

ODDZIAŁYWANIE TURYSTYKI WODNEJ NA EKOSYSTEMY LEŚNO JEZIORNE

Jarosław Skłodowski

Streszczenie

Turystyka wodna oddziałuje zarówno na ekosystem jeziora, jak i na ekosystem leśny na jego brzegu. Oddziaływania te mają charakter fizyczny, chemiczny oraz biologiczny. Ze względu na akumulację ich skutków oraz wzrost presji, oddziaływania te mają charakter jednokierunkowy. Efektem tego działania jest powstawanie zubożonych ekosystemów leśnych, oraz bardzo silna eutrofizacja jezior. Możliwości poprawy w przyszłości stanu ekosystemów leśno-jeziornych, choć kryją się w rozwiązaniach prawnych, jednak przede wszystkim znaleźć się powinny w odpowiednio prowadzonej edukacji od najmłodszych lat oraz w systemie szkolenia na stopień żeglarsza.

Słowa kluczowe: Wielkie Jeziora Mazurskie, turystyka wodna, presja turystyki, ekosystemy nadwodne

IMPACTS OF WATER TOURISM ON AQUATIC AND RIPARIAN ECOSYSTEMS

Abstrakt

Summaries of the main physical, chemical and biological impacts on aquatic and riparian ecosystem by water tourism as well land tourism are presented. Due to accumulation of results of tourism impact on ecosystem this impact has one-way direction of action. Possibility of improvement of the state of ecosystems should be found not only in law regulation but mainly in education, especially in schools.

Key words: Wielkie Jeziora Mazurskie, water recreation, environmental impact of water tourism, riparian ecosystems

Wstęp

Zainteresowanie turystyką wodną od wielu lat wykazuje tendencję wzrostową, o czym może świadczyć zajęcie przez Krainę Wielkich Jezior Mazurskich wysokiej pozycji w prestiżowym internetowym rankingu New 7 Wonders of Nature. Zainteresowanie jeziorami oznacza rzesze turystów odwiedzających je wraz z nadbrzeżnymi lasami. Nawet jednokrotna wizyta nad takimi jeziorami jak Beldany czy Nidzkie wystarczy, aby przekonać się o dawno przekroczonych granicach pojemności ekosystemów. Turystyka wodniacka oddziałuje na ekosystemy wielotorowo i wiele faktów wskazuje, że póki nie usunie się czynnika zaburzającego, są to oddziaływania jednokierunkowe. Dlatego należy uznać je jako oddziaływania groźne dla ekosystemów. Celem artykułu jest scharakteryzowanie oddziaływań turystyki wodnej i nadwodnej na ekosystemy leśno-jeziorne i próba wyciągnięcia wniosków pomocnych przy podejmowaniu prób ograniczania presji turystycznej.

Przegląd czynników presji turystyki na ekosystemy leśno-jeziorne

Oddziaływania w strefie pelagialnej jeziora

Oddziaływanie fizyczne

Źródłem oddziaływań fizycznych w omawianej strefie są różne łodzie, tak żaglowe, jaki i motorowe. Najważniejsze czynniki to:

- powstawanie fal, rozchodzących się i osiagających brzegi jeziora lub rzeki, fale takie nie są pojedyncze ale składają się z fali czołowej i szeregu mniejszych fal,
- powstawanie turbulencji, powodujących erozję dna,
- cięcie śrubą napędową wszystkiego, co dostaje się w jej zasięg,
- wyrwanie bądź ścianie roślin wodnych wiosłem lub śrubą,
- tratowanie roślin kadłubem,
- płoszenie zwierząt w wyniku oddziaływania dźwięku i widoku przemieszczającej się łodzi.

