

# Wpływ dróg górskich na dynamikę procesów morfogenetycznych w rejonie Turbacza

## The influence of mountain roads on dynamic of morphogenetic processes in the Turbacz region

Piotr Wałdykowski

**Abstract:** This paper concerns present-day morphogenetic processes within roads forms incisions in middle flysch mountains in a region of Mt. Turbacz in the Gorce (Western Carpathians). Roads incisions are the most actively modeling parts of slopes by natural and anthropogenic processes. Differences in land use and roads use can change intensity of a rate of natural morphogenetic processes running within roads surfaces. Author analyses differences between roads incisions in the Gorce National Park (GPN) and its surroundings.

**Key words:** geomorphological processes, surface runoff, rill erosion, road erosion, human impact on ecosystems, antropression in mountain protected areas, Gorce Mountains, Western Carpathians

Zakład Geomorfologii, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski  
ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00–927 Warszawa, e-mail: waldzio@uw.edu.pl, +48 22 55 20 653

### WSTĘP

Powierzchnie nieutwardzonych dróg górskich są strefami ulegającymi współcześnie najbardziej dynamicznym przekształceniom oprócz koryt współczesnych rzek i potoków. Drogi są podłużno-wklęsłymi formami rzeźby i z tej przyczyny mają predyspozycje do uczestniczenia w procesie odprowadzania wód opadowych i roztopowych w obrębie zlewni. Z geomorfologicznego punktu widzenia, szczególnie sprzyjają rozcinaniu pierwotnego poziomego podłoża przez procesy naturalne, wynoszeniu materiału stokowego i redepozycji przemieszczonego materiału. Zagadnienie roli dróg górskich w rozwoju współczesnych procesów morfogenetycznych było przedmiotem licznych publikacji.

W Polsce prace W. Froehlich i J. Słupika (1980, 1986), realizowane w Beskidzie Sądeckim, jako jedne z pierwszych podejmują próbę wyjaśnienia istotnych prawidłowości w odprowadzaniu materii ze stoków w obszarach górskich przy udziale dróg, lecz dotyczą przede wszystkim terenów użytkowanych rolniczo. W aktualnej literaturze, doty-

czącej obszarów górskich, można odnaleźć opracowania poświęcone naturalnym procesom morfogenetycznym w strefach zmienionych antropogenicznie, tematyce wpływu na rzeźbę ruchu turystycznego, sposobom rekultywacji oraz zapobieganiu ogólnie pojętej antropopresji na podłoże. Prace prowadzono w regionie: Karkonoszy (Parzóch 1994; Parzóch, Katrycz 2002), Pilska (Łajczak 1996), Tatr (Krusiec 1996; Gorczyca 2000, 2004; Gorczyca, Krzemień 2002), Bieszczadów (Prędko 2004), Masywu Centralnego we Francji (Veyret *et al.* 1990; Krzemień 1991, 1995), Gór Skalistych w USA (Price 1985; Wilson, Seney 1994), Alp Allgauskich (Robens, Blackek 1993), Wyspy Honsiu w Japonii (Tsuyuzaki 1994). Należy także wspomnieć o pracach magisterskich realizowanych w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ oraz na Wydziale Geografii i Studiów Regionalnych UW: w Tatrach (Dobija 1970; Gorczyca 1997; Kopera 1999; Krusiec 1995; Nazaruk 1992; Piątkowski 1992; Zawiejska 1999), w Pieninach (Moś 1999), na Pogórzu Karpackim (Cisowska 1995), w Górach Stołowych (Wałdykowski 2000), w Beskidach (Janasik 1999), itd.

W pracach z tego zakresu dostrzegano degradacyjny wpływ czynnika antropogenicznego na rzeźbę (np. wydeptywania, tworzenia rynien zrywki drewna), równocześnie podkreślając jego ogromne znaczenie w inicjacji naturalnych procesów morfogenetycznych (zwłaszcza splukiwania liniowego i rozproszonego, soliflukcji, działalności lodu włóknistego i in.). Największa koncentracja współczesnych procesów morfogenetycznych na stokach dotyczy obszarów zmienionych przez człowieka, między innymi ścieżek turystycznych i dróg oraz tras narciarskich. Współczesne obszary chronione poddane są specyficznym układom antropogenicznych czynników inicjujących zachodzenie procesów morfogenetycznych. Oddziaływanie tych czynników jest na ogół ograniczone przestrzennie i wynika z potrzeby koncentracji ruchu turystycznego oraz gospodarczego w wydzielonych strefach. W zespole czynników inicjujących zniszczenia sieci drogowej znajduje się prowadzenie prac leśnych, a zwłaszcza transport pozyskanego drewna, transport związany z obsługą schronisk turystycznych, czy uprawianie sportów motorowych. Szczególnie wyraźne zniszczenia podłoża dróg i ścieżek turystycznych powstają pod wpływem przejazdów ciągnikami, samochodami terenowymi, quadami oraz motocyklami terenowymi. Tak zdegradowane powierzchnie są etapem przygotowującym podłoże do modelowania przez naturalne procesy morfogenetyczne związane z odpływem wody ze stoków.

## **OBSZAR BADAŃ**

Gorce są pasmem górskim należącym do Beskidów Zachodnich (Karpaty Zachodnie). Najwyższą kulminację pasma tworzy Turbacz (1310 m n.p.m.), od którego odchodzą we wszystkich kierunkach ramiona górskie. Od północy Gorce ogranicza dolina Raby i jej dopływ – Mszanka, od południa Kotlina Nowotarska, od wschodu przełom Dunajca między Krościenkiem a Łąckiem, od zachodu sąsiaduje z Beskidem Orawsko-Podhalańskim (Kondracki 1994). W środkowej części masywu utworzono w 1981 roku Gorczański Park Narodowy, gdzie przeważającą formę użytkowania ziemi stanowią lasy (ok. 95% powierzchni). Analizowany obszar badań położony jest na skraju Gorczańskiego Parku Narodowego i jego otuliny. Jest reprezentatywny dla odmiennych sposobów użytkowania terenu. Stanowi przykładowy wycinek powierzchni, wydzielony bez względu na granice naturalne. Obejmuje najwyższą część Gorców, z najniższą wysokością terenową na poziomie około 950 m n.p.m. i najwyższą – 1310 m n.p.m. Zajmuje powierzchnię około

