

Ocena skuteczności zabezpieczeń ograniczających procesy niszczące trasy turystyczne w Gorczańskim Parku Narodowym

Assessing the effectiveness of selected managerial practices for reduction of recreational trail degradation in the Gorce National Park

Aleksandra Magdalena Tomczyk^{1,2}, Marek Ewertowski^{1,3}

Abstract: Recreational trails are an essential component of the infrastructure that can provide visitors access to the protected natural areas and minimize negative recreational impacts by concentrating of visitors' traffic. However, the degradation of recreational trails is a serious problem in many national parks. This study presents and evaluates managerial practices implemented in Gorce National Park for rehabilitation of selected trails. Undertaken activities were aimed to limit negative effects of running or ponding water (e.g. accelerated erosion or development of muddy section) and visitor impacts (e.g. damaging of vegetation cover and trail widening). Most of the implemented elements of the infrastructure worked efficiently in the period 2010–2014.

Keywords: recreational trail, monitoring, human impact, protected areas, trail degradation, managerial practices, trail maintenance

¹ Instytut Geokologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Dzięgielowa 27, 61–680, Poznań, e-mail: alto@amu.edu.pl, evert@amu.edu.pl

² Environment Department, University of York, Heslington, York, YO10 5DD, UK

³ Department of Geography, Durham University, Science Laboratories, South Road, Durham, DH1 3LE, UK

WSTĘP

Najbardziej popularnymi elementami infrastruktury w wielu obszarach chronionych są trasy turystyczne. Ułatwiają one dostęp do interesujących miejsc i poznawanie danego terenu, a jednocześnie ograniczają obecność odwiedzających do wyznaczonych szlaków. Dzięki temu zminimalizowana zostaje presja turystyczna na pozostałych obszarach, co jest korzystne z punktu widzenia ochrony przyrody (Cole 1993). Skanalizowanie ruchu odwiedzających przekłada się jednak na znaczną presję wywieraną na stosunkowo niewielkie fragmenty przestrzeni (m.in. Cole 1993; Hammitt, Cole 1998; Sun, Walsh 1998; Leung, Marion 2000; Marion, Olive 2006; Tomczyk 2011). Leung i Marion (1996) łączą degradację szlaków turystycznych ze wzrostem ich szerokości, rozcinaniem, kompaktacją

oraz erozją gleb. Dodatkowo, rozczłonkowanie tras (liczba ścieżek tworzących szlak), obecność miejsc podmokłych oraz starych, porzuconych odcinków uzupełnia obraz zniszczeń.

Trasy turystyczne niszczone są zarówno przez człowieka (rozdeptywanie, rozjeżdżanie), jak i przez procesy naturalne (spłukiwanie linijne i powierzchniowe, ruchy masowe, deflacja, działalność lodu włóknistego) (m.in. Łajczak 1994, 1996; Gorczyca 2000). Element antropogeniczny zazwyczaj zapoczątkowuje degradację szlaku, np. poprzez wydeptywanie pokrywy roślinnej, co przyczynia się do intensyfikacji procesów naturalnych w obrębie odsłaniającej się gleby. Do najważniejszych konsekwencji niszczenia szlaków należą (Marion, Olive 2006):

skutki przyrodnicze:

- zmiany w obrębie szaty roślinnej – obniżenie vitalności roślin, zmiany struktury zbiorowisk roślinnych, ubytek roślinności;
- zmiany rzeźby terenu – tworzenie form o charakterze erozyjnym, takich jak bruzdy i rynny erozyjne, progi, kociołki eworsyjne;
- zmiany w pokrywie glebowej – ubytek gleby i składników pokarmowych;
- zmiany obiegu wody – przyspieszony odpływ wody, tworzenie się miejsc podmokłych, wzrost zagrożenia powodziami poprzez zamulanie cieków i zbiorników retencyjnych.

skutki społeczne:

- utrudnienie poruszania się po nierównej nawierzchni trasy lub w strefach podmokłych;
- obniżenie poziomu bezpieczeństwa odwiedzających, przyczyniające się do upadków, stłuczeń czy złamań;
- obniżenie wartości estetycznych;
- wzrost kosztów utrzymania i remontów szlaków.

Z uwagi na wspomniane powyżej następstwa degradacji szlaków ważne jest, aby utrzymywać je w dobrym stanie oraz naprawiać powstałe zniszczenia. Jest to istotne nie tylko ze względu na konieczność ochrony przyrody, ale także z uwagi na fakt, że Park jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo odwiedzających.

W 2010 roku w Gorczańskim Parku Narodowym (GPN) rozpoczęto realizację dwuetapowego projektu „Ochrona przyrody GPN poprzez modernizację jego infrastruktury turystycznej” objętego umowami o dofinansowanie nr POIS.05.01.00-00-069/08-00 oraz POIS.05.01.00-00-299/10. Do głównych celów projektu należą: modernizacja siedmiu szlaków turystycznych oraz pięciu ścieżek edukacyjnych; modernizacja dwóch miejsc biwakowych; opracowanie koncepcji, wykonanie i instalacja elementów systemu informacji wizualnej Parku i małej infrastruktury. Zlecone przez Park prace remontowe na szlakach turystycznych i ścieżkach edukacyjnych obejmują m.in.:

- utworzenie konstrukcji spowalniających procesy erozji (progi, stopnie),
- wykonanie krawężników,
- poprawę drenażu (budowę rowów, przepustów, sączków),
- utwardzenie nawierzchni.

W związku z realizacją wspomnianych prac przeprowadzany jest monitoring zmian środo-

wiska przyrodniczego, którego założeniem jest ocena skuteczności poszczególnych podjętych działań, aby można było wybrać najkorzystniejsze metody modernizacji szlaków i wykorzystać je na pozostałych trasach GPN lub w innych obszarach chronionych. Celem niniejszego opracowania jest zarysowanie problematyki dotyczącej czynników menadżerskich wpływających na stan tras oraz przedstawienie działań, które zostały wykonane podczas remontu szlaków w GPN w latach 2010–2014.

CZYNNIKI MENADŻERSKIE WPŁYWAJĄCE NA STAN TRAS TURYSTYCZNYCH

Stan tras turystycznych oraz ich podatność na degradację zależy od:

- czynników związanych z użytkowaniem – typ użytkowania (szlak pieszy, rowerowy, konny itp.), wielkość ruchu turystycznego oraz sposób zachowania turystów (m.in. Krusiec 1996; Hammitt, Cole 1998; Dixon et al. 2004; Olive, Marion 2009);
- czynników związanych z charakterystyką środowiska przyrodniczego – wybrane atrybuty podłoża geologicznego, klimatu, gleby, szaty roślinnej, rzeźby terenu (m.in. Froehlich, Słupik 1986; Leung, Marion 1996; Arrowsmith, Inbakaran 2002; Nepal 2003; Olive, Marion 2009).

Wpływ wspomnianych grup czynników może być do pewnego stopnia kontrolowany poprzez działania menedżerskie (Leung, Marion 1996, 2000; Tomczyk, Ewertowski 2013a), które zostaną szerzej omówione w niniejszym rozdziale.

Począwszy od lat 50. XX wieku w wielu krajach rozwijane są i wdrażane strategie, które mają wspomagać procesy planowania i zarządzania ruchem turystycznym przy jednoczesnym zrównoważonym wykorzystaniu zasobów naturalnych. Wyczerpujący ich przegląd przedstawił Cole (1993) oraz Leung i Marion (2000). Zmniejszenie negatywnego wpływu ruchu turystycznego osiągnięte jest również dzięki edukacji oraz akcjom nadzorującym. Wyjątkowo inwazyjne formy turystyki można ograniczyć do wybranych miejsc lub ich zakazać.

Utwardzanie nawierzchni szlaków, wprowadzenie systemu odwadniającego, instalacja kamiennych schodów, mostków oraz ich konserwacja także przyczyniają się do ograniczenia

zniszczeń. Tabela 1 prezentuje wybrane strategie i przykładowe narzędzia wykorzystywane do minimalizowania niekorzystnego wpływu użytkownika turystycznego na środowisko przyrodnicze, opracowane przez Cole'a (1993). Niestety, mimo znacznego potencjału działań menedżerskich w łagodzeniu niepożądanych zmian, często są one pomijane z powodu wysokich kosztów ich wdrażania i zazwyczaj zastępowane przez regulaminy (Marion, Olive 2006).

Opracowano ponadto szereg zaleceń praktycznych. Przydatne wskazówki konstruowania i konserwacji szlaków turystycznych przedstawili Hesselbarth et al. (2007). Z kolei działania organizacyjne i zabiegi rekultywacyjne, obejmujące metody techniczne i biologiczne, opisali Łajczak i in. (1996) oraz Prędko (2006). Czynnikiem czę-

ściowo kontrolowanym przez zarządzających obszarami chronionymi jest sposób poprowadzenia trasy. Procesy erozyjne można zminimalizować wystrzegając się stromych nachyleń szlaków oraz wytyczania tras równoległe do największego spadku terenu. Natomiast chcąc uniknąć tworzenia się miejsc podmokłych (kałuż, błota), należy wyłączyć z użytkownika obszary o wilgotnych glebach i płaskie. Jednocześnie projektowanie szlaku na nachylnym terenie jest do pewnego stopnia korzystne, gdyż turyści będą trzymać się przygotowanej nawierzchni, a to zapobiegnie nadmiernemu poszerzaniu szlaku oraz rozwojowi równoległych ścieżek. Dwa najistotniejsze elementy związane z przebiegiem trasy to nachylenie szlaku oraz jego orientacja względem dominującego nachylenia stoku.

Tabela 1. Czynniki związane z użytkowaniem i charakterystyką środowiska przyrodniczego, które warunkują degradację szlaków oraz strategie menedżerskie i przykłady narzędzi ograniczających ich negatywny wpływ (Cole 1993).

Table 1. Factors that influence recreational impacts and management strategies and examples of tools for minimizing impacts (Cole 1993).

