

PRACE GEOGRAFICZNE, zeszyt 105

Instytut Geografii UJ
Kraków 2000

Elżbieta Gorczyca

WPŁYW RUCHU TURYSTYCZNEGO NA PRZEKSZTAŁCANIE RZEŻBY WYSOKOGÓRSKIEJ NA PRZYKŁADZIE MASYWU CZERWONYCH WIERCHÓW I REGLI ZAKOPIAŃSKICH (TATRY ZACHODNIE)

Zarys treści: Masyw Czerwonych Wierchów wraz z przylegającą strefą Regli Zakopiańskich jest pocięty dziesiątkami kilometrów ścieżek i dróg turystycznych. Podlega on intensywnej degradacji turystycznej, a równocześnie jest modelowany przez naturalne procesy morfogenetyczne. Ruch turystyczny powoduje zniszczenie roślinności wzdłuż ścieżek, dróg i w ich bezpośrednim otoczeniu. Największa intensywność procesów geomorfologicznych występuje na powierzchniach pozbawionych roślinności. W artykule omówiono uwarunkowania środowiskowe mikrorzeźby na ścieżkach turystycznych i procesy morfogenetyczne kształtujące stoki użytkowane turystycznie. Skutki oddziaływania turystycznego w masywie Czerwonych Wierchów porównano z innymi obszarami górskimi podobnie użytkowanymi.

Słowa kluczowe: ścieżki turystyczne, degradacja turystyczna, procesy geomorfologiczne.

1. Zarys problemu

W swoich początkach turystyka nie przyczyniała się do przekształcania środowiska geograficznego. Od kilkudziesięciu lat wraz z rozwojem turystyki masowej sytuacja ta zmieniła się. Dotyczy to w dużym stopniu obszarów górskich, których współczesne przeobrażanie rzeźby związane jest najczęściej z gospodarką turystyczną.

Tatry jako jedyny na obszarze Polski masyw wysokogórski są szczególnie narażone na presję rozwijającego się ruchu turystycznego. W ostatnich latach liczba turystów odwiedzających Tatrzański Park Narodowy mieści się w granicach od 2 do 2,7 milionów osób rocznie (Mirek 1996).

Problem degradacji turystycznej w Tatrach uwidocznił się przy okazji badań nad współczesnymi procesami morfogenetycznymi. W wielu pracach podkreślona została zwiększona aktywność tych procesów wskutek turystycznego użytkowania stoków (Jahn 1958, Gerlach 1959, Kłapa 1980, Kotarba 1976, Izmailow 1986, Krzemień 1991, Krusiec 1996). Wpływ ruchu turystycznego widoczny jest najsilniej wzdłuż

szlaków turystycznych, gdzie obok ścieżek powstały powierzchnie o zdegradowanej pokrywie roślinnej. Uszkodzona i wydeptana roślinność odsłania pokrywy zwietrzelinowe na stokach, co przyczynia się do intensyfikacji procesów morfogenetycznych.

Celem pracy jest poznanie, w jakim stopniu ruch turystyczny wpływa na ożywienie procesów morfogenetycznych na stokach, ze szczególnym uwzględnieniem szlaków turystycznych w masywie Czerwonych Wierchów.

2. Metoda badań

Badania polegały na kartowaniu geomorfologicznym dróg i ścieżek udostępnionych dla ruchu turystycznego, wraz z ich bezpośrednim otoczeniem objętym przez degradację turystyczną. Wszystkie drogi i ścieżki o długości 54 km zostały podzielone na 155 odcinków wewnątrznie jednorodnych pod względem morfologicznym. Wydzielone odcinki zostały naniesione na mapę topograficzną w skali 1:10 000. Dla każdego odcinka zostały zebrane informacje przy pomocy specjalnego raptularza, dotyczące ich cech morfograficznych i morfometrycznych.

Dotyczyły one:

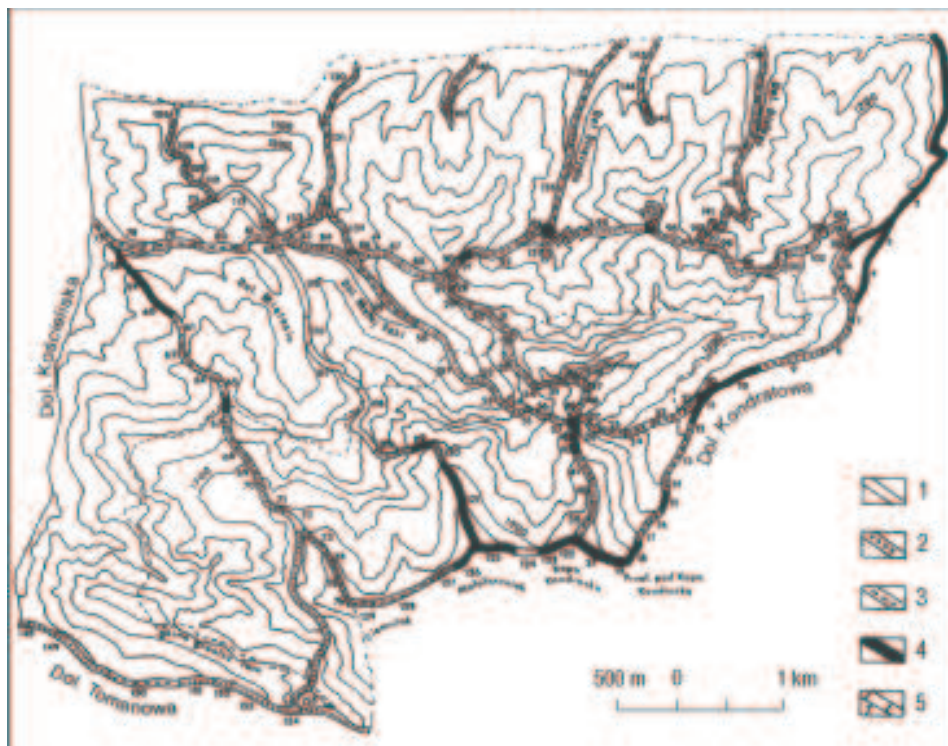
- morfometrii ścieżek i dróg turystycznych (szerokości średniej i maksymalnej ścieżek, maksymalnej głębokości wcięcia oraz ich średniego i maksymalnego spadku),
- lokalizacji i parametrów mikroform występujących na ścieżkach lub w bezpośrednim ich sąsiedztwie,
- drogi przenoszenia wyerodowanego materiału i miejsc jego depozycji,
- profilu poprzecznego ścieżek i dróg w miejscach charakterystycznych, a dla wybranych odcinków również szczegółowych planów.

Badania te przeprowadzono w okresie od lipca do listopada 1996 roku. Artykuł niniejszy jest streszczeniem pracy magisterskiej wykonanej w Zakładzie Geomorfologii IG UJ w Krakowie pod kierunkiem dr. hab. Kazimierza Krzemienia, któremu składam podziękowania za wszechstronną pomoc.

3. Charakterystyka obszaru badań

Obszar badań obejmuje masyw Czerwonych Wierchów położony między Przełęczą pod Kopą Kondracką a Przełęczą Tomanową i pas Regli Zakopiańskich między Doliną Kościeliską od zachodu a Doliną Kondratową i Bystrą od wschodu. Po polskiej stronie obejmuje obszar od najwyższych szczytów tej części Tatr – Ciemniak (2096 m n.p.m.), Krzesanica (2123 m n.p.m.), Małolącziak (2096 m n.p.m.), Kopa Kondracka (2005 m n.p.m.) poprzez Twardy Uplaz i Giewont (1894 m n.p.m.) po strefę Regli Zakopiańskich. Północną granicę obszaru badań stanowi Droga pod Reglami – położona na wysokości 900 m n.p.m. (ryc. 1).

