentach, a w użytkowaniu przeważają łąki i niewielkie zagajniki (profil 1).



Ryc. 2. Profile kompleksowe wybranych katen strefy progu Pogórze Wielickiego: 1 - łupki warstw grodziskich, 2 - łupki i gezy warstw gezowych dolnych, 3 - łupki pstre, 4 - piaskowce, 5 - łąki, 6 - lasy liściaste, 7 - lasy iglaste, 8 - pola orne, 9 - gleby brunatne, 10 - gleby brunatne wylugowane, 11 - gleby biellicowe, 12 - drogi, 13 - sady, 14 - zabudowa.

Fig. 2. Complex transects of selected catenas of the marginal zone of the Pogórze Wielickie upland: 1 - shales of Grodzisko Beds, 2 - shales and gaizes of Lower Gaize Beds, 3 - variegated shales, 4 - Tomaszkowice Beds, 5 - meadows, 6 - deciduous forests, 7 - coniferous forests, 8 - arable fields, 9 - brown soils, 10 - leached brown soils, 11 - podsols, 12 - roads, 13 - orchards, 14 - build-up.

W skład tej kateny wchodzi geokompleksy niszy osuwiskowej, stoku osuwiskowego oraz liczne debrze, a cały system połączony jest z geokompleksem doliny wciosowej górnego odcinka potoku Lednickiego. Ten typ kateny zajmuje największy obszar na progu Pogórza Wielickiego. Jego rozwój jest związany nie tylko z warunkami geologicznymi podłoża, ale również klimatu i działalnością człowieka. Nasylenie wodą opadową pokryw zwietrzelinowych o różnej frakcji i ich stałe pełznięcie grawitacyjne w dół stoku powoduje powstawanie charakterystycznych form i struktur właściwych dla terenu osuwiskowego.

Pierwszym elementem składowym charakterystycznym dla tej kateny jest geokompleks aktywnej niszy osuwiskowej. Wyróżnia się ona stałym odmładzaniem, co można stwierdzić po występowaniu garbów, nabrzmień, pęknięć i powiększających się szczelin w obrębie niszy. Tak aktywny górny fragment kateny dostarcza stale duże ilości materii do transportu. Poniżej geokompleksu niszy rozciąga się następną jednostką. Jest to duży, amfiteatralny stok nacięty w wielu miejscach zalesionymi debrzami. Debrze te to główne drogi transportu materiału z niszy w dół stoku do doliny wciosowej potoku. Strone zbocza tych debrzy osiągają nachylenia do 50° i wysokość do 10 metrów. Okresowe prowadzenie wody przyczynia się do stałego wydłużania i poszerzania tych form, rozcinających coraz bardziej stok. O dużej ilości materiału transportowanego przez debrze świadczą duże stożki napływowe wytworzone u wylotu debrzy do doliny potoku.

Procesy transportu i erozji zachodzą również na nierozciętych fragmentach stoku. Szczególnie intensywne są one w tych częściach, w których stok jest użytkowany rolniczo, a pola orne dochodzą do samych krawędzi debrzy. Przy podłużnym układzie pól zachodzi na nich intensywne splukiwanie i zmywanie. Rezultaty tych procesów są wyraźnie widoczne na powierzchniach dróg asfaltowych wybudowanych w poprzek stoku. Zaobserwowano na nich smugi zmytej gleby o frakcji pylastej osiągające rozmiary do 0,5 m szerokości i 1 m długości. Ogniwem, które pełni rolę korytarza łączącego tę katenę z innymi, jest koryto potoku. Woda płynąca stanowi nośnik materiału przemieszczanego z całego obszaru kateny. Na podstawie badań transportowanej przez wodę zawiesiny, przeprowadzonych w korycie sąsiedniego dopływu potoku Lednickiego, można przypuszczać, że średnie dobowe odprowadzanie materiału z tej kateny w normalnej sytuacji bezdeszczowej kształtuje się na poziomie od 3 do 5 kg, a po większych ulewach wzrasta nawet do 15 kg (Strojny 1989).

Część materiału dostarczanego z górnego fragmentu kateny pozostaje jednak na jej obszarze. Jest to materiał zdeponowany na sterasowanym stoku i innych uwarunkowanych antropogenicznie załamaniach jego spadku.