Czynnik / Factor	Strategia / Strategy	Narzędzie / Tool
cechy użytkowania		
wielkość użytkowania	ograniczenie ilości turystów	1. ograniczenie ilości wejść 2. ograniczenie wielkości parkingów
typ aktywności	ograniczenie destrukcyjnych aktywności	1. zakazanie pewnych aktywności 2. wyznaczenie obszarów dla określonych typów użytkowania
zachowanie turystów	wpływanie na zachowanie odwiedzających	1. edukacja ekologiczna 2. zakazanie pewnych zachowań
rozkład użytkowania		
przestrzenny	koncentracja turystów	1. ograniczenie penetracji turystycznej do wyznaczonych tras
czasowy	regulowanie czasu użytkowania	1. czasowe zamykanie wybranych obszarów
wrażliwość środowiska przyrodniczego		
-	sterowanie lokalizacją miejsc użytkowanych turystycznie	1. lokalizacja bazy turystycznej na odpornych obszarach 2. wyłączenie z użytkowania miejsc podatnych na degradację
-	wzmacnianie/utwardzanie miejsc poddanych presji turystycznej	1. budowanie sztucznej nawierzchni szlaków
-	ochrona obszarów od negatywnych skutków użytkowania	1. osłanianie wrażliwych miejsc 2. umieszczanie toalet

NACHYLENIE SZLAKU

Nachylenie szlaku (ang. *trail slope, grade of trail*) określa stosunek zmiany wysokości do długości danego odcinka szlaku i nie jest tożsame ze spadkiem terenu. Przykładowo, trasa może nie być nachylona, a jednocześnie znajdować się na stoku o znacznym spadku. Szlaki o dużym nachyleniu są bardziej podatne na erozję (Coleman 1981; Cole 1993; Yoda, Watanabe 2000; Gager, Conacher 2001; Barczak i in. 2002; Farrell, Marion 2002; Nepal 2003; Dixon et al. 2004; Tomczyk, Ewertowski 2013b; Wałdykowski, Krzemień 2013). Im bardziej stromy szlak, tym większa prędkość spływającej wody. W miejscu wydeptanej pokrywy roślinnej zaczynają rozwijać się procesy erozyjne, które wynoszą materiał ze stoku, tworząc w ten sposób formy erozyjne. W dalszym etapie rozwoju ulegają one pogłębianiu i poszerzaniu oraz rozrastaniu ku górze i na boki.

Podczas schodzenia po nachylonej powierzchni turysta wykorzystuje na ogół tylną część pięty, wywołując duży nacisk na podłoże. W takim przypadku ciśnienie statyczne wywierane przez męczyznę o wadze około 70 kg i rozmiarze buta 41 może przekroczyć 2 kg/cm² (dla porównania stawianie całej stopy w trakcie chodzenia powoduje nacisk wynoszący 0,35 kg/cm²). W ten sposób są niszczone naziemne części roślin oraz ich systemy korzeniowe. Dodatkowo na plastycznym lub luźnym podłożu dochodzi do ścinania gruntu – pękania podłoża i jego obsuwania się (Marsz 1972; Łajczak 1994, 1996).

W ujęciu Marsza (1972) powierzchnie (a więc, w odniesieniu do turystyki górskiej, szlaki turystyczne) o nachyleniu >12% (>7°) powinny być wyłączone z użytkowania turystycznego. W tym przypadku trwale zniszczenia pokrywy roślinnej w wyniku deptania zachodzą w czasie o połowę krótszym niż na obszarach płaskich o podobnej odporności roślin na uszkodzenia mechaniczne. Na obszarze o spadku 2–6% (1–3,5°) wpływ nachylenia na szybkość degradacji jest nieznaczący, ale gwałtownie rośnie na terenach o nachyleniach 6–12% (3,5–7°).

Badania Froehlich'a i Słupika (1986), przeprowadzone w Beskidzie Sądeckim wykazały, że szybkość pogłębiania dróg następuje proporcjonalnie do spadku i jest szczególnie intensywna przy ich nachyleniu powyżej 15°. Sutherland et al. (2001) stwierdzili, że erozja wodna na badanym szlaku na Hawajach, w okolicach Honolulu, zaznacza się już na średnio nachylonych odcinkach 7–15% (4–8,5°). Na obszarach płaskich i u podnóża stoków średnio i stromo nachylonych obserwowali oni tworzenie się kałuż. W Tatrzańskim Parku Narodowym najbardziej rozcięte są szlaki o nachyleniu powyżej 20° (Krusiec 1996; Gorczyca 2000; Fidelus 2008). Natomiast Ewertowski i Tomczyk (2007) w badaniach stanu szlaku turystycznego poprowadzonego przez Iwaniacką Przełęcz w Tatrach Zachodnich stwierdzili, że wraz ze wzrostem nachylenia szlaku zwiększa się długość odcinków, wzdłuż których pokrywa roślinna w sąsiedztwie trasy została wydeptana.

Tabela 2. Rekomendowane nachylenia dla różnych typów szlaków turystycznych.

Table 2. Recommended trail slope for specified trail types.

Typ szlaku / Trail type	Akceptowalny spadek / Acceptable slope		Uwagi / Remarks	Autor / Author
	[%]	[°]		
niesprecyzowany	5–10 <15	3–6 <8,5	dla szlaków o dużym obciążeniu ruchem turystycznym nawierzchnia z litej skały	Hesselbarth et al. (2007)
wspinaczkowy	20-50 lub więcej	11-27	w celu właściwego utrzymania szlaku konieczne jest wprowadzenie umocnień (utwardzona nawierzchnia, schody)	
pieszy	0–5 <15	0–3 <8,5	optymalne nachylenie 10–15% (6–8,5°) umacniany	Rathke i Baughman (2010)
	40	22	odcinki krótsze niż 45 m; powyżej 25% (>14°) przepusty, schody i zakosy mogą okazać się niezbędne	
rowerowy	<15	<8,5	zalecane unikanie prowadzenia szlaków po glebach gliniastych	Ferguson (1998)
	>15	>8,5	szlak na tyle szeroki, żeby użytkownik mógł prowadzić rower	

Strome fragmenty charakteryzuje jednak niewielka szerokość zniszczenia (<2 m), natomiast najszersze ubytki roślinności (>2 m) obserwuje się najczęściej w miejscach o nachyleniu do 14°.

W celu określenia odpowiedniego nachylenia Hesselbarth et al. (2007), w instrukcji poświęconej budowaniu i utrzymywaniu szlaków turystycznych, proponują kierowanie się „zasadą połowy”. Polega ona na takim wytyczaniu tras, aby ich nachylenie w danym miejscu było co najmniej o połowę mniejsze niż spadek terenu. W przeciwnym razie szlaki narażone są na silną erozję. Dodatkowo, w zależności od typu użytkowania szlaku turystycznego, powinno stosować się właściwe nachylenie szlaków (Tab. 2).

Orientacja szlaku względem dominującego nachylenia stoku

Orientację szlaku względem dominującego nachylenia stoku (ang. *trail angle*, *slope alignment angle*) mierzy się w stopniach od 0° do 90°. Szlak może bieć równoległe do przeważającego nachylenia stoku (0°),

prostopadle (90°) lub pod kątem (1–89°). Sposób zorientowania przebiegu szlaku względem największego nachylenia jest istotnym czynnikiem warunkującym degradację (Ryc. 1) (Marion, Olive 2006).

Szlak turystyczny, który biegnie równoległe lub prawie równoległe do linii największego spadku terenu wykazuje bardzo dużą wrażliwość na degradację, szczególnie gdy jest stromo nachylony (Gager, Conacher 2001; Marion, Olive 2006; Wałdykowski 2006a, b). W tym przypadku otoczenie szlaku jest płaskie w stosunku do jego powierzchni, przez co podatne na poszerzanie. W dodatku taki szlak może pełnić rolę okresowego cieku podczas opadów deszczu i roztopów (m.in. Yoda, Watanabe 2000), ponieważ odprowadzanie wody jest utrudnione.

Wpływ orientacji szlaku w stosunku do dominującego nachylenia stoku nie jest zależny od położenia na tle głównych elementów rzeźby terenu (dno doliny, stok, grzbiet). Aczkolwiek większe sumy opadów atmosferycznych występujące w wyższych wysokościach mogą intensyfikować erozję, natomiast obszary położone w dolnych partiach stoków otrzymują większą ilość wody ze spływu powierzchniowego. Na szlakach o niewielkich nachyleniach, które biegną równoległe do linii największego spadku, mogą tworzyć się miejsca podmokłe (błoto, kałuże), co w przypadku ich omijania prowadzi do poszerzania trasy. Do takiej sytuacji dochodzi zarówno w dnie doliny, jak i w części grzbietowej (Marion, Olive 2006). Znaczenie orientacji szlaku względem dominującego nachylenia stoku rośnie wraz ze wzrostem nachylenia szlaku. Badania Wałdykowskiego (2006a, b) wykazały, że nawet po zaniechaniu użytkowania dróg poprowadzonych zgodnie z największym spadkiem terenu, nadal podlegają one pogłębianiu i poszerzaniu w wyniku działania procesów takich, jak: splukiwanie skoncentrowane, odpadanie i osuwanie.

Szlak turystyczny poprowadzony zgodnie z biegiem warstwicy (ang. *'side-hill' trail*) ma bardziej strome boki, które utrudniają turystom zejście z przygotowanej nawierzchni (Ryc. 1). Ponadto ułatwione jest odprowadzanie wody z powierzchni szlaku, chociaż wzdłuż części odstokowej często dochodzi do powstania niewielkiego wału. Łatwo jest go jednak przekopać lub przeciąć przepustem (Marion, Olive 2006). Projektowanie szlaku prostopadle do dominującego kierunku nachylenia stoku jest korzystne ze względu na to, że łatwo wyprofilować go w celu uniknięcia stromego spadku oraz odznacza się on odpornością na erozję z powodu

Orientacja szlaku względem dominującego nachylenia stoku	Stopień wrażliwości na degradację	Profil szlaku
0-22°	Bardzo wysoki - silna erozja powierzchni szlaku, woda uwieczona w obrębie nawierzchni tworzy miejsca podmokłe	
22,1-45°	Wysoki - odprowadzanie wody ze szlaku jest w większości miejsc utrudnione	
45,1-67°	Niski - łatwość odprowadzania wody, wysokość zmienia się w ograniczonym stopniu	
67,1-90°	Bardzo niski - łatwość odprowadzania wody z powierzchni szlaku, ale wysokość trasy jest prawie niezmienna	

Ryc. 1. Orientacja szlaku względem dominującego nachylenia stoku i jej związek z podatnością na degradację oraz kształtem profilu poprzecznego szlaku; linią kreskowaną zaznaczono dominujący spadek terenu, linią ciągłą – szlak (Marion, Olive 2006, zmienione).