W obrębie masywu Czerwonych Wierchów i Regli Zakopiańskich można wyróżnić dwie serie tektoniczne: wierchową i reglową. W serii wierchowej wydzielono dwa fałdy – Giewontu i Czerwonych Wierchów, zbudowane z krystalinikum i serii



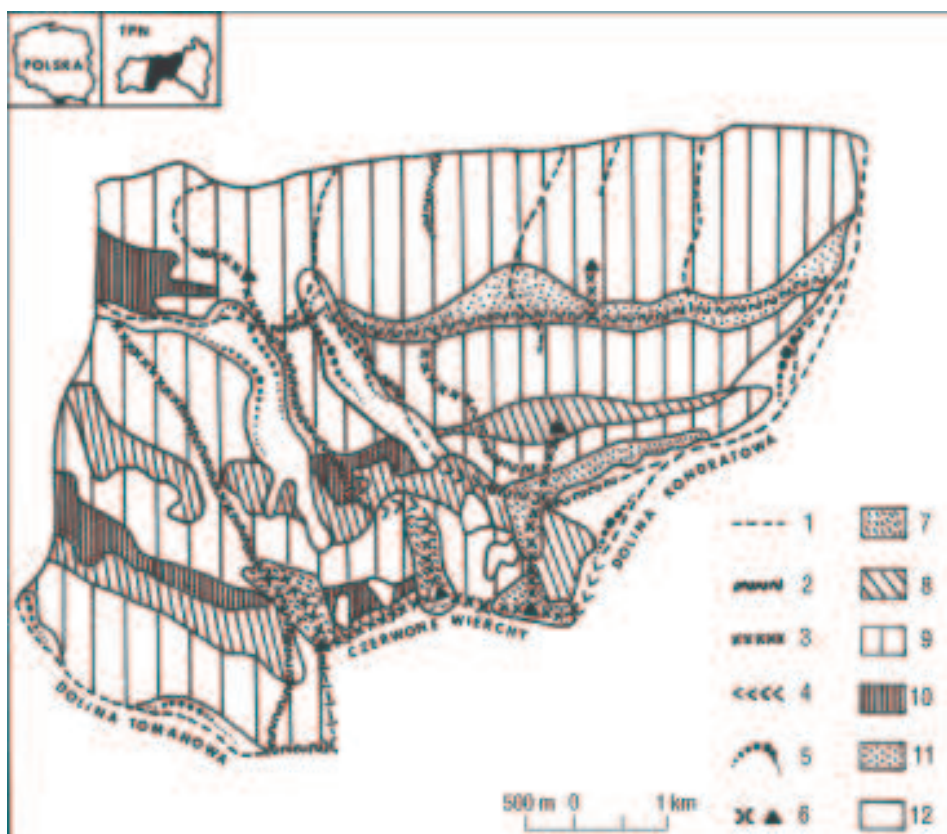
Ryc. 1. Średnia szerokość ścieżek i dróg turystycznych na wydzielonych odcinkach morfodynamicznych: 1 – poniżej 1 m, 2 – od 1 do 2 m, 3 – od 2 do 5 m, 4 – powyżej 5 m, 5 – wyznaczone odcinki szlaków.

Fig. 1. The average width of paths and roads within the identified morphodynamic stretches: 1 – less than 1 m, 2 – 1-2 m, 3 – 2-5 m, 4 – more than 5 m, 5 – marked path stretches.

mezozoicznych. Część regłowa o budowie płaszczynowej stanowi podnóże masywu (Sokołowski 1961). Większość szlaków turystycznych w masywie Czerwonych Wierchów przebiega po podłożu węglanowym (wapienie, wapienie dolomityczne, dolomity). Znaczny udział mają także ścieżki poprowadzone na podłożu zbudowanym z łupków, piaskowców, zlepieńców i margli. Rozprzestrzenienie skał krystalicznych w badanym obszarze jest niewielkie. Skały te są reprezentowane przez granitoidy i gnejsy tzw. „czapki tektonicznej” wyspy Giewontu (ryc. 2).

Masyw Czerwonych Wierchów charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem rzeźby. Kopulaste szczyty i rozległe wierzchowiny grzbietowe przechodzą w łagodnie nachylone stoki. Na wysokości około 1700 m n.p.m. stoki te wyraźnymi załomami przechodzą w strome ściany ku niższej regłowej części (Kotarba 1972).

Obszar badań leży w obrębie czterech pięter klimatycznych (Hess 1965): umiarkowanie chłodnego (900-1150 m n.p.m.), chłodnego (1150-1550 m n.p.m.), bardzo



Ryc. 2. Położenie ścieżek i dróg turystycznych na tle podłoża geologicznego i głównych elementów rzeźby Czerwonych Wierchów (na podstawie: M. Bac-Moszaszwili et al. 1979, M. Klimaszewski 1988): 1-4 ścieżki poprowadzone: 1 – dnami dolin, 2 – na stokach, 3 – grzbietami, 4 – żlebami; 5 – wały morenowe, 6 – przełęcz i szczyty, 7 – granitoide i gnejsy, 8 – wapień masywny, 9 – wapień i dolomity, 10 – margle i wapień, 11 – łupki, zlepieńce, piaskowce, 12 – osady czwartorzędowe.

Fig. 2. Location of walking paths and roads against the backdrop of the geology and the main features of the Czerwone Wierchy ground relief (based on: M. Bac-Moszaszwili et al. 1979, M. Klimaszewski 1988): 1-4 paths: 1 – within valley bottoms, 2 – on slopes, 3 – along ridges, 4 – in gullies; 5 – moraines, 6 – peaks and mountain passes, 7 – granitoids and gneiss, 8 – massive limestone, 9 – limestone and dolomite, 10 – marl and limestone, 11 – shale, agglomerate, sandstone, 12 – Quaternary sediments.

chłodnego (1550-1850 m n.p.m.) i umiarkowanie zimnego (1850-2200 m n.p.m.). Z piętrami tymi są związane określone zespoły procesów morfogenetycznych (Kotarba, Krzemień, Kaszowski 1987). O ich rocznym przebiegu decydują takie czynniki klimatyczne, jak: temperatura powietrza, opady, pokrywa śnieżna i siła wiatru.

Największą rolę morfogenetyczną odgrywają opady ulewne i rozlewne w okresie letnim. Opady ulewne o sumie dobowej powyżej 100 mm występują głównie w czerwcu i lipcu (Krzemień 1991). Dla przebiegu i natężenia procesów krioniwalnych decydująca jest liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez 0°C. Zjawisko to w piętrze klimatycznym chłodnym i bardzo chłodnym ma miejsce średnio przez 25 dni w roku (Kłapa 1980). Liczba dni z wiatrem aktywnym, zdolnym do uruchomienia materiału mineralnego wynosi od 40 do 250 dni rocznie (Hess 1965). Liczba dni z pokrywą śnieżną na terenie badanego obszaru waha się od 110 do 20 dni rocznie (Hess 1965).

M. Kłapa (1980) wyróżnia w Tatrach cztery pory morfogenetyczne (niwalną, niweopluwialną, pluwialną i pluwioniwalną) w nawiązaniu do zmian warunków klimatycznych na Hali Gąsienicowej i jej otoczeniu. Hala Gąsienicowa reprezentuje warunki klimatyczne piętra chłodnego i bardzo chłodnego. Dla każdej pory morfogenetycznej charakterystyczny jest inny zespół procesów rzeźbotwórczych.

Pora niwalna – najdłuższa (trwająca 156 dni) – cechuje się bardzo małą aktywnością procesów morfogenetycznych spowodowaną izolacją podłoża od czynników zewnętrznych przez śnieg.

Pora niweopluwialna jest najkrótsza (38 dni) i jednocześnie najaktywniejsza pod względem dynamiki procesów. Za przewodnie procesy tej pory należy uważać zespół procesów krioniwalnych, występujących w środowisku płatów śnieżnych, a także soliflukcję, deflację, spłukiwanie powierzchniowe i liniowe.

Pora pluwialna (121 dni), to pora procesów fluwialnych. Ich aktywność związana jest z opadami ekstremalnymi. W czasie ulewnych deszczy występuje gwałtowny wpływ wód powierzchniowych o dużej sile transportowej i erozyjnej.

Pora pluwioniwalna (50 dni) – typowe dla tej pory są procesy krioniwalne (głównie lód włóknisty) i deflacja ze względu na suche podłoże i silne wiatry.

W badanym obszarze gleby i ich przestrzenne zróżnicowanie nawiązują do podłoża geologicznego, rzeźby i warunków klimatycznych. Około 50% szlaków poprowadzonych jest na podłożu węglanowym, na którym wykształciły się w części regłowej rędziny i pararędziny, zaś w części wierzchowej – rędziny inicjalne i butwinowe. Na granitoidach i gnejsach występują gleby inicjalne i słabo wykształcone: litosole, regosole, rankery i tangel-rankery. Na zwietrzelinach granitoidów, gnejsów, łupków metamorficznych i morenach granitowych wytworzyły się gleby biellicowe (Komornicki, Skiba 1996).

