

HENRYK TRACZ

Konsekwencje ekologiczne obniżenia aktywności biologicznej gleb terenów poddanych presji turystyczno-rekreacyjnej

Ecological consequences in reducing biological activity of soils under tourist-recreational pressure

ABSTRACT

Tourist tracks, ski routs, ski lifts and cable railways, vantage points, bivouacs, campgrounds are under most heavy tourist pressure. In recent research attention has been drawn to external and visible symptoms of recreational impact on synanthropisation and degradation of areas, which attract tourists for their outstanding natural features. In this study emphasis has been put on unfavourable changes ongoing in soil environment i.e. biological activity of soils.

KEY WORDS

tourist-recreational pressure, soil biological activity, soil fauna, degradation

Wstęp

Nadmierne obciążenie turystyczne i rekreacyjne niektórych fragmentów ekosystemów leśnych i nieleśnych w parkach narodowych, rezerwach przyrody, parkach krajobrazowych, leśnych kompleksach promocyjnych, a także nadleśnictwach prowadzi często do daleko idących zmian w środowisku, o których sygnalizowano niejednokrotnie w literaturze.

Najczęściej mówi się o bezpośrednich uszkodzeniach roślin, krzewów i drzew na szlakach turystycznych, nartostradach, wokół schronisk, punktach widokowych, na górnych stacjach wyciągów i kolejek linowych, a także polach biwakowych itp. W miejscach takich dochodzi szybko do wydeptywania gleby, odsłaniania systemów korzeniowych, erozji powierzchniowej, zaśmiecania, eutrofizacji oraz ogólnie synantropizacji flory i fauny. Są to przeważnie widoczne i stosunkowo szybko pojawiające się symptomy takiego użytkowania i udostępniania atrakcyjnych przyrodniczo obszarów. Mniej natomiast mówi się o niekorzystnych zmianach zachodzących w samym środowisku glebowym i o jego postępującej degradacji, gdyż skutków tego oddziaływania nie widzimy na pierwszy rzut oka. Ponadto badanie procesów zachodzących w glebie nastrocza wielu obiektywnych trudności z uwagi na przesłanki metodyczne, pracochłonność, znajomość organizmów glebowych, konieczność współpracy z różnymi specjalistami oraz nakłady finansowe.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono próbę oceny presji turystycznej na degradację gleb i jej wpływu na aktywność biologiczną gleby rozpatrywaną pod względem zmniejszania się metabolizmu oddechowego, aktywności enzymatycznej oraz aktywności mikrobiologicznej i fauny glebowej. W klasycznej już rozprawie naukowej Roga [1985], prowadzono badania nad wpływem turystyki (pieszej i pobytowej) na środowisko glebowe na przykładzie siedlisk

HENRYK TRACZ

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
ul. Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa
tracz@wl.sggw.waw.pl

borowych na niżu Polski. Badano zmiany przede wszystkim cech morfologicznych, właściwości fizycznych i chemicznych gleb. Prócz zaniku szaty roślinnej oznaką degradacji gleb według tego autora jest: niszczenie górnych poziomów genetycznych profilu glebowego pozbawionych ściółki i ektopróchnicy. Zagęszczenie gleby zmniejsza pojemność wodną, powietrzną i przepuszczalność wodną, zwiększa się spoistość i ilość wody niedostępnej dla roślin. Zanik i niszczenie górnych poziomów genetycznych sprzyja erozji oraz pogorszeniu się stosunków wilgotnościowych i termicznych górnych warstw gleby. Brak ektopróchnicy wpływa na zmniejszenie zasobów pierwiastków biogennych oraz wyraźnie obniża poziom węgla i azotu w glebie. W pracy tej autor mniej uwagi poświęca właściwościom biologicznym gleb.