Fig. 1. Relationship between trail degradation potential and trail cross-section profiles for four categories of trail slope alignments; dashed lines depict trail alignment and solid lines depict the prevailing landform grade or aspect (based on Marion and Olive 2006).

łatwości odprowadzania z niego wody (Hesselbarth et al. 2007). Obniża to koszty utrzymania tak poprowadzonych ścieżek.

MATERIAŁY I METODY

Prace monitoringowe przeprowadzone zostały w punktach i powierzchniach testowych wyznaczonych podczas pierwszego etapu monitoringu w 2010 roku. Szczegółowe informacje dotyczące lokalizacji poszczególnych punktów monitoringu fotograficznego i powierzchni testowych oraz rejestr ich stanu zamieszczone są w artykule Tomczyk i in. (2012).

Pomiary zmian wysokości wykonano w liniach profilowych poprowadzonych w poprzek tras turystycznych. Wykorzystano metodę „zgrupowanych przekrojów” (ang. *clustered transect technique*) (Dixon et al. 2004; Hawes et al. 2006). W zależności od charakteru trasy, pomiary odbywały się na dwa sposoby. Na szlakach o szerokości mniejszej niż dwa metry głębokość mierzono przy wykorzystaniu wypoziomowanego dalmierza laserowego, a jako punkt odniesienia służyła tyczka pomiarowa o długości 200 cm. W przypadku szlaków o szerokości powyżej dwóch metrów do pomiarów zastosowano taśmę z obciążnikiem oraz rozciągniętą pomiędzy dwoma drzewami wypoziomowany sznurek mierniczy.

Monitoring fotograficzny prowadzony był ze stałych punktów, dowiązanych do elementów charakterystycznych. Zdjęcia wykonywano ze stałej wysokości przy użyciu tych samych ogniskowych. Szczegółowe przedstawienie wykorzystanych metod znajduje się w artykule Tomczyk i in. (2012).

WYNIKI

ZAGROŻENIA STANU SZLAKÓW

NA OBSZARZE GPN

Znaczna część degradacji szlaków turystycznych na obszarze Gorczańskiego Parku Narodowego związana jest z oddziaływaniem wody. Do negatywnych przejawów jej działalności należą:

- rozmywanie nawierzchni tras, tworzenie bruzd i rynien erozyjnych, wynoszenie materiału na skutek erozji liniowej powodowanej przez spływające po powierzchni wody opadowe (zwłaszcza po bardzo intensywnych opadach deszczu, kiedy

ilość wody przekracza możliwości infiltracyjne gleby) – wszystkie badane trasy;

- osadzanie wyniesionego materiału na płaskich odcinkach, zamulanie przepustów i rowów, zwiększona dostawa materiału osadowego do cieków – wszystkie badane trasy;
- zamiana ścieżek w okresowe cieki, dotyczy to zwłaszcza odcinków silnie rozciętych w stosunku do otaczającego terenu, biegnących równolegle lub prawie równolegle do linii największego spadku terenu oraz stromo nachylonych – szlak czarny na dojściu do Kudłonia, niektóre odcinki szlaku żółtego;
- niszczenie nawierzchni szlaków przez niewielkie cieki spływające po stoku, wypływające z lokalnych obszarów źródłiskowych – szczególnie widoczne na szlaku żółtym na odcinku od Przełęcz Borek do Czoła Turbacza;
- podmywanie tras przez większe strumienie w czasie podwyższonych stanów wody – ścieżka edukacyjna Dolina Potoku Turbacza;
- tworzenie się miejsc podmokłych (wody stagnującej w koleinach, kałuż, błota) na skutek blokowania odpływu wód powierzchniowych ze szlaków – wszystkie badane szlaki.

Na stan tras turystycznych GPN wpływa również bezpośrednia presja wynikająca z ich użytkowania. Przejawia się ona przede wszystkim:

- rozdeptywaniem pokrywy roślinnej i odsłanianiem pokrywy glebowej, co prowadzi do poszerzania tras, a w konsekwencji do wzrostu obszaru podatnego na oddziaływanie erozji wodnej – dotyczy to tych fragmentów ścieżek, na których występuje przeszkoda (np. nierówności na szlaku lub jego strome nachylenie), której omińnięcie prowadzi do zbaczania z wyznaczonej nawierzchni;
- niszczeniem nawierzchni szlaków i tworzeniem rynien zrywkowych na skutek zwózki drewna – ograniczone do niewielkich fragmentów tras wykorzystywanych gospodarczo;
- rozjeżdżaniem i rozdeptywaniem miejsc podmokłych, prowadzącym do tworzenia się kolein i nadmiernego wzrostu szerokości szlaków – głównie na odcinkach płaskich w części grzbietowej, charakteryzujących się słabym odpływem i zwiększoną retencją wody.

Powyższe elementy wpływają zarówno na pogarszanie się stanu szlaków, jak i niszczenie przyrody w ich otoczeniu. Mogą także przyczynić się do zmniejszenia poziomu bezpieczeństwa użyt-

kowników oraz obniżenia walorów estetycznych, co z kolei przekłada się na negatywne postrzeganie Parku przez odwiedzających. Zachowanie dobrego stanu szlaków turystycznych oraz remont już zaistniałych zniszczeń, jest istotny zarówno z punktu widzenia ochrony przyrody Gorczańskiego Parku Narodowego, jak i zapewnienia możliwości jego udostępniania. W dalszej części rozdziału przedstawiono działania, które zostały przeprowadzone podczas remontu tras turystycznych GPN w latach 2010–2014.

METODY OGRANICZAJĄCE NEGATYWNY WPŁYW WODY

Rowy odprowadzające wodę

Rowy odprowadzające wodę wykonuje się po stronie dostokowej (Ryc. 2). Ich zadaniem jest przechwytywanie wody spływającej ze stoku i odprowadzenie jej do najbliższego przepustu lub ciekłu. Zgodnie z wytycznymi technicznymi szerokość dna powinna

wynosić co najmniej 0,4 m, a głębokość nie więcej niż 0,6 m. Ściana dostokowa jest bardziej stroma i wyższa niż ściana od strony nawierzchni szlaku/drogi. Rowy stanowią stosunkowo poważną i wyraźnie widoczną (zwłaszcza w początkowej fazie funkcjonowania) ingerencję w środowisko przyrodnicze. W celu ich wykonania konieczne było usunięcie roślinności zielnej, krzewów, a niekiedy drzew. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji, stwierdzono, że z reguły po jednym lub dwóch sezonach pokrywa roślinna częściowo odbudowała się i rowy „wtopiły się” w krajobraz. W przypadku zbyt stromego nachylenia ścian dochodziło natomiast do osypywania materiału mineralnego i organicznego ze stoku (Ryc. 2). Ponadto, niektóre fragmenty podatne są na zapychanie (m.in. przez liście, gałęzie, osad mineralny), co ogranicza skuteczność w odprowadzaniu wody. Rowy wymagają zatem okresowego czyszczenia i/lub usuwania zdeponowanego materiału w celu pogłębienia i przywrócenia sprawności. Pomimo wspomnianych man-



Ryc. 2. Dostokowy rów odprowadzający wodę do przepustu. Strzałkami zaznaczono miejsca, w których dochodziło do osypywania się materiału ze stromo podciętych ścian. Stanowisko DGP18, ścieżka edukacyjna „Dolina Gorcowego Potoku”.

Fig. 2. Side ditch routing surface water into pipe culvert. Arrows mark debris fall due to over steepen slope of ditch's side. Site DGP18, educational trail 'Dolina Gorcowego Potoku'.

kamentów, skuteczność rowów odwadniających jest wysoka, a dla większości odcinków, wzdłuż których zostały wykonane, zarejestrowano osuszenie nawierzchni i brak śladów erozyjnej działalności wód powierzchniowych.

Przepusty rurowe wraz z infrastrukturą towarzyszącą

Przepusty rurowe instalowane są pod powierzchnią szlaku (Ryc. 3A), przy wykorzystaniu rur betonowych o średnicach 0,3–1,0 m, w zależności od spodziewanej wielkości przepływu wody. Ich zadaniem jest przeprowadzanie wody płynącej w rowie lub cieku na drugą stronę trasy tak, aby nie rozmywała nawierzchni. Przy instalacji przepustów wskazane jest wykonanie instalacji towarzyszących, takich jak studzienki wlotowe, obudowy wlotu i wylotu oraz rynny wypadowe, w celu uniknięcia zamulenia (zwłaszcza od strony wlotowej) oraz erozji i podmywania trasy po stronie

wylotowej. Studzienki wlotowe mają ograniczyć zatykanie się przepustów poprzez zatrzymywanie materiału mineralnego i organicznego. Są to konstrukcje z belek drewnianych na planie prostokąta (Ryc. 3B). Studzienki wymagają okresowego czyszczenia w celu usunięcia nagromadzonego w nich osadu. Aby zapobiec niszczeniu trasy przy wlocie i wylocie przepustu, zastosowano obudowy wykonane z belek, niekiedy wzmocnianych materiałem żwirowym lub grubszym. Po stronie wylotowej niezbędne jest odprowadzenie wody tak, aby jej skoncentrowany odpływ nie powodował erozji stożku, a w konsekwencji podmycia przepustu. W tym celu wykorzystano dyliny z drewnianych żerdzi, które rozpraszają spływ oraz odsuwają odpływ wody od przepustu (Ryc. 3A).