Badany teren położony jest w piętrach: leśnym, subalpejskim i alpejskim. Górna granica lasu w tej części Tatr przebiega na wysokości 1500-1550 m n.p.m. Gospodarcza działalność człowieka w XIX i na początku XX wieku spowodowała obniżenie tej granicy do wysokości 1400 m n.p.m., a także przyczyniła się do zmniejszenia zasięgu kosodrzewiny, powierzchni zadarnionych oraz do zwiększenia sieci dróg.

4. Rozmieszczenie i uwarunkowania środowiskowe rozwoju mikrorzeźby na ścieżkach turystycznych

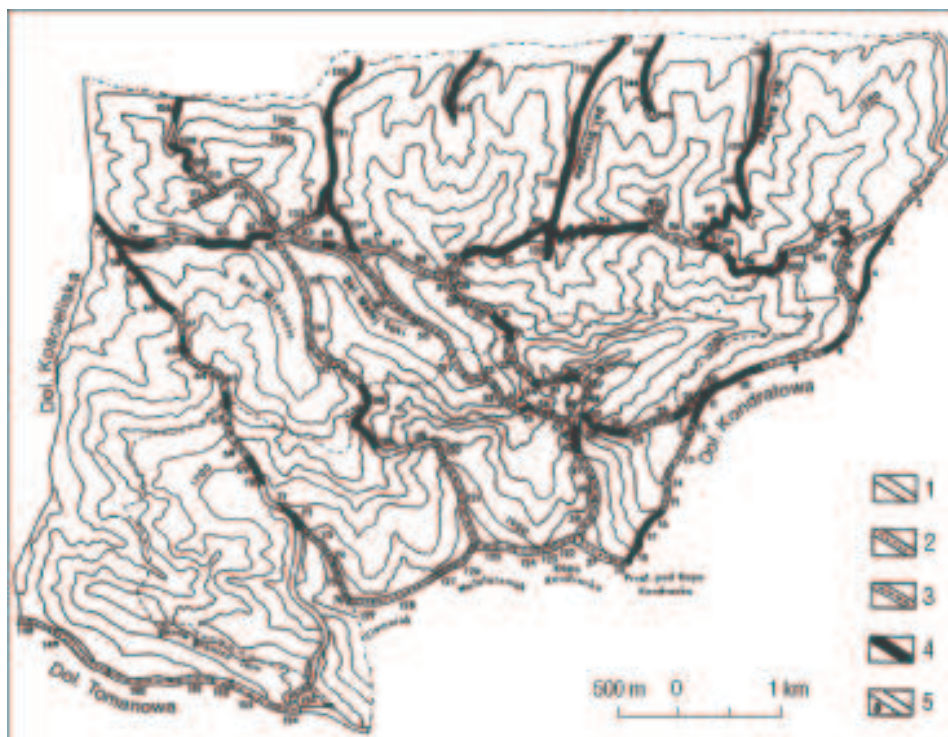
Badaniami zostało objęte 54 km dróg i ścieżek turystycznych w Masywie Czerwonych Wierchów i otaczających go obszarów reglowych. Stanowi to 21% wszystkich szlaków turystycznych na terenie TPN.

A.Kotarba i L.Starkel (1972) wyróżniają w Tatrach dwa systemy morfodynamiczne: leśny i krioniwalny, różniące się zespołami i natężeniem procesów morfodynamicznych. W masywie Czerwonych Wierchów w obrębie piętra krioniwalnego (tzn. powyżej górnej granicy lasu) poprowadzono 25% szlaków, a w obrębie piętra leśnego 75%. Odmienne jest położenie morfologiczne, budowa geologiczna podłoża oraz zespół procesów morfogenetycznych kształtujących ścieżki w piętrze leśnym i krioniwalnym. Ścieżki systemu krioniwalnego przecinają serie skalne o zróżnicowanej odporności. Są to głównie ścieżki poprowadzone grzbietami i w przywierzchowinowych częściach stoków. W piętrze leśnym drogi i ścieżki poprowadzone są dnami dolin i na stokach. Cechują się małym zróżnicowaniem odporności podłoża geologicznego i niewielkim spadkiem. W wyniku tego dynamika i zróżnicowanie morfologiczne tych ścieżek są niewielkie. Długość wydzielonych odcinków jest miarą zróżnicowania morfologii i dynamiki procesów zachodzących na badanych stokach. Średnia długość wydzielonych odcinków wynosi 342 m. W piętrze krioniwalnym – 257 m, zaś w piętrze leśnym – 370 m. Zróżnicowana szerokość dróg i ścieżek turystycznych jest wypadkową odporności podłoża na denudację (zależnej od: odporności podłoża geologicznego, położenia morfologicznego, nachylenia, ekspozycji i zbiorowiska roślinnego w sąsiedztwie) i degradacji turystycznej. Szerokość ścieżek jest zależna także od sposobu ich poprowadzenia na stoku, zagospodarowania i utrzymania sztucznej nawierzchni ścieżek i dróg turystycznych. 49% dróg i ścieżek charakteryzuje się nawierzchnią naturalną, a pozostałe sztuczną. 5% to drogi utwardzone (asfaltowe lub brukowane), pozostałe 46% to ścieżki o nawierzchni z bloków kamiennych lub szutrowej. Stan nawierzchni ścieżek i dróg nie jest na tyle dobry, by zapewnić wyższy komfort w użytkowaniu niż tereny obok szlaku. Skutkiem tego jest powstanie poboczy i dodatkowych ścieżek wzdłuż większości dróg i ścieżek użytkowanych turystycznie. Średnia szerokość dróg i ścieżek w masywie Czerwonych Wierchów wynosi 3,2 m (ryc. 1), a maksymalna 17 m. W badanym obszarze 14% dróg i ścieżek jest szerszych niż 5 m. Wydzielone odcinki, których średnia szerokość mieści się w przedziale od 2 do 5 m, zajmują 44% długości wszystkich szlaków. 36% to ścieżki o średniej szerokości od 1 do 2 m; zaledwie 6% zajmują ścieżki węższe niż 1 m. Najszersze są ścieżki poprowadzone grzbietami o spadku powyżej 20° oraz drogi w dnach dolin. Najwęższe są ścieżki trawersujące stoki.

Naturalne i antropogeniczne procesy denudacji i transportu powodują rozcięcie stoków użytkowanych turystycznie, najczęściej prowadzące do obniżenia ich powierzchni. Miarą wcięcia ścieżki jest różnica pomiędzy powierzchnią istniejącą przed rozcięciem stoku a powierzchnią rzeczywistą. Powierzchnia może zostać obniżona równomiernie na całej szerokości ścieżki lub też nierównomiernie. W wyniku nierównomiernego rozcięcia powstają w obrębie ścieżek i dróg rynny erozyjne.

Głębokość rozcięcia ścieżki jest wskaźnikiem zachodzących na niej procesów. Najgłębiej rozcięte ścieżki charakteryzują się spadkiem przekraczającym 20°. Są to ścieżki poprowadzone osiami grzbietów, zakosami na stokach i grzbietach oraz w zwartej kosodrzewinie. Do tej grupy należą też ścieżki trawersujące strome zbocza dolin. Znacznie mniej rozcięte są ścieżki o spadku 10-20°, biegnące osiami grzbietów, trawersujące stoki i grzbiety oraz biegnące dnami dolin. Ich rozcięcie z reguły nie przekracza 0,5 m. Maksymalna głębokość rozcięcia w danym odcinku jest wskaźnikiem natężenia zachodzących na nim procesów (ryc. 3). W obszarze masywu Czerwonych Wierchów ścieżki i drogi użytkowane turystycznie rozcięte są do głębokości 2,2 m.

Wpływ budowy geologicznej na morfologię dróg i ścieżek turystycznych zaznacza się najwyraźniej w odcinkach o dużym spadku. Są one szczególnie narażone na erozję. Najbardziej stabilne są te ścieżki turystyczne, na powierzchni których występują

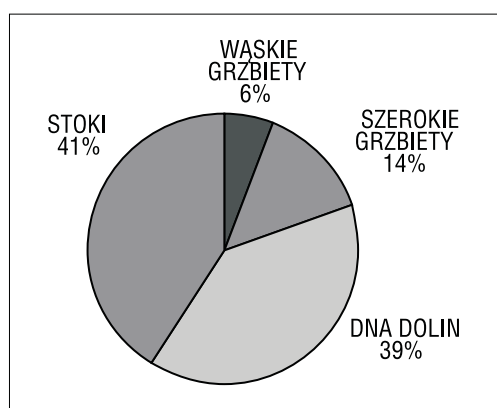


Ryc. 3. Maksymalna głębokość rozcięcia ścieżek i dróg turystycznych na wyznaczonych odcinkach morfodynamicznych: 1 – nierozcięte; rozcięte: 2 – poniżej 20 cm, 3 – od 20 do 50 cm, 4 – powyżej 50 cm, 5 – wyznaczone odcinki szlaków.