## **2. Katena stoku o zmiennych nachyleniach i przewadze pól ornych.**

Znajduje się ona na stoku o ekspozycji północno-wschodniej. Składa się wyłącznie z geokompleksów stoków, nie rozciętych formami dolinnymi. Deniwelacje tych stoków wynoszą około 80 m. Na obszarze tej kateny występuje gęsta mozaika pól, łąk, zabudowania oraz sieć dróg poprowadzonych wzdłuż i w poprzek stoku (profil 2).

Górną część tego systemu stanowi geokompleks spłaszczenia wierzchowinowego. Jest ono w większości pokryte polami ornymi i rzadką zabudową. Prawdopodobnie zachodzi na nim intensywna deflacja, co stwierdzono na podstawie obserwacji pyłu nawianego na kępy traw po wschodniej stronie spłaszczenia.

Faktyczny proces powierzchniowej migracji materii rozpoczyna się na stoku, który jest oddzielony od leżącego powyżej spłaszczenia słabo zarysowującą się krawędzią. Górna część kateny posiada znaczne nachylenia dochodzące do 15°. Jest to stok o zdecydowanej dominacji użytkowania rolniczego z przewagą pól uprawnych.

Pola te to miejsca, gdzie ruch materii odbywa się w górę i w dół. Procesem, który przemieszcza glebę w górę stoku, jest orka i rozbryzg, natomiast głównymi procesami, dzięki którym materia przesuwana grawitacyjnie w dół, są splukiwanie i spływ powierzchniowy. Procesy orki przyczyniają się również do powstawania teras rolnych utrudniających erozję i przyczyniających się do utrwalania stoku. Mozaika pól i łąk poprzedzielanych terasami powoduje wyhamowanie intensywnych procesów splukiwania. Zachodzą one jedynie w obrębie pojedynczych pól, szczególnie tych wystawionych na deszczonośne wiatry północno-zachodnie.

Poniżej fragmentu stoku z przewagą pól ornych znajduje się następna jego część, która charakteryzuje się dużo mniejszymi nachyleniami nie przekraczającymi 8°. Jest to teren dogodny dla zabudowy, która występuje wzdłuż dość gęstej sieci dróg przecinających stok zarówno wzdłuż, jak i w poprzek. Drogi te mają istotną rolę dla procesów splukiwania rozwijających się w obrębie stoku, pełniąc rolę korytarzy transportujących bądź hamujących ruch materii w jego obrębie. W związku z tym, że droga główna znajduje się u podnóża progu Pogórza Wielickiego, większość bocznych dróg biegnie wzdłuż stoku. Takie ich ułożenie powoduje, że rowy znajdujące się po obu ich stronach intensywnie transportują zmyty materiał, co daje się zauważyć szczególnie po większych opadach w postaci namuleń gleby, zawierających zmyte ziarna zbóż. Materiał namyty pochodzi z erodowania zboczy wcięć drogowych (bruzdy erozyjne). Droga biegnąca w poprzek stoku przyczynia się natomiast do powstrzymania procesów erozji. Po obu jej stronach daje się zaobserwować stopniowe wypełnianie rowów przez materiał zniesiony z pól i również stopniowe przerastanie tego materiału darnią, co w konsekwencji powoduje zatrzymanie jego ruchu w dół stoku. Większość dróg w tej katenie jest wyasfaltowana i wszystkie w swej górnej części znajdują się w płytkich holwegach. Osiągają one głębokość do 1,5 m, ale wraz ze zmniejszaniem się nachyleń stoku zmniejsza się ich głębokość, aż w końcu zanikają.

Opisany powyżej fragment stoku o mniejszych nachyleniach jest wykorzystywany nie tylko pod zabudowę, ale również pod uprawę zbóż i roślin okopowych. Pomiędzy polami występują niewielkie fragmenty łąk. Taka mozaika pól ornymi i użytków zielonych stanowi doskonały hamulec dla ruchu materii, a głównym procesem modelującym stok jest tutaj akumulacja.

Procesem o mniejszym znaczeniu, który zachodzi w tej katenie, jest spływ śródpokrywowy. Stwierdzono go, obserwując wygięcie krawędzi teras rolniczych w poziomie, w stronę doliny potoku. Wygięcie to oraz nabrzmienia w obrębie teras wskazują prawdopodobnie na trudności w odprowadzaniu wody oraz na powolny ruch grawitacyjny tych teras w dół (Lach 1984).