Badania Maciaszka i Zwydaka [1992] nad degradacją gleb leśnych znajdujących się na szlakach turystycznych i punktach widokowych szczytów beskidzkich oraz w ich sąsiedztwie również główną uwagę poświęcają morfologii, właściwościom fizycznym i chemicznym gleb bielicowych i brunatnych. Autorzy wyróżniają trzy strefy degradacji gleb wykazujące powiązanie z tymi cechami gleb. Wśród zmian właściwości fizycznych wyróżnili: wzrost gęstości objętościowej, spadek porowatości i ilości przestworów areacyjnych, przepuszczalności powietrznej i zdolności przyjmowania opadów ulewnych. W wyniku presji turystycznej następują zmiany w chemizmie gleb: zmienia się kwasowość wymienna, pojemność sorpcyjna, zawartość C organicznego, wymiennego Ca, przyswajalnych form Mg, K i P. Według tych autorów właściwości morfologiczne, fizyczne i chemiczne gleb w trzech strefach degradacji mogą służyć do kartowania i waloryzacji środowisk do oceny presji infrastruktury turystyczno-rekreacyjnej.

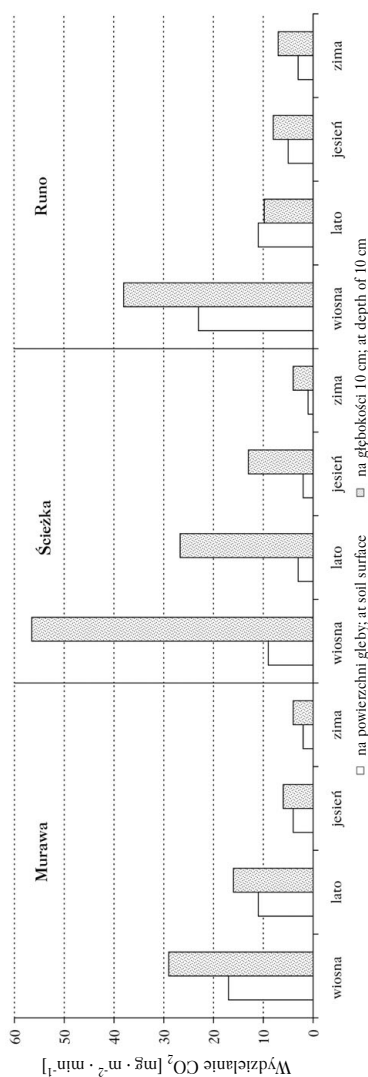
Na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego w monitoringu procesów degradacji gleb, a także regeneracji pokrywy glebowej w obrębie szlaków turystycznych próbuje się od kilku lat wykorzystać właściwości powietrzno-wodne gleb (m.in. gęstość objętościowa i porowatość) [Prędko 2001].

Degradacja gleby a poziom aktywności biologicznej

METABOLIZM ODDECHOWY GLEB. Metabolizm gleb wyznaczają dwie główne składowe: respiracja mikroorganizmów i fauny glebowej oraz respiracja korzeni roślin. Na intensywność dyfuzji CO₂ w glebie ma wpływ wiele czynników: temperatura, wilgotność, porowatość, gęstość gleby oraz zawartość substancji organicznej. Badania w parku dendrologicznym SGGW w ramach pracy magisterskiej w Katedrze Ochrony Lasu i Ekologii wykonano przy użyciu analizatora przepływowego Air Tech 2500-PA [Wojda i Tracz 2003]. Porównywano trzy odmienne stanowiska: murawa, runo i aleja spacerowa („ścieżka”). Zaobserwowano duże różnice w intensywności wydzielania się CO₂ pomiędzy powierzchnią gleby a głębokością na 10 cm. Wydzielanie CO₂ z poziomu 10 cm było zawsze większe niż na powierzchni porównywanych środowisk. Najmniejszy metabolizm oddechowy wystąpił o każdej porze roku na powierzchni wydeptanej alei („ścieżka”). Odwrotnie zaś na głębokości 10 cm, metabolizm ten był z kolei największy. Najbardziej wpływa na poziom metabolizmu gęstość gleby. Ubita warstwa gleby na ścieżce o bardzo małej porowatości skutecznie hamuje wymianę gazową gleby (ryc.).