Wykonanie przepustów wraz z towarzyszącymi elementami wiąże się z koniecznością przekopania trasy oraz modyfikacji terenów przyległych. Są to



Ryc. 3. A – przepust rurowy (stan przed i po remoncie). Widoczna jest również dylina wyprowadzająca wodę od przepustu; B – studzienka wlotowa zapobiegająca zatykaniu przepustu. Stanowisko DGP20, ścieżka edukacyjna „Dolina Gorcowego Potoku”.

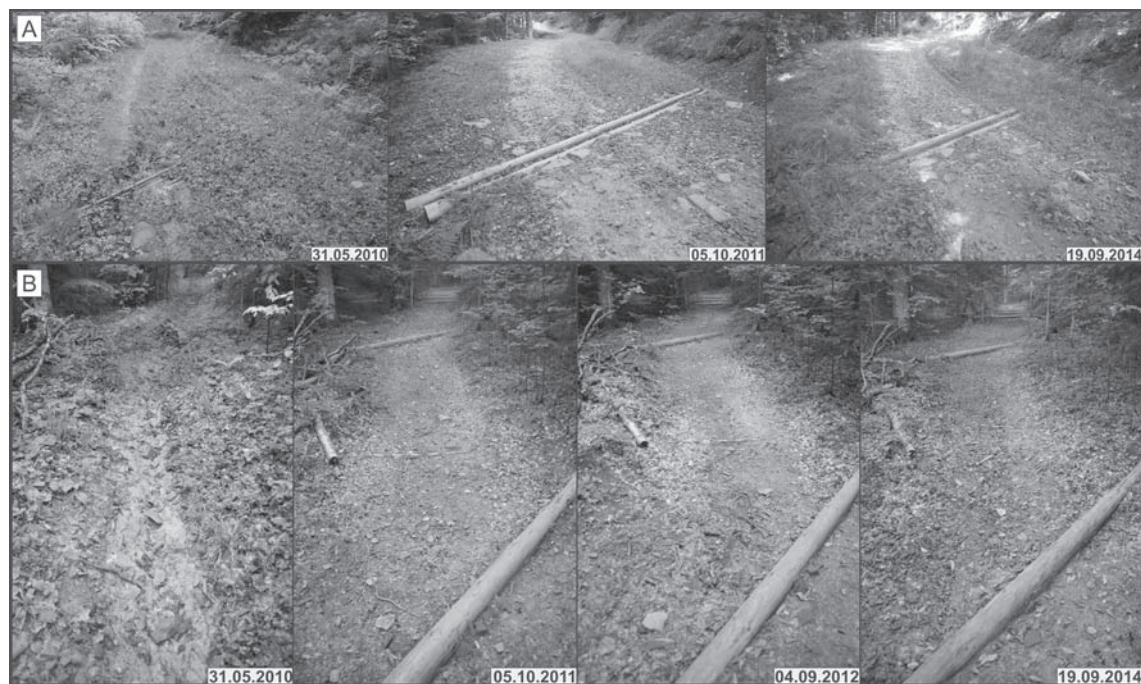
Fig. 3. A – pipe culvert before and after trail's rehabilitation. Log leadoff ditch and strengthening of outlet is visible; B – inlet collector protecting the culvert from clogging. Site DGP20, educational trail 'Dolina Gorcowego Potoku'.

czynności stosunkowo silnie ingerujące w środowisko przyrodnicze i podobnie jak wykonanie rowów, wymagające częściowego usunięcia pokrywy roślinnej. Jednocześnie przepusty są bardzo skutecznym elementem infrastruktury zabezpieczającej nawierzchnię trasy przed rozmywaniem. Dodatkowo są one jednym z bardziej efektywnych sposobów na przeprowadzenie cieków przez trasę, a w zasadzie niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania rowów odprowadzających wodę. Mankamentem jest szybkie zapełnianie studzienek wlotowych przy niektórych przepustach, co będzie powodować konieczność ich stosunkowo częstego (raz na 3–4 lata) oczyszczania.

Sączki z żerdzi

Sączki z żerdzi mają na celu odprowadzenie wody opadowej spływającej po nawierzchni szlaku poza obręb wyznaczonej trasy. W ten sposób zapobiegają koncentracji spływu po powierzchni szlaku i rozwojowi erozji liniowej. Sączki w GPN budowano z trzech żerdzi, z których środkowa wkopana jest

w grunt, tworząc koryto (Ryc. 4A). Zgodnie z wytycznymi, szerokość takiego koryta powinna być nie mniejsza niż 0,14 m. Paliki drewniane, które stabilizują konstrukcję, zamontowano w taki sposób, aby nie zablokować przepływu wody. Prawidłowe funkcjonowanie sączków jest dużym wyzwaniem, przede wszystkim ze względu na szybkie ich zasypanie przez materiał mineralny i organiczny. Sprawia to, że ich przydatność jest stosunkowo krótka (2–4 lata) i wymagają przez to częstego czyszczenia. Ponadto, zbyt wąskie (w stosunku do szerokości nawierzchni) konstrukcje, przynoszą efekt odwrotny od zamierzonego, przyczyniając się do koncentracji spływu wody i rozmywania bocznej części szlaków. Z tego powodu, niezbędne jest wykonywanie takich sączków, których szerokość jest zdecydowanie większa od szerokości przygotowanej trasy. Dodatkowo, należy zwrócić uwagę na to, że drewno, z którego wykonane są sączki, po kilku latach staje się śliskie – zwłaszcza po opadach deszczu. Zwiększa to ryzyko poślizgnięcia się i zagrożenie bezpieczeństwa odwiedzających Park.



Ryc. 4. A – sączek zbudowany z trzech żerdzi, zapewniający odpowiedni drenaż nawierzchni. Stanowisko DGP19; B – seria progów zbudowanych z pojedynczych żerdzi, skutecznie ograniczająca erozję. Stanowisko DGP25, ścieżka edukacyjna „Dolina Gorcowego Potoku”.

Fig. 4. A – waterbar constructed of three logs providing proper drainage of the trail. Site DGP19; B – series of single log waterbars efficiently stopping erosional processes. Site DGP25, educational trail ‘Dolina Gorcowego Potoku’.

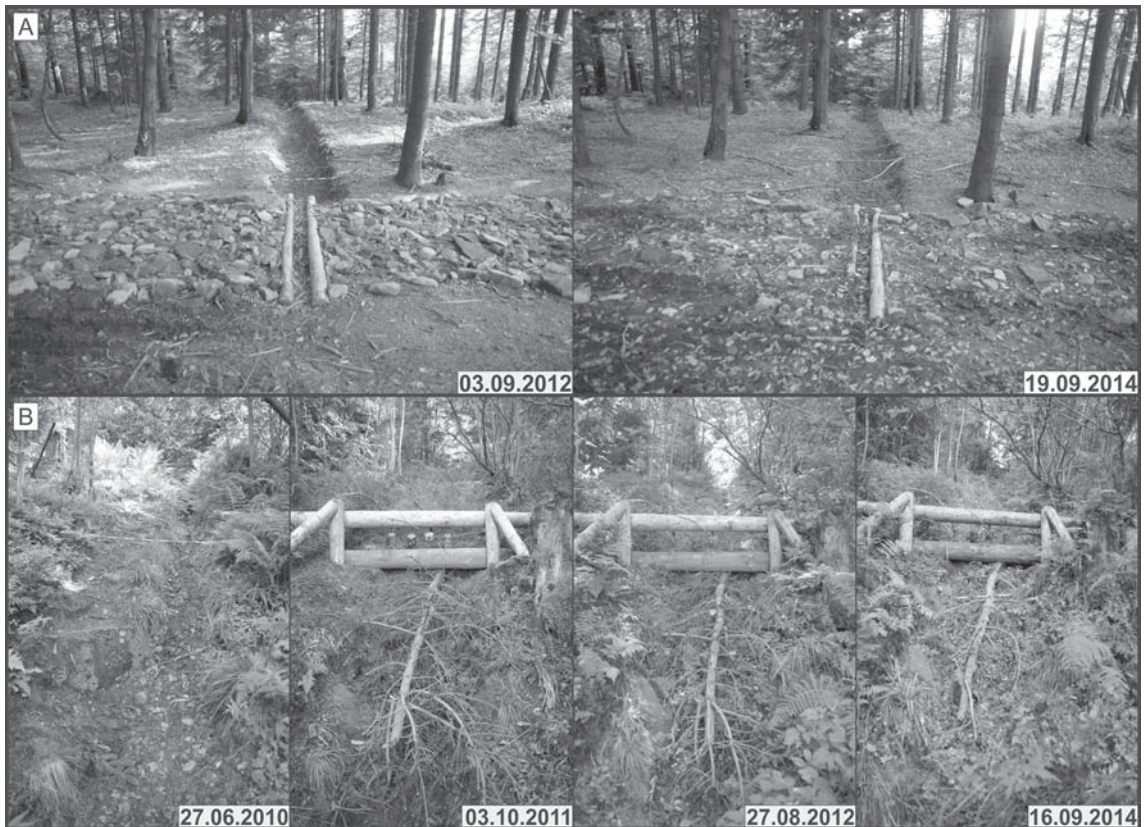
Progi przeciwerozyjne (sączki jedno-żerdziowe)

Progi przeciwerozyjne są odmianą sączków, jednak składają się tylko z jednej belki zamontowanej w poprzek szlaku (Ryc. 4B). W przypadku tras o niewielkim nachyleniu progom powinny towarzyszyć płytkie koryta w nawierzchni, ułatwiające odpływ wody. Dla odcinków stromych oraz przy instalacji kilku progów w niewielkiej odległości od siebie wystarcza sama belka. Podobnie jak sączki, zadaniem progów jest spowolnienie procesów erozyjnych poprzez odprowadzenie wody z nawierzchni trasy na jej pobocze. Progi przeciwerozyjne na odcinkach o niewielkim nachyleniu narażone są na zasypywanie materiałem mineralnym i organicznym. Konstrukcje wykonane na odcinkach bardziej stromych mają dłuższą żywotność. Podobnie jak

w przypadku sączków, szerokość progów musi być zdecydowanie większa niż szerokość przygotowanej nawierzchni trasy, aby nie doprowadzić do rozwoju procesów erozyjnych w obrębie bezpośredniego pobocza ścieżki. Z uwagi na to, że są to konstrukcje drewniane, mogą stać się śliskie i niebezpieczne dla odwiedzających.

