

Monitoring efektów związanych z remontem szlaków – erozja gleby

Monitoring of the effects of tourist trails renovation - soil erosion.

KRZYSZTOF KISZKA, MAŁGORZATA KIJOWSKA-STRUGAŁA

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN

Stacja Naukowa w Szymbarku, 38-311 Szymbark 430

e-mail: kiskak@zg.pan.krakow.pl, mkijowska@zg.pan.krakow.pl

Abstract.

The article presents the results of monitoring carried out in 2014-2017 on four selected sections of tourist trails in the eastern part of the Pieniny National Park. The main aim was to describe in detail the effects of using appropriate repair procedures. The research involved two-stage geomorphological mapping and an inventory of auxiliary structures on selected tourist routes. Preliminary mapping was made in June 2014, while the final mapping was done in September 2017, when all renovation work were finished.

As a result of the renovations, the quality of the monitored tourist paths was improved. The calculated parameters of the trails (track width, the width of the trampled vegetation, erosion area without vegetation cover and depth of erosion cuts) were much more favorable after the renovation. Many erosion slopes and damaged tree roots have been hidden under the new trail surface. The hiking trails located in steep slopes have gained new structures: stairs, thresholds and handrails. In the most damaged and most dangerous places the route of the tourist road was completely changed. Applied obstacles against the descent from the trail has allowed to regenerate damaged vegetation cover.

Key words: monitoring, mass tourism, tourist trails, renovation, antropopressure

WSTĘP

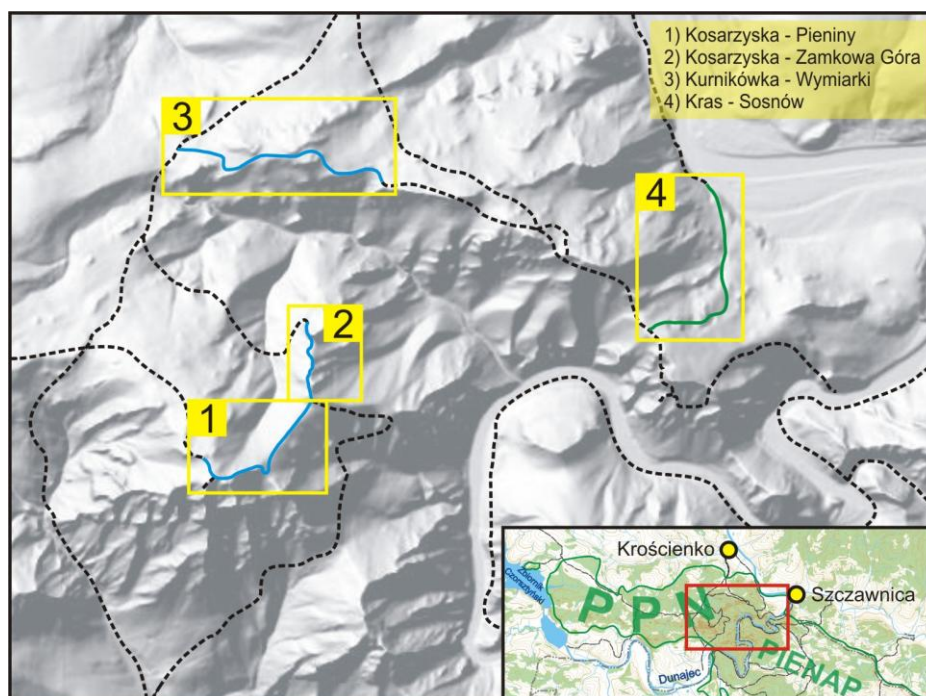
Turystyka masowa jest istotnym czynnikiem wpływającym na stan środowiska przyrodniczego (Bjønness 1980; Czochoński 2000, 2002; Degórski 2002;). Pieniny należą do obszarów poddawanych największej presji turystycznej w Polsce (Bolland 1982; Jančura i in. 2006; Kiszka 2010, 2016; Czajka i in. 2012; Adamski i in. 2014). Ogromne obciążenie szlaków turystycznych, wynikające z dużej liczby osób odwiedzających Pieniński PN, prowadzi do intensywnej degradacji ich turystycznych ścieżek (Guzikowa 1982; Fischbach 1985; Kiszka 2016).

Najskuteczniejszym sposobem zabezpieczenia dróg oraz zwalczania skutków górskiej turystyki pieszej w obszarach chronionych jest racjonalna gospodarka remontowa. Takie zabiegi są podstawową i często jedyną możliwością ochrony środowiska przyrodniczego przed wzmożoną degradacją (Mirek i Piękoś-Mirkowa 1980; Skawiński 1993; Krusiec 1996; Prędkie 1999; Barczak i in. 2002; Kroh 2002; Kasprzak 2005; Gorczyca, Krzemień 2006; Ewertowski, Tomczyk 2007; Sikorski 2009).

CEL, METODY I OBSZAR BADAŃ

Głównym celem artykułu jest szczegółowy opis efektów wynikających ze stosowania odpowiedniej gospodarki remontowej w ramach realizowanego przez Pieniński PN projektu „LIFE Pieniny PL”. Do badań wytypowane zostały 4 fragmenty szlaków turystycznych, położonych w najbardziej atrakcyjnej części PPN (Ryc. 1.):

- Szlak niebieski na odcinku Polana Kosarzyska – Polana Pieniny
- Szlak niebieski na odcinku Polana Kosarzyska – Zamkowa Góra
- Szlak niebieski na odcinku Polana Kurnikówka – Polana Wymiarki
- Szlak zielony na odcinku Kras – Przełęcz Sosnów



Ryc. 1. Lokalizacja monitorowanych odcinków szlaków turystycznych w Pienińskim PN
Location of monitored tourist trails in the Pieniny National Park

Wymienione odcinki tras pieszych wybranych do badań cieszą się dużą popularnością wśród turystów (Celichowski 1977; Kiszka i in. 2009; Bołoz i in. 2013). Ogólny stan tych ścieżek był niezadawalający, dlatego zostały one przeznaczone do wykonania prac renowacyjnych (Kiszka 2016).

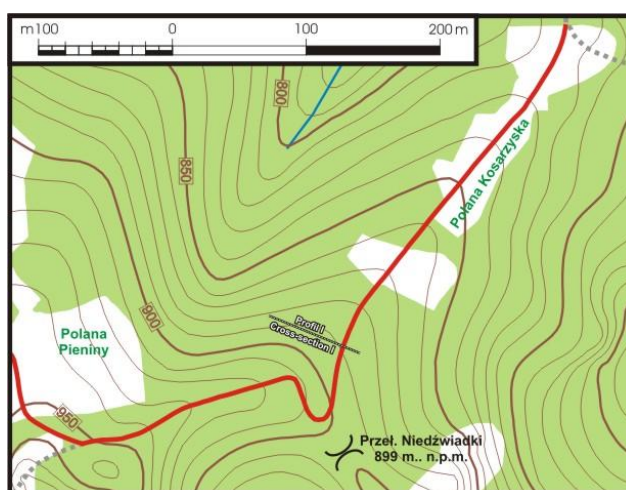
Badania polegały na dwuetapowym kartowaniu geomorfologicznemu oraz inwentaryzacji urządzeń przyszlakowych na wybranych szlakach turystycznych. Kartowanie wstępne, które miało na celu szczegółowe określenie stanu pieszych ścieżek wykonano w czerwcu 2014 roku (Kiszka, Kijowska-Strugała 2014). Drugi etap kartowania geomorfologicznego został przeprowadzony po wykonaniu prac remontowych badanych szlaków – we wrześniu 2017 roku. Następnie wykonano szczegółową analizę efektów prac remontowych.

Badanie zostały przeprowadzone ze środków funduszu Projekt LIFE+ nr LIFE12 NAT/PL/000034 pt: „Natura w mozaice- ochrona gatunków i siedlisk w obszarze Pieniny”.

CHARAKTERYSTYKA MONITOROWANYCH SZLAKÓW TURYSTYCZNYCH

Szlak niebieski z Kosarzysk do Polany Pieniny

Szlak niebieski jest główną trasą pieszą, która przebiega przez całe pasmo Pienin Właściwych i Małych Pienin (Kiszka 2010). We wschodniej części PPN szlak prowadzi od przeprawy flisackiej przez Dunajec (koniec Pienińskiego Przełomu) poprzez skalistą grań Sokolej Perci (Sokolica – Przełęcz Sosnów – Czertezik – Czerteż) i dalej przez Ociemny Wierch, Polanę Kurnikówa, Sutrówkę, Polanę Istebki, Polanę Wymiarki, Polanę Limierczyki i wychodzi na Zamkową Górę. Od Zamkowej Góry przez przełęcz na Polanie Kosarzyska aż po przełęcz pod Okrąglicą trasa szlaku biegnie wzdłuż głównego grzbietu Masywu Trzech Koron, następnie przez Polanę Pieniny szlak schodzi na Przełęcz Szopkę.



Ryc. 2. Przebieg szlaku niebieskiego na monitorowanym odcinku Kosarzyska - Hala Pieniny
The course of the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade

Pierwszy monitorowany fragment szlaku niebieskiego obejmuje 670-metrowy odcinek pomiędzy Kosarzyskami i Polaną Pieniny (Ryc. 2). W 2014 r. średnia szerokość ścieżki na badanym odcinku wynosiła 1,9 m (Kiszka, Kijowska-Strugała 2014). Początkowy fragment szlaku na Polanie Kosarzyska (ponad 200 m długości) cechował się bardzo dobrym stanem, ponieważ był wcześniej remontowany, jeszcze przed

rozpoczęciem realizacji ww. projektu. Zamontowano wówczas drewniane krawężniki, progi oraz barierki, a na obrzeżach trasy powstały liczne zabezpieczenia przed rozdeptywaniem roślinności. Stwierdzono jednak, że pomimo odpowiedniego zabezpieczenia przed niszczeniem, pokrywa roślinna w sąsiedztwie ścieżki była w początkowej fazie regeneracji.

Około 20 metrów za granicą lasu kończył się odremontowany fragment monitorowanego szlaku. Od tego miejsca w czerwcu 2014 roku szlak przybierał postać szerokiej na ponad 2 metry drogi o zniszczonej, nierównej nawierzchni. Wzdłuż szlaku obserwowano znaczną powierzchnię wydeptania roślinności, która na całym odcinku została oszacowana na $251,5 \text{ m}^2$ ($0,4 \text{ m}^2/1 \text{ m}$ długości szlaku).

W kolejnej części turystycznego traktu (340 – 400 m.b. szlaku) występowały dwa zakręty. W ich obrębie stwierdzono największe rozmiary wydeptania roślinności – powyżej 9 m^2 . Zakręty dróg w głównej mierze były wydeptywane po stronie wewnętrznej jako efekt skracania trasy przez turystów. Zaraz za drugim zakrętem szlak wychodził na urwisty grzbiet, zbudowany z licznych wychodni skał wapiennych występujących w podłożu. Wystające skały oraz korzenie drzew, podobnie jak skalne urwiska pełniły funkcję naturalnych barier, dlatego szlak w tym miejscu nie przekraczał szerokości 50 cm. Niecałe 50 metrów dalej, w miejscu, gdzie kończą się wychodnie skalne, szerokość szlaku znów wzrosła do około 2 m.

W końcowym fragmencie monitorowanego odcinka trasy, występowały drewniane progi w złym stanie technicznym. Ostatnie podejście przed wejściem na Okrąglicę to strefa szerokiego szlaku (do 3 m szerokości) oraz dwóch miejsc postojowych dla turystów: jedno tuż przed wejściem na galerię widokową, oraz drugie, położone niedaleko Polany Pieniny.

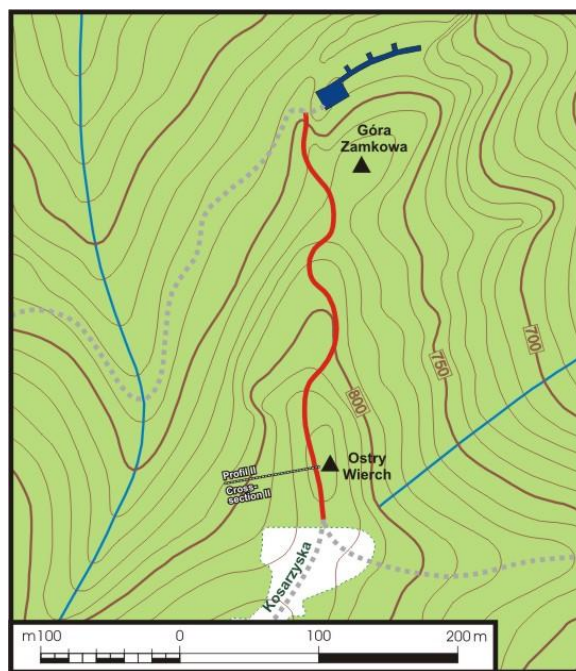
Erozja nawierzchni szlaku na trasie Kosarzyska – Polana Pieniny występowała głównie w postaci rozcięć liniowych, spowodowanych działalnością spływających wód opadowych. Korzenie drzew oraz lita skała, występujące w podłożu często stanowiły naturalny element zabezpieczający nawierzchnię szlaku przed niszczeniem. Odslonięte, uszkodzone korzenie drzew występowały licznie w środkowym i górnym odcinku analizowanej ścieżki, tworząc stopnie o wysokości do 40 cm. Dodatkowo obserwowano drewniane progi, przepusty i rowy ściekowe, których zadaniem było odprowadzanie wody opadowej ze szlaku. Przeważnie były one w złym stanie, często zasypane materiałem zwietrzelinowym oraz organicznym.

Szlak niebieski z Kosarzysk na Zamkową Górę

Drugi z monitorowanych fragmentów odcinków to również fragment szlaku niebieskiego obejmujący odcinek pomiędzy Kosarzyskami a Zamkową Górą o długości 320 m (Ryc. 3). Średnia szerokość ścieżki turystycznej w 2014 roku wynosiła 1,8 m.