**3. Kateną zalesionego stoku skalno-zwietrzelinowego.** Jest ona systemem bardzo niewielkim obszarowo. Znajduje się na zachodnim stoku oraz na spłaszczeniu wierzchwinowym wzgórza o nazwie Winnica. Deniwelacje w obrębie kateny wynoszą 35 m, ale występując na bardzo krótkim stoku, powodując jego znaczne nachylenia dochodzące do 35°. Cechami różniącymi tę katenę od dwóch pozostałych jest to, że jest ona prawie w całości porośnięta lasem, jak również to że cała położona jest na piaskowcach tomaszkowickich (profil 3). W katenie tej nie występuje zabudowa, a jedynymi formami antropogenicznymi są pola uprawne na spłaszczeniu wierzchwinowym oraz stare wyrobisko piasku u podnóża stoku.

Grzbiet i spłaszczenie wchodzące w skład górnej części kateny są modelowane przez wiatr i wodę opadową. Wpływy deflacji kończą się na granicy pola ornego zajmującego centrum spłaszczenia i lasu. Zjawisko spłukiwania występuje tylko wzdłuż lekko nachylonych ścieżek wiodących z pola w głąb lasu. Są na nich widoczne odsłonięte korzenie oraz namyte resztki igliwia. Rezultaty spłukiwania można obserwować również na pionowej ściance piaskowca tomaszkowickiego o wysokości ok. 1 m, znajdującej się w górnej części stoku, na granicy ze spłaszczeniem. Zaobserwowano liczne pionowe smugi zmytego materiału znajdujące się na pionowej powierzchni ścianki oraz dużą ilość tego materiału zdeponowanego u jej podnóża. W piaskowcach tomaszkowickich stanowiących podłoże geologiczne tej kateny zachodzą procesy, których nie stwierdzono w poprzednich katenach. Są to wmywanie i bielcowanie. Proces wmywania jest dość głęboki (nawet do 1 m) i jest szczególnie dobrze widoczny wzdłuż korzeni drzew. Bielcowanie zostało zaobserwowane we wszystkich odsłonięciach piaskowców i objawiło się w wybieleniu warstwy podpróchnicznej spowodowanym wymyciem związków żelaza.

Stok znajdujący się poniżej spłaszczenia jest w całości porośnięty lasem typu boru suchego z sosną jako gatunkiem dominującym. Gęsta sieć korzeni oraz rosnące kępami podszyt i runo umożliwiają rozwijanie się specyficznych procesów erozyjnych. Zachodzą one głównie wzdłuż ścieżek wydeptanych w obrębie stoku. O procesach rozcinania, spłukiwania i akumulacji świadczą odsłonięte, wystające ponad ich powierzchnię korzenie sosen. Tam gdzie rosną one wzdłuż ścieżek, są dokładnie odsłonięte na znacznej długości, inaczej natomiast wyglądają korzenie rosnące w ich poprzek. Po stronie korzeni, na którą napływa woda, zauważono namytą warstewkę (ok. 2 cm) próchnicy, piasku i igliwia. Zjawisko to zachodzi na całej długości zalesionego stoku i dopiero na załomie wklęsłym stoku, u wylotów ścieżek tworzą się niewielkie stożki napływowe.

Potok, który płynie u podnóża stoku, wynosi w całości materiał dostarczany przez procesy zachodzące na stoku i przemieszcza go do niżej położonych systemów. W katenie tej znajduje się również geokompleks, w którym procesy zachodzą w sposób bardziej dynamiczny. Jest to geokompleks cofającego się stoku, który to proces został zapoczątkowany „dziką” eksploatacją piasku u jego podnóża. Stok ten następnie został podcięty przez erodujący bocznie potok. Oprócz osuwania zachodzi tutaj również obrywanie i spełzywanie. Zaobserwowano całe pakiety piaskowców zsuwające się wyżłobioną rynną wraz z porastającą je roślinnością. Cały materiał z tego fragmentu stoku zsuwa się jako koluwium do doliny potoku, odsuwając jego nurt



pod przeciwległy brzeg i tworząc w korycie łączę piaszczystą o długości około 5 m. Wymuszone przez koluwium meandrowanie potoku powoduje podcinanie sąsiedniego fragmentu stoku i tworzenie się krawędzi stromego zbocza o wysokości 5 m ponad dnem potoku. Zbocze to występuje na całej długości meandra osiągając w sumie długość 12 m. Od jego ściany odrywają się liczne zerwy i obrywy, wpadając bezpośrednio w nurt potoku. Materiał ten wynoszony jest do niżej leżących geokompleksów przy wyższych stanach potoku występujących po dużych opadach.