Na powierzchni alei spacerowej brak było pokrywy roślinnej, a ciągły ruch pieszych powoduje zanik substancji organicznej, dlatego respiracja gleby jest tutaj mała. Wydaje się, że cała aktywność biologiczna gleby na wydeptanej alei zostaje przeniesiona do głębszych jej warstw o mniejszej gęstości i obniżonej presji czynnika stresowego [Wojda i Tracz 2003].

Reasumując przez analogię wielkości metabolizmu oddechowego gleby wyznaczonego w środowisku parku miejskiego, alejka (ścieżka spacerowa), murawa, runo można odnieść do sytuacji panujących w miejscach koncentracji ruchu turystycznego (szlaki, pola widokowe,



Ryc.
Średni metabolizm oddechowy gleby na trzech stanowiskach
Mean respiration metabolism of soils in three environments

Zbyt mało uwagi wciąż poświęca się w różnego rodzaju badaniach żywej frakcji próchnicy i gleby jaką stanowi fauna glebowa i mikroorganizmy. Świat tych organizmów jest niezwykle bogaty z powodu istnienia wielorakich nisze ekologicznych, które potencjalnie w środowisku glebowym mogą zamieszkiwać, a decyduje o żyzności gleb i aktywności biologicznej. Zoekolog gleby, skandynawski uczonec prof. Hagvar na XII Międzynarodowym Kolokwium Zoologii Gleby w Dublinie w 1996 r. mówił o wielkiej różnorodności organizmów glebowych, największej na Ziemi i zarazem najslabiej poznanej. Uważa on, że na jednym m² gleby może występować ok. 1000 gatunków różnych zwierząt, a gdy uwzględnimy mikroorganizmy będą to prawdopodobnie miliony. Jak wielkie to i różnorodne bogactwo gatunków i taksonów niech świadczą badania w lasach Szwecji [Persson 1985] – odpowiednik żyźniejszych facji naszych borów sosnowych. Do laboratorium przeniesiono blok gleby równy powierzchni średniej stopy męskiej

górne stacje wyciągów i kolejek, miejsca wokół schronisk itp.) oraz ich sąsiedztwa.

AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNA GLEB. Hofmann i Pfitscher [1982] z Uniwersytetu w Innsbrucku prowadzili badania porównawcze nad aktywnością enzymatyczną (amylaza, katalaza, sacharaza, ureaza, ksylanaza i celulaza) gleb górskich na nartostradach, stoku zjazdowym i szlakach turystycznych w Tyrolu oraz w ich sąsiedztwie (pastwiska dla owiec, krów i inne miejsca użytkowane rolniczo) jako miejsca kontrolne.

W punktach szczególnego nasilenia ruchu narciarskiego, teren zdeptany, zajędzony obserwuje się zdecydowane obniżenie poziomu aktywności enzymatycznej. Inne badane cechy tych gleb jak: metabolizm oddechowy, zawartość N – ogólnego, zawartość substancji organicznej również wykazały znaczną redukcję w stosunku do warunków kontrolnych.

AKTYWNOŚĆ FAUNY GLEBOWEJ I MIKROORGANIZMÓW. Jak na razie ukazało się niewiele prac na temat wpływu masowej turystyki na entomofaunę parków narodowych i rezerwatów [Starzyk 1974; Okołów 1976; Starzyk i Kosior 1982]. Dotyczyły one w większości bezpośredniego niszczenia postaci dojrzałych lub ich stadiów młodocianych rozdeptywanych na szlakach turystycznych i drogach. Obserwacje takie prowadzono w Białowieckim PN, Tatrzańskim i Bieszczadzkiem PN. Dla przykładu w materiałach zebranych w latach 1975-1980 w Bieszczadzkiem PN dominowały chrząszcze (ponad 63%), a wśród nich biegaczowate, ponadto motyle i błonkówki [Starzyk i Kosior 1985].

pobrany do głębokości 30 cm, który poddano bardzo dokładnej ekstrakcji i analizie występujących tam organizmów [Tracz 2002] (tab.). Ta ilość żywych organizmów o określonej biomacie znajdujących się pod stopą może ulec zniszczeniu na szlakach turystycznych, ścieżkach i innych miejscach wzmożonej koncentracji ludzi. Organizmy te spełniają określone funkcje w obiegu materii, którego rezultaty są ważne dla ekosystemów leśnych i innych jako całości.