Fig. 3. The maximum dissection depth of tourist paths and roads within the selected morphodynamic stretches: 1 – not dissected; dissected: 2 – less than 20 cm, 3 – 20-50 cm, 4 – more than 50 cm, 5 – marked path stretches.

grubofrakcyjne (średnia frakcja powyżej 10 cm) pokrywy zwietrzelinowe tworzące bruk chroniący ich powierzchnię przed dalszą denudacją. Są to pokrywy zwietrzelinowe utworzone na piaskowcach kwarcyticznych, wapieniach masywnych i na pokrywach morenowych. Ścieżki poprowadzone na podłożu zbudowanym z wapieni masywnych i granitoidów rozcinane są do litej skały, co skutecznie ogranicza dalszą erozję. Uniemożliwia to zarazem sukcesję roślinności nawet wtedy, gdy ścieżka przestaje być używana przez turystów. W części reglowej na podłożu zbudowanym z dolomitów, łupków i zlepieńców dominują drobnofrakcyjne zwietrzeliny gliniasto-rumoszowe (średnia frakcja materiału luźnego 0-2 cm). Ścieżki i drogi turystyczne są tu głęboko rozcinane przez wody opadowe koncentrujące się na ich powierzchni. Na tych ścieżkach rozdrabnianie pokrywy zwietrzelinowej zachodzi bardzo szybko, a brak grubofrakcyjnych części szkieletowych w zwietrzelinie uniemożliwia powstanie bruku, który zahamowałby proces dalszej degradacji.

Intensywność procesów degradacji turystycznej w dużym stopniu zależy od typu roślinności występującej w sąsiedztwie ścieżek i dróg turystycznych. Według Z. Mirka i H. Piękoś-Mirkowej (1980) pewne zbiorowiska roślinne są odporne na uszkodzenia mechaniczne (deptanie), inne zaś są bardzo wrażliwe na te czynniki. Do odpornych zaliczono trawiaste zbiorowiska polan i hal wysokogórskich oraz borówczyska. Na wiosnę jednak, kiedy pokrywy darniowe są przepojone wodą i rozpulchnione przez procesy kriogeniczne, murawy alpejskie łatwo ulegają zniszczeniu na skutek mechanicznego nacisku. Linijne rozcięcie pokrywy murawowej przyczynia się do koncentracji spływu wody opadowej i roztopowej. Także zwarta kosodrzewina skutecznie chroni podłoże przed wydeptaniem. Dobrze wykształcony system korzeniowy pozwala kosówce na zajmowanie ruchomych stoków usypiskowych, ograniczając tym samym ruchy masowe. Kosodrzewina chroni podłoże przed działaniem



Ryc. 4. Udział długości szlaków o różnym położeniu morfologicznym.

Fig. 4. The length of marked paths with different morphologic location.

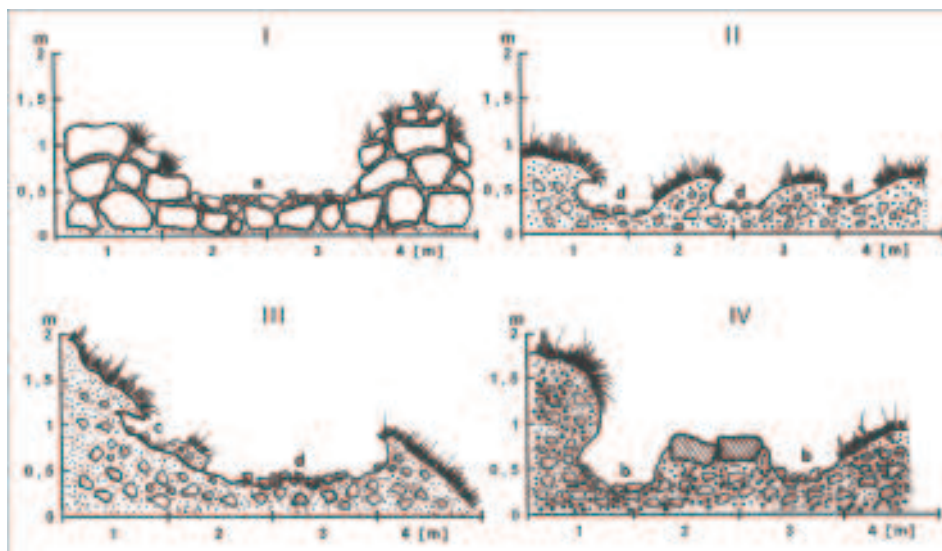
deflacji. Woda spływająca po stoku koncentruje się w obrębie ścieżek poprowadzonych przez kosodrzewinę, co sprzyja głębokiemu rozcinaniu tych ścieżek dzięki erozji linijnej (Parzóch 1994). Natomiast zbiorowiska runa leśnego i ziołorośla należą do bardzo wrażliwych na uszkodzenia mechaniczne. Dlatego też wzdłuż ścieżek i dróg leśnych o zniszczonej lub niewygodnej nawierzchni powstają szerokie pobocza lub ścieżki.

Wydzielone, jednorodne pod względem morfologii i morfodynamiki odcinki ścieżek w masywie Czerwonych Wierchów podzielono na trzy podstawowe grupy. Głównym kryterium podziału było położenie morfologiczne szlaku na tle głównych rysów rzeźby (ryc. 1 i 4),

a następnie sposób poprowadzenia na stoku, rodzaj nawierzchni i spadek szlaku. Zróżnicowanie tych uwarunkowań powoduje różną szerokość i głębokość rozcięcia, a także zmienność zespołu procesów zachodzących na wydzielonych odcinkach ścieżek (ryc. 5).

Ze względu na położenie morfologiczne i sposób poprowadzenia ścieżek na stoku wyróżniono:

- I – drogi i ścieżki poprowadzone dnami dolin,
- II – ścieżki poprowadzone osiami grzbietów:



Ryc. 5. Przekroje przez typowe ścieżki i drogi turystyczne: I – szlak poprowadzony na pokrywach morenowych w dnie doliny; na skutek spłukiwania dochodzi tu do odpreparowania głazów morenowych i grubofrakcyjnego materiału, II – ścieżka o spadku $> 20^\circ$, poprowadzona osią grzbietu, rozcinana linijnie i modelowana eolicznie, III – ścieżka trawersująca stok (spadek ścieżki $< 10^\circ$), modelowana przez spłukiwanie, deflację i lód włóknisty, IV – ścieżka turystyczna o zniszczonej nawierzchni sztucznej, modelowana przez spłukiwanie i lód włóknisty. W obrębie ścieżek wyróżniono strefy morfodynamiczne modelowane przez: a – spłukiwanie, b – spłukiwanie i lód włóknisty, c – lód włóknisty i deflację, d – spłukiwanie, lód włóknisty i deflację.

Fig. 5. Cross-sections of the typical tourist paths and roads: I – path on moraine covers at the valley bottom, runoff uncovers moraine boulders and rough material, II – path steeper than 20° , running along ridge axis, undergoing linear dissecting and eolian modelling, III – slope traversing path (path gradient $< 10^\circ$), modelled by downwash, deflation and needle ice, IV – tourist path with deteriorated artificial paving, modelled by downwash and needle ice. Morphodynamic stretches within the paths modelled by: a – downwash, b – downwash and needle ice, c – needle ice and deflation, d – downwash, needle ice and deflation.

- A) ścieżki poprowadzone wierzchowiną:
 - zajmujące całą powierzchnię wierzchowiny,
 - poprowadzone zakosami,
- B) ścieżki trawersujące grzbiety,
- III – ścieżki poprowadzone na stokach:
 - A) trawersujące stoki,
 - B) poprowadzone zakosami.

5. Procesy morfogenetyczne kształtujące stoki użytkowane turystycznie

Obszar użytkowany turystycznie, pocięty siecią ścieżek i dróg turystycznych, podlega silnej antropopresji, a równocześnie jest modelowany przez procesy naturalne. Denudacja powierzchni stoków użytkowanych turystycznie jest wynikiem intensyfikacji naturalnych procesów morfogenetycznych przez czynnik antropogeniczny.