Dreny

Dreny mają za zadanie odprowadzenie wody stagnującej w obrębie bezodpływowych fragmentów trasy. W zależności od warunków lokalnych, przekopane są w gruncie i dodatkowo umocnione materiałem żwirowym (Ryc. 5A). Warunkiem prawidłowego funkcjonowania drenu jest zapewnienie odpowiedniego nachylenia w stosunku do obszaru



Ryc. 5. A – dren ziemny odprowadzający wodę z podmokłego odcinka szlaku. Na zdjęciu z 2014 widoczne są uszkodzenia wyremontowanej wcześniej nawierzchni spowodowane przez pojazdy mechaniczne. Stanowisko ZT35, szlak żółty; B – zapory przeciwerozyjne skutecznie hamujące procesy erozji liniowej w starej rynnie (przebieg szlaku został zmieniony, aby ominąć stromy, zdegradowany odcinek). Widoczne jest odnawianie się pokrywy roślinnej. Stanowisko CZ03, szlak czarny.

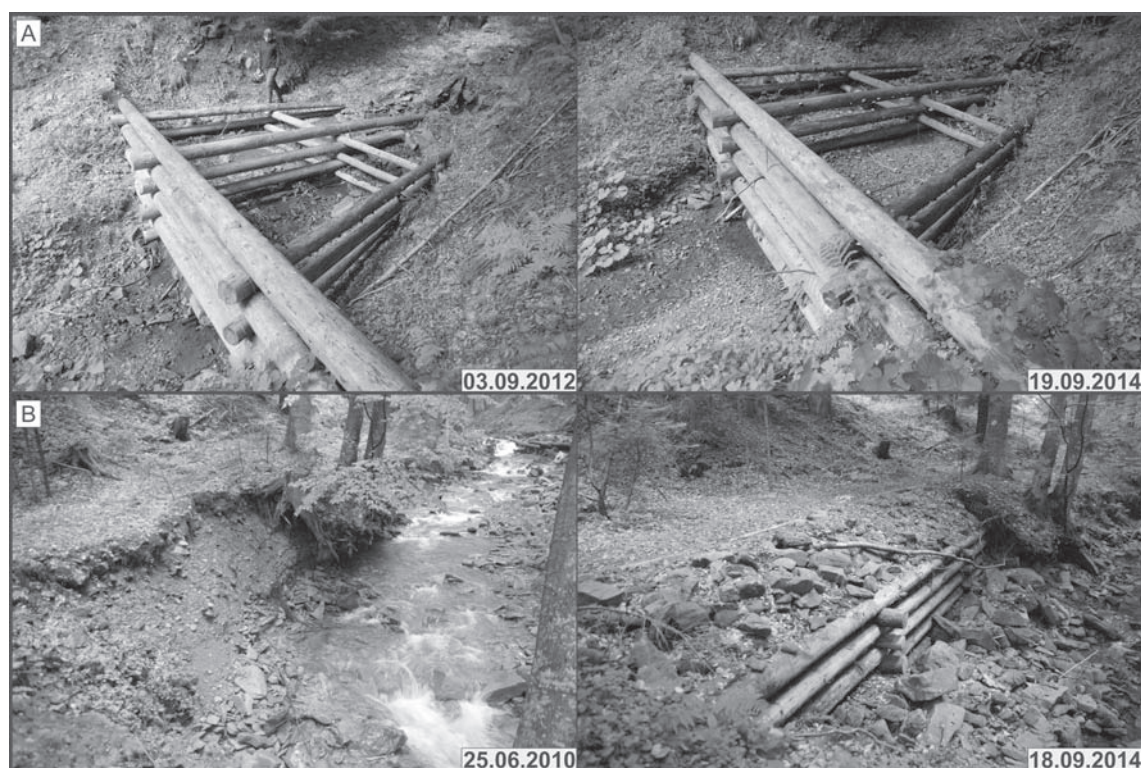
Fig. 5. A – ground leadoff ditch removing water from the muddy sections. Note the damages to the repaired trail caused by motorized vehicles visible in 2014 photo. Site ZT35, yellow marked trail; B – check dams stopping the erosional processes within old erosional rill (the trail has been rerouted in 2011 to omit steep, degraded section). Note the plant succession visible in 2014 photo. Site CZ03, black marked trail.

bezodpływowego, co niekiedy może wiązać się z koniecznością wykonania głębokiego wkopu, a więc ze znaczną ingerencją w środowisko przyrodnicze. W przypadku niekorzystnych warunków lokalnych (takich jak duża dostawa materiału mineralnego i/lub organicznego) dreny mogą ulec szybkiemu wypełnieniu i dlatego wymagają okresowego czyszczenia. Jednocześnie, wykonanie drenów jest skuteczne i prowadzi do osuszania sezonowo tworzących się miejsc podmokłych, dzięki czemu umożliwia przemieszczanie się użytkowników przez te tereny bez konieczności wykonywania dylin (a więc przy znacznie mniejszych nakładach finansowych).

Zapory przeciwoerozyjne

Zapora przeciwoerozyjna to konstrukcja zbudowana z drewnianych belek umieszczona w poprzek szlaku (Ryc. 5B). W GPN zainstalowano je na stro-

mych, głęboko rozciętych odcinkach szlaków. Zapory mają na celu ograniczyć/zahamować procesy erozyjne prowadzące do dalszego rozcinania trasy oraz ułatwić sukcesję roślinności. W miarę dostępności, za barierą, od góry stoku układano gałęzie i wykroty, które stanowiły naturalną barierę dla przemieszczającego się z górnych części szlaku materiału mineralnego i organicznego, a także umożliwiały ukorzenie się roślin. Instalacja zapór przeciwoerozyjnych związana jest z koniecznością zmiany przebiegu trasy. W GPN zapory przeciwoerozyjne zastosowano na odcinku czarnego szlaku w okolicy Kudłońskiego Bacy, wyłączając jednocześnie ten fragment trasy z ruchu turystycznego. Na podstawie czteroletnich obserwacji stwierdzono, że bariery spełniają swoje zadanie. Procesy erozyjne zostały ograniczone, chociaż nie zahamowane całkowicie. Zamknięcie fragmentu szlaku połączone z insta-



Ryc. 6. A – zapora przeciwrumszowa przechwytyjąca materiał niesiony przez strumień. Wewnątrz zapory widoczny jest materiał zdeponowany w okresie 2012–2014 (przykrywający obecnie całkowicie dolną belkę). Stanowisko DGP20, ścieżka edukacyjna „Dolina Gorcowego Potoku”; B – drewniano-kamienna zabudowa przeciwoerozyjna brzegu chroniąca nawierzchnię ścieżki przed erozją boczną. Stanowisko DPT07, ścieżka edukacyjna „Dolina Potoku Turbacz”.

Fig. 6. A – anti-debris dam intercepting debris transported by a stream. Note the amount of debris deposited within a dam (completely covering lower log) visible in 2014 photo. Site DGP20, educational trail “Dolina Gorcowego Potoku”; B – log-rock crib wall protecting the trail from lateral erosion. Site DPT07, educational trail ‘Dolina Potoku Turbacz’.

lacją zapór przeciwerozyjnych dały lepsze efekty w przeciwdziałaniu niszczącej działalności wody, niż sama zmiana przebiegu tego samego szlaku, jaka miała miejsce w pobliżu szczytu Kudłonia.

Zapory przeciwrumszowe

Zapory przeciwrumszowe konstruowane są z drewnianych belek układanych w poprzek dolinek przecinających lub znajdujących się w sąsiedztwie szlaku turystycznego (Ryc. 6A). Zazwyczaj instalowane są na stromych odcinkach cieków powyżej przecięcia z trasą turystyczną. Zapory mają na celu zatrzymanie grubszego materiału mineralnego (żwiru i głazów), który ciekami mogą transportować w czasie wyższego stanu wody, aby nie doprowadził do zasypania przepustów i studzienek wlotowych. Instalacja zapór prowadzi do częściowej regulacji koryta strumieni, może być uznawana na niepożądaną ingerencję w naturalny obieg wody. W okresie 2010–2014 część z wykonanych zapór przechwyciła materiał (głównie mineralny) o miąższości dochodzącej nawet do 0,3 m (Ryc. 6A).

Zabudowa przeciwerozyjna brzegów potoków

Zabudowa przeciwerozyjna brzegów potoków instalowana jest na odcinkach szlaku, które biegają tuż przy korycie potoku. Ma ona na celu ograniczenie/zatrzymanie podmywania trasy w czasie wysokiego stanu wody. Konstrukcję tworzą kaszyce z drewnianych belek o dużej średnicy umocnionych materiałem głazowym (Ryc. 6B). W GPN zabudowę przeciwerozyjną zbudowano w dolnym odcinku ścieżki edukacyjnej „Dolina Potoku Turbacza”. W czasie czteroletniego okresu funkcjonowania, nie zaobserwowano śladów niszczenia czy podmywania szlaku przez wody potoku, co miało miejsce w okresie wcześniejszym.