Na podstawie wszystkich tych obserwacji można jednoznacznie stwierdzić, że z kateny tej pomimo jej porośnięcia lasem odprowadzana jest największa ilość materiału. Spowodowane to jest występowaniem słabo zwięzłych piaskowców tomaszkowickich, silnej erozji bocznej potoku oraz dynamicznie rozwijającymi się procesami grawitacyjnymi na stoku, którym sprzyjają znaczne nachylenia. Niewątpliwie duże znaczenie dla takiego dynamizmu funkcjonowania tej kateny miała eksploatacja piasku, która stanowiła impuls dla szybkiego rozwoju pozostałych procesów.

#### 4. Wnioski

Na podstawie charakterystyki trzech wybranych systemów stokowych można zauważyć istotne różnice w strukturze i funkcjonowaniu katen. Wynika to przede wszystkim ze zróżnicowania procesów erozyjnych dominujących w tych trzech katenach. W pierwszej katenie są to osuwanie, splezywanie i rozcinanie, a w dalszej kolejności procesy transportu i akumulacji. W drugiej katenie występują przede wszystkim procesy zachodzące na polach ornych. Dominującą rolę odgrywa tu splukiwanie i deflacja, ale równie istotny jest transport odbywający się holwegami i rowami do nich przylegającymi. W systemie funkcjonowania tej kateny zaznacza się wyraźnie akumulacja u podstawy stoku. Pomimo znacznego wylesienia oraz występowania znacznego areálu pól uprawnych katena ta rozwija się najmniej dynamicznie na skutek wyhamowania procesów erozyjnych przez płaty łąk ułożone mozaikowo pomiędzy polami. Najbardziej aktywna, chociaż najmniejsza obszarowo, jest trzecia katena. Jej aktywność spowodowana jest budową geologiczną, znacznymi nachyleniami, oraz dużymi deniwelacjami i antropopresją. W funkcjonowaniu tej kateny zaznaczają się również procesy występujące w dwóch poprzednich systemach. Występują tutaj zarówno deflacja, splukiwanie i rozcinanie, jak też osuwanie i obrywanie. Dołączają się do nich intensywne procesy wmywania i bielicowania. Skutkiem tych wszystkich procesów jest zmniejszanie się powierzchni stoku, do czego przyczynia się intensywne usuwanie materiału korytem potoku do niżej leżących geokompleksów i jego akumulowanie w katenach należących już do Kotliny Sandomierskiej.

Wszystkie trzy kateny są przykładami systemów funkcjonowania obszaru prugu Pogórza Wielickiego. W wyniku występujących w katenie pierwszej intensywnych procesów osuwania oraz splukiwania zachodzi stopniowe cofanie się górnej krawędzi prugu. Dużą rolę szczególnie w dwóch pierwszych katenach odgrywają elementy antropogeniczne. Posiadają one wyraźnie dwojaki wpływ na dynamizm procesów

w nich zachodzących. Część z nich, jak drogi, rowy i holwegi oraz pola uprawne powodują przyspieszony odpływ. Powoduje to intensyfikację procesów erozji i transportu materii, natomiast płaty łąk i ugorów oraz terasy rolne wyhamowują lub wręcz zatrzymują ten ruch.

Z porównania stanu środowiska w latach 1987-1989 i obecnie wynika, że zarówno w pierwszej, jak i w drugiej katenie nastąpiło bardzo powszechne ugorowanie bądź całkowite porzucenie pól, co w połączeniu z szybką naturalną sukcesją roślinną oraz sztucznymi nasadzeniami zagajników modrzewiowych przyczynia się do dalszego wyhamowania procesów erozji i transportu oraz ciągłego procesu stabilizacji stoków.