Badania Katedry Ochrony Lasu i Ekologii SGGW nad reakcjami zgrupowań bezkręgowców glebowych (owady glebowe, pająki, krocionogi, skoczogonki) zachodzącymi pod wpływem czynników stresowych wywołanych gospodarką leśną oraz presją z zewnątrz: stosowanie środków chemicznych, nawożenie, zakwaszanie, wydeptywanie itp. wykazały szereg następujących prawidłowości [Szujewski i in. 1995]:

- Spektrum gatunkowe przesuwa się na korzyść form o szerokiej skali tolerancji wobec czynników środowiskowych, charakteryzujących się krótkim okresem rozwoju i szerokimi arealami geograficznymi;
- W faunie glebowej wzrasta udział roślinożerców w porównaniu z saprofitami;
- Stan biomasy oraz biomasa osobnicza bezkręgowców glebowych zmniejsza się;
- Ruchliwość osobników na powierzchni ściółki i gleby wzrasta;
- Aktywność fauny koncentruje się na powierzchni gleby i w górnej części profilu glebowego.

W badaniach zespołu mechowców (roztocza glebowe) [Zaitsev 1997] tras narciarskich na terenie TPN i okolic Zakopanego stwierdzono wyraźny spadek różnorodności gatunkowej i zagęszczenia populacji w porównaniu z otaczającymi je siedliskami. Autor wykazał, że na nartostradach w próbach glebowych wystąpiło około 680 osobn./m², natomiast w otaczającym lesie zagęszczenie tych roztoczy wzrosło wielokrotnie i wynosiło 25 tys. osobn./m². Największe zubożenie zespołów mechowców zanotowano na powierzchniach nartostrad poza terenem TPN, gdyż poza wykorzystywaniem ich zimą, podlegały one różnym formom użytkowania latem.

Tutaj również potwierdza się, że miejsca koncentracji narciarzy, zwięzanie się tras, obszary wokół schronisk, wokół stacji wyciągów i kolejek linowych, strome stoki w strefie alpejskiej, to miejsca najbardziej narażone na degradację gleb.

Podobne badania prowadzono nad wpływem obecności nartostrad na faunę *Gamasida* (inna grupa roztoczy) w Karkonoszach [Gwiazdowicz 2002]. Autor wykazał, że różnorodność gatunków oraz liczebność osobników są najniższe przesuując się wzdłuż transektu: środek, obrzeże nartostrady i dystans 10-15 m od nartostrady. Z ogólnie odłowionej populacji *Gamasida* ponad 50% osobników wystąpiło w sąsiedztwie nartostrad, ok. 25-35% osobników na jej obrzeżu, a około 9-20% populacji w jej centrum.

Tabela.

Organizmy glebowe na powierzchni jednej stopy (250 cm²). Średnia wartość do głębokości 30 cm wg Perssona [1985]

Soil organisms in a one-foot surface area (250 cm²). The mean value up to the depth of 30 cm according to Persson [1985]

Ilość i rodzaj organizmów	Średnia biomasa
50 m drobnych korzeni	-
2000 km strzępek grzybni	0,95 μ
4 000 000 000 000 bakterii	10 ⁻⁷ μ
5 000 000 pierwotniaków	0,7·10 ⁻³ μ
150 000 nicieni	0,03 μ
15 000 roztoczy	0,75 μ
1500 skoczogonków	1,50 μ
400 wazonkowców	25 μ
20 muchówek - larwy	30 μ
10 pająków	400 μ
10 chrząszczy	300 μ

Podsumowanie

Stres wywołany presją turystyczno-rekreacyjnego użytkowania obszarów przyrodniczych prowadzi do gwałtownego spadku aktywności biologicznej gleb wyznaczonej m.in. poziomem metabolizmu oddechowego, aktywności enzymatycznej, mikrobiologicznej i fauny glebowej i w konsekwencji może doprowadzić do całkowitej degradacji gleb.