W dolnym odcinku monitorowanego szlaku, o szerokości 250 cm, odnotowano drewniane progi, przepust oraz niewielkie mikrorozcięcia (do 2 cm głębokości) i odslonięte korzenie drzew (wystające do 5 cm ponad poziom podłoża). Na grzbiecie Ostrego Wierchu obserwowano liczne odslonięte korzenie (30 cm ponad poziom podłoża) oraz fragmenty skał. W miejscu postoju i odpoczynku dla turystów szerokość ścieżki wynosiła do 10 m, natomiast powierzchnia wydeptania w tym obszarze osiągnęła wartość 32 m^2 . W

dalszej części szlaku ścieżka zwężała się do 140 cm i trawersowała stromy stok. Widoczne były stare, spróchniałe belki poprzeczne (wysokość do 40 cm) i krawężniki, a w podłożu stwierdzono liczne odsłonięte skały oraz korzenie drzew. W następnych fragmentach szlaku brak krawężnika spowodował poszerzenie ścieżki do 250 cm. Dodatkowo odsłonięte, śliskie skały wapienne i korzenie drzew przyczyniły się do wydeptania przez turystów roślinności w najbliższym sąsiedztwie ścieżki. Doprowadziło to do powstania nowego szlaku bocznego o szerokości 60 cm, który był obniżony o około 15 cm w stosunku do ścieżki głównej.



Ryc. 3. Przebieg szlaku niebieskiego na monitorowanym odcinku Kosarzyska – Zamkowa Góra
The course of the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill

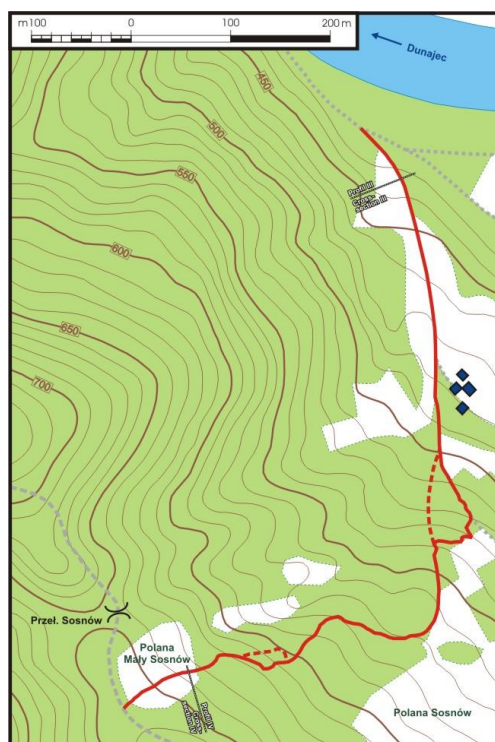
Zmniejszenie nachylenia stoku w środkowym odcinku trasy (ok. 160 m.b. szlaku) przyczyniło się do powstania miejsca postojowego o szerokości około 420 cm, charakteryzującego się całkowitym wydeptaniem roślinności. W kolejnych odcinkach szlaku stromy stok oraz wychodnie skał wapiennych przyczyniły się do znacznego zwężenia jej szerokości (60 cm). Część odsłoniętych skał pełniło rolę stopni. W kolejnym fragmencie zanotowano obecność ułatwiających poruszanie się po stromym szlaku metalowych barierek z prawej strony ścieżki oraz drewnianych progów o wysokości 20 cm i krawężników. Odnotowano także rozcięcia pomiędzy odsłoniętymi skałami do głębokości 10 cm. Poniżej barierek obserwowano drzewa z odsłoniętymi, mocno zniszczonymi korzeniami (nawet do 90 cm ponad poziom podłoża).

Na wysokości 240 m.b. badanego odcinka ścieżki, w miejscu o niewielkim nachyleniu terenu, w pobliżu zakrętu szlaku występowało miejsce postojowe o dużych rozmiarach (długość 11 m i szerokość 18 m). W dalszym przebiegu trasy obserwowano odsłonięte wśród skał korzenie drzew (do wysokości 90 cm ponad poziom podłoża) po prawej stronie ścieżki. W końcowym odcinku monitorowanego fragmentu szlaku, który trawersował urwisty, skalny stok Zamkowej Góry – stwierdzono obecność metalowych barierek i drewnianego mostu o szerokości 100 cm. Nieco dalej znajdowały się drewniane schody (150 cm

szerokości), ograniczone z prawej strony barierką, oraz masywne kamienne schody, ułożone z wapiennych bloków (również 150 cm szerokości), które prowadzą na taras główny zamku św. Kingi.

Szlak zielony z Krasu na Przełęcz Sosnów

Zielony szlak turystyczny zaczyna się w Krościenku na rynku, skąd prowadzi najpierw wzdłuż ulicy Św. Kingi, następnie biegnie w górę doliny Dunajca do przysiółka Kras. Od Krasu trasa zaczyna się wspinać po stokach aż do Przełęczy Sosnów (Kiszka 2016). Monitoring stanu ścieżek turystycznych obejmował ostatni fragment szlaku zielonego: od Krasu do końca szlaku na Przełęczy Sosnów o długości 860 m (Ryc. 4). Średnia szerokość ścieżki turystycznej w 2014 roku na monitorowanym odcinku wyniosła 2,7 m.



Ryc. 4. Przebieg szlaku zielonego na monitorowanym odcinku Kras – Przełęcz Sosnów
The course of the green trail from Kras to the Sosnów pass

Podczas kartowania geomorfologicznego w 2014 roku w odcinku dolnym ścieżki obserwowano stożek usypiskowy o szerokości 460 cm, a powyżej znajdowała się bruzda erozyjna, zmodyfikowana przez człowieka. Kolejny odcinek ścieżki obejmował strome podejście, gdzie szlak, o szerokości 270 cm prowadził dnem głębokiego na ok. 100 cm holwegu. Forma ta powstała poprzez podłużne rozcinanie dna kołami pojazdów mechanicznych oraz przez erozję wodną. W obrębie holwegu odnotowano odsłonięte korzenie drzew (ok. 100 cm ponad poziom podłoża). Obok znajdowała się wąska (60 cm) boczna ścieżka o długości około 21 m, która pozwalała na obejście holwegu. Około 10 m dalej zaobserwowano miejsce postojowe (szerokość ok. 800 cm) z wydeptaną roślinnością. Zaraz za miejscem postojowym znajdował się kolejny holweg, tym razem nieco mniej rozcięty (90 cm głębokości) oraz boczna ścieżka omijająca (160 cm szerokości).

Dalej trasa szlaku wiedzie przez polanę w obrębie stoku o niewielkim nachyleniu. Szerokość drogi wzrosła do około 350 cm, a na jej powierzchni widoczne były wcięcia erozyjne (do ok. 10 cm), powstałe

wskutek działalności człowieka (pojazdy mechaniczne) oraz erozji wodnej. W następnym odcinku obserwowano nową ścieżkę boczną (100-190 cm szerokości), omijającą dawną drogę, nieużywaną ze względu na zbyt duże rozcięcie (do 150 cm), uniemożliwiające jej wykorzystywanie. Około 40 m dalej ścieżki łączą się w jedną trasę o szerokości 260 cm. Zanotowano tu dwa wcięcia erozyjne (do głębokości 15 cm), powstałe głównie w wyniku ich eksploatacji przez pojazdy mechaniczne. W odległości około 50 m od zabudowań prawa bruzda erozyjna osiągnęła głębokość 30 cm, co przyczyniło się do poszerzenia ścieżki (340 cm). Następnie szlak prowadził przez stromy stok, na którym ponownie uległ wcięciu w podłoże (do 90-150 cm), tworząc kolejny holweg. Obok powstała równoległa ścieżka boczna o szerokości 60-250 cm. Na jej powierzchni stwierdzono bruzdę erozyjną (30 cm szerokości, 6 cm głębokości) oraz korzenie drzew, wystające ok. 4 cm ponad poziom podłoża. Za granicą lasu ścieżki złączyły się ze sobą i powstała szeroka strefa wydeptania roślinności (do 13 m).

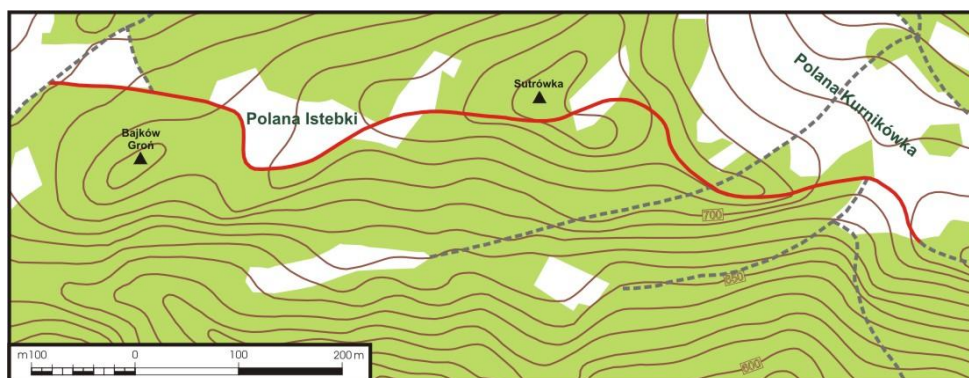
W dalszej części trasy szlak trawersował bardzo stromy stok. Ścieżka pokryta licznymi głazami uległa głębokiemu wcięciu (160-200 cm), tworząc bardzo niebezpieczny dla ruchu turystycznego odcinek. Turyści zaczęli omijać niewygodny fragment szlaku, dlatego równolegle do niego powstał rozległy pas wydeptania roślinności o szerokości ok. 12 m, obejmujący stromy stok. Na powierzchni występowały licznie odsłonięte, połamane korzenie (30 cm ponad poziom podłoża). Powyżej wciosu droga przebiegała po prawie płaskim stoku i osiągała szerokość 350 cm. W następnym odcinku szlaku odnotowano naturalne progi utworzone z odsłoniętych korzeni drzew (15 cm ponad poziom podłoża). Ścieżka rozszerzała się do ok. 7 m (miejsce postojowe turystów), a następnie obserwowano wcięcia erozyjne (do 10 cm). Z lewej strony trasy głównej, szerokiej na 500 cm, widoczna była dzika ścieżka o szerokości 100 cm. W kolejnym odcinku droga zwężała się do 210 cm, a korzenie i głazy tworzyły naturalne progi o wysokości odpowiednio 20 i 30 cm. Na stromym stoku, brak wyraźnej ścieżki powodował rozległe rozdeptywanie roślinności w pasie o szerokość 10 m.

W górnym odcinku trasa szlaku prowadziła na polanę Mały Sosnów. W nawierzchni szlaku stwierdzono wcięcie erozyjne do 20 cm głębokości. Droga miała w tym miejscu szerokość 250 cm i pokryta była droбноziarnistym materiałem zwietrzelinowym. Na końcu szlaku (Przełęcz Sosnów) znajdowało się miejsce postojowe (ławki), a szerokość ścieżki wyniosła 500 cm. W podłożu występowały odsłonięte i poprzecierane z wierzchu korzenie drzew, wystające 15 cm ponad poziom podłoża.

Szlak niebieski z Kurnikówki na Polanę Wymiarki

Jest to fragment głównego szlaku niebieskiego o długości 940 m (Ryc. 5). Średnia szerokość całego monitorowanego odcinka ścieżki turystycznej wyniosła 2,1 m. W obrębie polany Kurnikówka ścieżka turystyczna (szerokość 110-190 cm) charakteryzowała się gliniastym podłożem zawierającym liczne okruchy skalne. Na jej powierzchni zaobserwowano rozcięcia erozyjne (2-5 cm głębokości). W lesie szerokość ścieżki wzrosła do 250 cm. W podłożu zaobserwowano odsłonięte korzenie drzew (10-15 cm ponad poziom podłoża) oraz głazy.

Kolejny odcinek ścieżki charakteryzował się dużą wilgotnością gruntu, która ułatwiła poszerzenie trasy i wydeptanie roślinności na szerokości do 400 cm. Około 30 metrów dalej szlak znów zwężał się do 150 cm, a w podłożu widoczne były liczne, uszkodzone korzenie (do 35 cm ponad poziom podłoża) i głązy. Dalszy fragment trasy przebiegał po skalistej grani. Twarde, wapienne skały ograniczały obszar wykorzystywany do turystyki pieszej (szerokość 120-140 cm). Nieco wyżej odnotowano krawężniki i cztery drewniane progi o wysokości 15 cm, zamontowane pomiędzy skałami. Korzenie odsłonięte były do wysokości 25 cm nad powierzchnią. Na samym szczycie grzbietu znajdował się punkt widokowy o strefie wydeptania szerokości 320 cm.



Ryc. 5. Przebieg szlaku niebieskiego na monitorowanym odcinku Kurnikówka – Wymiarki
The course of the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade

W dalszej części szlaku zastosowano drewniane krawężniki oraz poprzeczne belki. Szerokość trasy w tym odcinku wyniosła około 130 cm. W kolejnym fragmencie szlaku o szerokości ok. 200 cm i wyrównanej powierzchni, stwierdzono w podłożu odsłonięte korzenie drzew (do 7 cm ponad poziom podłoża).

Następny etap trasy w obrębie polany charakteryzowało ograniczenie szlaku drewnianymi krawężnikami z obydwu stron. Pomimo zastosowania krawężników stwierdzono rozdeptanie boczne roślinności wzdłuż ścieżki (szerokość ścieżki z wydeptanym obszarem wyniosła 210 cm). W lesie ścieżka znacznie się poszerzyła – nawet do 600 cm, widoczne były głązy oraz uszkodzone korzenie drzew. Rzeźba terenu w kolejnych odcinkach przyczyniła się do ograniczenia ścieżki prawostronnym krawężnikiem (duże nachylenie stoku) i jej zwężenia (ok. 120-140 cm). Następnie na szlaku, który trawersował stromy stok odnotowano obustronne krawężniki i drewniane belki, pełniące funkcję stopni.

Następny fragment monitorowanego odcinka, który prowadził przez polanę odznaczał się niewielką szerokością ścieżki – 100 cm. Pomimo zastosowania prawostronnego krawężnika, odnotowano obszar wydeptania roślinności (do 40 cm).