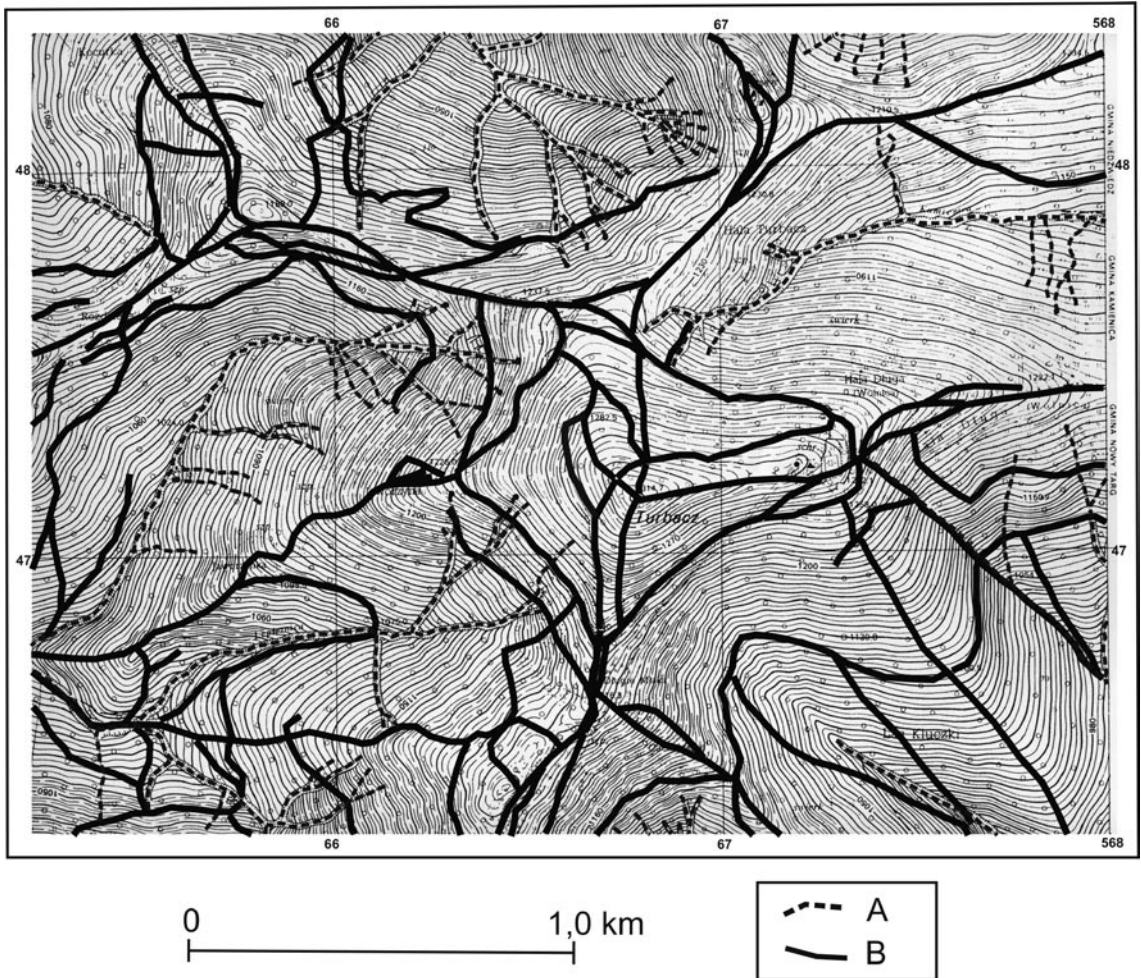
5,6 km<sup>2</sup>. W krajobrazie obszaru badań wyraźnie zapisuje się istnienie rozbudowanej sieci dróg i ścieżek. Gęstość dróg dochodzi do 7,5 km/km<sup>2</sup>, co w porównaniu ze średnią gęstością sieci dróg i ścieżek w Beskidach, określoną na poziomie około 4 km/km<sup>2</sup> (Soja 2002), przekracza średnie wartości niemal dwukrotnie. Dla porównania – gęstość sieci rzecznej obszaru, obliczona na podstawie mapy 1:10 000 (układ 65) wynosi 3,8 km/km<sup>2</sup>, a zatem jest wyraźnie niższa od gęstości sieci drogowej. Świadczy to o znacznym potencjale dróg w odpływie wody w ramach zlewni, a co za tym idzie – w splukiwaniu materiału stokowego przejawiającego się rozcinaniem i degradacją powierzchni dróg.

Pod względem użytkowania, około 21% długości wszystkich dróg obszaru jest wykorzystywana wyłącznie przez ruch turystyczny (pieszy, rowerowy, konny, narciarski). Warto podkreślić, że rejon Turbacza ze schroniskiem stanowi najpopularniejszy cel turystyczny Gorców, do którego prowadzą szlaki z Nowego Targu, Rabki, Koninek oraz Lubomierza. Drogi użytkowane jedynie gospodarczo stanowią 22%, a użytkowane równocześnie przez ruch turystyczny i gospodarczy – około 57%.

Pod względem przebiegu w stosunku do form rzeźby terenu przeważają drogi stokowe (69,3%) oraz grzbietowe (25,6%). Zdecydowanie mniejszą grupę stanowią drogi dolinne (2,9%) i podstokowe (2,2%). Większość dróg przebiega skośnie do spadku terenu (43%) lub zgodnie ze spadkiem (37%). Najmniejszą grupę stanowią drogi prowadzone równoległe do poziomicy (20%). W razie wystąpienia spływu wody, drogi o przebiegu zgodnym ze spadkiem terenu mogą najszybciej koncentrować splukiwanie powierzchniowe.

## **METODY BADAŃ**

Badania terenowe poprzedzała analiza kameralna rozwoju układu sieci dróg przy użyciu dostępnych map historycznych od początku XX wieku (austriackich 1:75 000 z 1914–15 r., WIG z 1936 r. w skali 1:100 000, map W. Z. Kart. z 1956 r. w skali 1:25 000 – układ 42, map topograficznych 1:10 000 z 1979 r. – układ 65, map gospodarczych GPN – aktualizacja z 1987 r. oraz zdjęć lotniczych wykonanych w latach: 1954 (skala 1:10 000), 1974 (1:33 000), 1997 (1:9000) i ortofotomapy z 2003 r. Prace terenowe polegały na inwentaryzacji typów dróg ze szczególnym uwzględnieniem mikrorzeźby ich powierzchni przy użyciu map topograficznych w skali 1:10 000 w układzie 65 oraz zapisie informacji w terenie za pomocą specjalnego raptularza do kartowania



Ryc. 1. Obszar badań z układem sieci drogowej i sieci koryt potoków; A – koryta potoków, B – drogi  
 Fig. 1. The research area with roads and river-beds network; A – torrent-beds, B – roads

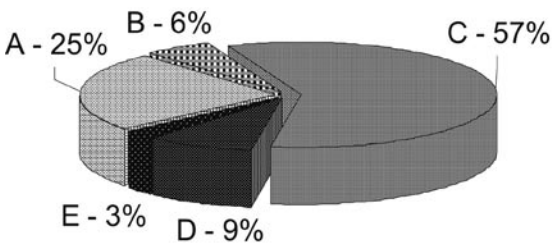
ścieżek turystycznych i dróg. W kartowaniu terenowym dróg posłużono się metodą wydzielenia jednorodnych odcinków w stosunku do głównych elementów rzeźby: np. położenia względem form rzeźby, cech metrycznych drogi, nachylenia powierzchni oraz sposobu użytkowania i in. Na podstawie skartowanych jednorodnych odcinków dróg można wydzielać ich typy z punktu widzenia wpływu na dynamikę procesów morfogenetycznych. W trakcie badań terenowych wydzielono 73 odcinki. Jednym z elementów służących określeniu stopnia zaawansowania rozwoju rozcięć było zebranie informacji o typowych profilach poprzecznych dróg. Na ich podstawie można wnioskować na temat dalszego kierunku rozwoju formy drogowej. Aby uzyskać informacje o aktualnej dynamice

rozwoju form drogowych w rocznym cyklu klimatycznym zakładano poprzeczne profile pomiarowe dróg, powtarzając pomiary ich głębokości i szerokości oraz położenia mikroform w obrębie dna. Profile założono w strefie parku narodowego i jego otuliny. Obserwacje prowadzono od jesieni 2004 do jesieni 2005. Pomiarów dokonywano co około 3–6 miesięcy.

## WYNIKI

W trakcie prac kameralnych zebrano informacje o czasie oddziaływania istniejących dróg na podłoże. Ze względu na użycie map historycznych, wiek dróg okre-

słono zgodnie z ich pojawieniem się na mapach. Okazało się, iż najliczniejszą grupę (57%) stanowią drogi widoczne na mapach z lat 1954–1956 i 1974–1979, a więc z okresu poprzedzającego utworzenie Gorczańskiego Parku Narodowego. Na tę grupę składają się w przewadze drogi stokowe, użytkowane gospodarczo. Drugą istotną grupę (25%) tworzą drogi najstarsze, założone przed okresem 1914–1915 – widoczne na mapach austriackich 1:75 000. Drogi te są głównie drogami grzbietowymi, co świadczyć może o ich pierwotnym znaczeniu komunikacyjnym.