METODY OGRANICZAJĄCE ZARÓWNO NEGATYWNY WPŁYW WODY JAK I PRESJĘ ZE STRONY UŻYTKOWNIKÓW

Stopnie drewniane

Stopnie pełnią trzy podstawowe funkcje: (1) ułatwiają pokonanie stromych odcinków szlaku, (2) wyznaczają przestrzeń przeznaczoną dla turystów i w ten sposób zabezpieczają otoczenie przed wydeptywaniem pokrywy roślinnej, (3) zapobiegają erozji w obrębie wzmocnionej nawierzchni szlaku. Do ustabilizowania stopni wykorzystuje się drewniane paliki lub podłużne bele prowadzące, tworząc w ten sposób konstrukcję podobną do łagodnie nachylonej drabiny (Ryc. 7A). W przypadku dłuższych odcinków wskazane jest poprowadzenie szlaku zakosami, aby zapobiegać koncentracji wód spływających po stoku. Zgodnie z technicznymi wytycznymi przyjętymi przez GPN poszczególne schody powinny mieć wysokość w granicach 0,15–0,2 m i głębokość między 0,3 a 0,5 m, a przestrzeń nad stopniem ma wypełniać materiał ziemny lub skalny. Poprawna konstrukcja schodów jest istotna dla ich właściwego funkcjonowania. Zbyt wysokie lub zbyt głębokie stopnie są niewygodne i sprawiają, że turyści wybierają przejście poboczem, rozdeptując roślinność w otoczeniu szlaku, co może uruchomić procesy erozyjne. Sytuacja taka miała miejsce na niewielkim fragmencie ścieżki edukacyjnej „Dolina Gorcowego Potoku”. Do intensyfikacji procesów degradacyjnych przyczynia się również konstrukcja schodów prostopadle lub prawie prostopadle do przebiegu poziomic, ponieważ w takim przypadku spływ wody koncentruje się wzdłuż krawędzi schodów. Dotyczy to zwłaszcza sytuacji, gdy w otoczeniu schodów nie ma zwartej pokrywy roślinnej. Z drugiej strony na jednym z odcinków ścieżki edukacyjnej „Dolina Gorcowego Potoku” zaobserwowano tworzenie się bruzd erozyjnych wzdłuż krawędzi schodów, jednak po dwóch sezonach nawierzchnia wyrównała się i wymywanie materiału zostało zahamowane. Schody, jak wszystkie drewniane elementy, mogą po pewnym czasie stać się śliskie, dlatego zgodnie z wytycznymi przyjętymi przez GPN, powinny być one frezowane od góry.

niane paliki lub podłużne bele prowadzące, tworząc w ten sposób konstrukcję podobną do łagodnie nachylonej drabiny (Ryc. 7A). W przypadku dłuższych odcinków wskazane jest poprowadzenie szlaku zakosami, aby zapobiegać koncentracji wód spływających po stoku. Zgodnie z technicznymi wytycznymi przyjętymi przez GPN poszczególne schody powinny mieć wysokość w granicach 0,15–0,2 m i głębokość między 0,3 a 0,5 m, a przestrzeń nad stopniem ma wypełniać materiał ziemny lub skalny. Poprawna konstrukcja schodów jest istotna dla ich właściwego funkcjonowania. Zbyt wysokie lub zbyt głębokie stopnie są niewygodne i sprawiają, że turyści wybierają przejście poboczem, rozdeptując roślinność w otoczeniu szlaku, co może uruchomić procesy erozyjne. Sytuacja taka miała miejsce na niewielkim fragmencie ścieżki edukacyjnej „Dolina Gorcowego Potoku”. Do intensyfikacji procesów degradacyjnych przyczynia się również konstrukcja schodów prostopadle lub prawie prostopadle do przebiegu poziomic, ponieważ w takim przypadku spływ wody koncentruje się wzdłuż krawędzi schodów. Dotyczy to zwłaszcza sytuacji, gdy w otoczeniu schodów nie ma zwartej pokrywy roślinnej. Z drugiej strony na jednym z odcinków ścieżki edukacyjnej „Dolina Gorcowego Potoku” zaobserwowano tworzenie się bruzd erozyjnych wzdłuż krawędzi schodów, jednak po dwóch sezonach nawierzchnia wyrównała się i wymywanie materiału zostało zahamowane. Schody, jak wszystkie drewniane elementy, mogą po pewnym czasie stać się śliskie, dlatego zgodnie z wytycznymi przyjętymi przez GPN, powinny być one frezowane od góry.

Krawężniki drewniane

Drewniane krawężniki należą do najprostszych i najbardziej popularnych elementów infrastruktury. Tworzą je belki ułożone najczęściej wzdłuż odstokowej krawędzi trasy (Ryc. 7B), rzadziej po jej obu stronach. Poszczególne belki mocowane są drewnianymi palikami. Krawężniki wyznaczają strefę szlaku, którą przemieszczają się turyści, chroniąc tereny przyległe przed wydeptywaniem. Ponadto, zapobiegają osypywaniu się nawierzchni trasy poprowadzonej trawersem. Ze szlaku umocnionego krawężnikami utrudnione jest odprowadzanie wody. Aby umożliwić jej odpływ, łącznie z krawężnikami instalowane są przepusty (w odstępach zależnych od lokalnych warunków topograficznych).



Ryc. 7. A – zmiana przebiegu szlaku połączona z wykonaniem drewnianych stopni przymocowanych do podłużnych belek (konstrukcja typu „drabina”). Strome nachylenie stoku sprawia, że pomimo zaprzestania użytkowania erozja ciągle występuje, a sukcesja roślinności jest powolna. Stanowisko CZ01, szlak czarny; B – drewniane krawężniki zachęcające odwiedzających do pozostania na szlaku. Stanowisko DGP15, ścieżka edukacyjna „Dolina Gorcowego Potoku”.

Fig. 7. A – rerouting of the trail combined with construction of wooden steps mounted to the long log („ladder”-like construction). Note that the rate of the plant succession is slow and due to very steep slopes erosional processes are still partly active. Site CZ01, black marked trail; B – log retainers encouraging visitors to stick to the designed path. Site DGP15, educational trail ‘Dolina Gorcowego Potoku’.

Utwardzenie nawierzchni

Na odcinkach tras turystycznych poprowadzonych drogami leśnymi, na których jest przewidziana możliwość ruchu pojazdów mechanicznych do celów gospodarki leśnej i porządkowych, utwardzono nawierzchnię dwoma zagęszczonymi warstwami kruszywa (tzw. podbudowa drogowa) (Ryc. 8A). Trasy wzmacnia się, aby uniknąć/zminimalizować nierówności (koleiny, zagłębienia), jakie mogą powstać pod wpływem nacisku przez pojazdy. W przeciwnym wypadku nierówności sezonowo mogą zostać wypełnione wodą i utrudniać przejście czy przejazd wyznaczoną trasą oraz powodować poszerzenie szlaku. Utwardzenie nawierzchni drogi prowadzi do ograniczenia procesów erozyjnych. Drogom towarzyszy system drenażu – dostokowe rowy odprowadzające wodę wraz z przepustami (i infrastrukturą towarzyszącą) oraz sączi z żerdzi umieszczone w miejscach dostosowanych do lokalnych warunków topograficznych. Pozwala to na

szybkie odprowadzenie wody opadowej poza trasę, chroniąc ją przed niszczeniem. Na podstawie czteroletnich obserwacji, rozwiązania zastosowane przez GPN przyniosły w większości przypadków pozytywne efekty. Trasy zostały osuszone, a utworzone wcześniej rynny erozyjne zasypane i wyrównane. Nie zaobserwowano tworzenia się nowych rozcięć erozyjnych. Ponadto, czytelne wyznaczenie drogi ograniczyło rozdeptywanie/rozjeżdżanie pobocza. W przypadku niektórych odcinków zarejestrowano jednak niszczenie wyremontowanych wcześniej nawierzchni dróg (np. ścieżka edukacyjna „Dolina Potoku Turbacza”). Prawidłowa ocena tych przypadków wymagałaby rozpoznania co było przyczyną zniszczenia (nadmierne natężenie ruchu czy też wykorzystanie zbyt ciężkich pojazdów).

Dyliny drewniane oraz drewniano-kamienne

Dyliny instaluje się na odcinkach tras, w obrębie których tworzą się podtopienia (błoto, kałuże),



Ryc. 8. A – utwardzenie nawierzchni trasy i konstrukcja poprawnego drenażu pozwoliła na osuszenie powierzchni szlaku. Widoczne zniszczenia wcześniej wyremontowanego szlaku spowodowane przez pojazdy mechaniczne. Stanowisko DPT5, ścieżka edukacyjna „Dolina Potoku Turbacz”; B – dylna drewniana pozwalająca na bezpieczne przejście i chroniąca obszar podmokły przed degradacją. Stanowisko ZT10, szlak żółty.

Fig. 8. A – hardening of trail surface and construction of proper drainage allowing drying of the trail. Note the degradation of the previously repaired road due to use by motorized vehicles visible in 2014 photo. Site DPT5, educational trail ‘Dolina Potoku Turbacz’; B – log puncheon allowing for safe passage and protecting wetland from degradation. Site ZT10, yellow marked trail.

szczególnie w obrębie płaskich fragmentów szlaków biegnących grzbietem i dnem doliny. Są to konstrukcje na zasadzie podestu o szerokości do 3 m, z drewnianych bali ułożonych poprzecznie do przebiegu trasy i przymocowanych do podłużnych belek ustabilizowanych w gruncie (Ryc. 8B). W przypadku nachylonych odcinków trasy konstruuje się dyliny drewniano-kamiennie, w których przestrzeń między belkami wypełniona jest okruchami skalnymi dla zapewnienia lepszej przyczepności. Po obu stronach dyliny teren jest utwardzany kruszywem. Przygotowana w ten sposób trasa zachęca użytkowników do pozostania na niej, dzięki czemu nie dochodzi do rozdeptywania otoczenia szlaku czy tworzenia nieformalnych ścieżek w celu ominięcia błota/kałuży. Jednak, aby opisywane zabezpieczenie trasy funkcjonowało prawidłowo, powinno być zdecydowanie dłuższe niż strefa podmokła. W przeciwnym wypadku może dojść do rozdeptywania nawierzchni przy końcach konstrukcji i „rozrastania się” podmokłości, co miało miejsce w przypadku dylin starszych, zamontowanych na szlaku niebieskim poprowadzonym z Koninek na Turbacz. Podczas remontu zostały one wydłużone, umocnione na końcach materiałem okruchowym i obecnie

funkcjonują poprawnie. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że drewniany podest dylin z upływem lat staje się śliski, szczególnie po opadach deszczu, i może grozić upadkiem.