Oddziaływanie chemiczne:

- często wśród zanieczyszczeń identyfikowane są: związki azotu i fosforu, węglowodory, chlor, metale, jak i fekalia, uryna (Jackivicz i Kuzminski 1973)
- pomimo, że w wielu portach istnieje możliwość opróżnienia chemicznej toalety, to aż 25% użytkowników łodzi przyznaje się do wylewania jej na środku jeziora (Strzyżewski 2006, Skłodowski i in. 2006).
- zanieczyszczenia redukują skład gatunkowy bezkręgowców, przy ekstremalnie dużym ładunku zanieczyszczeń pozostają tylko rureczniki *Tubifex* sp., przy mniejszych ładunkach dominują larwy komara *Chironomus riparius* oraz ośliczka wodna *Asellus aquaticus* (Mason 1991),
- do napędu łodzi w dalszym ciągu używane są silniki 2-suwowe, choć obecnie wypierają je silniki 4-suwowe, z których większość jest niestety przestarzała (Strzyżewski 2009),
- skażenia chemiczne powstają w wyniku rozlania paliwa i oleju podczas tankowania, które są źródłem: węglowodorów krótko i długo łańcuchowych, czterotlenku ołowiu, dwuchloroetanu, bromku etylenu, cynku, tlenku siarki, fosforu, fenoli itp. (Mosisch i Arthington 2004),
- spalanie paliwa i wypływ oleju smarującego są źródłem produktów toksycznych dla ryb i bezkręgowców wodnych, ogólnie można w nich zidentyfikować: węgiel, tlenki azotu, tlenki siarki, węglowodory, związki ołowiu, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA (Mosisch i Arthington 2004),
- WWA akumulują się w wodzie i w osadach, dlatego osady stają się „ujściem” dla WWA,
- ponieważ WWA pozostają w osadach latami, osady stają się ich „źródłem”,
- akumulacja WWA w osadach jest tym bardziej niebezpieczna, gdyż nawet wiele lat po zaprzestaniu używania silników spalinowych osady w dalszym ciągu pozostają „źródłem” WWA (Mosisch i Arthington 2001, 2004),
- silniki 2-suwowe emitują do wody od 10 do 20% mieszanki paliwowo-olejowej,
- motorówka z silnikiem 2-suwowym pływająca cały dzień emituje tyle samo węglowodorów ile wyprodukowałaby grupa złożona z 400 ludzi,
- oddzielny problem stanowi sposób mycia pokładów jachtów, według Strzyżewskiego (2009) 45,2% osób myje pokład tylko wodą, natomiast 53,6% czasami używa do tego środków chemicznych, zaś 1,2% wykorzystuje środki chemiczne przy każdym myciu.

Oddziaływania biologiczne:

- eutrofizacja jeziora przyczynia się do wzmożonego rozwoju glonów planktonowych, które stopniowo ograniczają przenikanie światła w wodzie, makrofity wodne ograniczają fotosyntezę co powoduje zmniejszenie zawartości tlenu w wodzie, tym samym rozpoczyna się proces przejścia jeziora w stan eutroficzny (opis tego przejścia – Weiner 2008),
- akumulacja wirusów i bakterii, pływająca osoba przez 30 minut pozostawia w wodzie 553 x 10⁹ różnych bakterii, przy czym bakterii coli – formy A jest to 11 x 10⁵, a formy B jest 23 x 10⁹ (Hanes i Fossa 1970),
- woda to znakomity inkubator takich chorób jak: tyfus, cholera, dyzenteria, zatrucia pokarmowe itp. (Mason 1991),
- zmiana zachowania zwierząt, np. karmienia młodych łabędzi i kaczek krzyżówek uzależnia je od człowieka (Strzyżewski 2009).