Ryc. 2. Podział dróg ze względu na wiek powstania okres powstania: A – przed 1914–15, B – 1914–15 do 1936, C – 1954–56 do 1974–79, D – 1974–79 do 1987, E – 1987 do 2003

Fig. 2. Repartition of roads according to time of origin time of origin: A – before 1914–15, B – 1914–15 to 1936, C – 1954–56 to 1974–79, D – 1974–79 to 1987, E – 1987 to 2003

W trakcie kartowania terenowego stwierdzono wyraźne różnice w wykształceniu dróg i dynamice zmian ich podłoża w obszarze parku narodowego i jego otuliny. W strefie otuliny najważniejszą rolę w inicjacji procesów morfogenetycznych odgrywają prace leśne, prowadzone ostatnio intensywniej wskutek wiatrolomu z listopada 2004 r. W granicach analizowanej części Gorczańskiego Parku Narodowego – większość powierzchni dróg wykazuje jedynie lokalnie wzmoczoną aktywność za przyczyną ruchu turystycznego, bądź znalazła się na etapie częściowego lub całkowitego zarastania. W celach transportu drewna intensywnie wykorzystywane są drogi grzbietowe, bezpośrednio sąsiadujące z parkiem narodowym.

Przy porównaniu odcinków dróg pełniących funkcje gospodarcze, turystyczne oraz gospodarczo-turystyczne stwierdzono, że tendencje do tworzenia największej liczby pieszych lub kołowych dróg alternatywnych w otoczeniu istniejących szlaków związane są z drogami pełniącymi funkcje gospodarczo-turystyczne. W badanym obszarze ilość dodatkowych wersji dróg względem właściwej trasy

określono dla dróg turystycznych jako 3, dla dróg gospodarczych jako 6, dla dróg gospodarczo-turystycznych aż 11.

Podobną zależność udało się zaobserwować w odniesieniu do szerokości dróg na tle typu użytkowania. W grupie dróg turystycznych i ścieżek znalazła się większość odcinków najwęższych o szerokości 0,5–1,0 m, a także z zakresu 1–2 m. Drogi gospodarcze najczęściej miały szerokość 1–2 m. Drogi turystyczno-gospodarcze były w większości przypadków najszersze, z dominującymi szerokościami powyżej 5 m.

Przy porównaniu średnich szerokości dróg z ich wiekiem okazało się, że zarazem najwięcej najszerszych (>5 m) i najwęższych (0,5–1,0 m) ścieżek należy do dróg najstarszych – istniejących od co najmniej 1914–1915 r. Drogi i ścieżki najwęższe świadczą w tym przypadku o wykorzystywaniu starych szlaków pieszych przez góry do prowadzenia tras turystycznych. Duży udział dróg grzbietowych jako najstarszych oraz najszerszych wynika z faktu, iż głównie na grzbietach istnieją sprzyjające warunki dla przebiegu szlaków komunikacyjnych przez Gorce, jak również do niekontrolowanego ich poszerzania (Tab. 1).

Rozwój współczesnych procesów morfogenetycznych jest zależny od położenia na tle rzeźby terenu. Na podstawie ilości przypadków skartowanych form, świadczących o rozwoju procesów morfogenetycznych, można uznać, że drogi stokowe są współcześnie silniej przekształcane niż drogi grzbietowe (Ryc. 3).

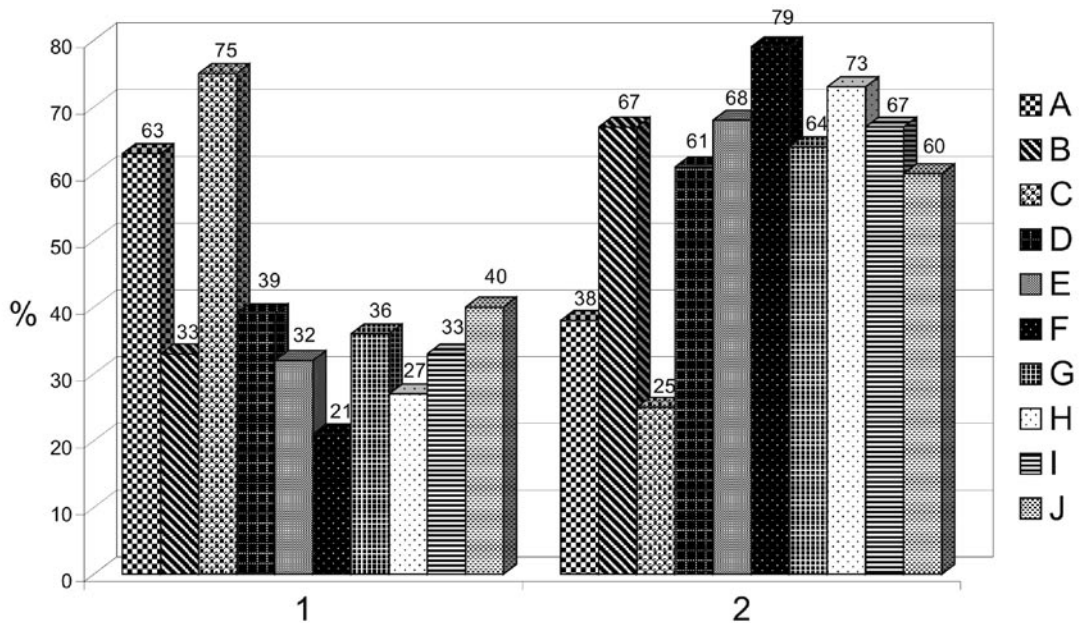
Na drogach grzbietowych często występują procesy morfogenetyczne związane z ruchem turystycznym (około 51% analizowanych tras turystycznych prowadzi drogami grzbietowymi). Świadczy o tym obecność śladów wydeptywania powierzchni i podcięć z wydeptywania. W obrębie dróg grzbietowych rzadziej (o około 20–30% przypadków) w porównaniu z drogami stokowymi spotykano formy związane z procesami naturalnymi, typu: bruzdy spłukiwania skoncentrowanego czy stożki napływowe. Rzadziej obserwowano skutki prowadzonych prac leśnych: rynny zrywkowe oraz koleiny. Może to wynikać z mniejszych nachyleń powierzchni dróg grzbietowych i ich wododziałowego położenia, a także z litologii (wchodnie skał litych). Wyraźne ślady procesu spłukiwania powierzchniowego kartowano częściej na drogach o większym nachyleniu podłoża (> 10°).