Brody drewniano-kamiennie

Brody drewniano-kamiennie buduje się w miejscach, w których szlak przecina strefę wysięków wody. Ich zadaniem jest umożliwienie swobodnego przepływu wody po stoku, bez rozmywania nawierzchni trasy, a jednocześnie zapewnienie użytkownikom bezpiecznego przejścia i ograniczenia wydeptywania roślinności. Te trzymetrowej szerokości konstrukcje wykonywane są z belek ułożonych poprzecznie do przebiegu trasy i przymocowanych do podłużnych belek ustabilizowanych w gruncie (Ryc. 9A i B). Przestrzeń między poszczególnymi belkami wypełniona jest materiałem skalnym. Aby spływająca woda nie podmywała krawędzi brodów, po ich odstokowej stronie, znajdują się drewniane dyliny rozpraszające spływ i odsuwające go w dół stoku. Drewniane krawężniki montowane po tej samej stronie ograniczają przestrzeń przeznaczoną dla turystów. Zbudowanie brodów na szlaku żółtym na odcinku między Przełęczą Borek a Czołem



Ryc. 9. A, B – brody drewniano-kamiennie umożliwiające swobodny przepływ wody po stoku bez rozmywania nawierzchni trasy, a jednocześnie zapewniające użytkownikom bezpieczne przejście. Szlak żółty; C – drewniana kładka umożliwiająca bezpieczne przejście przez rynnę erozyjną. Stanowisko ZT01, szlak żółty.

Fig. 9. A, B – log-rock stream fords allowing water for passing through trail without destroying path's surface. Yellow marked trail; C – wooden footbridge allowing for safe passage over the erosional rill. Site ZT01, yellow marked trail.

Turbacza zdecydowanie poprawiło jego stan. Przed remontem trasa była grząska, fragmentami płynęły nią cieką, występowały liczne rozcięcia erozyjne. Obecnie nawierzchnia szlaku jest sucha, a procesy erozyjne zostały zahamowane.

Kładki

Drewniane kładki o szerokości 1,5 metra ułatwiają pokonanie cieków. Dla zapewnienia bezpiecznego

przejścia, obiekty te mają drewniane poręcze i krawęznik po jednej lub obu stronach (Ryc. 9C). W zależności od warunków lokalnych, wykonuje się najazdy z okruchów skalnych lub pojedyncze stopnie ułatwiające wejście na kładkę.

Zmiana przebiegu szlaków

Zmiana przebiegu szlaku pozwala na wyłączenie z użytkowania turystycznego odcinków silnie

zdegradowanych lub narażonych na zniszczenie ze względu na zbyt duże nachylenie trasy lub tworzenie się podmokłości. Korygując przebieg szlaku wskazane jest jego czytelne oznakowanie oraz uniemożliwienie wejścia na wyłączony z użytkowania odcinek, np. poprzez postawienie ogrodzenia, zablokowanie wejścia gałęziami, wykrotami czy kłódami drewna.

W GPN skorygowano m.in. przebieg szlaku czarnego z Lubomierza do Koniny. W okolicy Kudłńskiego Bacy zamknięto stromy i trudny do pokonania odcinek rynny erozyjnej biegnącej prostopadle do poziomicy. Nowy fragment szlaku częściowo wykorzystuje przebieg już istniejącej łagodniej nachylonej drogi stokowej. Z kolei wyłączoną z ruchu turystycznego trasę poddano procesom rekultywacyjnym, instalując zapory przeciwezyjne (Ryc. 5B). W okolicach Kudłonia, na odcinku o znacznej stromiznie, dokonano nieznacznego przesunięcia przebiegu szlaku tak, aby wybudowane schody biegły zakosem (Ryc. 7A). Na szlaku żółtym zw. „Szlakiem dziesięciu polan”, w początkowym okresie po korekcie jego przebiegu (2010–2012) zaobserwowano pozytywne zmiany, takie jak osuszenie dawnej trasy oraz zminimalizowanie intensywności procesów erozyjnych. W okresie 2012–2014 fragment ten był jednak ponownie wykorzystywany do zwózki drewna, co spowodowało powtórne uruchomienie procesów niszczących – głównie erozji liniowej.

PODSUMOWANIE

ZREALIZOWANE DZIAŁANIA REKULTYWACYJNE I ICH SKUTECZNOŚĆ

Szlaki turystyczne w Gorczańskim Parku Narodowym wykorzystywane są przez trzy główne grupy użytkowników: turystów pieszych, rowerowych oraz konnych. Dodatkowo, część tras biegnie drogami leśnymi, które użytkowane są przez Służby Parku oraz prywatnych właścicieli w celach gospodarczych. Choć liczba odwiedzających GPN jest stosunkowo nieduża, wiele tras turystycznych charakteryzowało się dużym stopniem degradacji. Na podstawie kartowania terenowego 55 km szlaków turystycznych przeprowadzonego przez Tomczyk i Ewertowskiego (2011) szerokość szlaków (która wskazuje na wielkość wydeptania pokrywy roślinnej przez użytkowników) mieściła się między 0,3 m

do 24,5 m, ze średnią wartością 2,4 m. Odsłonięta gleba narażona jest na intensyfikację procesów niszczących (głównie erozyjnej działalności wód opadowych), które są jednym z największych zagrożeń dla tras turystycznych w Gorczańskim Parku Narodowym. Wzmożona erozja prowadzi do niszczenia nawierzchni szlaków i rozwoju rozcięć erozyjnych. Średnia wartość obniżania powierzchni szlaków turystycznych w przeciągu dwuletnich pomiarów wyniosła 1,6 cm (Tomczyk i Ewertowski 2013b). Przeprowadzony w latach 2010–2014 remont skoncentrowany był głównie na poprawie stanu tras poprzez wprowadzenie zabezpieczeń, które ograniczają/hamują erozyjną działalność wody oraz zapobiegają schodzeniu turystów z wyznaczonych tras i wydeptywaniu roślinności. Głównym celem działań rekultywacyjnych było skierowanie wody poza nawierzchnię szlaku. Ponadto, w niektórych przypadkach utwardzono nawierzchnię i uzupełniono jej ubytki materiałem skalnym.

W perspektywie czterech lat, w ciągu których prowadzono obserwacje (2010–2014), większość z przeprowadzonych działań dała pozytywne rezultaty. Zaobserwowano ograniczenie rozdeptywania poboczy oraz regenerację pokrywy roślinnej. Jednocześnie większość tras została osuszona, a ilość odcinków podmokłych uległa zmniejszeniu. Należy jednak zwrócić uwagę na zniszczenia powstałe podczas samych prac remontowych, związane z wykorzystaniem pojazdów mechanicznych oraz starać się je w miarę możliwości minimalizować.

ROZWIĄZANIA ALTERANTYWNE

Rodzaj materiału wykorzystywanego przy konstrukcji zabezpieczeń na szlakach turystycznych jest różnorodny. Oprócz lokalnego budulca, podejmuje się też próby zastosowania innych materiałów (Ryc. 10A i B), choć ich wykorzystanie wydaje się być wysoce niewskazane w parkach narodowych, ze względu na znaczną ingerencję w przyrodę i obniżenie wartości estetycznych.

W Gorczańskim Parku Narodowym, przy remoncie szlaków, wykorzystano lokalne materiały – głównie drewno, w mniejszym stopniu okruchy skalne. Jest to korzystne z punktu widzenia ochrony przyrody oraz daje poczucie naturalności tras. Z drugiej strony elementy drewniane stosunkowo szybko zużywają się. Wymagają okresowej konserwacji i wymiany, co związane jest z konicznością za-



Ryc. 10. Przykłady nieakceptowalnych (A, B) i możliwych do zaakceptowania (C, D, E, F) alternatywnych rozwiązań i ulepszeń związanych z naprawą szlaków. A, B – betonowe elementy infrastruktury, które przyczyniają się do utraty naturalnego charakteru obszaru (A – wygasły wulkan Khorgo, Mongolia; B – Wielki Mur Chiński); C, D – metalowa siatka montowana do dylin, która zapobiega poślizgnięciom. Park Narodowy Walpole-Nornalup, Zachodnia Australia; E, F – kamienne wkładki zapobiegające poślizgnięciom. Park Narodowy North York Moor, Wielka Brytania.

Fig. 10. Examples of unacceptable (A, B) and acceptable (C, D, E, F) alternative solutions and improvements for trail rehabilitation. A, B – concrete elements of infrastructure which can spoil the 'wilderness experience' of the visitors (A – extinct volcano Khorgo, Mongolia; B – the Great Wall of China); C, D – metal net mounted to log puncheon preventing visitors from slipping. Walpole-Nornalup National Park, Western Australia; E, F – stone insets mounted into the wooden elements preventing visitors from slipping. North York Moors National Park, United Kingdom.

pewnienia odpowiednich środków finansowanych na bieżące utrzymanie oraz naprawy. Najważniejszym wyzwaniem pozostaje uniknięcie tworzenia się śliskiej powierzchni nawierzchni drewnianych, ponieważ znacznie obniża to poziom bezpieczeństwa turystów. Aby uniknąć niebezpieczeństwa poślizgnięcia się, obecnie podczas remontów stosuje się fazowanie drewna. Jest to jednak rozwiązanie skuteczne w stosunkowo krótkiej perspektywie czasowej (na około dwa–trzy lata), wymaga więc częstego odnawiania. Alternatywą mogłoby być zastosowanie siatek mocowanych do dylin (Ryc. 10C i D) lub wstawek wyklejanych z drobnego kruszywa w stopnie lub belki (Ryc. 10E i F). Szczególnie to drugie rozwiązanie może skutecznie zmniejszyć zagrożenie poślizgnięcia się, przy jednoczesnym zachowaniu estetycznego wyglądu.