Czynnikami wywołującym wzrost intensywności procesów naturalnych w masywie Czerwonych Wierchów jest głównie turystyka piesza. Destrukcyjny wpływ turystyki na podłoże badanego obszaru przejawia się poprzez wytyczenie i budowę sztucznej nawierzchni dróg i ścieżek turystycznych. Wynikiem tego jest naruszenie pokrywy roślinnej i zwietrzelinowej. Efektem bezpośredniego oddziaływania turystyki pieszej na stok jest przerwanie ciągłości pokrywy darniowej, naruszenie i zniszczenie gleby, a także przemieszczanie pokrywy zwietrzelinowej. Wskutek tego następuje poszerzanie i rozcinanie powierzchni ścieżek turystycznych. Rozcięcie powierzchni stoku użytkowanego turystycznie i rozdrobnienie zwietrzelinowej prowadzi do zainicjowania, intensyfikacji i liniowego ukierunkowania takich procesów morfogenetycznych, jak: spłukiwanie, procesy pluwiograwitacyjne i grawitacyjne, deflacja i działalność lodu włóknistego. Morfodynamiczna rola tych procesów wzrosła wskutek antropogenicznej dewastacji pokrywy roślinnej.

W tabeli 1 zestawiono wszystkie procesy morfogenetyczne modelujące stoki użytkowane turystycznie wraz z piętrami, w których występują i formami, jakie tworzą.

Najbardziej powszechnym procesem morfogenetycznym modelującym stoki użytkowane turystycznie w masywie Czerwonych Wierchów i Regli Zakopiańskich jest spłukiwanie. Zwarta pokrywa roślinna zmniejsza prędkość wody spływającej po stoku, a więc i ogranicza skutki spłukiwania. Ścieżki i drogi pozbawione roślinności o przebiegu liniowym wykorzystywane są przez wody opadowe czy roztopowe, i to właśnie w ich obrębie koncentruje się spłukiwanie. Wszystkie drogi i ścieżki w badanym obszarze są modelowane przez spłukiwanie. Odporność podłoża na erozję, położenie morfologiczne ścieżek turystycznych, zbiorowiska roślinne w ich sąsiedztwie oraz sposób poprowadzenia szlaku wpływają na przebieg, natężenie i skutki spłukiwania na ich powierzchni. Erozja podłoża w przypadku spłukiwania ogranicza się do tworzenia form liniowych. Działalność wymywająca i żłobiąca strug wody doprowadza do tworzenia się bruzd i rynien erozyjnych. Przemieszczany materiał

zwietrzelinowy jest deponowany w strefach załamania spadku na stoku – na spłaszczeniach i w dnach dolin. Akumulowany materiał tworzy stożki i pokrywy proluwialne. Powstałe rynny o profilu V-kształtnym rozcinają stok do 0,5 m głębokości i na szerokość 1 m. Te ścieżki, które są głęboko wcięte, są porzucane przez turystów, a z czasem równoległe do nich powstają nowe (fot. 1). Jeśli ten proces powtarza się, na dużej powierzchni, obejmującej kilka równoległe biegnących rynien erozyjnych, odsłania się rumosz, a później lita skała.

W masywie Czerwonych Wierchów stoki skalno-pokrywowe okryte są zwietrzeliną gruzowo-gliniasto-piaszczystą o miąższości do 1 m. Jeśli na tych stokach o nachyleniu powyżej 40° pod wpływem czynnika naturalnego lub antropogenicznego zostanie uszkodzona lub usunięta pokrywa roślinna, to są one prawie zawsze denudowane do litej skały. Dotyczy to także stoków położonych w piętrze leśnym (Kotarba 1976). Na stokach w badanym obszarze, na których występują wyżej wymienione warunki, ścieżki poprowadzone są zakosami lub skośnie do poziomicy trawersują stoki. Stoki, na których ścieżki poprowadzone są zakosami, należą do najbardziej zdegradowanych. Są to ścieżki wąskie i o dużym spadku, woda opadowa spływająca nimi posiada dużą siłę erozyjną i transportową. Interpolując powierzchnię stoku przed i po jego rozcięciu pomierzona ilość usuniętego materiału wynosi średnio 0,8 m³ na metr bieżący ścieżki. Turyści ścinając zakosy tworzą skrótów o przebiegu zgodnym z linią największego spadku na stoku. Woda spływająca po stoku koncentruje się w tych ścieżkach powodując ich poszerzenie i głębokie wecinanie – maksymalnie do 2,2 m. Powstałe w ten sposób rynny są modelowane przez procesy grawitacyjne i pluwiograwitacyjne. Ich dna zasłane są materiałem rumoszowym, a u ich wylotu rozpościerają się stożki spływów gruzowo-błotnych o powierzchni maksymalnie 6-7 m². Rozcięcie stoku siecią ścieżek powoduje zupełne lub częściowe zniszczenie pokrywy roślinnej, a w konsekwencji naruszenie stabilności i uruchomienie pokryw zwietrzelinowych.

Najbardziej powszechnym procesem kriogenicznym na drogach i ścieżkach turystycznych jest działalność lodu włóknistego. Jest to proces apiętrowy, mogący występować na całej powierzchni dróg i ścieżek, a także w strefie ich krawędzi. Proces ten powoduje lokalne przemieszczenia dużej ilości materiału w obrębie ścieżek. Dzięki działalności lodu włóknistego następuje poszerzenie ścieżek i dróg na skutek cofania ich krawędzi. Przyczynia się także do rozluźniania i grawitacyjnego przemieszczania dużej ilości materiału, który jest odprowadzany przez wodę lub wiatr.

Deflacja jest procesem piętrowym, zachodzącym powyżej górnej granicy lasu (Izmailów 1986). Ogranicza się głównie do wysokogórskich stoków i wierzchołków grzbietowych. Warunkiem koniecznym do jej występowania są powierzchnie przesuszone i pozbawione pokrywy roślinnej. Formy deflacyjne tworzą się w miejscach o naruszonej lub zniszczonej pokrywie roślinnej na obrzeżach ścieżek turystycznych i na przełęczach. Wiatr na grzbietach i w strefach przełęczy może doprowadzić do całkowitej degradacji pokrywy zwietrzelinowej i powstania bruku deflacyjnego przez wywianie frakcji drobniejszej. Na ścieżkach turystycznych bruk taki jest niszczonej przez mechaniczne oddziaływanie turystów na jego powierzchnię, co też skutecznie

zapobiega zahamowaniu procesu deflacji w ich obrębie. Na modelowanie eoliczne wielu ścieżek wskazuje ich morfologia: asymetryczność i zaokrąglony kształt ich przekroju poprzecznego.

Skutkiem współdziałania lodu włóknistego z deflacją jest powstawanie stopni gelideflacyjnych, które występują wzdłuż ścieżek poprowadzonych w przywierzchowinowych częściach stoków i na przełęczach. Formy te występują w strefach do kilku metrów szerokości, a ich wysokość dochodzi do 20 cm. Rozcięta powierzchnia między nimi sprzyja koncentracji spływu wody opadowej i roztopowej, a także długiemu zaleganiu płatów śnieżnych.

Na wiosnę i jesienią deflacja współdziała z procesami kriogenicznymi, a w lecie z erozją wodną. Obszary stoków intensywnie penetrowane przez turystów (strefy przełęczy, punkty widokowe), cechują się rozluźnioną pokrywą glebową, co zwiększa morfogenetyczną efektywność wiatru i lodu włóknistego. Podczas ulew gleba jest wymywana, tworzą się rynny wcięte do 30-40 cm, a w ich dnie odsłania się rumosz. Pozostałości pokrywy roślinnej w postaci stopni gelideflacyjnych i ostańców darniowych są degradowane na skutek oddziaływania wiatru i lodu włóknistego (fot. 2). Resztki po tych ostańcach są obalane i rozdeptywane przez turystów. Dalsza degradacja tych obszarów prowadzi do usunięcia drobnoziarnistej zwietrzliny, a w efekcie odsłonięcia rumoszu skalnego czy nawet litej skały.