Strefa ekotonu leśno-jeziornego (strefa brzegowa i litoralna)

Oddziaływania fizyczne:

- skutki falowania dochodzącego do brzegu zależą zarówno od prędkości łodzi, (łódka płynąca z prędkością 20 km/h generuje powstanie fali o wysokości 20 cm (Mosisch i Arthington 2004), jak i stanu ekotonu, a ściślej obecności makrofitów wynurzonych np. trzciny, która jest doskonałym „łamaczem” fal,
- falowanie eroduje brzegi, wypłukuje glebę spomiędzy korzeni drzew (które bardziej podmyte przewracają się do wody),
- tempo ubytku gleby zależy zarówno od jej składu i struktury, oraz od wysokości fal,
- wypłukiwanie gleby, prowadzi do zmętnienia wody i jej eutrofizacji,
- falowanie nie tylko eroduje brzegi ale i przyczynia się do zaniku makrofitów wynurzonych i pływających,
- falowanie i turbulencje przemieszczają osady dennie,
- uruchamianie osadów dennych następuje również na skutek tarcia dna łodzi, kotwiczenia, oraz w skutek wchodzenia do wody,
- śruba napędowa motorówek, obracająca się na głębokości 35 cm, w tafli wody o głębokości 75 cm niszczy w pasie o szerokości 1,5 m wszystkie rośliny i powoduje erozję dna (Lagler i inni 1950),
- zniszczeniu ulegają zwłaszcza te rośliny, które są płytko zakorzenione,
- zniszczenie makrofitów wynurzonych, np. pasa trzciny pospolitej oznacza usunięcie biologicznego filtra, pochłaniającego 80-90% materii spływającej wraz z wodą do jeziora,
- uszkodzenia brzegów powstają ponadto w wyniku cumowania łodzi, spacerów, wędkowania, obozowania, kąpiele, oraz celowego kopania dołów (np. w celach sanitarnych), a nawet wykopywania w glebie schodów (często wędkarze w ten sposób „przystosowują” brzeg w celu ułatwienia wędkowania), działanie takie ułatwiają inwazje pospolitych gatunków: wiechliny łąkowej *Poa pratensis*, babki zwyczajnej *Plantago major*, rdestu ptasiego *Polygonum aviculare*.
- działania inżynierskie: transformacja brzegów, umacnianie, niwelacja brzegów (Liddle i Scorgie 1980),

- wydeptywanie najczęściej równoległych ścieżek względem brzegu jeziora o szerokości średnio 30 do 45 cm (Rees 1978),
- zadeptywanie gleby, zależne od jej twardości i wilgotności oraz ciężaru osoby depczającej (Lidle i Greig-Smith 1975) prowadzi do uruchomienia długiego, złożonego łańcucha procesów prowadzących do degradacji gleby, utrudniającej rozwój korzeni (Staniewska-Zątek 2007), a w konsekwencji poprawne funkcjonowanie ekosystemu leśnego,
- zadeptywanie gleby prowadzi również do silnej kompaktacji ścioly (Duffey 1975),
- wyrąb drzew, wydeptywanie runa i krzewinek, palenie ognisk prowadzące do zmniejszenia kwasowości leśnej gleby (Strzyżewski 2006, Skłodowski i in. 2006),
- pozostawianie na brzegu śmieci, niekiedy w dużych ilościach, które stają się śmiertelną pułapką dla zwierząt bezkręgowych, a nawet kręgowych (Skłodowski i Podściński 2004).

Oddziaływania chemiczne:

- zanieczyszczenia wylwane są do wody bezpośrednio z łodzi, z pomostów, z brzegu a także rozlewane są na brzegu, generalnie im więcej ludzi tym więcej zanieczyszczeń,
- niestety, pomimo, że w wielu portach można opróżnić chemicznej toalety, to aż 25% użytkowników łodzi przyznaje się do wylewania jej na środku jeziora (Strzyżewski 2006, Skłodowski i in. 2006),
- pojawiające się nowoczesne rozwiązania sanitarne na jachtach – tzw. zbiorniki morskie, wyprzedzają niestety w znacznej stopniu rozwój infrastruktury w portach, w których brakuje odpowiednich urządzeń do opróżniania tych zbiorników, co oznacza, że jedynym sposobem opróżnienia zbiornika jest wylanie jego zawartości wprost do wody,
- dodatkowy ładunek związków chemicznych dostarczają osoby kąpiące się (często posmarowane kremem), myjące się w jeziorze (łącznie z głową) oraz zmywające naczynia.