PIŚMIENNICTWO

- Arrowsmith C., Inbakaran R. 2002. Estimating environmental resiliency for the Grampians National Park, Victoria, Australia: a quantitative approach. *Tourism Management* 23,3: 295–309.
- Barczak A., Jankow W., Kubinek Ł., Struś P., Wołowicz T. 2002. Podatność na degradację szlaków turystycznych Ojcowskiego Parku Narodowego. [W:] J. Partyka (red.), *Użytkowanie turystyczne parków narodowych. Ruch turystyczny – zagospodarowanie – konflikty – zagrożenia: 703–722*. Wyd. Ojcowski Park Narodowy, Ojców.
- Cole D.N. 1993. Minimizing conflict between recreation and nature conservation. [In:] D.S. Smith, P.C. Hellmund (eds), *Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas: 105–122*. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
- Coleman R. 1981. Footpath erosion in the English Lake District. *Applied Geography* 1,2: 121–131.
- Dixon G., Hawes M., McPherson G. 2004. Monitoring and modeling walking track impacts in the Tasmanian Wilderness World Heritage Area, Australia. *Journal of Environmental Management* 71,4: 305–320.
- Ewertowski M., Tomczyk A. 2007. Ocena stanu środowiska geograficznego szlaków turystycznych – wykorzystanie GIS do integracji i analizy danych terenowych i kartograficznych. *Przegląd Geograficzny* 79,2: 271–295.
- Farrell T.A., Marion J.L. 2002. Trail impacts and trail impact management related to ecotourism visitation at Torres del Paine National Park, Chile. *Leisure/Loisir: Journal of the Canadian Association for Leisure Studies* 26,1/2: 31–59.
- Fidelus J. 2008. Rola ruchu turystycznego w przekształceniu ścieżek i dróg turystycznych na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego. *Prace Geograficzne IGiGP UJ* 120: 19–29.
- Froehlich W., Słupik J. 1986. Rola dróg w kształtowaniu splotu i erozji w karpackich zlewniach fliszowych. *Przegląd Geograficzny* 58,1–2: 67–87.
- Gager P., Conacher A. 2001. Erosion of access tracks in Kalamunda National Park, Western Australia: causes and management implications. *Australian Geographer* 32,3: 343–357.
- Gorczyca E. 2000. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcenie rzeźby wysokogórskiej na przykładzie Masywu Czerwonych Wierchów i Regli Zakopiańskich (Tatry Zachodnie). *Prace Geograficzne* 105: 369–389.
- Hammit W.E., Cole D.N. 1998. *Wildland recreation: ecology and management*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Hawes M., Candy S., Dixon G. 2006. A method for surveying the condition of extensive walking track systems. *Landscape and Urban Planning* 78,3: 275–287.
- Hesselbarth W., Vachowski B., Davies M.A. 2007. *Trail construction and maintenance notebook 2007 edition*. Missoula, MT: USDA Forest Service, Missoula Technology and Development Center. [online] Available from: <http://www.fhwa.dot.gov/environment/fs-pubs/07232806/index.htm>.
- Krusiec M. 1996. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcenie rzeźby Tatr Zachodnich na przykładzie Doliny Chochołowskiej. *Czasopismo Geograficzne* 67, 3–4: 303–320.
- Łajczak A. 1994. Wpływ antropopresji na środowisko abiotyczne kopuły szczytowej Pilska. *Wiadomości Ziemi Górskich* 4: 47–59.
- Łajczak A. 1996. Wpływ narciarstwa i turystyki pieszej na erozję gleby w obszarze podszczytowym Pilska. [W:] A. Łajczak, S. Michalik, Z. Witkowski (red.), *Wpływ narciarstwa i turystyki pieszej na przyrodę masywu Pilska*. *Studia Naturae, Ser. A* 41: 131–159.
- Łajczak A., Krzan Z., Michalik S., Skawiński P., Witkowski Z. 1996. Projekt reorganizacji obszaru podszczytowego Pilska oraz reorganizacji ruchu narciarskiego i pieszego w tym rejonie. [W:] A. Łajczak, S. Michalik, Z. Witkowski (red.), *Wpływ narciarstwa i turystyki pieszej na przyrodę masywu Pilska*. *Studia Naturae* 41: 227–237.
- Leung Y.F., Marion J.L. 1996. Trail degradation as influenced by environmental factors: A state-of-the-knowl-

- edge review. *Journal of Soil and Water Conservation* 51,2: 130–136.
- Leung Y.F., Marion J.L. 2000. Recreation impacts and management in wilderness: a state-of-knowledge review. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15-VOL-5*: 23–48.
- Marion J.L., Olive N. 2006. Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and recreational area. National Park Service, Final Research Report. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.
- Marsz A.A. 1972. Metoda obliczania pojemności rekreacyjnej ośrodków wypoczynkowych na Niżu. *Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej, PTPN, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, XII, 3, Poznań*.
- Nepal S.K. 2003. Trail impacts in Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Nepal: a logistic regression analysis. *Environmental Management* 32,3: 312–321.
- Olive N.D., Marion J.L. 2009. The influence of use-related, environmental, and managerial factors on soil loss from recreational trails. *Journal of Environmental Management* 90,3: 1483–1493.
- Prędko R. 2006. Charakterystyka i zakres zagrożeń w piętrze wysokogórskim Bieszczadzkiego Parku Narodowego. *Roczniki Bieszczadzkie* 14: 267–283.
- Sun D., Walsh D. 1998. Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia. *Journal of Environmental Management* 53,4: 323–338.
- Sutherland R.A., Bussen J.O., Plondke D.L., Evans B.M., Ziegler A.D. 2001. Hydrophysical degradation associated with hiking–trail use: A case study of Hawai‘iloa ridge trail, O‘ahu, Hawai‘i. *Land Degradation and Development* 12,1: 71–86.
- Tomczyk A.M. 2011. A GIS assessment and modelling of environmental sensitivity of recreational trails: The case of Gorce National Park, Poland. *Applied Geography* 31,1: 339–351.
- Tomczyk A.M., Ewertowski M. 2011. Degradation of recreational trails, Gorce National Park, Poland. *Journal of Maps* 7,1: 507–518.
- Tomczyk A.M., Ewertowski M. 2013a. Planning of recreational trails in protected areas: Application of regression tree analysis and geographic information systems. *Applied Geography* 40: 129–139.
- Tomczyk A.M., Ewertowski M. 2013b. Quantifying short-term surface changes on recreational trails: The use of topographic surveys and ‘digital elevation models of differences’ (DODs). *Geomorphology* 183: 58–72.
- Tomczyk A.M., Ewertowski M., Popko-Tomasiewicz K. 2012. Ocena stanu tras turystycznych w Gorczańskim Parku Narodowym. *Ochrona Beskidów Zachodnich* 4: 83–97.
- Wałdykowski P. 2006a. Rzeźbotwórcze skutki rozwoju sieci dróg gruntowych w Beskidach na przykładzie Gorców. [W:] A. Latocha, A. Traczyk (red.), *Zapiski działalności człowieka w środowisku przyrodniczym. Metody badań i studia przypadków*: 64–76. Wyd. GAJT, Wrocław.
- Wałdykowski P. 2006b. Wpływ dróg górskich na dynamikę procesów morfogenetycznych w rejonie Turbacza. *Ochrona Beskidów Zachodnich* 1: 67–79.
- Wałdykowski P., Krzemień K. 2013. The role of road and footpath networks in shaping the relief of middle mountains on the example of the Gorce Mountains (Poland). *Zeitschrift für Geomorphologie* 57,4: 429–470.
- Yoda A., Watanabe T. 2000. Erosion of mountain hiking trail over a seven-year period in Daisetsuzan National Park, Central Hokkaido, Japan. *USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15-VOL-5*: 172–178.

SUMMARY

Recreational trails are among the most common infrastructure components in many national parks in Poland. They provide access for visitors to protected natural areas and help to minimize negative impact to environment by concentrating visitors’ traffic on designated paths. However, the concentration of traffic can cause serious degradation of recreational trails, Among the most important environmental aspects of the trail impacts are: trampling of vegetation cover, changes in structure of plant communities, enhancing soil erosion, creation of informal trail network, development of muddy sections, alteration of water circulation, increase delivery of sediments to stream and ponds. There are also socioeconomic effects of the trail degradation such as: restriction of accessibility due to uneven surfaces; reduction of the visitors’ safety level; lowering of the aesthetic values; and increase in the cost of trails maintenance and repair. Due to the above mentioned negative impacts, it is important to keep trails in good conditions and to repair damaged sections. It is essential not only for proper nature conservation, but also due to the fact that Park managers are responsible for the safety of the visitors. The main objective of this study was to present and evaluate managerial practices, which were imple-

mented in Gorce National Park (GNP) in the period 2010–2014 aiming to rehabilitate of selected trails.

Trail degradation is related to the three main groups of factors: use-related (e.g. type and amount of users), environmental (e.g. soil characteristic, vegetation, and slope) and managerial factors (e.g. trail design and maintenance). The last one can some extent control influence of previous two groups. Several tools and strategies have been developed for limitation of negative trail impacts (Tab. 1). However, still the most intense studied managerial factors are trail grade (Tab. 2) and trail alignment (Fig. 1). Sustainable trail design and construction of essential infrastructure components (such as trail hardening, trail drainage) remain to being less emphasized despite their great potential to avoid or minimize trail impact.

The most common aspects of trail degradation in the Gorce National Park resulted from the impacts of running or ponding water. These include: (1) linear erosion and creation of erosional features due to surface runoff on the steep sections; (2) deposition of sediments in the flat sections and increase delivery of sediments to streams and ponds; (3) transformation of deep incised sections into perio-

dical streams; (4) degradation of trail treads by small channels from local springs; (5) lateral scouring of trails by larger streams; (6) development of muddy sections and ponding water bodies. Other negative effects are related to direct users' impacts, including: (1) trampling of vegetation cover and trail widening; (2) trail treads degradation due to transportation of logs; (3) widening of muddy sections, mostly on flat fragments of trails.

Several different components of infrastructure were constructed in the GNP in period 2010–2014 in order to minimize these negative impacts. The most important were: side ditches (Fig. 2), pipe culverts (Fig. 3), log waterbars (Fig. 4), stone or ground leadoff ditches (drains) (Fig. 5A), check dams (Fig. 5B), anti-rubble dams (Fig. 6A), log-rock crib walls (Fig. 6B), log steps (Fig. 7A), log retainers (Fig. 7B), hardening of trail surfaces (Fig. 8A), log or log-rock puncheons and corduroys (Fig. 8B), log-rock stream fords (Fig. 9A, B), footbridges (Fig. 9C), relocating (rerouting) problem sections of trails (Figs 5B, 7A). Most of the constructions worked well and efficiently limited the negative impacts in the period 2010–2014. Some alternative modifications of log features were mentioned (Fig. 10).