Niwacji sprzyjają formy wklęsłe, osłonięte załomem i pozbawione roślinności, w których długo zalega śnieg. Zamarzanie i rozmarzanie zachodzące na przemian wokół płatów śnieżnych powoduje spulchnienie podłoża i dostarcza materiał o frakcji gruzowej i ziemistej. Woda z wytapiającego się płata może nasycić pokrywy w takim stopniu, że umożliwi to powstanie niewielkich spływów gruzowo-błotnych. Każda forma wklęsła w obrębie stoku – a więc i wcięta ścieżka turystyczna – cechuje się potencjalnie długim okresem zalegania płatów śnieżnych, wynoszącym od 170 do około 230 dni w roku na północnych stokach masywu Czerwonych Wierchów (Hess 1965). Formami szczególnie sprzyjającymi gromadzeniu się i długiemu zaleganiu płatów śnieżnych są rynny erozyjne i nisze spływów gruzowo-błotnych oraz załomy pomiędzy stokiem a ścieżką turystyczną.

Występowanie procesów grawitacyjnych na ścieżkach jest ograniczone do ścieżek o dużym spadku. Do ich zainicjowania przyczynia się działalność lodu włóknistego, który powoduje rozluźnianie pokryw zwietrzelinowych szczególnie na stromych krawędziach głęboko wciętych ścieżek i dróg.

6. Morfogenetyczna rola ruchu turystycznego

Masyw Czerwonych Wierchów leży w środkowej, najbliższej Zakopanego części Tatr Polskich. Wycieczki w Czerwone Wierchy były popularne już w XIX wieku. Od przeszło 100 lat funkcjonuje tu większość współcześnie istniejących, znakowanych ścieżek i dróg turystycznych. Masyw Czerwonych Wierchów (bez pasa Regli) jest odwiedzany przez około 1700 turystów dziennie (średnia z pięciu dni, 5-9 sierpień 1996 roku), co stanowiło 14% ogółu turystów przyjeżdżających w Tatry w tych dniach (Firszt 1997, Płoszaj 1997).

Morfogenetyczna rola czynnika antropogenicznego polega na mechanicznym oddziaływaniu turystów na podłoże ścieżek i dróg użytkowanych turystycznie oraz ich najbliższego otoczenia.

Bezpośrednim skutkiem ruchu turystycznego jest:

- wydeptywanie roślinności wzdłuż ścieżek i dróg turystycznych oraz rozdeptywanie i przemieszczanie pakietów darniowych,
- dezintegracja materiału podłoża, niszczenie bruku gruzowego i przemieszczanie materiału luźnego,
- konserwacja ubitej i zlodzonej pokrywy śnieżnej.

Rozmiary powierzchni przekształconych oraz form utworzonych przez ruch turystyczny są niewielkie. Jednakże powierzchnie dróg i ścieżek turystycznych są obszarami najintensywniej modelowanymi w obrębie stoków w masywie Czerwonych Wierchów. Funkcjonowanie i intensywność modelowania ścieżek i dróg turystycznych dowiązuje do rocznego cyklu zmian elementów klimatycznych. Ścieżki turystyczne najłatwiej modelowane są zimą, kiedy pokrywa śnieżna chroni je przed działaniem czynników denudacyjnych. Szlaki są najintensywniej modelowane wiosną podczas roztopów i latem podczas ulewnych deszczy. W trakcie topnienia pokrywy śnieżnej, gdy powierzchnia ścieżek jest wilgotna i rozluźniona przez lód włóknisty, dezintegracja materiału luźnego jest największa. Latem podczas ulewnych deszczy zachodzi na szlakach intensywna erozja linijska. Jesienią suche i rozluźnione przez lód włóknisty pokrywy w obrębie stoków użytkowanych turystycznie są modelowane głównie przez deflację.

Na skutek zniszczenia pokrywy roślinnej dochodzi do liniowego rozcięcia stoku i znacznego wzrostu dynamiki procesów. Efektem tego jest przyspieszenie obiegu wody i materii. Ścieżki turystyczne stanowią strefy najintensywniej degradowane w obrębie stoków.

7. Zapobieganie skutkom erozji turystycznej

Skutkiem erozji turystycznej można zapobiegać poprzez stosowanie różnych zabiegów na stokach. Do najpopularniejszych należą: budowa sztucznej nawierzchni oraz odwadnianie ścieżek i dróg. W masywie Czerwonych Wierchów i Reglach Zakopiańskich blisko połowa długości ścieżek została umocniona sztuczną nawierzchnią – głównie z bloków kamiennych i szutrową. Szczególnie istotne jest to na ścieżkach poprowadzonych na pokrywach zwietrzelinowych utworzonych na nieodpornych na wietrzenie łupkach i dolomitach. Przy budowie sztucznej nawierzchni ścieżek istotne jest zadbanie o ich odwodnienie. W przeciwnym przypadku sztuczna nawierzchnia może zostać zniszczona przez spłukiwanie lub przez spływy gruzowo-błotne.

Dodatkowo poprowadzenie szlaku zbyt szerokimi zakosami sprzyja powstawaniu licznych „dzikich” skrótów. Powoduje to degradację stoku na szerokość ścieżek-zakosów, maksymalnie do 25 m. Tym niepożądanym skutkiem można zapobiegać poprzez budowanie murków oporowych, które zmniejszyłyby dynamikę procesów erozyjnych na stoku.

Tab. 1. Naturalne procesy morfogenetyczne zachodzące na ścieżkach i drogach turystycznych.

Tab. 1. Natural morphogenetic processes on tourist paths and roads.

		Piętra morfogenetyczne (na podstawie A. Kotarby i L. Starkla 1972) Morphogenetic zones (based on A. Kotarba and L. Starkel 1972)	Pora maksymalnego natężenia procesu (wg M. Kłapy 1980) Maximum intensity season (based on M. Kłapa 1980)
		Piętro krioniwalne Crio-nival zone	Piętro leśne Forest zone
P R O C E S Y	1. Spłukiwanie powierzchniowe i linijne 1. Surface and linear washdown		pluwialna pluvial
	2. Działalność lodu włóknistego 2. Needle ice		niweopluwialna niveo-pluvial pluwioniwalna pluvio-nival
P R O C E S S E S	3. Deflacja 3. Deflation		niweopluwialna niveo-pluvial pluwioniwalna pluvio-nival
	4. Niwacja 4. Nivation		niweopluwialna niveo-pluvial pluwioniwalna pluvio-nival
	5. Procesy grawitacyjne i pluwiograwitacyjne 5. Gravitational and pluviogravitational processes		niweopluwialna niveo-pluvial pluwioniwalna pluvio-nival pluwialna pluvial

Formy powstałe w wyniku działania procesu Features resulting from the process	Wpływ czynnika antropogenicznego na intensywność procesu Impact of the human factor on the intensity of the process
<ul style="list-style-type: none"> – rynny erozji liniowej linear erosion channels – proggi i kotły eworsyjne thresholds and pot holes – stożki napływowe na szlaku accumulation fans at path – jezory akumulacyjne na stoku accumulation tongues on slopes – strefy akumulacji ściółki i materiału zwietrzelninowego na stoku zones with fallen leaves and debris accumulation on slopes 	<ul style="list-style-type: none"> – wydeptywanie pokrywy roślinnej vegetation cover trampling – zwiększanie gęstości gleby soil compaction – dezintegracja materiału podłoża, przygotowanie materiału dla splukiwania desintegration of ground material preparation for washdown
<ul style="list-style-type: none"> – przewieszane krawędzie rynien erozyjnych overhanging edges of erosion channels – stopnie gelideflacyjne geli-deflation steps 	<ul style="list-style-type: none"> – przemieszczanie pakietów darniowych przez turystów turf displacement by tourists
<ul style="list-style-type: none"> – stopnie gelideflacyjne geli-deflation steps – bruk deflacyjny deflation pavement – nisze deflacyjne deflation recesses 	<ul style="list-style-type: none"> – wydeptywanie pokrywy roślinnej vegetation cover trampling – dezintegracja materiału podłoża desintegration of ground material
<ul style="list-style-type: none"> – nisze niwacyjne deflation recesses – strefa o zdegradowanej pokrywie roślinnej degraded vegetation zone 	<ul style="list-style-type: none"> – konserwacja pokrywy śnieżnej na skutek jej udeptywania snow cover conservation through trampling – wydeptywanie pokrywy roślinnej vegetation cover trampling
<ul style="list-style-type: none"> – jezory spływów gruzowych i gruzowo-błotnych debris and mud-and-debris flow tongues – nisze spływów washdown recesses – łachy i jezory kamieniste na ścieżkach i stokach rough material banks and tongues on paths and slopes – stożki usypiskowe na szlaku debris cones on paths – stożki napływowe accumulation fans 	<ul style="list-style-type: none"> – dezintegracja materiału podłoża, przygotowanie materiału dla procesów grawitacyjnych desintegration of ground material, material prepared for gravitational processes – niszczenie krawędzi ścieżek path edge destruction – naruszenie stabilności pokrywy zwietrzelninowych przez rozcięcie stoku przez ścieżki i drogi turystyczne waste mantle cover destabilisation through path and road dissection of slopes

Niektóre odcinki ścieżek wymagają przeprowadzenia korekty przebiegu, np. ponad 0,5 kilometrowy odcinek drogi w Dolinie Tomanowej jest wykorzystywany jako okresowe koryto potoku wodno-rumowiskowego. Przyczyniło się to do wydeptania mozaiki ścieżek o szerokości 9 m.