Końcowy fragment badanego szlaku przebiegał przez las. Szerokość ścieżki uległa zwiększeniu do 310-430 cm. W podłożu ścieżki dużej wilgotności stwierdzono występowanie odsłoniętych korzeni drzew oraz bruzdę erozyjną o głębokości 5 cm. W miejscu stromego spadku terenu szlak przybrał formę holwegu na długości około 10 m. Po wyjściu na Polanę Wymiarki szerokość szlaku zmniejszyła się do ok. 180 cm.

Po prawej stronie trasy pojawiły się krawężniki. Nawierzchnia tego odcinka szlaku cechowała się płytki rozcięciami erozyjnymi i nielicznymi, odsłoniętymi korzeniami.

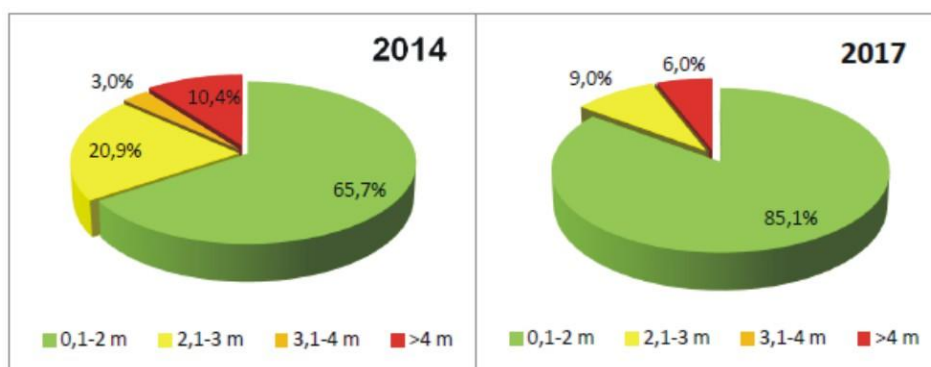
WYNIKI BADAŃ

W okresie 2014-2017 w obrębie wyznaczonych fragmentów szlaków turystycznych przeprowadzone zostały zabiegi remontowe. Polegały one na wymianie starych i zużytych drewnianych elementów szlaku na nowe. Na drogach o dużej szerokości usypano nową nawierzchnię i ograniczono ją krawężnikami, czasami także poręczami. W miejscach niebezpiecznych – głównie w obrębie stromych podejść zastosowano rozwiązania ułatwiające przemieszczanie się (schody, progi i poręcze). Najbardziej niebezpieczne fragmenty szlaku zielonego zostały całkowicie wyłączony z ruchu turystycznego, a przebieg szlaku został zmieniony w celu ominięcia stref silnej degradacji.

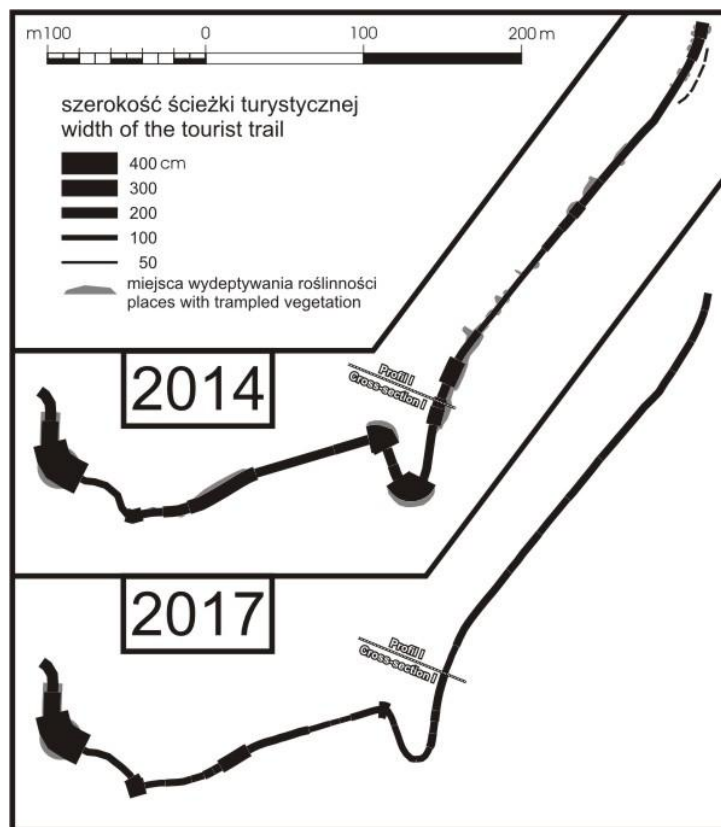
We wrześniu 2017 roku przeprowadzono końcowe kartowanie geomorfologiczne, dzięki któremu poznano ogólny stan wyremontowanych szlaków, odnotowano wszelkie zmiany, stwierdzono poprawę bezpieczeństwa oraz przeprowadzono ogólną ocenę wykonanych prac renowacyjnych.

Szlak niebieski z Kosarzysk do Polany Pieniny

Prace remontowe objęły w sumie ok. 85% długości monitorowanego fragmentu szlaku niebieskiego na odcinku Kosarzyska-Polana Pieniny. Przeprowadzone badania w 2017 r. wykazały, że średnia szerokość ścieżki turystycznej wyniosła 1,5 m. W odniesieniu do badań przeprowadzonych w 2014 r. średnia szerokość ścieżki zmniejszyła się o 0,4 m. Zarówno w 2014 r. jak i 2017 r. największy odsetek stanowiły odcinki szlaku o szerokości 0,1-2,0 m, (Ryc. 6). Kolejną grupę tworzyły fragmenty szlaku o szerokości 2,1-3,0 m, które w 2014 r. i 2017 r. stanowiły odpowiednio 15% oraz 9%. Odsetek odcinków ścieżki o szerokości przekraczającej 3 m wyniósł w 2017 r. 6%, czyli o 1,5 razy mniej niż w 2014 r. Były one zlokalizowane w końcowej części monitorowanego odcinka trasy (Ryc. 7).



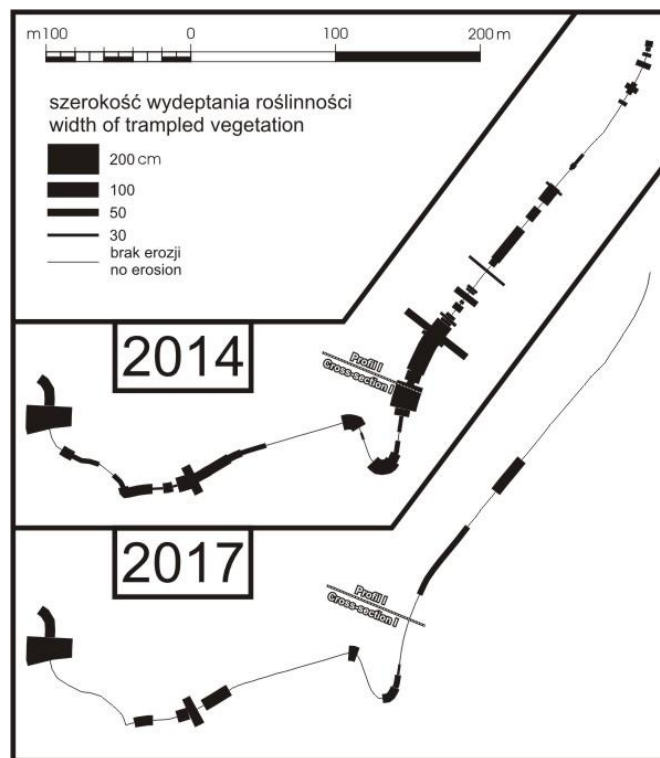
Ryc. 6. Procentowy udział długości ścieżki w określonych przedziałach szerokości na szlaku Kosarzyska-Polana Pieniny
Percentage of path length in certain width ranges on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade



Ryc. 7. Szerokość ścieżki na trasie Kosarzyska-Polana Pieniny
Track width on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade

Szerokość wydeptania pokrywy roślinnej wzdłuż szlaku uległa zmniejszeniu, głównie w początkowej i środkowej części monitorowanego odcinka szlaku niebieskiego (Ryc. 8). Zastosowanie drewnianych zapór i poręczy umożliwiło skuteczne przeciwdziałanie rozdeptywaniu roślinności i spowodowało wyraźne zmniejszenie skali degradacji pokrywy roślinnej w sąsiedztwie ścieżki (Fot. 1). W strefach ze zdewastowaną roślinnością zainstalowano przeszkody zniechęcające turystów do schodzenia ze szlaku. W 2017 roku roślinność zabezpieczona przed rozdeptywaniem wzdłuż szlaku uległa kompletnej regeneracji (Fot. 2).

Całkowita powierzchnia wydeptania terenu przylegającego do odcinka szlaku o długości 600 m w 2017 r. wyniosła 109 m² (0,2 m²/1 m długości szlaku) i była o 143 m² mniejsza niż w 2014 r. Największe strefy rozdeptania w 2014 r., zarejestrowane na odcinku między końcem Polany Kosarzyska (240 m.b. szlaku) a drugim zakrętem szlaku (400 m.b. szlaku) zostały w wyniku remontu zupełnie zlikwidowane (Ryc. 9).



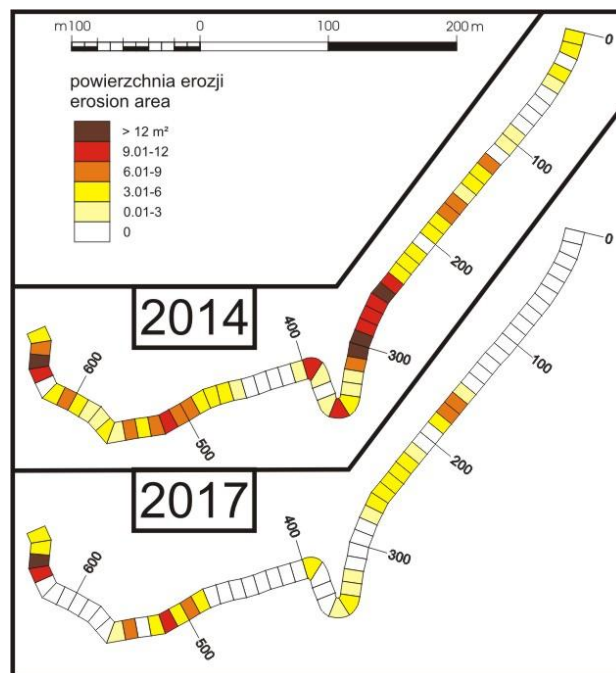
Ryc. 8. Szerokość wydeptania roślinności na szlaku niebieskim Kosarzyska-Polana Pieniny
The width of the trampled vegetation on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade



Fot. 1. Zastosowanie drewnianych progów, krawężników, przepustów wodnych oraz przeszkód w celu ograniczenia procesów erozyjnych na szlaku Kosarzyska-Polana Pieniny
The use of wooden thresholds, curbs, culverts and obstacles to reduce erosion on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade



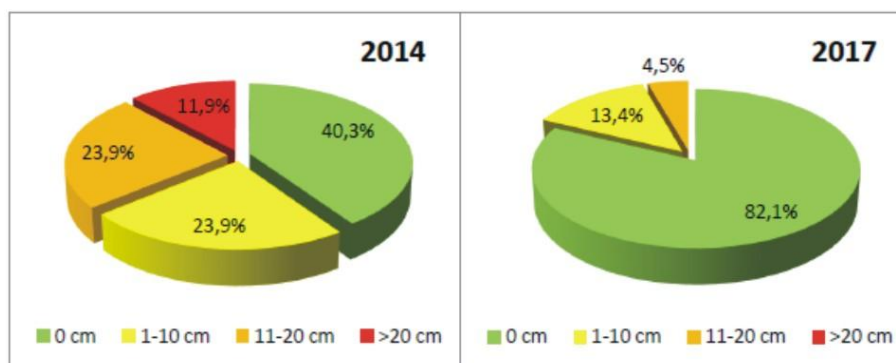
Fot. 2. Zastosowanie specjalnych zabezpieczeń przed rozdeptywaniem bocznym szlaku przez turystów umożliwił szybką regenerację pokrywy roślinnej na szlaku Kosarzyska-Polana Pieniny
The use of special protection constructions against the tourist dispersion allowed the plants to regenerate quickly on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade



Ryc. 9. Powierzchnia wydeptania roślinności, przypadająca na każde 10 m długości szlaku niebieskiego Kosarzyska - Polana Pieniny

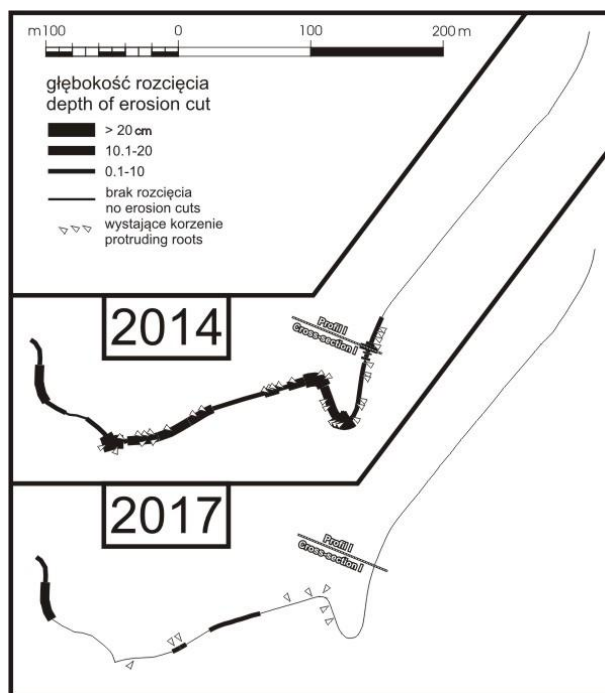
Erosion area without vegetation cover (per each 10 m path long) on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade

Erozja na szlaku Kosarzyska – Polana Pieniny występowała głównie pod postacią rozcięć liniowych, spowodowanych niszczącą działalnością spływających wód opadowych. W 2017 r. ponad 80% analizowanego odcinka szlaku (Ryc. 10) charakteryzowała się brakiem rozcięć erozyjnych. W odniesieniu do badań przeprowadzonych w 2014 r. zaobserwowano wyraźne zmniejszenie degradacji nawierzchni drogi pieszej (Ryc. 11). Jest to ewidentny skutek renowacji szlaku. Fragmenty ścieżek, wzdłuż których odnowiono wierzchnią warstwę, utwardzono ją drobnym żwirem, zastosowano drewniane stopnie (umieszczone w poprzek ścieżki) oraz krawężniki, erozja i transport materiału zostały znacznie ograniczone. Na podstawie przekroju poprzecznego ścieżki (profil I) widać, że erozja sięgająca do 40 cm w 2014 r. została znacznie ograniczona w 2017 r. w wyniku przeprowadzonych prac remontowych (Ryc. 12). Kolejne grupy stanowiły odcinki szlaku z rozcięciami erozyjnymi o głębokości 1-10 cm (13%) oraz 10,1-20 cm (5%). Rozcięcia powyżej 20 cm, w 2014 r. stanowiły 12% analizowanego odcinka i występowały głównie w obrębie stromych stoków leśnych, natomiast w 2017 r. nie stwierdzono takich odcinków (Ryc. 10).