Drogi stokowe pełnią w przewadze funkcje gospodarcze. Ich położenie sprzyja odprowadzaniu wód w zlewniach. Drogi podcinając stoki, przerywają ciągłość spływu śródpokrywowego oraz przejmują spływ powierzchniowy ze stoków. W efekcie obserwowano formy świadczące

Tabela 1. Cechy morfometryczne dróg w odniesieniu do ich przybliżonego wieku

Table 1. Morphometric characteristics of roads according to time of their origin

	Do1914–15 r.	1914–15 do 1936 r.	1936–1956 r.	1956–74 r.	1974–79 r.	Po 2003 r.
Średnia głębokość maksymalna (głębokość maksymalna) [m] Average max depth (max depth)	0,67 (3,5)	0,54 (0,7)	0,65 (1,5)	0,3 (0,3)	0,53 (0,9)	0,53 (1,0)
Średnia szerokość maksymalna (szerokość maksymalna) [m] Average max width (max width)	6,36 (36)	4,66 (14)	3,73 (14)	2,5 (2,5)	3,36 (7,0)	3,7 (7,0)
Liczba ścieżek Number of paths	1–11	1–6	1–3	1	1–6	1–2



Ryc. 3. Występowanie form powiązanych z rozwojem procesów morfogenetycznych na drogach grzbietowych i stokowych 1 – drogi grzbietowe, 2 – drogi stokowe; A – podcięcia z wydeptywania, B – podcięcia drogowe, C – ślady wydeptywania, D – bruzdy spłukiwania skoncentrowanego, E – bruzdy spłukiwania skoncentrowanego z naprzemienną erozją i akumulacją, F – zagłębienia bezodpływowe, G – stożki napływowe, H – rynny zrywkowe, I – koleiny małe\*, J – koleiny duże\*\*, \*głębokość ≤ 20 cm, szerokość ≤ 50 cm, \*\*głębokość > 20 cm, szerokość > 50 cm

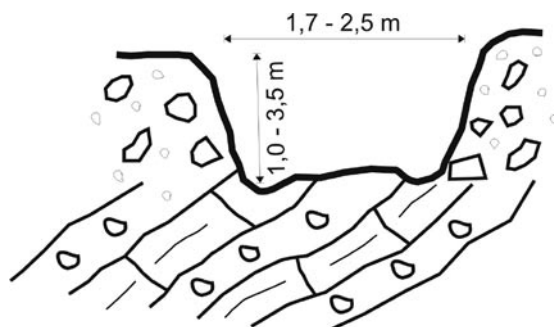
Fig. 3. Occurrence of forms connected with morphogenetic processes development on ridge and slope roads, 1 – ridge roads, 2 – slope roads; A – trampling cuttings, B – road cuttings, C – trampling marks, D – erosion rills of concentrated downwash, E – erosion rills of concentrated downwash with erosion and deposition zones placed alternately, F – depressions without outflow, G – alluvial cones, H – gully log-rollings, I – small grooves\*, J – big grooves\*\*, \* depth ≤ 20 cm, width ≤ 50 cm, \*\* depth > 20 cm, width > 50 cm

o zachodzeniu procesów naturalnych, będące następstwem spływu wody (tworzenie bruzd erozyjnych, zagłębień bezodpływowych i stożków napływowych). W grupie form o genezie antropogenicznej najliczniejszą grupę stanowiły podcięcia drogowe (67% przypadków). Większość o około 37% udział podcięć drogowych w stosunku do dróg grzbietowych wynika z ich przebiegu względem stoków. Drogi stokowe prowadzone równoległe lub skośnie do poziomic podcinają asymetrycznie stoki (Ryc. 9).

Porównując kształty wybranych profili poprzecznych w ramach jednorodnych odcinków dróg można wyróżnić kilka dominujących ich typów. Każdy z typów rozwinął się zależnie od przebiegu odcinka drogi względem spadku terenu, typu podłoża, sposobu i czasu użytkowania. W opracowaniu uwzględniono podstawowe typy dróg.

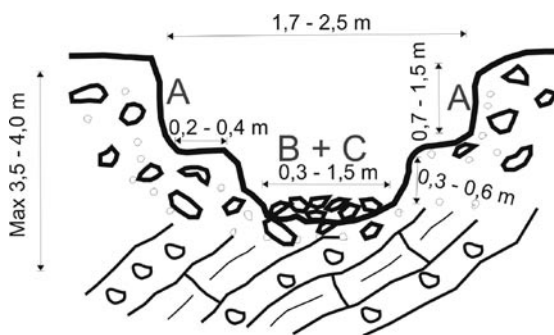
Najstarsze odcinki dróg w sprzyjających sytuacjach terenowych mają często postać głęboko wciętych holwegów. W badanym terenie rozcięcia tego typu osiągają głębokość 3,5–4 m, przy szerokości dna 1,7–2,5 m. Wyróżnia je profil o kształcie trapezoidalnym, zaś ich rozwój odbywa się za przyczyną podcinania zboczy przez koła pojazdów, osypywania zboczy, a w obrębie dna tworzenia kolein i rynien zrywkowych, które ulegają wtórnemu modelowaniu przez proces spłukiwania skoncentrowanego (Ryc. 4, 5). Spłukiwanie skoncentrowane przegłębia istniejące formy kolein o około 0,1–0,3 m, zaś w obrębie rynien zrywkowych może kształtować 0,3–1,5 m szerokości drogi. Spośród analizowanych odcinków dróg, odcinki głębokich rozcięć drogowych powyżej 1 m głębokości stanowią 38%. Rozcięcia drogowe w formie holwegów rozwinęły się zwłaszcza w strefach o większym nachyleniu (ponad 10°), przy sprzyjającym litologicznie podłożu (miększa warstwa utworów łupkowych lub zwietrzliny miękkiej mineralnej). Holwegi występują na stokach i na grzbietach, zwłaszcza gdy ich przebieg jest zgodny ze spadkiem terenu.

Szczególnie ciekawie wypada porównanie holwegów współcześnie użytkowanych oraz zarastających. Nieużywane holwegi obserwowano zwłaszcza w granicach parku narodowego. Profil tego typu form odbiegał od profilu trapezoidalnego, zbliżając się do typowego profilu V-kształtnego. Zarys dawnego profilu poprzecznego drogi był z reguły zmieniony w obrębie dna. W osi rozcięcia rozwijała się bruzda spłukiwania skoncentrowanego, związana z okresowym lub epizodycznym spływem wody. Brak jakiegokolwiek oddziaływania antropogenicznego powinien sprzyjać zarastaniu starych holwegów. Tymczasem formy te podlegają ciągłemu rozwojowi dna i w efekcie dalszemu pogłębieniu. Rozcinanie dna zaburza równowagę dynamiczną zboczy rozcięć, które ulegają



Ryc. 4. Wcięcie drogowe (holweg) współcześnie użytkowane, osiągające podłoże skalne

Fig. 4. Deep road incision reaching bed-rock, used to-day



Ryc. 5. Wcięcie drogowe (holweg) współcześnie użytkowane, wcięte w poziom zwietrzliny A – podcięcia drogowe, B – rynna zrywkowa, C – bruzda spłukiwania skoncentrowanego

Fig. 5. Deep road incision used to-day, incised in waste level A – road cuttings, B – gully log-rolling, C – erosion rill of concentrated downwash

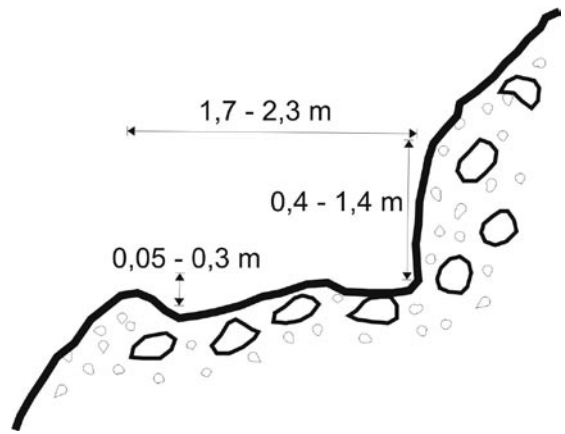
osypywaniu i dostarczają materiał kamienisty do dna formy (Ryc. 6).

W obrębie holwegów współcześnie użytkowanych w trakcie prac leśnych, tworzony jest profil o bardziej skomplikowanym kształcie. Osią rozcięcia staje się rynna zrywkowa, po bokach której rozwijają się powierzchnie kształtowane przez koła pojazdów (Ryc. 5). Kiedy nie dochodzi do wytworzenia osobnej rynny zrywkowej w osi rozcięcia drogowego, transport drewna powoduje pogłębienie i poszerzenie istniejących kolein. W dnie kolein odbywa się dezintegracja materiału podłoża przygotowująca materiał do usunięcia przez spłukiwanie skoncentrowane.