Najbardziej powszechnym elementem ścieżek o zdegradowanej powierzchni są rynny erozyjne. Przy rekultywacji rynien erozyjnych wskazane jest budowanie, prostopadle do ich przebiegu, gruzowych lub drewnianych zapór hamujących proces spłukiwania.

Dzięki tym zabiegom można zmniejszyć natężenie procesów morfogenetycznych modelujących stoki użytkowane turystycznie.

8. Porównanie masywu Czerwonych Wierchów z innymi obszarami górskimi użytkowymi turystycznie

Badania nad geomorfologicznymi skutkami gospodarki turystycznej były prowadzone między innymi w takich obszarach górskich, jak: Pilsko (Beskid Żywiecki), Karkonosze, masyw Les Monts Dore (Masyw Centralny), Alpy Allgauskie, Góry Skaliste czy też góry na Wyspie Honsiu. Badania były prowadzone głównie w wysokich górach powyżej górnej granicy lasu. Przyczyną degradacji turystycznej w tych obszarach jest przede wszystkim narciarstwo i związana z nim infrastruktura. A. Łajczak (1996) prowadził badania nad morfodynamiką stoków objętych intensywnym ruchem turystycznym w Karpatach fliszowych (na przykładzie Pilska). Autor przeprowadził szczegółowe kartowanie morfologiczne mikroform powstałych pod wpływem „turystycznie uwarunkowanej erozji”. Pod względem powierzchniowym narciarstwo przyczyniło się do powstania 30% powierzchni zdegradowanych, a turystyka piesza – do pozostałych 70%. W przypadku kubatury wyerodowanej gleby turystyka piesza przyczyniła się do 90% powstałych szkód. Efektem tej erozji na ścieżkach są żłobiny erozyjne z kociołkami eworsyjnymi, zdegradowane gleby, zniszczona roślinność. Na ścieżkach wydeptanych przez turystów gleby zwiększają w przywierzchowinowej warstwie swoją gęstość 3-4-krotnie. Duże ubicie gleby zmniejsza jej pojemność infiltracyjną i stwarza korzystne warunki dla spłukiwania, wzmagając tym samym rozmiary erozji. W warunkach takich regeneracja szaty roślinnej jest znacznie utrudniona.

Na podobne przekształcenia w Tatrach wskazują T. Komornicki i S. Skiba (1996), przypisując dużą rolę w niszczeniu pokrywy glebowej wzmożonemu ruchowi turystycznemu na niektórych fragmentach licznie uczęszczanych szlaków turystycznych.

Geomorfologiczne skutki zniszczenia pokrywy roślinnej badano także w Karkonoszach. Geneza tego zjawiska była tam, co prawda, inna, jednak skutki zniszczenia pokrywy roślinnej były podobne, jak w przypadku degradacji turystycznej. Na granicy polsko-czeskiej pas o szerokości około 10 m był w okresie powojennym – przez około 10 lat – codziennie zaorywany (Parzóch 1994). Zniszczenie pokrywy roślinnej sprzyjało tam intensyfikacji procesów morfologicznych. Początkowo dominowało spłukiwanie powierzchniowe. Po zakończeniu codziennego bronowania

pasa i stopniowym odtworzeniu się pokrywy roślinnej, główną rolę niszczącą przejęły: splukiwanie liniowe, procesy kriogeniczne i deflacja. Jest to bardzo ciekawy przykład, na którym można prześledzić zmienność zachodzących procesów geomorfologicznych w zależności od intensywności antropopresji. Podobny przebieg procesów mógłby wystąpić na niektórych odcinkach szlaków w badanym przez mnie obszarze w wypadku zaprzestania ruchu turystycznego.

Także i masyw górski Les Monts Dore w Masywie Centralnym był obiektem badań roli człowieka w przekształcaniu środowiska przyrodniczego (Krzemiń 1995). Celem badań było określenie stopnia przekształcenia stoków wskutek działalności turystycznej i porównanie tempa procesów morfogenetycznych na stokach naturalnych i naruszonych przez człowieka. W ciągu ostatnich lat procesy destrukcyjne na stokach gwałtownie nasiliły się. Stoki były tu poddane bardzo silnej antropopresji na skutek rozwoju turystyki pieszej i narciarstwa zjazdowego oraz użycia ciężkich pojazdów mechanicznych do budowy wyciągów i tras narciarskich. Zniszczenie pokrywy roślinnej zaburzyło naturalną równowagę na stokach, wynikiem czego jest powstanie mikrorzeźby kricionalnej, eolicznej i pluwialnej. Erozja w masywie Les Monts Dore osiągnęła bardzo duże rozmiary, dlatego rozpoczęto intensywną rekultywację obszarów zdegradowanych. Silnej degradacji masywu Les Monts Dore sprzyjają występujące tam drobnofrakcyjne pokrywy na mało odpornym podłożu.

W Alpach Allgauskich (Robens, Blacek 1993) badaniami objęto wpływ turystyki na degradację środowiska przyrodniczego. Zniszczenie i zanik pokrywy roślinnej przyczynia się tu do uruchomienia transportu zwietrzliny, wzrostu natężenia procesów erozyjnych i ciągłego powiększania się powierzchni zdegradowanych. Autorzy za jedną z przyczyn degradacji turystycznej uważają złe zagospodarowanie ścieżek i dróg turystycznych (brak odwodnienia, niewygodna nawierzchnia itd.). Propozycje rozwiązań tych problemów są podobne do opisanych przez mnie działań podejmowanych w polskich Tatrach mających na celu zapobieganie erozji turystycznej (patrz rozdział 7). Zapobieganie skutkom erozji turystycznej).

W Górach Skalistych (Price 1985) badaniami objęto wpływ szeroko rozumianej turystyki (narciarstwo, turystyka piesza i konna) na niszczenie szaty roślinnej, co ma znaczący wpływ na przyspieszenie procesów erozji.

Problem silnego przekształcenia, a miejscami wręcz zdewastowania obszarów leśnych wskutek rozwoju narciarstwa przedstawiają badania S. Tsuyuzaki (1994) w górach na Wyspie Honsiu.

Autorzy wyżej wymienionych prac zwracają uwagę na obecnie niewystarczające rozwiązania organizacyjno-prawne, które mogą przyczynić się do utraty walorów przyrodniczych i krajobrazowych obszarów górskich.

W porównaniu z innymi obszarami górkimi intensywność oddziaływania gospodarki turystycznej na środowisko geograficzne masywu Czerwonych Wierchów, jak i stopień przekształcenia rzeźby są małe. Silnej degradacji stoków użytkowanych turystycznie zapobiegają stosunkowo odporne podłoża geologiczne i grubofrakcyjne pokrywy. Jest to także skutkiem ograniczenia ruchu turystycznego do wyznaczonych ścieżek stanowiących znakowane szlaki turystyczne oraz niewielkich obszarów przeznaczonych dla narciarstwa.

9. Wnioski

1. Powierzchnie dróg i ścieżek turystycznych są obszarami najintensywniej modelowanymi w obrębie stoków użytkowanych turystycznie w masywie Czerwonych Wierchów.

2. Tempo obniżania stoków w obrębie ścieżek turystycznych jest wielokrotnie większe od tempa obniżania tych partii stoków, które nie są użytkowane turystycznie.

3. Naturalne procesy morfogenetyczne, takie jak: splukiwanie, działalność lodu włóknistego, deflacja, procesy pluwiograwitacyjne i niwacja zachodzą głównie w strefach pozbawionych roślinności. Zniszczenie pokrywy roślinnej powoduje obnażenie gleby i narażenie jej na degradację przez wyżej wymienione procesy. Dlatego też wydeptywanie można uznać za najważniejszy proces antropogeniczny na ścieżkach turystycznych, przyczyniający się do zaistnienia tych procesów, których występowanie i duże natężenie jest uzależnione od istnienia stref pozbawionych roślinności.