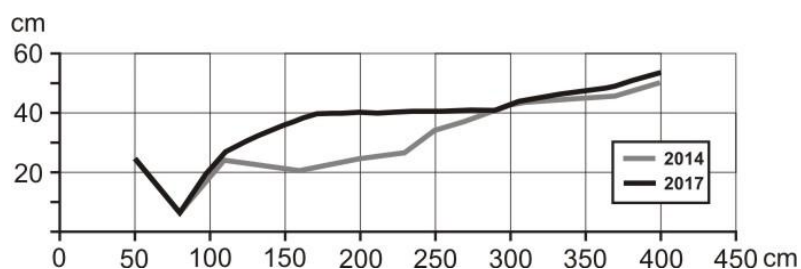


Ryc. 10. Procentowy udział długości ścieżki w określonych przedziałach głębokości rozcięć erozyjnych na szlaku Kosarzyska - Polana Pieniny

Percentage of path length in defined intervals of erosion cuts depth on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade



Ryc. 11. Głębokość rozcięć erozyjnych wraz z miejscami występowania odsłoniętych korzeni drzew na szlaku niebieskim: Kosarzyska - Polana Pieniny
Depth of erosion cuts and location of uncovered tree roots on the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade



Ryc. 12. Przekrój poprzeczny ścieżki Kosarzyska - Polana Pieniny (profil I)
Cross-section (profile I) of the blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade

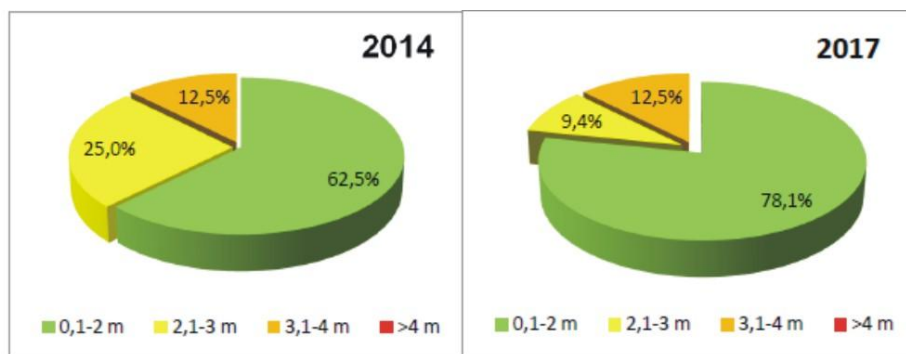
Liczba odsłoniętych korzeni w 2017 roku uległa zmniejszeniu (Ryc. 11). W miejscach z odnowioną nawierzchnią wystające korzenie drzew przeważnie zostały ukryte pod nowoutworzoną wierzchnią warstwą dróg pieszych (Fot. 3). Znaczna liczba wystających korzeni w 2017 roku została zlokalizowana na odcinku biegnącym wzdłuż urwistego grzbietu z licznymi wychodniami skalnymi – ok. 450 m.b. szlaku (Ryc. 11).



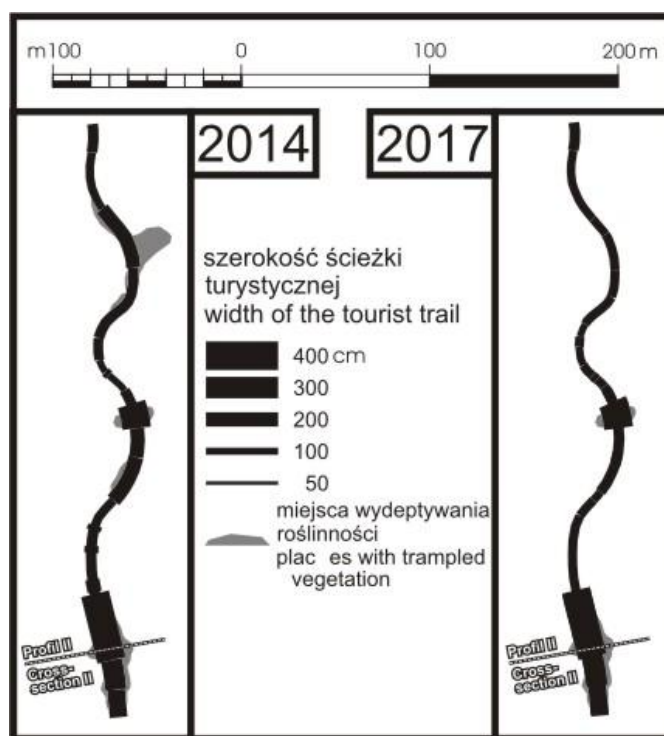
Fot. 3. Próba ukrycia zniszczonych korzeni drzew pod nową nawierzchnią szlaku w środkowej części trasy z Kosarzyska na Trzy Korony
An attempt to hide the wiped tree roots under the new trail surface in the middle of the route from Kosarzyska to the Pieniny glade

Szlak niebieski z Kosarzysk na Zamkową Górę

Prace remontowe zostały przeprowadzone na długości ok. 40% monitorowanego odcinka szlaku niebieskiego od Kosarzysk po Zamkową Górę. Przeprowadzone badania w 2017 r. wykazały, że średnia szerokość ścieżki turystycznej wyniosła niecałe 1.5 m i zmniejszyła się o 0,3 m w odniesieniu do 2014 r. Największą część (70%) stanowiły odcinki o szerokości 0,1-2,0 m, (Ryc.13). Były one zlokalizowane głównie z środkowej oraz końcowej części monitorowanego szlaku (Ryc.14). Udział procentowy szlaku w przedziale szerokości 2,1-3 m zmniejszył się z 25% (2014 r.) do 9% (2017 r.). Zarówno w 2014, jak i 2017 r. zaobserwowano taki sam procentowy udział szerokości ścieżki w przedziale 3,1-4 m – 13% (Ryc.13).

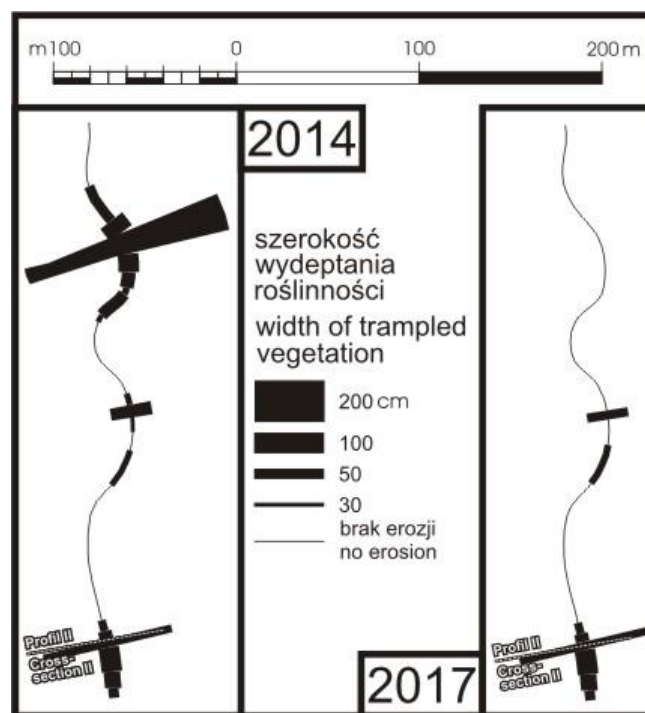


Ryc. 13. Procentowy udział długości ścieżki (Kosarzyska-Zamkowa Góra) w określonych przedziałach szerokości
Percentage of path length in certain width ranges on the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill

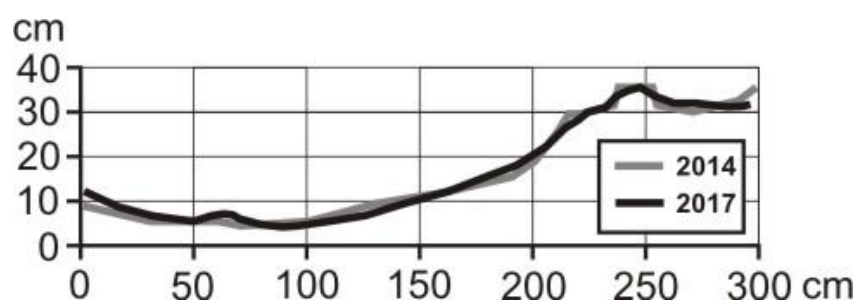


Ryc. 14. Szerokość ścieżki Kosarzyska-Zamkowa Góra
Track width on the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill

Prace remontowe przyczyniły się także do zmniejszenia szerokości wydeptania pokrywy roślinnej. Największe różnice są widoczne w końcowym fragmencie badanego odcinka szlaku niebieskiego (Ryc. 15). Natomiast w odcinku początkowym, nieobjętym renowacją nawierzchni szlaku, szerokość zniszczonej pokrywy roślinnej, wielkość erozji pozostały bezmian w stosunku do 2014 roku (Ryc. 16).

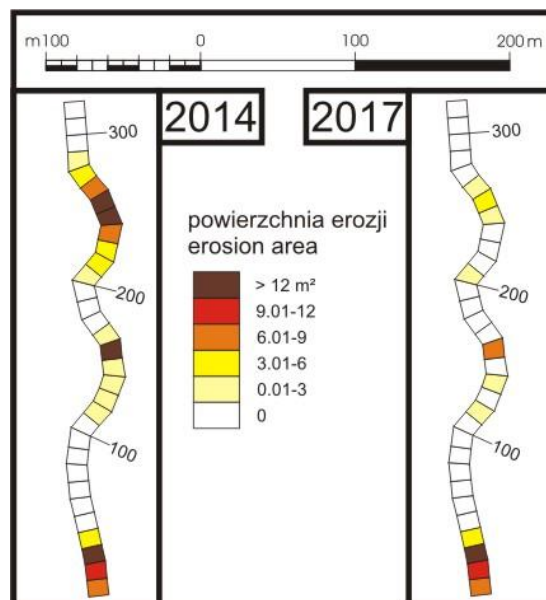


Ryc. 15. Szerokość wydeptania roślinności na odcinku szlaku niebieskiego Kosarzyska-Zamkowa Góra
The width of the trampled vegetation on the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill



Ryc. 16. Przekrój poprzeczny ścieżki na Oстрыm Wierchu (profil II)
Cross-section (profile II) of the track on Ostry Wierch hill

Powierzchnia erodowanego terenu przylegającego do analizowanego szlaku w 2017 roku znacząco się zmniejszyła w porównaniu z rokiem 2014 i wyniosła 71 m^2 ($0,4 \text{ m}^2/1 \text{ m}$ długości szlaku). Podobnie jak w 2014 r. największe rozmiary wydeptania roślinności w czasie badań w 2017 r. – powyżej $30 \text{ m}^2/10 \text{ m}$ obserwowano pomiędzy 20 a 30 m.b. szlaku (Ryc. 17). Wykonany profil poprzeczny (profil II) w 2014 i 2017 r. potwierdził dużą erozję na tym odcinku (Ryc. 16). W miejscu postoju i odpoczynku dla turystów na Szerokim Wierchu szerokość ścieżki dochodziła nawet do 10 m (Fot. 4). Zaobserwowano tam liczne odsłonięte korzenie (30 cm powyżej poziomu podłoża) oraz głązy. Powierzchnia wydeptania w tym obszarze osiągnęła wartość 32 m^2 (Ryc. 17). W 2014 r. odnotowano także inne miejsce postojowe o dużych rozmiarach (długość 11 m i szerokość 18 m), zlokalizowane w końcowym odcinku badanego szlaku (pomiędzy 240 a 260 m.b. szlaku). Zmniejszenie nachylenia stoku w pobliżu zakrętu szlaku turyści uznali za dogodne warunki dla miejsca odpoczynku i załatwiania potrzeb fizjologicznych. W czasie badań w 2017 r. stwierdzono, że przeprowadzony remont znacznie ograniczył wydeptywanie roślinności w tym fragmencie szlaku. Trasa piesza została odgradzona za pomocą barierek. Dawne miejsce postojowe zastało obłożone suchymi gałęziami drzew iglastych, które skutecznie zniechęcały turystów do schodzenia ze szlaku (Fot. 5).