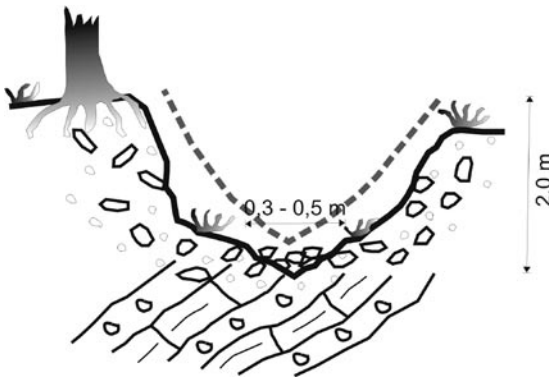
Przy warunkach litologicznych niesprzyjających głębokiemu rozcinaniu (płytka warstwa zwietrzliny podścielona utworami piaszczowymi), drogi mają zdecy-

dowanie bardziej ograniczoną głębokość (0,3–1,0 m). Gdy takie powierzchnie są użytkowane gospodarczo, rozwijają się na nich *koleiny*, rynny zrywkowe i podcięcia drogowe. Procesy naturalne pogłębiają formy antropogeniczne (koleiny, rynny zrywkowe), doprowadzając do ich przegłębienia o 20–40 cm w stosunku do pierwotnej głębokości. Zmodyfikowane przez splukiwanie linijskie formy dochodzą do 40–80 cm głębokości, a w dnie form odsłania się materiał kamienisty świadczący o wypłukiwaniu drobnych frakcji materiału. Opisywane formy występują zwłaszcza w obrębie dróg o nachyleniu powierzchni przekraczającym 10°. Przy mniejszym nachyleniu, głębokie koleiny wypełniają się stagnującą wodą, stawały się *zagłębieniami bezodpływowymi*.

Typowe ścieżki turystyczne piesze z reguły mają ograniczoną szerokość 0,5–1,0 m lub nawet <40 cm oraz głębokość 0,05–1,1 m. W ich powierzchni widoczne są

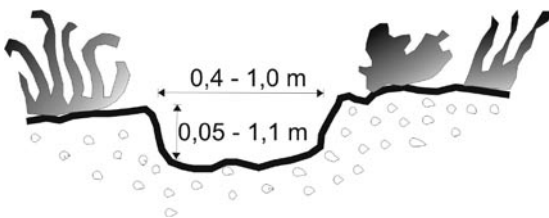


Ryc. 8. Droga stokowa z asymetrycznymi podcięciami drogowymi  
Fig. 8. Slope road with asymmetric road cuttings



Ryc. 6. Zarastające, nie użytkowane wcięcie drogowe z dnem przekształcanym w profil V-kształtny przez splukiwanie skoncentrowane

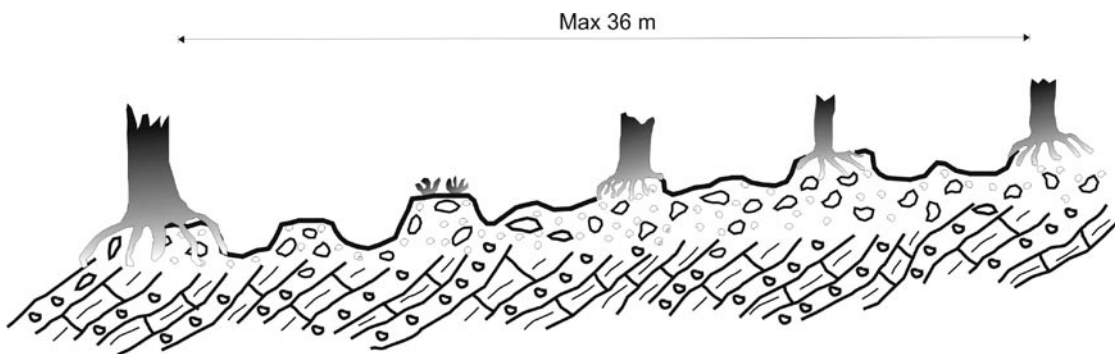
Fig. 6. Grownoven, not used deep road incision with bed being transformed into V-shape profile by concentrated downwash



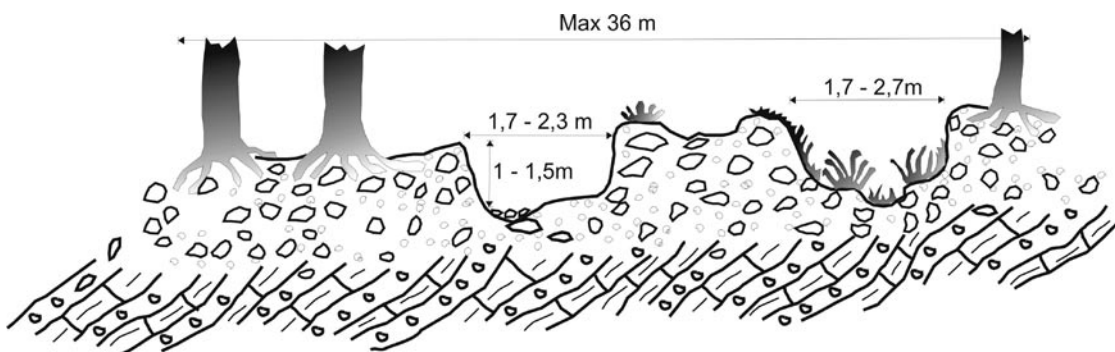
Ryc. 7. Ścieżka turystyczna w podłożu miękkim mineralnym  
Fig. 7. Tourist path in soft mineral bed

ślady wydeptywania (obtarcia korzeni drzew, odciski stóp w miękkim podłożu), a ich brzozy ulegają podcinaniu z wydeptywania (podcięcia z wydeptywania). W odcinkach dróg grzbietowych zbocza rozcięcia drogowego wykształcają się w przybliżeniu symetryczne po obu stronach (Ryc. 7), zaś w przypadku dróg stokowych – asymetrycznie – wyższe jest zbocze drogi podcinające stok (Ryc. 8). W przypadku odcinków, gdzie w podłożu występują korzenie drzew można mówić o naturalnie utrwalonym podłożu. Dodatkowo między korzeniami tworzą się mikrozagłębienia, które sprzyjają osadzeniu materiału podczas splukiwania i hamują proces erozji w strefie ścieżki.

Szczególnym typem są szerokie drogi grzbietowe (rozbudowane poziomo) (Ryc. 9, 10). Występują one w strefie otuliny, zwłaszcza w obszarach prowadzenia intensywnej zrywki drewna. Tworzone są głównie w strefach, gdzie istnieją sprzyjające warunki do rozwoju trasy służącej ruchowi gospodarczemu i turystycznemu. Na terenach o podłożu miękkim mineralnym i miękkim organicznym, łatwo ulegającym deformacji pod wpływem przejazdu ciężkich maszyn, tworzą się koleiny i zagłębienia bezodpływowe. W warunkach stagnowania wody stają się one nieprzejezdne, co sprzyja wyborowi innej trasy przejazdu i tworzeniu nowego zespołu kolein. W takiej sytuacji czynnikiem ograniczającym poszerzenie dróg jest granica Gorczańskiego Parku Narodowego lub strome stoki. Na drogach otoczonych mniej gęstym drzewostanem, schemat rozwoju dróg grzbietowych wiąże się z omijaniem



Ryc. 9. Układ szerokich (rozbudowanych poziomo) dróg równoległych na grzbietach  
Fig. 9. Disposition of wide (horizontally extended) parallel roads on ridges



Ryc. 10. Układ równoległych głębokich wcięć drogowych (holwegów) w strefie grzbietowej (patrz Ryc. 9)  
Fig. 10. Disposition of parallel deep road incisions in ridge zone (see Fig. 9)

istniejących, zbyt głębokich dla bezpiecznego przejazdu holwegów. Doprowadziło to w kilku miejscach do utworzenia systemu równoległych dróg, z których użytkowane są holwegi najmniej wcięte w podłoże (rejon między Kocurką a Rozdzielami).