Wskaźniki zooindykacyjne oparte na zgrupowaniach najważniejszych taksonów bezkręgowców glebowych mogą być wykorzystane w monitoringu zmian środowiska glebowego (degradacja, regeneracja) oraz waloryzacji stanu środowisk w najbliższym sąsiedztwie tej presji.

Literatura

- Gwiazdowicz D. 2002. The effect of ski runs on the fauna of mites (*Acari, Gamasida*) in the Karkonosze Mountains. Scientific papers of Agricultural Univ. of Poznań. Forestry. Vol. 5: 21-29.
- Hofmann J., Pfitscher A. 1982. Veränderungen der mikrobiellen Aktivität in Böden unter Skipisten und Wanderwegen. Pedobiologia. 23: 105-111.
- Maciaszek W., Zwydak M. 1992. Degradacje górskich gleb leśnych w pobliżu szlaków turystycznych. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. Leśnictwo 22: 3-16.
- Maciaszek W., Zwydak M. 1992. Turystyczna degradacja gleb w punktach widokowych na wybranych szczytach beskidzkich. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. Leśnictwo 22: 17-27.
- Okolów C. 1976. Wpływ turystyki na entomofaunę. W: Ekologia a ochrona środowiska. [red. H. Sandner]. PWN, Warszawa. 91-97.
- Prędko R. 2000. Przemiany właściwości powietrzno-wodnych gleb w obrębie pieszych szlaków turystycznych Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Roczniki Bieszczadzkie. 9: 225-236.
- Róg Z. 1985. Wpływ turystyki na leśne środowisko glebowe. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. Inż. Środowiska. Nauki Techn. 50. pp.149.
- Starzyk J. R. 1974. Owady ginące na szlakach turystycznych w Tatrach. Chrońmy Przyr. Ojcz. 1: 14-19.
- Starzyk J. R., Kosior A. 1985. Wpływ turystyki pieszej na entomofaunę Bieszczadzkiego Parku Narodowego i terenów przyległych. Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody. T. 6. 2: 93-100.
- Szujecki A., Mazur S., Borowski J., Łęgowski D., Perliński S., Skłodowski J., Smoleński M. 1995. Antropogeniczne przeobrażenia epigeicznej i glebowej entomofauny borów sosnowych. Fundacja „Rozwój SGGW”. KOLiE SGGW. Warszawa. 460.
- Tracz H. 2002. Fauna glebowa jako składnik ekosystemu. Roztoczańskie Spotkania. T. III. Zwierzyniec: 289-295.
- Wojda T., Tracz H. 2003. Dynamika metabolizmu oddechowego gleb wybranych stanowisk parku dendrologicznego SGGW. Sylwan 5: 21-25.
- Zaitsev A. 1997. The communities of the Oribatid Mites (*Acari, Oribatida*) of the Zakopane environs. Ochrona Przyrody. 54: 131-140.

SUMMARY

Ecological consequences in reducing biological activity of soils under tourist-recreational pressure

This study is an attempt to assess tourist impact on soil degradation and its biological activity with a view to reducing respiration metabolism, enzymatic and microbiological activity and soil fauna. Measurements of respiration metabolism of soils in three selected environments: grassland and herbaceous layer and walking path proved that the lowest metabolism was on the trampled path regardless the season. The biological activity of soil on the trampled path was shifted downwards to deeper soil layers. The study on various intensities of tourist pressure in Tyrol demonstrated that the level of enzymatic activity of soils was markedly lower than that in the control. Similarly other soil parameters studied like respiration metabolism, nitrogen content and organic matter content were significantly reduced as compared with the control.

Konsekwencje ekologiczne obniżenia aktywności biologicznej gleb **43**

As regards soil fauna activity the authors examined direct damage of various developmental stages and adult specimens of animals found along tourist tracks and roads. Long-term studies conducted by the SGGW Forest Protection and Ecology Department on responses of soil invertebrates under the impact of different stressors including trampling allowed to determine regularities, which can be relevant in monitoring of changes in soil environment and assessment of the state of natural environment in the neighbourhood of areas under negative impacts of tourism and recreation.