4. Piętrowe zróżnicowanie procesów morfogenetycznych zaznacza się także w intensywności modelowania ścieżek i dróg turystycznych. Ścieżki w piętrze krioniwalnym są szersze i głębiej rozcinane. Spowodowane jest to większym natężeniem i zróżnicowaniem procesów występujących w tym piętrze.

5. Intensywność modelowania ścieżek i dróg dowiazuje do rocznego cyklu zmian elementów klimatycznych. Można wyróżnić cztery pory morfogenetyczne, różniące się rodzajem i natężeniem procesów morfogenetycznych modelujących ścieżki. Szlaki najintensywniej modelowane są wiosną (roztopy) i latem (ulewne deszcze). Okresem o najmniejszej aktywności procesów jest zima, na skutek okrycia stoków przez pokrywę śnieżną.

6. Degradacja powierzchni stoków użytkowanych turystycznie jest wynikiem intensyfikacji naturalnych procesów morfogenetycznych przez czynnik antropogeniczny. Działania człowieka powinny zmierzać do osłabienia tempa obiegu energii i materii w obrębie stoków użytkowanych turystycznie poprzez: odwodnienie, umacnianie i konserwację powierzchni ścieżek oraz rekultywację powierzchni zdegradowanych przez procesy erozji turystycznej.

7. Do najbardziej zdegradowanych ścieżek turystycznych należą: ścieżki poprowadzone w pokrywach zwietrzelinowych utworzonych na nieodpornych na wietrze dolomitach i łupkach, rozcięte głębokimi rynnami erozyjnymi i ścieżki poprowadzone zakosami, co wiąże się ze zdegradowaniem dużej powierzchni i powstaniem wielu dodatkowych „ścieżek-skrótów”.

8. Degradacja środowiska przyrodniczego Tatr, a szczególnie nasilenie procesów erozji jest stosunkowo małe lub porównywalne z innymi badanymi obszarami górskimi użytkowanymi turystycznie. Wynika to z ograniczenia ruchu turystycznego do wyznaczonych ścieżek stanowiących znakowane szlaki turystyczne oraz niewielkich obszarów przeznaczonych dla narciarstwa.

Literatura

- Bac-Moszaszwili M., Burchart J., Głazak J. et al., 1979, *Mapa geologiczna Tatr Polskich*, Wyd. Geol., Warszawa.
- Firszt D., 1997, *Ruch turystyczny na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego (część wschodnia)*, maszynopis w Zakładzie Geografii Turyzmu IG UJ, Kraków.
- Gerlach T., 1959, *Lód włóknisty*, Przegl. Geogr., 31, 589-605.
- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 11, 1-237.
- Izmańłow B., 1986, *Rola wiatru w modelowaniu wysokogórskiej partii Tatr w rejonie Doliny Gąsienicowej*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 64, 121-140.
- Jahn A., 1958, *Mikrorelief peryglacjalny Tatr i Babiej Góry*, Biul. Peryglacjalny, 6, 57-79.
- Kłapa M., 1980, *Procesy morfogenetyczne oraz ich związek z sezonowymi zmianami pogody w otoczeniu Hali Gąsienicowej w Tatrach*, Dokumentacja Geogr. PAN, 4, 1-53.
- Klimaszewski M., 1988, *Geomorfologia*, PWN, Warszawa, 1-1064.
- Komornicki T., Skiba S., 1996, *Gleby*, [w:] *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego*, Z. Mirek (red.), TPN, Kraków – Zakopane, 215-226.
- Kotarba A., 1972, *Powierzchniowa denudacja chemiczna w wapienno-dolomitowych Tatrach Zachodnich*, Prace Geogr. IGiPZ PAN, 96, 1-116.
- Kotarba A., 1976, *Współczesne modelowanie węglanowych stoków wysokogórskich*, Prace Geogr. IGiPZ PAN, 120, 1-114.
- Kotarba A., Krzemień K., Kaszowski L., 1987, *High-mountain denudational system of the Polish Tatra Mts*, Geographical Studies, Spec. Issue, 3, 1-108.
- Kotarba A., Starkel L., 1972, *Holocene morphogenetic altitudinal zones in Carpathian Mts*, Studia Geomorph. Carpato-Balcanica, 6, 21-34.
- Krusiec M., 1996, *Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeźby Tatr Zachodnich na przykładzie Doliny Chochołowskiej*, Czasop. Geogr., 67, 303-320.
- Krzemień K., 1991, *Dynamika wysokogórskiego systemu fluwialnego na przykładzie Tatr Zachodnich*, Rozpr. Habil., UJ, 215, 1-160.
- Krzemień K., 1995, *Le role du tourisme dans la transformation des versants du Massif des Monts Dore*, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr., 99, 23-33.
- Łajczak A., 1996, *Wpływ narciarstwa i turystyki pieszej na erozję gleby w obszarze podszczytowym Pilska*, Studia Naturae, 41, 131-161.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., 1980, *Oddziaływanie turystyki na szatę roślinną Tatr*, Wierchy, 48, 20-34.
- Mirek Z., 1996, *Antropogeniczne zagrożenia i przekształcenia środowiska przyrodniczego*, [w:] *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego*, Z. Mirek (red.), TPN, Kraków – Zakopane, 595-619.

- Parzóch K., 1994, *Efekty erozyjne i tempo sukcesji roślinnej na pasie granicznym w Karkonoszach*, Acta Univ. Wratisl., 1702, Prace IG, Ser. A, Geogr. Fiz., 7, 27-36.
- Płoszaj A., 1997, *Ruch turystyczny na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego (część zachodnia)*, maszynopis w Zakładzie Geografii Turystyki IG UJ, Kraków.
- Price M., 1985, *Impacts of recreational activities on alpine vegetation in Western North America*, Mountain Research and Development, 5, 3, 263-277.
- Robens R., Blacek M., 1993, *Untersuchungen zur Entstehung und Vermeidung von Trittschäden entlang von Wanderwegen touristisch hochfrequentierter Gebiete in den Alpen. Dargestellt an der Wege- und Informationsplanung des Fellhorns*, Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Bergwelt (Selbstverlag des Vereins), 58, 119-139.
- Sokołowski S., 1961, *Uwagi o wynikach nowych badań na temat tektoniki Tatr*, Roczn. P.T.Geol., 30, 4, 389-412.
- Tsuyuzaki S., 1994, *Environmental deterioration resulting from ski-resort construction in Japan*, Environm. Conserv., 21, 121-125.

**Impact of tourism on the high-mountain relief.
Case of the Czerwone Wierchy Massif and Regle Zakopiańskie
in the Western Tatras, Poland**

Summary

The research was aimed at identifying the degree, to which tourist traffic contributes to the reviving of the morphogenetic processes, particularly along the marked tourist paths of the Czerwone Wierchy massif and the neighbouring Regle Zakopiańskie (Western Tatras).

This tourism-intensive area is cut-up by dozens of walking paths and roads. The direct impact of walkers on the slopes consists in the broken continuity of the vegetation cover, soil destruction and the displacement of the waste mantle. The natural morphogenetic processes, such as washdown, needle-ice cycle, deflation, pluviogravitational processes and nivation occur predominantly in areas devoid of vegetation. Without the protection of the vegetation cover the soil is exposed to the degrading effect of the above mentioned processes. Trampling may therefore be regarded as the most significant of the human-related processes along the walking paths that contribute to the above processes, the occurrence and intensity of which depends on the existence of vegetation-free zones.

Surface deterioration at the slopes used for tourist purposes is a result of the natural morphogenetic processes intensified by the human factor. Human activity should therefore aim to slow down the pace of those natural processes by draining, reinforcing and maintaining walking paths, as well as by reinstating the surfaces already degraded by the tourist-induced erosion.

Both the impact of tourism on the geographical environment and the scale of the actual relief transformation are smaller in the Czerwone Wierchy than in other mountain areas. Any further degrading of the tourist slopes is impeded on the one hand by the local resistant geology and the rough-material slope covers, and on the other by the restrictions keeping the walking tourism to the marked trails only and limiting the extent of the skiing areas.

Translated by Paweł Pilch

*Elżbieta Gorczyca
Zakład Geomorfologii Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Grodzka 64, 31-044 Kraków*