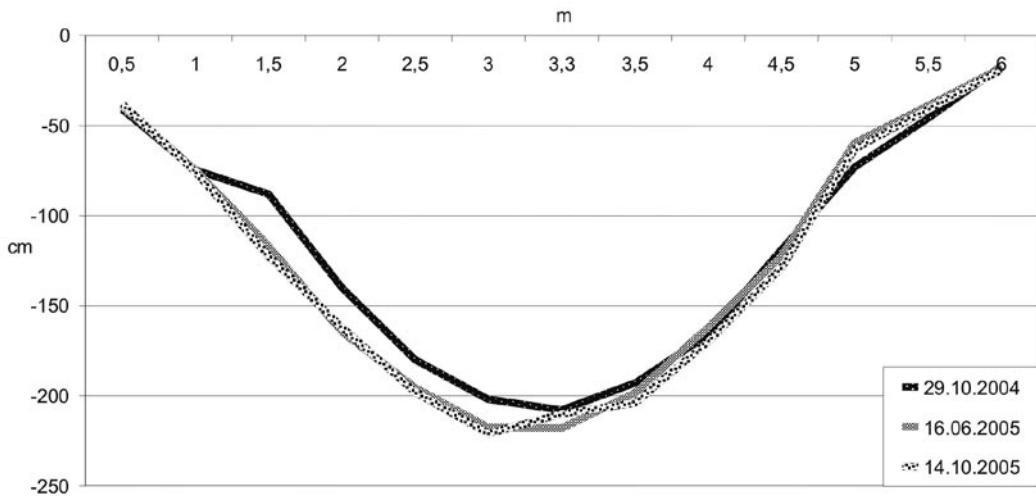
W kilku profilach poprzecznych dróg prowadzono od października 2004 r. pomiary zmian ich głębokości i szerokości. Wyniki uzyskane z 3 przykładowych profili w obszarze badań zostały wybrane ze względu na sposób użytkowania oraz cechy podłoża.

Rycina 11 przedstawia profil poprzeczny drogi leśnej w Gorczańskim Parku Narodowym, współcześnie nie użytkowanej. Pomiarów dokonywano w okresie 29.10.2004 – 14.10.2005. Droga jest jedną z 3 podobnych form, biegnących równoległe względem siebie, które najprawdopodobniej w okresie prowadzenia gospodarki pasterskiej w rejonie Mostownicy pełniły funkcje komunikacyjne. Nachylenie powierzchni zawiera się w przedziale 15–20°.

W ciągu roku zaobserwowano cofanie się zboczy oraz poziome przemieszczanie osi rozcięcia dna z pogłębieniem w przedziale 5–8 cm. Poza efektem geomorfologicznej działalności kropli deszczu widocznym na zboczach holwegu, w dniu rozwijał się proces spłukiwania skoncentrowanego, o czym świadczy bruk kamienisty w osi rozcięcia.

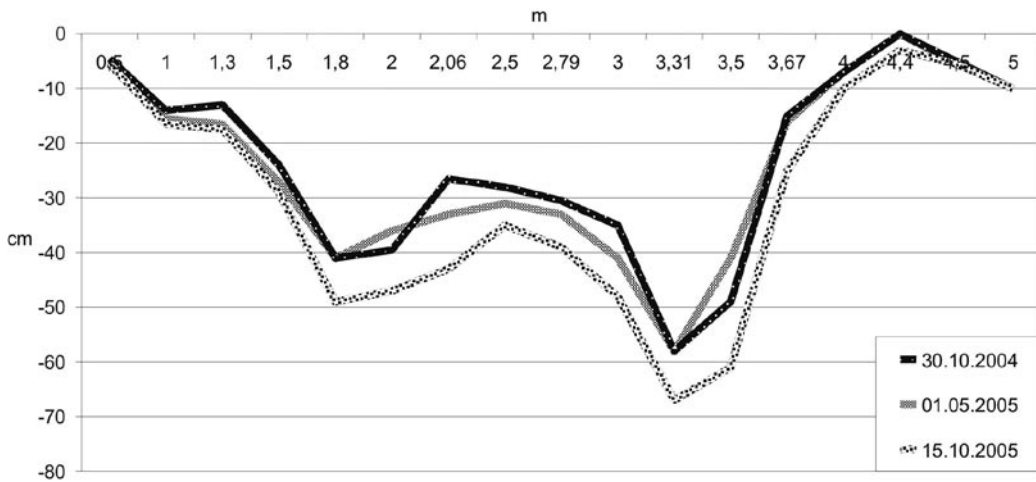
Inny profil poprzeczny drogi założono na współcześnie użytkowanej gospodarczo i turystycznie drodze leśnej w strefie otuliny (Ryc. 12). Jest to odcinek drogi grzbietowej, prowadzącej z Kowańca na Turbacz, łączący dwa obszary polan gorczańskich – Sralówki i Bukowinę Waksmundzką. Nachylenie podłoża mieści się w przedziale 10–15°. Pomiary na tym odcinku prowadzono od 30.10.2004 do 15.10.2005 r. Maksymalne wartości pogłębienia profilu drogi wyniosły od 4 cm do 20 cm. Szczególnie silnie pogłębione zostały koleiny, których rozwój w badanym okresie zaznaczył się także w ukła-





Ryc. 11. Zmiany w profilu poprzecznym drogi w obrębie odcinka drogi nie użytkowanego gospodarczo poniżej Mostownicy, w okresie 29.10.2004 - 14.10.2005

Fig. 11. Changes in transversal profile of old grown road below Mostownica, between 29.10.2004 and 14.10.2005



Ryc. 12. Zmiany kształtu profilu drogi użytkowanej gospodarczo i turystycznie poniżej Bukowiny Waksmundzkiej, w okresie 30.10.2004 - 15.10.2005

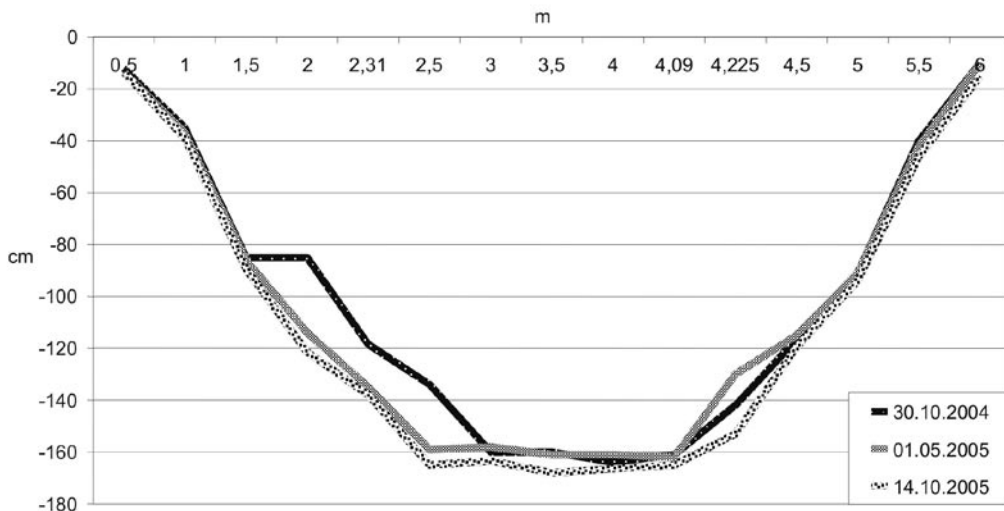
Fig. 12. Changes in transversal profile of road below Bukowina Waksmundzka used in respect of economy and tourism, between 30.10.2004 and 15.10.2005