Ryc. 17. Powierzchnia wydeptania roślinności wzdłuż szlaku Kosarzyska-Zamkowa Góra, przypadająca na każde 10 m długości
Erosion area without vegetation cover (per each 10 m path long) on the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill



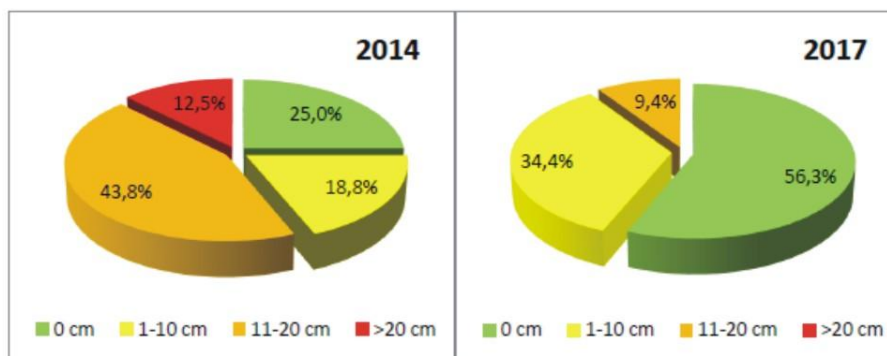
Fot. 4. Miejsce postojowe na Oстрым Wierchu to obszar wzmożonej erozji, której efektem są znaczna szerokość szlaku, duża powierzchnia zniszczonej roślinności oraz odsłonięte korzenie drzew
The tourist layover place on Ostry Wierch hill is an increased erosion area with significant width of the trail, heavily damaged vegetation cover and exposed tree roots



Fot. 5. Miejsce zbaczania turystów ze szlaku zostało odgrodzone za pomocą barier, porozrzucany gałęzie drzew pełnią rolę dodatkowego elementu zniechęcającego do schodzenia ze szlaku
The tourists' trail descending place was separated by barriers, and the scattered tree branches provide an additional deterrent to descent from the trail

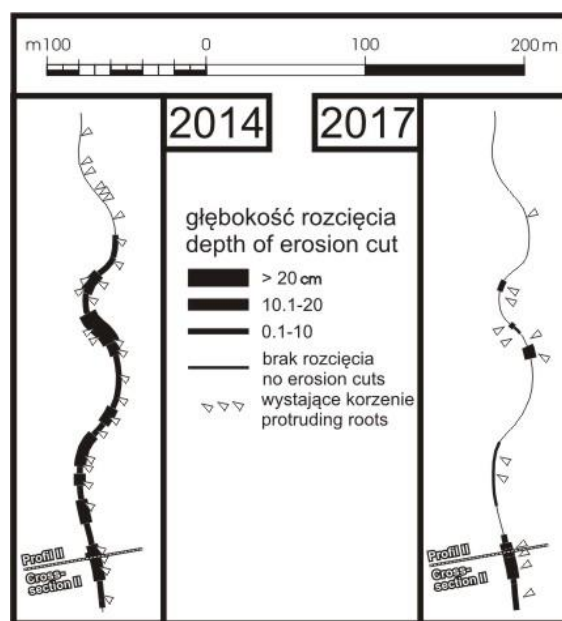
Erozja na szlaku Kosarzyska-Zamkowa Góra występowała głównie w postaci rozcięć liniowych, spowodowanych działalnością wód opadowych. Brak rozcięć erozyjnych w 2017 r. stwierdzono w obrębie

56% analizowanego odcinka szlaku, natomiast w 2014 r. jedynie na 25% (Ryc. 18). Fragmenty szlaku bez rozcięć erozyjnych zlokalizowane były w miejscach, gdzie występowały antropogeniczne modyfikacje, ułatwiające wędrówkę turystom: umocniona ścieżka, most, schody (Ryc. 19). Najwięcej ułatwień zastosowano w obszarach o dużym nachyleniu terenu, które są najbardziej podatne na procesy erozyjne (Fot. 6). W 2017 r. nie odnotowano rozcięć przekraczających 20 cm, natomiast w 2014 r. stanowiły one aż 13% analizowanego odcinka i występowały głównie w obrębie stromych stoków leśnych (Ryc. 19).



Ryc. 18. Procentowy udział długości szlaku Kosarzyska-Zamkowa Góra w określonych przedziałach głębokości rozcięć erozyjnych.

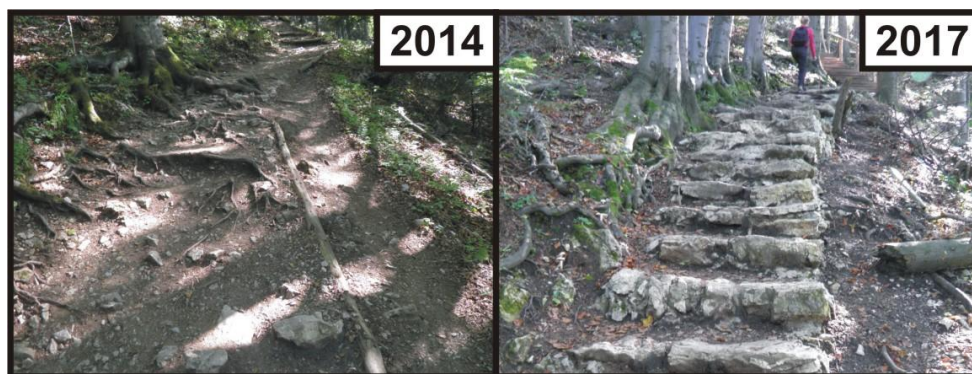
Percentage of path length in defined intervals of erosion cuts depth on the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill



Ryc. 19. Głębokość rozcięć erozyjnych wraz z miejscami występowania odsłoniętych korzeni drzew na szlaku niebieskim Kosarzyska-Zamkowa Góra

Depth of erosion cuts and location of uncovered tree roots on the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill

W wyniku prac remontowych znaczna ilość odsłoniętych korzeni drzew, występujących w podłożu została ukryta pod nawierzchnią szlaku. Jednak w kilku miejscach, gdzie trasa szlaku została poprowadzona w sąsiedztwie stromych ścian skalnych, w związku z trudnościami w ukryciu sterczących korzeni, pozostały one odsłonięte (Fot. 7).



Fot. 6. Zastosowanie ułatwień w postaci kamiennych i drewnianych schodów na stromym odcinku szlaku Kosarzyska-Zamkowa Góra

The use of structures facilitating mountain trekking in the form of stone and wooden stairs on a steep trail fragment from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill

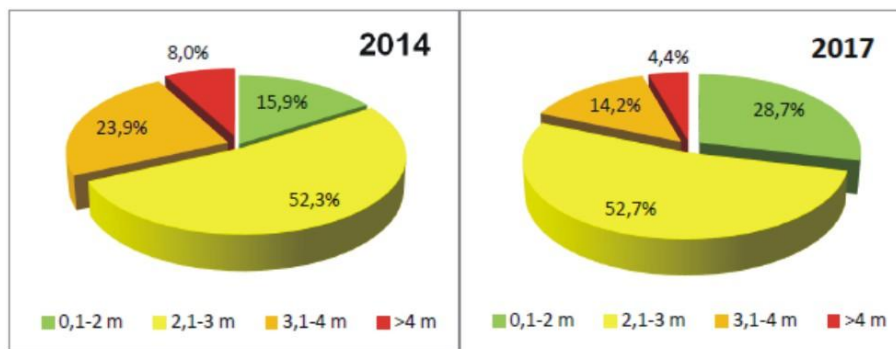


Fot. 7. Odslonięte korzenie drzew w końcowym fragmencie ścieżki z Kosarzysk na Zamkową Górę
Exposed tree roots in the final fragment of the blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa Góra hill

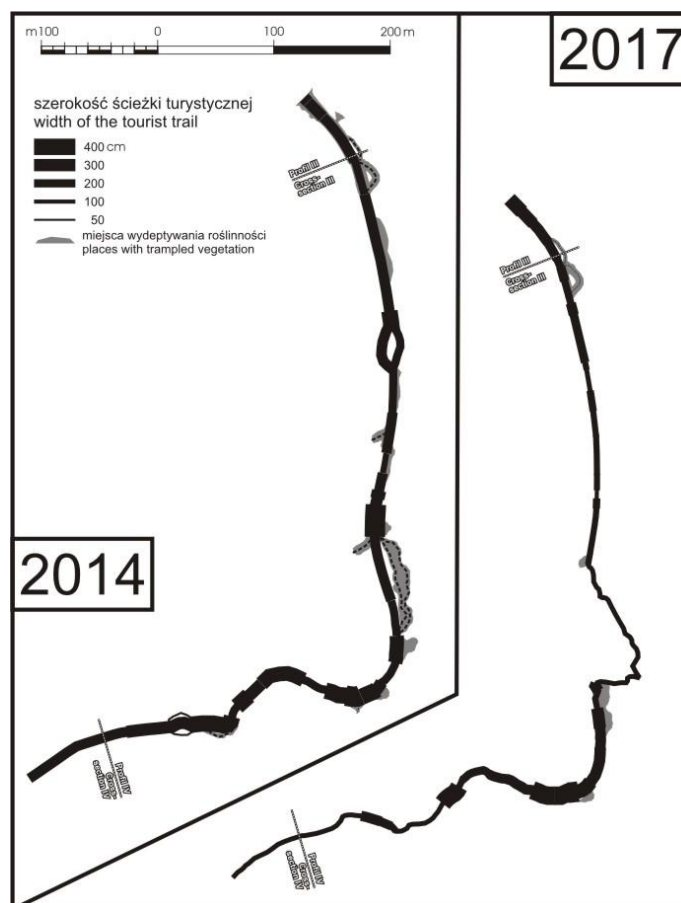
Szlak zielony z Krasu na Przełęcz Sosnów

Prace remontowe objęły około 60% monitorowanego fragmentu zielonego szlaku turystycznego. Przeprowadzone badania w 2017 r. na odcinku Kras-Sosnów wykazały, że średnia szerokość ścieżki turystycznej wyniosła 2,1 m, co oznacza zmniejszenie jej szerokości o 0,6 m w odniesieniu do 2014 r. Największą część, zarówno w 2014 (52%) jak i 2017 r. (53%) stanowiły odcinki szlaku pieszego o szerokości od 2,1 do 3,0 m (Ryc. 20). Kolejną grupę tworzyły odcinki o szerokości 0,1-2,0 m – zlokalizowane w środkowej i końcowej części badanego fragmentu szlaku (Ryc. 21). Ich odsetek wzrósł z 16% w 2014 roku do 29% w 2017 roku. Łączna długość ścieżek o przedziale szerokości 3,1-4,0 m (24% w 2014 r.) oraz szersze niż 4 m (8% w 2014 r.) uległa dwukrotnemu zmniejszeniu w roku 2017 (Ryc. 20). Zmniejszenie średniej szerokości ścieżki to efekt prac remontowych, które polegały w głównej mierze na zwężeniu drogi i ograniczeniu jej krawężnikami (Fot. 8).

W 2017 roku znacznie zmniejszyła się także szerokość wydeptania roślinności wzdłuż szlaku (Ryc. 22). Najszerze strefy wydeptania stanowiły miejsca postojowe oraz niebezpieczne trawersy stromych stoków (Ryc. 23). Szerokie pasy komunikacyjne, charakteryzujące się ogromną erozją podłoża oraz całkowitym rozdeptaniem roślinności zostały uznane za niepożądane odcinki szlaku. W ich miejsce wytyczono nowe, wąskie trasy, które zostały zabezpieczone krawężnikami i poręczami (Fot. 9).



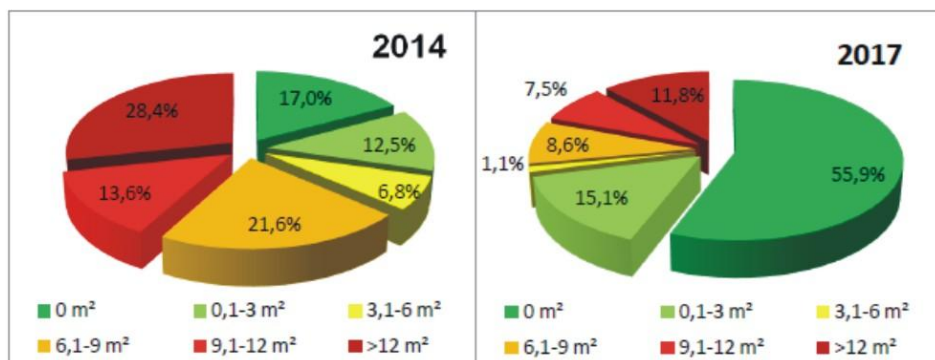
Ryc. 20. Procentowy udział długości ścieżki Kras-Sosnów w określonych przedziałach szerokości
Percentage of path length in certain width ranges on the green trail from Kras to the Sosnów pass



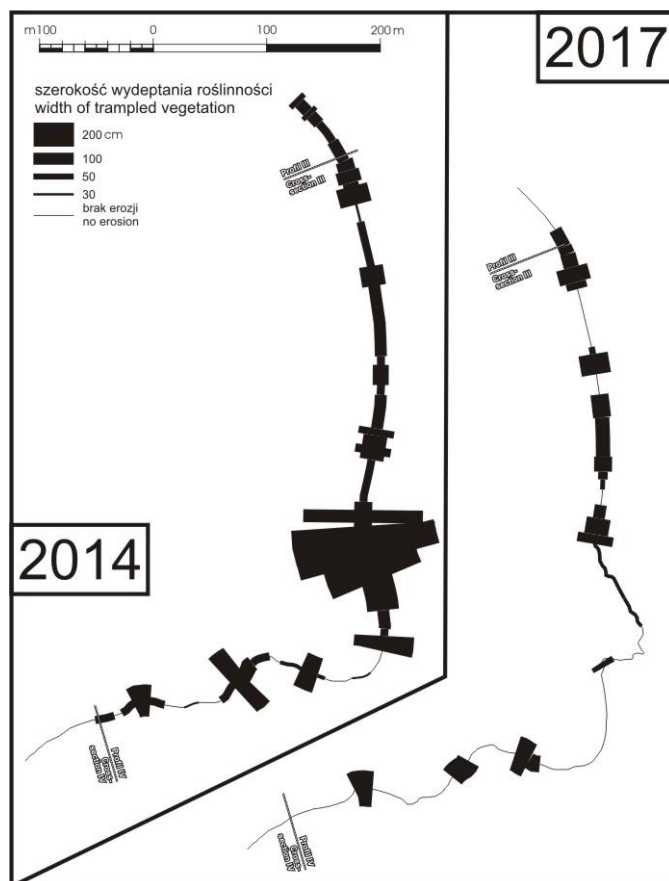
Ryc. 21. Szerokość ścieżki na trasie Kras-Sosnów wraz z obszarami wydeptania roślinności
Track width on the green trail from Kras to the Sosnów pass