W funkcjonowaniu i strukturze tych systemów będą prawdopodobnie zachodzić stopniowe zmiany spowodowane ekspansją budownictwa przy jednoczesnym braku terenów dogodnych pod zabudowę. Właśnie intensywne zabudowanie stoków osuwiskowych może doprowadzić do ich przeciążenia, a w następstwie do ponownej intensyfikacji procesów grawitacyjnych na nich zachodzących.

## Literatura

- Czeppe Z., German K., 1980, *Regiony fizycznogeograficzne miejskiego województwa krakowskiego*, Folia Geografica, ser. Geogr.-Physica XIII, 117-143.
- German K., 1992, *Typy środowiska przyrodniczego w zachodniej części Pogórza Karpackiego*, Rozpr. Habil. UJ, 246, 1-213.
- Hess M., Niedźwiedz T., Starkłowa B., 1979 *Mapa klimatyczno-bonitacyjna*, [w:] *Atlas miejskiego województwa krakowskiego*, PAN, Kraków.
- Kaszowski L., Świąchowicz J., 1995, *Rzeźba progu Pogórza Karpackiego między Rabą i Uszwicą* [w:] *Dynamika i antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego progu Karpat między Rabą a Uszwicą*, L. Kaszowski (red.), IG UJ, 39-42.
- Kondracki J., 1969, *Podstawy regionalizacji fizycznogeograficznej*, PWN, Warszawa, 1-154.
- Lach J., 1984, *Geomorfologiczne skutki antropopresji rolniczej w wybranych częściach Karpat i Przedgórze*, Prace Monograficzne WSP, LXVI, Kraków, 100-118.
- Materiały z wierzeń, map i prac geologicznych Kopalni Soli w Wieliczce*, Archiwum Działu Geologii Kopalni Soli w Wieliczce.
- Przydatność rolnicza gleb Polski*, M. Strzemiński (red.), PWRiL, Warszawa, 102-104.
- Starkel L., 1960, *Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie*, Prace Geogr. IG PAN 22, 33-42.
- Strojny M., 1989, *Struktura i funkcjonowanie geokompleksów na granicy Pogórza Karpackiego i Kotliny Sandomierskiej na przykładzie fragmentu zlewni potoku Zabawka na wschód od Wieliczki*, praca magisterska, Archiwum Zakładu Geografii Fizycznej IG UJ (maszynopis), Kraków, 1-106.

## Analysis of functioning of selected catenas at the margin of Pogórze Wielickie upland

### Summary

In the marginal zone of the Pogórze Wielickie upland one can distinguish catenas characteristic of this area. These are typical sequences of geo-complexes along the relief transects. They illustrate influence of such features and factors as: slopes, rocks, water conditions, topoclimate and vegetation conditions, which recur under particular settings in a characteristic manner, in various parts of the slope. The catenas were objects of observations as to their structure, functioning and dynamics of processes undergoing there. A present-day structure of the catenas results mainly from a geological structure in which shales and easily erodable sandstones predominate. Due to a frequent saturation of weathering covers with water and due to a high slope gradient intensive gravitational process, namely sliding, falling and washing-out, occur here.

Based on the field observations three types of catenas are distinguished:

1. – of a landslide slope being used as a meadow
2. – of a slope of a differentiated gradient and with prevailing arable fields
3. – of a forested rock debris-weathered material slope

Sliding processes predominate in the first catena. A large amount of the material supplied by landsliding is transported downslope by gravitational processes and, it is then transferred within badlands to form alluvial cones at their outlets. The second type of the catena is characterised by a mosaic layout of arable fields and meadows. This catena sets back washing-out that occurs at the arable field surfaces. The third catena system is characterised by the highest dynamics of the processes and a permanent slope retreat. The modifying processes acting here are: sliding and falling, yet washing-out and leaching occur as well.

All three types of the catenas show a propensity to a gradual setting back the processes changing their surfaces. The reasons behind it are mainly a more frequent and frequent lying fallow and a natural vegetation succession.

A large threat to the entire marginal zone of the Pogórze Wielickie upland is slope overburdening due to intensive build-up on the slopes.

*Translated by Teresa Mrozek*

*Marek Strojny  
Zakład Geografii Fizycznej Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego  
ul. Grodzka 64, 31-044 Kraków*