dzie poziomym. Zaobserwowano cofanie krawędzi drogi w przedziale 2–14 cm, a krawędzi kolein 3–29 cm. Droga na tym odcinku jest intensywnie użytkowana. Potrzeba prowadzenia zrywki drewna oraz lokalnych przejazdów do rekreacyjnych bacówek między polanami skutkuje degradacją podłoża drogi. Wyraźnie widać, że koleiny ulegają pogłębianiu pod wpływem splukiwania skoncentrowanego, o czym świadczy bruk kamienisty w obrębie ich dna. Istnieje możliwość, że z biegiem czasu droga na tym odcinku zostanie przekształcona w holweg, ze względu na jej miękki mineralny typ podłoża.

Trzecim przykładem jest wyraźnie rozwinięty holweg grzbietowy, zlokalizowany w piętrze wierzchowym w rejonie Turbacza (Ryc. 13). Wybrano profil odcinka drogi użytkowanej gospodarczo i turystycznie, której podłoże dochodzi do gruboklastycznej zwietrzliny piaskowców. Odcinek drogi jest położony na grzbiecie granicznym pomiędzy Gorczańskim Parkiem Narodowym a jego otuliną i stanowi fragment bardzo popularnej trasy turystycznej pomiędzy Turbaczem i Starymi Wierchami. Jest prawdopodobnie jedną z najstarszych dróg obszaru badań. Nachylenie podłoża mieści się w przedziale 5–10°. Obserwacje profilu drogi prowadzono w okresie 30.10.2004–14.10.2005 r. Aż do połowy maja 2005

roku był to odcinek drogi, w obrębie którego najdłużej zalegała ubita pokrywa śnieżna. W okresie letnim 2005 w strefie wierzchołkowej Turbacza prowadzono liczne prace leśne w związku z wiatrołomem w listopadzie 2004 roku. Droga była wykorzystywana do transportu drewna. Zmiany głębokości podłoża rozcięcia drogi wyniosły 1–11 cm, zaś przesunięcie poziome krawędzi drogi (zmiana szerokości) zawarło się w przedziale 3–7,5 cm. Profilem pomiarowym objęto także równoległą do drogi ścieżkę pieszą, omijającą okresowo błotniste dno właściwej drogi. Pogłębianie ścieżki nie przekroczyło 3 cm w ciągu roku. Mimo pozornej stabilności, uzyskane wyniki wskazują na istnienie tendencji do pogłębiania tego typu holwegów.

Ze względu na brak katastrofalnych opadów typu nawalnego w okresie badań można stwierdzić, iż głównym czynnikiem sprawczym przekształceń powierzchni analizowanych dróg była antropopresja. W razie wystąpienia intensywnych opadów deszczu, użytkowane powierzchnie przedstawionych dróg mogą ulec głębokim rozcięciom, prowadzącym do ich degradacji. Stare, nie użytkowane odcinki dróg, mogłyby ulec dalszemu rozwinięciu ich obecnego profilu V-kształtnego.



Ryc. 13. Zmiany w obrębie profilu poprzecznego drogi użytkowanej gospodarczo i turystycznie w strefie grzbietowej Stare Wierchy – Turbacz  
 Fig. 13. Changes in transversal profile of ridge road from Stare Wierchy to Turbacz used in respect of economy and tourism between 30.10.2004 and 14.10.2005

## WNIOSKI

Drogi są jednymi z najaktywniejszych morfodynamicznie stref zarówno w granicach Gorczańskiego Parku Narodowego, jak i w jego otulinie. W obszarach użytkowanych gospodarczo były intensywnie przekształcanymi strefami. Drogi, na powierzchniach których procesy współczesne występowały wyraźnie częściej należały do otuliny Gorczańskiego Parku Narodowego. Świadczy to o istotnej roli oddziaływania antropogenicznego nie tylko w przygotowaniu podłoża do rozwoju procesów naturalnych, ale o ważnym jego wpływie rzeźbotwórczym. Silnej erozji turystycznej nie zaobserwowano, poza omijaniem przeszkód terenowych w strefach rozjeżdżonych odcinków dróg. Stan drogi miał zdecydowany wpływ na zwiększenie erozji turystycznej w bezpośrednim otoczeniu drogi poprzez tworzenie nowych ścieżek i poszerzanie stref wydeptywania. Siła oddziaływania ruchu turystycznego była wyraźnie mniejsza w porównaniu z wpływem prac leśnych. W każdym przypadku oddziaływanie antropogeniczne przekładało się na intensywność modelowania podłoża przez procesy naturalne. W Gorcach, w odróżnieniu od obszarów górskich znajdujących się powyżej górnej granicy lasu – antropogenicznym czynnikiem dominującym jest działalność związana z użytkowaniem zasobów leśnych, zaś w zdecydowanie mniejszym stopniu z ruchem turystycznym.

Proces spłukiwania powierzchniowego był głównym czynnikiem naturalnym modelującym antropogeniczne mikroformy w obrębie dróg. W okresie roztopów drogi przejmowały część odpływu wód w ramach zlewni i sprzyjały dłuższemu zaleganiu pokrywy śnieżnej w ich obrębie. Mimo że nie zajmowano się badaniem wpływu mikroklimatu w obrębie rozcięć drogowych na przebieg procesów morfogenetycznych, można uznać że miały one istotny wpływ na powstawanie lodu włóknistego, który sprzyjał dezintegracji materiału w zboczach rozcięć.

W granicach parku narodowego widoczne są różne typy dróg, prawdopodobnie niegdyś intensywnie użytkowane, dzisiaj – zarastające w związku z rezygnacją z ich lokalnej funkcji komunikacyjnej. Niektóre odcinki dróg są nadal wykorzystywane przez ograniczony kołowy ruch gospodarczy wewnątrz parku lub przez ruch turystyczny. Inne odcinki dróg zostały zamknięte ze względu na potrzebę ochrony przyrody terenów, przez które przebiegają. Dotychczasowe obserwacje wskazują na ciągłą aktywność procesów morfogenetycznych w ich obrębie. Dominującym procesem w takich przypadkach jest spłukiwanie skoncentrowane. O istotnej roli tego procesu może świadczyć przechodzenie kształtu profili rozcięć drogowych w układ V-kształtny, analogiczny do

kształtu rozcięć współczesnych górnych i źródłowych odcinków cieków.

Tempo zmian obserwowane w wybranych profilach poprzecznych dróg dochodzi w niektórych przypadkach do około 20 cm, zaś rozwój form drogowych może polegać na ich poszerzaniu lub pogłębianiu. Maksymalne wartości pogłębiania profilu drogi zaobserwowano w strefie otuliny parku. Porównując przedstawione wyniki z pomiarami w innych profilach w otulinie oraz w parku narodowym – można dojść do wniosku, że w okresie badawczym przyczyną największych zmian był czynnik antropogeniczny. W parku, w obrębie zarastającego odcinka drogi poniżej Mostownicy, pogłębianie dochodziło do 8 cm w ciągu roku. Wnioskować należy, że wyłącznie z użytkowania drogi głęboko wciętej w podłoże nie skutkuje zatrzymaniem współczesnego rozwoju formy. Profil V-kształtny jest kolejnym etapem rozwoju holwegów po zakończeniu ich użytkowania. Można sądzić, że dynamiczny rozwój takiej, nie użytkowanej gospodarczo formy jest uwarunkowany wystąpieniem opadów lub odpływu wód roztopowych. Określenie wartości progowych opadów, przy jakich następuje wyraźna aktywizacja procesów morfogenetycznych w obrębie dróg oraz poznanie ich skutków, wymaga dalszych szczegółowych studiów.