Fot. 8. Stary oraz odnowiony fragment ścieżki w dolnej części szlaku zielonego Kras – Sosnów
Old and restored path at the bottom part of the green trail from Kras to the Sosnów pass



Ryc. 22. Procentowy udział łącznej powierzchni wydeptania roślinności wzdłuż szlaku Kras-Sosnów w określonych przedziałach zajmowanej powierzchni
 Percentage of total trampled vegetation area in certain area ranges on the green trail from Kras to the Sosnów pass

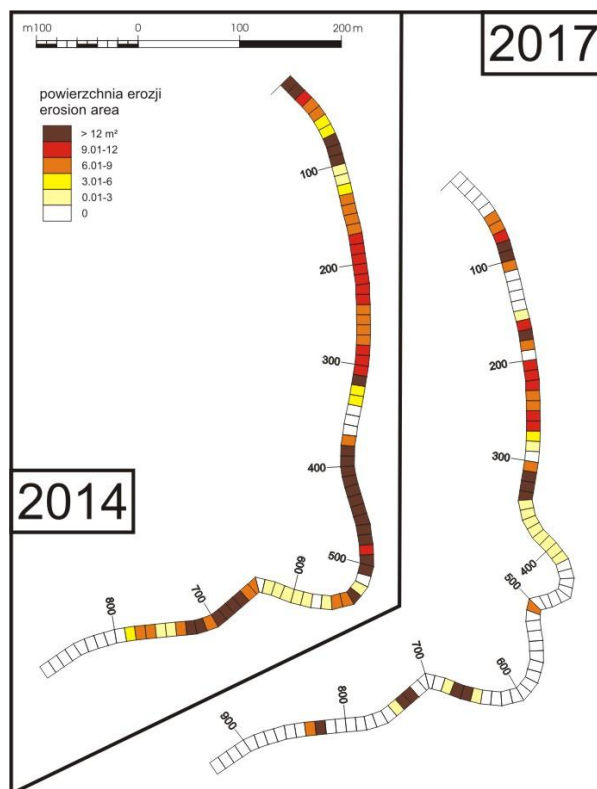


Ryc. 23. Szerokość wydeptania roślinności w obrębie ścieżki Kras-Sosnów
 The width of the trampled vegetation on the green trail from Kras to the Sosnów pass

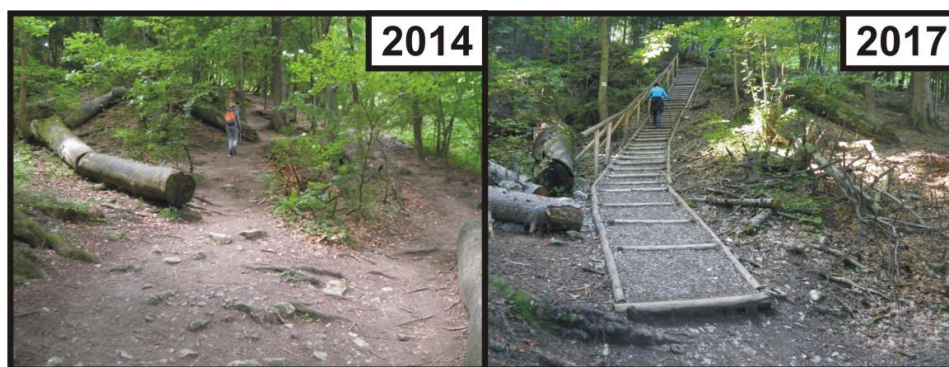


Fot. 9. Fragment szlaku Kras – Sosnów w obrębie stromego stoku charakteryzował się tak silną degradacją, że niezbędne okazało się wytyczenie nowej trasy, omijającej niebezpieczne miejsce
 The fragment of the trail from Kras to Sosnów pass in the steep slope was characterized by such a strong degradation that it was necessary to set out a new route, bypassing a dangerous place

W roku 2017, powierzchnia łączna wydeptania terenu przylegającego do analizowanego szlaku wyniosła 482,8 m² (1,8 m²/1 m długości szlaku). Wartość ta była o 68% niższa niż w 2014 r. W 2014 r. największe rozmiary wydeptania roślinności (powyżej 30 m²/10 m szlaku) obserwowano na odcinkach: 380-450 m.b., 500-510 m.b., 530-540 m.b. oraz 370-390 m.b. badanego szlaku (Ryc. 24), natomiast w 2017 r. powierzchnia wydeptywania szaty roślinnej znacznie się zmniejszyła w wyniku podjętych prac remontowych, polegających na umocnieniu i ograniczeniu drewnianymi krawężnikami szlaku turystycznego, a w niektórych miejscach wyznaczeniu nowej ścieżki turystycznej ze stopniami drewnianymi i barierką (Fot. 10).



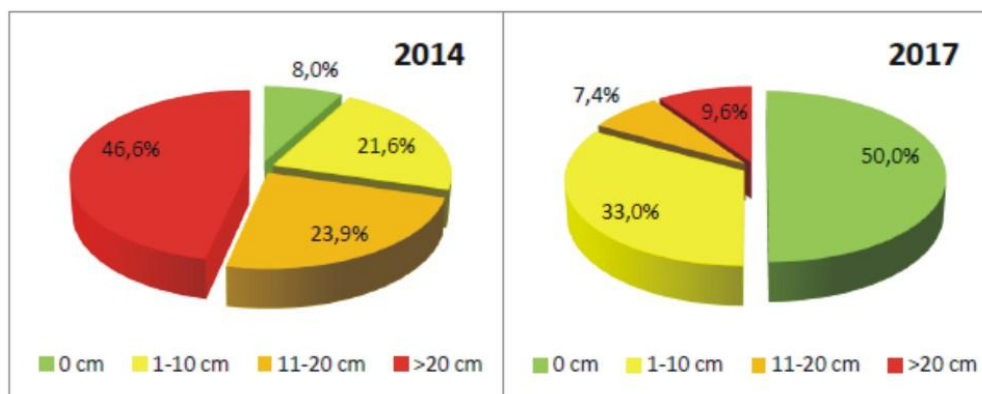
Ryc. 24. Powierzchnia wydeptania roślinności wzdłuż ścieżki Kras-Sosnów, przypadająca na każde 10 m długości
Erosion area without vegetation cover (per each 10 m path long) on the green trail from Kras to the Sosnów pass



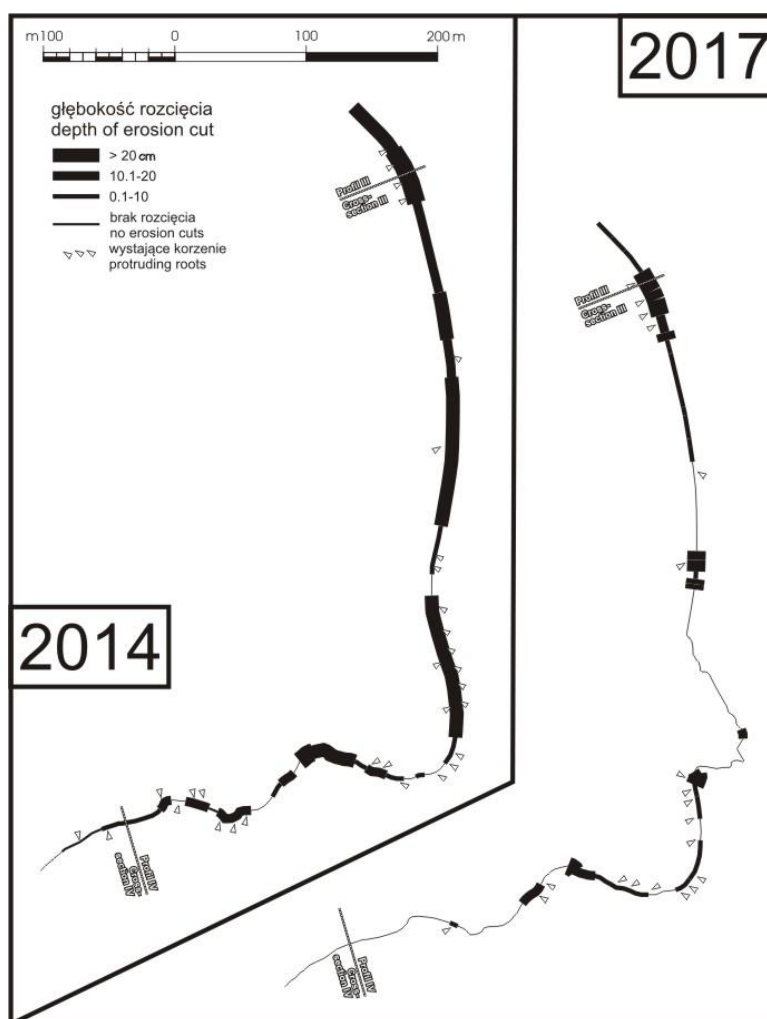
Fot. 10. Fragment nowej trasy, omijającej drogę z licznymi odkrytymi korzeniami drzew w górnej części szlaku zielonego Kras – Sosnów
Fragment of a new route bypassed the tourist road with many exposed tree roots at the upper part of the green trail from Kras to the Sosnów pass

Erozja na szlaku Kras-Sosnów występowała głównie w postaci rozcięć liniowych, spowodowanych wodami opadowymi oraz działalnością człowieka. W 2014 r. rozcięć erozyjnych nie odnotowano na 8%

analizowanego odcinka szlaku natomiast w 2017 r. na 50% (Ryc. 25). W 2014 r. oraz w 2017 r. rozcięcia powyżej 20 cm odnotowano na odpowiednio 47% oraz 10% długości szlaku (Ryc. 26). W dolnym fragmencie szlaku zielonego stwierdzono występowanie holwęgów (Fot. 11). Najgłębszy z nich rozciął podłoże na ponad 100 cm (Ryc. 27). W wyniku spływu wód opadowych nawierzchnia szlaku ulegała rozcinaniu i powstawały bruzdy erozyjne (Fot. 12, 13). Zostały one w wyniku remontu skutecznie zasypane (Ryc. 28).



Ryc. 25. Procentowy udział długości ścieżki na odcinku Kras-Sosnów w określonych przedziałach głębokości rozcięć erozyjnych
Percentage of path length in defined intervals of erosion cuts depth on the green trail from Kras to the Sosnów pass

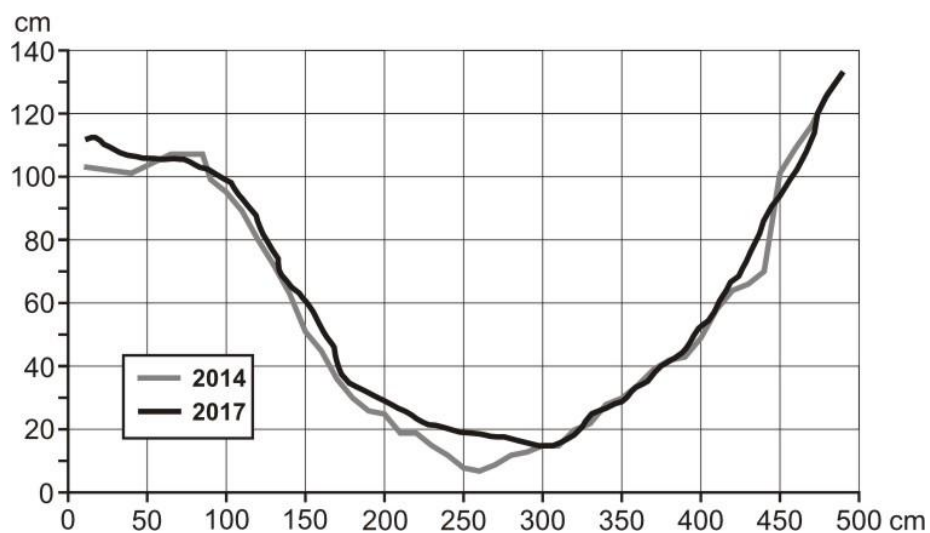


Ryc. 26. Głębokość rozcięć erozyjnych wraz z miejscami występowania odsłoniętych korzeni drzew na szlaku zielonym Kras-Sosnów

Fig. 26. Depth of erosion cuts and location of uncovered tree roots on the green trail from Kras to the Sosnów pass



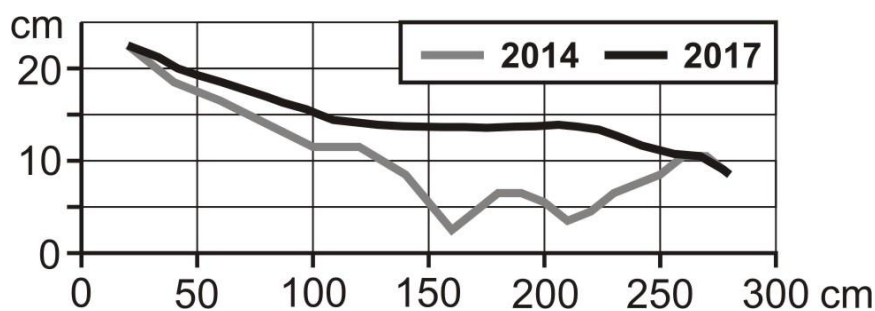
Fot. 11. Holweg w dolnym odcinku szlaku Kras-Sosnów
Holweg at the bottom part of the green trail from Kras to the Sosnów pass



Ryc. 27. Przekrój poprzeczny (profil III) dolnego odcinka ścieżki Kras-Sosnów
Cross-section (profile III) of the bottom part of green trail from Kras to the Sosnów pass



Fot. 12. Bruzda erozyjna zmodyfikowana przez człowieka w dolnym odcinku szlaku Kras-Sosnów
Erosion furrow modified by human at the bottom part of the green trail from Kras to the Sosnów pass