## PIŚMIENNICTWO

- Cisowska M. 1995. Morfodynamiczna rola dróg w obszarze progów Pogórza Karpackiego między Rabą a Uszwią. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.
- Dobja A. 1970. Współczesne procesy morfogenetyczne w Dolinie Jaworzynki w Tatrach. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.
- Froehlich W., Słupik J. 1980. Drogi polne jako źródła dostawy wody i zwierzelin do koryta cieku. Zesz. Prob. Postęp. Nauk Roln. 235: 257–268.
- Froehlich W., Słupik J. 1986. Rola dróg w kształtowaniu splywu i erozji w karpackich zlewniach fliszowych, Przegł. Geogr. 58, 1–2: 67–87.
- Gorczyca E. 1997. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeźby Masywu Czerwonych Wierchów. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.
- Gorczyca E. 2000. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeźby wysokogórskiej na przykładzie masywu Czerwonych Wierchów i Regli Zakopiańskich (Tatry Zachodnie) [W:] Studies in physical geography. Prace Geogr. IGUJ 105: 369–389.

- Gorczyca E. 2004. Działalność człowieka jako czynnik osłabiający stabilność stoków w obszarach górskich oraz regulujący przebieg procesów osuwiskowych [W:] B. Izmailow (red.) *Przyroda – Człowiek – Bóg*: 93–101. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków.
- Gorczyca E., Krzemień K. 2002. Wpływ ruchu turystycznego na rzeźbę Tatrzańskiego Parku Narodowego, [W:] W. Borowiec (red.) *Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*: 389–393. Kraków – Zakopane.
- Janasik L. 1999. Współczesne procesy morfogenetyczne na południowym stoku Gubałówki. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii WGiSR UW.
- Kondracki J. 1994. *Geografia Polski – Mezoregiony Fizycznogeograficzne*. PWN, Warszawa.
- Kopera A. 1999. Wpływ ruchu turystycznego na degradację stoków w dolinach: Rybiego Potoku, Roztoki i Pięciu Stawów Polskich (Tatry Wysokie). Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.
- Krusiec M. 1995. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeźby Tatr Zachodnich. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.
- Krusiec M. 1996. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcanie rzeźby Tatr Zachodnich na przykładzie Doliny Chochołowskiej. *Czasop. Geogr.*, 67, 3–4: 303–320.
- Krzemień K. 1991. Rôle morphogénique des coulées de laves torrentielles dans le Monts Dore et dans les Tatras occidentales [W:] *Développement regional en moyenne montagne, Carpathes et Massif Central, Clermont – Ferrand*: 21–37. CERAMAC.
- Krzemień K. 1995. Le rôle 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 Piłska. *Studia Naturae*, 41: 131–161.
- Moś A. 1999. Wpływ ruchu turystycznego na dynamikę stoków w Pienińskim Parku Narodowym. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.
- Nazaruk E. 1992. Współczesne procesy morfogenetyczne a czynnik antropogeniczny w dolinie Kościeliskiej i dolinie Małej Łąki. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii WGiSR UW.
- 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.
- Parzóch K. 1998. Przyczyny i skutki współczesnej erozji rynnowej w Karkonoszach, [W:] *Materiały IV Zjazdu Geomorfologów Polskich, 3-6 czerwca 1998*: 143–145. UMCS, Lublin.
- Parzóch K., Katrycz M. 2002. Współczesne procesy geomorfologiczne i antropopresja w górskim środowisku Karkonoszy [W:] *Przyroda Sudetów Zachodnich, Geomorfologia Sudetów Zachodnich, Numer Specjalny, przygotowany z okazji VI Zjazdu Geomorfologów Polskich (11–14. 09. 2002)*: 23–26. Jelenia Góra.
- Piątkowski A. 1992. Współczesne procesy morfogenetyczne w górach wysokich na przykładzie doliny za Mnichem. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii WGiSR UW.
- Prędko R. 2004. Le suivi de la dégradation des sols dans la zone des itinéraires touristiques: l'exemple du Parc National des Bieszczady [W:] K. Krzemień *Les transformations du milieu montagnard – Carpates, Massif Central et autres montagnes d'Europe*. *Prace Geograficzne IGiGP UJ*, 113: 61–72. 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 Entsehung 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.
- Soja R. 2002. Hydrologiczne aspekty antropopresji w polskich Karpatach. *Prace Geogr. IGiPZ PAN* 186, Warszawa.
- Tsuyuzaki S. 1994. Environmental deterioration resulting from ski – resort construction in Japan, *Environm. Conserv.* 21: 121–125.
- Veyret Y, Hotyat M., Bouchot B. 1990. L'érosion d'origine anthropique dans un milieu de moyenne montagne: le Massif Montdorien. *La Terre et les Hommes, nouvelle série, fasc. 32*: 545–556. *Faculté de Sciences Humaines de l'Université Blaise – Pascal, Clermont – Ferrand*.
- Wałdykowski P. 2000. Współczesne procesy morfologiczne w Górach Stołowych. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii WGiSR UW.
- Watycha L. 1972. *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000*, Ark. Nowy Targ – 1049, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Wilson J., Seney J.P. 1994. Erosional impact of hikers, horses, motorcycles, and off – road bicycles on mountain trails in Montana. *Mountain Research and Development* 14, 1: 77–88.
- Zawiejska J. 1999. Współczesna dynamika rzeźby wysokogórskiej na przykładzie Doliny Jarząbczej w Tatrach Zachodnich. Manuskrypt pracy magisterskiej. Zakład Geomorfologii IG i GP UJ.

## SUMMARY

This paper concerns development of present-day morphogenetic processes within road forms in middle flysch mountains – the region of Mt. Turbacz in the Gorce range (Western Carpathians). From 1981, when Gorce National Park (GPN) was created, the way of land use changed. However, surfaces of mountain paths and roads remain still the areas with the strongest anthropopression. Mountain roads network shares in runoff rain and thaw water from slopes. Human factors stimulate and intensify development of natural morphogenetic processes.

The aim of this study is to research how roads and paths network and its surfaces are changed according to different ways of land use. The research area is situated in border part of GPN and its surroundings. As opposed to many similar studies investigated in areas above the tree line, this study concerns entirely the area of the forest zones. The author analyses differences in development of morphogenetic processes within roads and

paths between GPN and its surroundings on the basis of cameral and field studies. Author uses a method of geomorphological charts and survey of selected transversal profile roads.

The results show that forest works and communication use seem to be the most important anthropogenic factors which determine degradation of roads (forms of grooves, roads cuttings, gully log-rollings etc.). Damaged surfaces of roads are transformed by natural morphogenetic processes (downwash, linear dissection, needle ice etc.). Comparatively the direct impact of tourist traffic (ex: trampling) has no particular influence. Present-day natural morphogenetic processes develop more intensive within roads used intensively, especially in the surroundings of GPN. Simultaneously, within most of grown road excluded from use in the Park zone, still develop natural morphogenetic processes (in particular concentrated downwash). In the future transversal profiles of some closed roads incisions can be transformed to the V-profile, similarly to torrent beds.