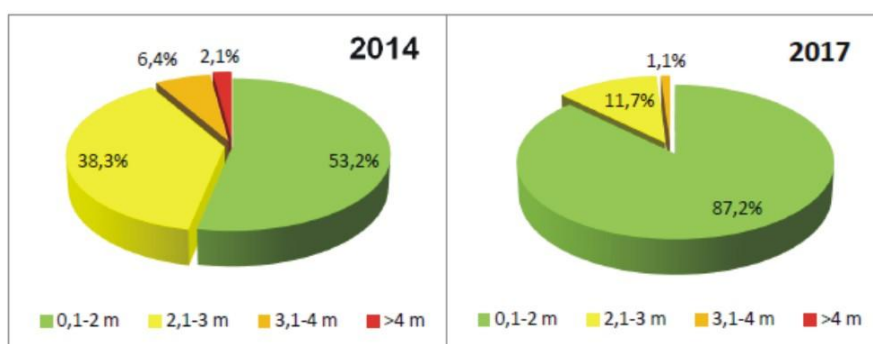
Ryc. 28. Przekrój poprzeczny (profil IV) górnego odcinka ścieżki Kras-Sosnów
Cross-section (profile IV) of the upper part of green trail from Kras to the Sosnów pass



Fot. 13. Ścieżka pod przełęczą Sosnów z miejscem wykonania IV profilu poprzecznego
Path under the Sosnów pass at the place of IV profile cross-section

Szlak niebieski z Kurnikówki na Polanę Wymiarki

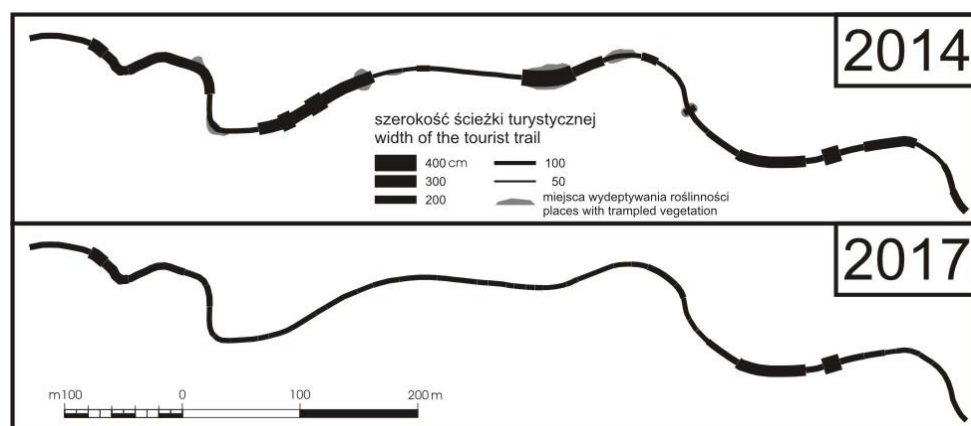
Okolo 70% monitorowanego szlaku niebieskiego na odcinku od Polany Kurnikówka po Polanę Wymiarki zostało objęte pracami renowacyjnymi. Przeprowadzone w 2017 r. kartowanie geomorfologiczne wykazało, że w wyniku remontów średnia szerokość ścieżki turystycznej (1,6 m) uległa zmniejszeniu o 0,5 m w stosunku do 2014 roku. Podobnie jak w 2014 r., największą część (87%) stanowiły fragmenty szlaku o szerokości od 0,1-2,0 m (Ryc. 29). Kolejną grupę tworzyły odcinki o szerokości 2,1-3,0 m (12%). W czasie badań w 2017 r. nie odnotowano odcinków ścieżki o szerokości powyżej 4 m (Ryc. 30).



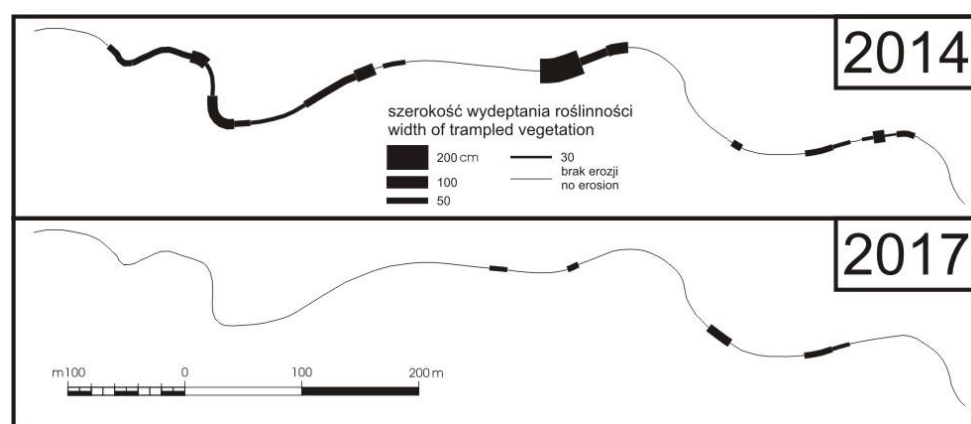
Ryc. 29. Procentowy udział długości ścieżki Kurnikówka-Istebki w określonych przedziałach szerokości
Percentage of path length in certain width ranges on the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade

W wyniku przeprowadzonych prac remontowych również szerokość wydeptania roślinności wzdłuż szlaku została znacznie obniżona (Ryc. 31). Znaczna część monitorowanego fragmentu szlaku została uregulowana poprzez zamontowanie krawężników i usypanie nowej nawierzchni (Fot. 14). Jedyne odcinek ścieżki, na którym nie stwierdzono większych zmian to trasa wiodąca skalistym grzbietem (od 120 m.b. do

250 m.b. badanego szlaku). Trasa szlaku w tym miejscu cechuje się niewielką szerokością, która wynika z licznych ograniczeń w postaci urwisk i wychodni skalnych.



Ryc. 30. Szerokość ścieżki w obrębie szlaku Kurnikówka-Istebki
Track width on the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade

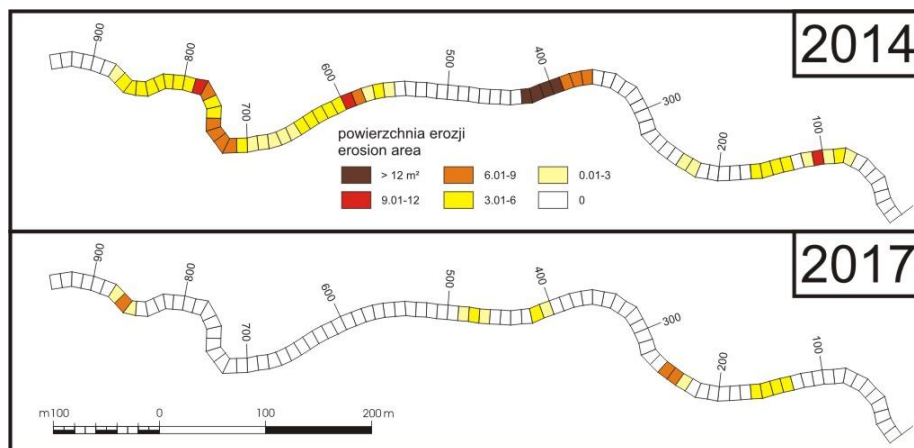


Ryc. 31. Szerokość wydeptania roślinności wzdłuż szlaku Kurnikówka-Istebki
The width of the trampled vegetation on the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade



Fot. 14. Fragment szlaku nieopodal polany Kurnikówka
Fragment of blue tourist trail near the Kurnikówka glade

Powierzchnia wydeptania terenu przylegającego do analizowanego szlaku znacząco się zmniejszyła w odniesieniu do 2014 r., z 290,1 m² do 61,3 m² (0,07 m²/1 m długości szlaku). W 2017 r. największe rozmiary wydeptywania roślinności wyniosły 7 m²/10 m, znacznie mniej niż w 2014 r., kiedy wartość ta osiągała 20 m²/10 m (Ryc. 32). Zastosowane zabiegi renowacyjne pozwoliły na zmniejszenie erozji i częściową regenerację wydeptanej roślinności również w newralgicznym odcinku szlaku, cechującym się znacznym zawilgoceniem podłoża i dużą podatnością na degradację (Fot. 15).

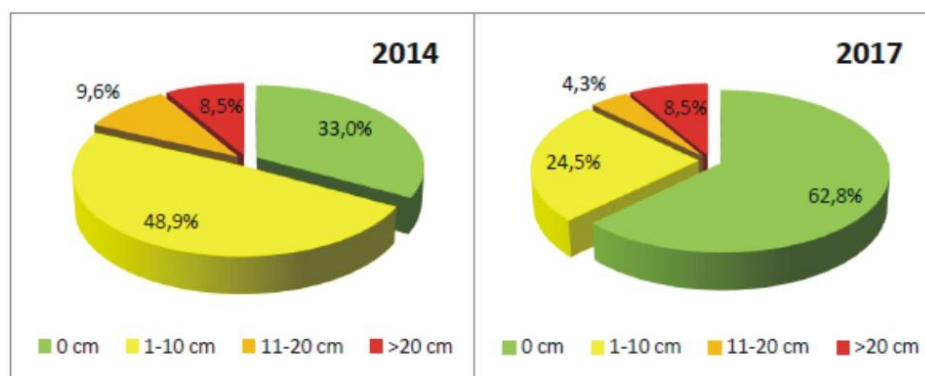


Ryc. 32. Powierzchnia wydeptania roślinności wzdłuż ścieżki Kurnikówka-Istebki, przypadająca na każde 10 m długości
Erosion area without vegetation cover (per each 10 m path long) on the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade

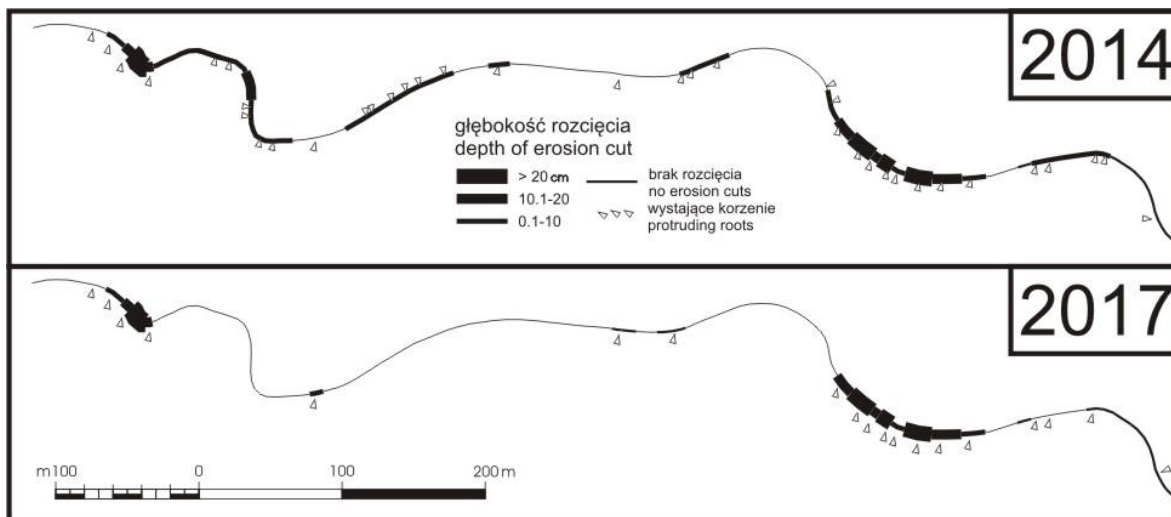


Fot. 15. Fragment szlaku Kurnikówka – Istebki, charakteryzujący się dużą wilgotnością podłoża
A part of Kurnikówka – Istebki trail, characterized by high humidity of the substrate

Erozja na szlaku Kurnikówka-Istebki występowała głównie w postaci rozcięć liniowych, spowodowanych działalnością wód opadowych. Rozcięć erozyjnych nie odnotowano na 63% analizowanego odcinka szlaku, to o 30% więcej niż w 2014 r. (Ryc. 33). Na 25% długości szlaku obserwowano rozcięcia erozyjne do głębokości 10 cm. Najgłębsze rozcięcia, powyżej 20 cm, stanowiły 9% analizowanego odcinka i występowały głównie w obrębie stromych stoków leśnych (Ryc. 34). Znaczna część rozcięć erozyjnych występujących w obrębie ścieżki została zasypana podczas usypywania nowej nawierzchni (Fot. 16). Również większość wystających korzeni drzew została zasypana w identyczny sposób jak rozcięcia erozyjne (Fot. 17).



Ryc. 33. Procentowy udział długości ścieżki Kurnikówka-Istebki w określonych przedziałach głębokości rozcięć erozyjnych
Fig. 33. Percentage of path length in defined intervals of erosion cuts depth on the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade



Ryc. 34. Głębokość rozcięć erozyjnych wraz z miejscami występowania odsłoniętych korzeni drzew na szlaku niebieskim Kurnikówka-Istebki

Depth of erosion cuts and location of uncovered tree roots on the blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade



Fot. 16. W wyniku renowacji nawierzchni na znacznej długości badanego odcinka szlaku niebieskiego (Kurnikówka-Istebki) wielkość erozji została ograniczona do minimalnych rozmiarów

As a result of the pavement renovation the erosion was limited to the minimum size on the blue track from Kurnikówka glade to Istebki glade



Fot. 17. Remont nawierzchni szlaku turystycznego umożliwia ukrycie wystających i uszkodzonych korzeni drzew

The repair of the hiking trail pavement makes it possible to hide the protruding and damaged tree roots

PODSUMOWANIE

1. Drogi o naturalnej i nieutwardzonej powierzchni są najbardziej podatne na degradację, dlatego istnieje potrzeba prowadzenia regularnych praktyk renowacyjnych, których zadaniem jest stworzenie dogodnych i bezpiecznych warunków na drogach przeznaczonych dla ruchu turystycznego na obszarze Pienińskim PN.
2. Racjonalna gospodarka remontowa jest najskuteczniejszym i najbardziej praktycznym sposobem stosowanym w celu utrzymania zadowalającego stanu ścieżek turystycznych.
3. Zabiegi renowacyjne zostały przeprowadzone łącznie na 64% całkowitej długości wszystkich przeznaczonych do monitoringu fragmentów szlaków turystycznych.
4. Prace remontowe polegały głównie na usypaniu nowej nawierzchni (utwardzonej okruchami skalnymi), ograniczonej drewnianymi krawężnikami i progami poprzecznymi. Dodatkowo stosowano głównie drewniane poręcze i barierki, które są pomocne dla odwiedzających Pieniński PN oraz zapobiegają dyspersji turystów w obrębie szlaków.
5. Zastosowane rozwiązania doprowadziły do znacznego ograniczenia erozji gleby wzdłuż monitorowanych ścieżek. Większość rozcięć erozyjnych została zlikwidowana w wyniku usypywania nowej nawierzchni. Dzięki utwardzeniu skałami wapiennymi powierzchnia dróg stała się zdecydowanie bardziej odporna na procesy erozyjne, wywoływane zarówno przez wody opadowe (spłukiwanie, rozcinanie), jak i przez turystów (rozdeptywanie, ubijanie).
6. Wzdłuż tras w obrębie stromych podejść, cechujących się większą podatnością na erozję zastosowano szereg ułatwień (w postaci drewnianych i kamiennych schodków oraz progów). Urządzenia te spowodowały obniżenie nachylenia stoków, doprowadziły do zmniejszenia intensywności i wielkości erozji gleby, a także pomogły usprawnić ruch pieszy, umożliwiając turystom bezpieczniejsze pokonanie trudnych odcinków szlaku.
7. W wyniku przeprowadzonych prac remontowych w obrębie monitorowanych szlaków stwierdzono zmniejszenie średniej szerokości ścieżki, spadek powierzchni wydeptania pokrywy roślinnej, ograniczenie procesów erozyjnych oraz zmniejszenie ilości i głębokości form erozyjnych w nawierzchni badanych dróg.
8. Dzięki zastosowaniu przeszkód i ograniczeń skutecznie utrudniono dyspersję turystów i rozdeptywanie roślinności, a także zabezpieczono siedliska roślinne oraz w sąsiedztwie ścieżek przed degradacją. Zastosowane przyrządy przyczyniły się do regeneracji pokrywy roślinnej w strefach wydeptywania, a tym samym do ograniczenia erozji gleby – pokrywa roślinna skutecznie ogranicza procesy erozyjne, zapobiegając wymywaniu i odrywaniu materiału glebowego.
9. Odcinki szlaków cechujące się największą degradacją, na których turyści byli najbardziej narażeni na utratę bezpieczeństwa, zostały wyłączone z sieci tras turystycznych, a w ich miejsce wyznaczono nowy przebieg trasy omijającej ryzykowne miejsca.

10. Stosowana przez Pieniński PN gospodarka remontowa przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa turystów podczas wędrówki oraz poprawy jakości środowiska przyrodniczego

- Adamski P., Ciapała S., Gmyrek K., Kolasińska A., Mrocza A., Witkowski Z. 2014. Negatywne konsekwencje przegęszczenia szlaków w Pienińskim Parku Narodowym i rezerwacie przyrody Wąwóz Homole. — *Folia Turistica*, **31**: 147-164.
- Barczak A., Jankow W., Kubinek Ł., Struś P., Wołowicz T. 2002. Podatność na degradację szlaków turystycznych Ojcowskiego Parku Narodowego. [W:] J. Partyka (red.), *Użytkowanie parków narodowych. Ruch turystyczny – zagospodarowanie – konflikty – zagrożenia*. — Ojcowski Park Narodowy, ss. 703–722.
- Bolland A. 1982. Ruch turystyczny w Pienińskim Parku Narodowym – stan obecny i próba jego oprogramowania w aspekcie potrzeb ochrony środowiska przyrodniczego. [W:] *Zachowanie walorów przyrodniczych a pojemność turystyczna górskich parków narodowych w Polsce*, PWN, Warszawa–Kraków.
- Bołoz G., Gil A., Jucha W. 2013. Popularność szlaków turystycznych w Pienińskim Parku Narodowym w świetle badań Studenckiego Koła Naukowego Geografów UP w latach 2007-2012. [W:] *Przewodnik słowacko-polskiej sesji posterowej „Badania naukowe w Pieninach 2013”*. — Pieniński Park Narodowy, Krościenko n.D., ss. 38.
- Celichowski A. 1977. Studium chłonności turystycznej. [W:] *Plan ogólny zagospodarowania przestrzennego Pienińskiego Parku Narodowego. II etap – Prace Studialne i Problemowe*. — Biuro Studiów i Projektów Lasów Państwowych „Biprolas”, Łódź, mpis, ss. 15. [w bibliotece Pienińskiego PN].
- Czajka A., Kaczka R.J., Czajka B. 2012. Degradacja szlaków turystycznych jako przejaw presji człowieka na przyrodę Pienińskiego Parku Narodowego. [W:] A. Łajczak i in. (red.), *Antropopresja w wybranych strefach morfoklimatycznych – zapis zmian w rzeźbie i osadach*. — *Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego*, **77**: 116–125.
- Czochański J. 2000. Wpływ użytkowania turystycznego na rozwój procesów i form erozyjno–denudacyjnych w otoczeniu szlaków. [W:] J. Czochański, D. Borowiak (red.), *Z badań geograficznych w Tatrach Polskich*. — Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, ss. 331–344.
- Czochański J. 2002. Ruch turystyczny w Tatrzańskim Parku Narodowym. [W:] J. Partyka (red.), *Użytkowanie parków narodowych. Ruch turystyczny – zagospodarowanie – konflikty – zagrożenia*. — Ojcowski Park Narodowy, ss. 385–403.
- Degórski M. 2002. Ocena wpływu antropopresji na wybrane właściwości pokrywy glebowej piętra subalpejskiego i alpejskiego w rejonie Kasprowego Wierchu. [W:] W. Borowiec i in. (red.), *Przemiany środowiska przyrodniczego Tatr*. — Instytut Botaniki PAN, Kraków–Zakopane, ss. 395–402.
- 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.

- Fischbach J. 1985. Wielkość i struktura ruchu turystycznego w Pienińskim Parku Narodowym. — Zakład Geografii Miast i Turyzmu, Uniwersytet Łódzki, mpis, 20 s. [w bibliotece Pienińskiego PN].
- Gorczyca E., Krzemień K. 2006. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcenie rzeźby wybranych obszarów górskich. [W:] J. Trepńska, Z. Olecki (red.), Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego. — Wydawnictwo Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, ss. 311–322.
- Guzikowa M. 1982 a. Wpływ pieszego ruchu turystycznego na szatę roślinną Pienińskiego Parku Narodowego (wybrane zagadnienia, ze szczególnym uwzględnieniem skutków wydeptania), *Studia Naturae*, Seria A, PAN, 22, s. 227–241.
- Guzikowa M. 1982 b. Prognoza przemian szaty roślinnej, [W:] K. Zarzycki (red.), *Przyroda Pienin w obliczu zmian*, *Studia Naturae*, Ser. B, 30: 514–517.
- Jančura P., Bohálová I., Surovcová S. 2006. Činnosť človeka a krajina Pienin. — *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, **9**: 133–142.
- Kasprzak M. 2005. Tempo degradacji powierzchni dróg i ścieżek turystycznych w Karkonoszach Wschodnich. — *Opera Corcontica*, Wydawnictwo Karkonoskiego Parku Narodowego, Správa Krkonošského národného parku, **41**: 17–30.
- Kiszka K. 2009. Przekształcenia szlaków turystycznych w Pieninach polskich i słowackich. Praca Magisterska, Zakład Geografii Fizycznej, Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków, ss. 102.
- Kiszka K. 2010. Antropologiczne i naturalne uszkodzenia szlaków turystycznych w Pieninach polskich i słowackich. — *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, **11**: 157–169.
- Kiszka K. 2016. Degradacja pienińskich szlaków związana z górką turystyką pieszą. — *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, **14**: 145–165.
- Kiszka K., Majewski K., Semczuk M. 2009. Ruch turystyczny w Pienińskim Parku Narodowym. — *Badania i Podróże Naukowe Krakowskich Geografów*, **4**: 129–138.
- Kiszka K., Kijowska-Strugała M. 2014. Raport wstępny z badań przeprowadzonych w Pienińskim Parku Narodowym w dniach 17-18.06.2014 r. Projekt LIFE+ nr LIFE12 NAT/PL/000034 pt: „Natura w mozaice – ochrona gatunków i siedlisk w obszarze Pieniny”. — *Pieniński Park Narodowy, Krościenko n.D.*, ss. 44. [w bibliotece Pienińskiego PN].
- Kroh P. 2002. Kierunki bezpośredniego wpływu człowieka na środowisko przyrodnicze Doliny Miętusiej w Tatrach. [W:] J. Partyka (red.), *Użytkowanie parków narodowych. Ruch turystyczny – zagospodarowanie – konflikty – zagrożenia*. — *Ojcowski Park Narodowy*, ss. 735–745.
- Krusiec M. 1996. Wpływ ruchu turystycznego na przekształcenie rzeźby Tatr Zachodnich na przykładzie Doliny Chochołowskiej. — *Czasopismo Geograficzne*, **67**: 303–320.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H. 1980. Oddziaływanie turystyki na szatę roślinną Tatr. — *Wierchy*, **48**: 20–34.

- Moś A. 1999. Wpływ ruchu turystycznego na dynamikę stoków w Pienińskim Parku Narodowym, praca magisterska, Zakład Geomorfologii IGiGP UJ, Kraków, ss. 54.
- Prędko R. 1999. Ocena zniszczeń środowiska przyrodniczego Bieszczadzkiego Parku Narodowego w obrębie pieszych szlaków turystycznych w latach 1995–1999 – porównanie wyników monitoringu. — *Roczniki Bieszczadzkie*, **8**: 343–352.
- Sikorski M. 2009. Antropopresja i jej skutki geomorfologiczne w obrębie szlaków turystycznych w Świętokrzyskim Parku Narodowym. — *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, **11**(4): 238–245.
- Skawiński P. 1993. Oddziaływanie człowieka na przyrodę kopuły Kasprowego Wierchu oraz Doliny Goryczkowej w Tatrach. [W:] W. Cichocki (red.), *Ochrona Tatr w obliczu zagrożeń*. — Wydawnictwo Muzeum Tatrzańskiego, ss. 197–226.

SUMMARY

In 2014 - 2014 on the selected tourist trails in Pieniny National Park repairs were carrying out. The research allowed to determine the effect of the renovation on the hiking trails, the natural environment and tourists' safety. Four sections of tourist trails were selected for monitoring in the eastern part of the Pieniny National Park (Fig. 1): blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade (Fig. 2), blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa hill (Fig. 3), green trail from Kras to the Sosnów pass (Fig. 4), and blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade (Fig. 5).

The blue trail from Kosarzyska to the Pieniny glade

The average width of the trail decreased by 0.4 m as a result of the renovation work (Fig. 7). Paths less than 2 m wide represent the highest percentage (Fig. 6). The width of the trampled vegetation along the pathway was reduced, mainly in the first and middle part of the monitored section (Fig. 8). Devastated paths have gained a new surface, limited by wooden curbs and thresholds (Phot. 1), while obstacles have been used to regenerate the vegetation cover (Phot. 2). Erosion areas on the trail were limited (Fig. 9, 12). The depth of the erosion cuts was reduced (Fig. 10), while the number of exposed roots decreased significantly (Fig. 11, Phot. 3).

The blue trail from Kosarzyska to the Zamkowa hill

The study conducted in 2017 showed that the average track width was less than 1.5 m and decreased by 0.3 m compared to 2014 (Figure 14). The sections of 0.1-2.0 m wide were the largest (70%) group (Fig. 13). In the final part of the trail, the width of the trampled vegetation was reduced the most (Fig. 15, Phot. 6), whereas in the first fragment (not restoration) the scale of the vegetation cover destruction was unchanged compared to the year 2014 (Fig. 16). Also in this section the highest intensity of erosion processes was found (Fig. 17, Phot. 4). Within 56% of the analyzed section of the trail there was no erosion in 2017, whereas in 2014 - 25% (Fig. 18). Stone stairs and wooden thresholds have been applied in heavily inclined terrain, most

susceptible to erosion (Phot. 6). As a result of the renovation works, a large number of exposed tree roots were hidden under the surface of the trail (Fig. 19, Phot. 7).

The green trail from Kras to the Sosnów pass

The average width of the tourist path in 2017 decreased by 0.6 m (Fig. 21). The decrease of the average width of the track was due to the renovation work, which consisted of narrowing the road and fenced by curb (Phot. 8). The largest part, both in 2014 (52%) and 2017 (53%), was the trail sections with a width of 2.1 - 3.0 m (Fig. 20). In 2017 the width of the trampled vegetation along the trail was also significantly reduced (Fig. 22). The widest areas without vegetation cover were located in the tourist layover place and the dangerous steep slopes (Fig. 23). In the lower part of the trail, many erosion forms were found (Fig. 24, 27, Phot. 11, 12), while in places that were severely degraded and most dangerous to tourists, the route was completely changed (Phot. 9, 10). In 2017 no erosion cuts were found on the halfway of the trail (Fig. 25, 26).

The blue trail from the Kurnikówka glade to the Wymiarki glade

As a result of the renovations, the average width of the tourist path was reduced by 0.5 m compared to 2014 (Fig. 30, Phot. 14). The largest part was the trail sections with a width of 0.1-2.0 m (Fig. 29). The width of the trampled vegetation along the trail (Fig. 31) and areas devastated by erosion (Fig. 32) were significantly reduced (Phot. 15, 16, 17). The percentage of paths without erosion cuttings was twice as large in 2017 (Fig. 33). Most of the protruding tree roots were hidden under new track surface (Fig. 34).