Oddziaływania biologiczne:

- rośliny pływające, w porównaniu do wynurzonych, niszczone są w mniejszym stopniu, prawdopodobnie z obawy o zaplątanie śruby, urwanie żyłki lub trudności przy wiosłowaniu,
- niektóre „dobrze widoczne” rośliny np. strzałka *Sagittaria latifolia* są omijane (Sukopp 1971),
- częste i intensywne falowanie może wpływać na redukcję wymiarów roślin, np. kwiaty grążela żółtego w takich warunkach są mniejsze,
- falowanie niszczy gniazda ptaków budowanych na powierzchni wody,
- zanieczyszczenie wody prowadzi od redukcji bogactwa gatunkowego fauny wodnej (Mason 1991),
- fizyczne przekształcanie brzegów ułatwiają inwazję pospolitych gatunków: wiechliny łąkowej *Poa pratensis*, babki zwyczajnej *Plantago major*, rdestu ptasiego *Polygonum aviculare*,
- introdukcja obcych gatunków ok. 20% nawet w pasie do 300 m od brzegu (Liddle i Scorgie 1980),
- introdukcja obcych gatunków, często gatunków murawowych oraz gatunków nitrofilnych (Mądrzejowska 2002), oraz tym samym „rozerwanie” ciągłości naturalnej roślinności. Haslam (1978) sklasyfikował rośliny zarówno wodne jak i nadwodne w 4 grupach charakteryzujących się różną odpornością, gatunki bardzo łatwo ulegające erozji, np: miotlica rozłogowa *Agrostis stolonifera*, wierzbownica kosmata *Epilobium hirsutum*, gatunki łatwo ulegające erozji np.: niezapominajka *Myosotis* sp., wywłócznik kłosowy *Mriophyllum spi-*

catum, jeżogłówka gałęzista *Sparganium erectum*, gatunki ulegające erozji np.: seler węzłobaldachowy *Apium nodiflorum*, potocznik wąskolistny *Berula erecta*, oczeret jeziorny *Schoenoplectus lacustris* i gatunki trudno ulegające erozji: manna mielec *Glyceria maxima*, grąźel żółty *Nuphar lutea*, trzcina posplita *Phragmites communis*.

- zaniku mniej odpornych gatunków, w konsekwencji powstanie zbiorowiska kadłubowego,
- płoszenie zwierząt,
- ginięcie bezkręgowców lądowych,
- zmiany w strukturze i funkcjonowaniu zgrupowań bezkręgowców lądowych, np. w zgrupowaniach biegaczowatych giną gatunki mezofilne, które zastępują gatunki kserofilne, oraz gatunki leśne zastępowane są przez eurytopy (Skłodowski i Mądrzejowska 2008),
- nielegalny wyrąb drzew, zbiór gałęzi i chrustu na ognisko, prowadzi do zubożenia zasobów materii w ekosystemie lądowym.

Podsumowanie

Klimaszewski (1973) w założeniach rozwoju turystyki wodnej przyjął, że na 1 żaglówkę powinna przypadać powierzchnia 5 ha jeziora. Przykładowo, powierzchnia jeziora Beldany to niecałe 1000ha. Już wiele lat temu w miesiącach wakacyjnych pływało po nim więcej niż 250 łodzi. Biorąc pod uwagę założenia Klimaszewskiego, oraz taką liczbę łodzi, powierzchnia jeziora powinna wzrosnąć aż do 1250 ha, aby pomieścić wszystkie łodzie wraz z ich załogami. Ponadto według Klimaszewski (1972) średnia liczba osób przebywającej na żaglówce to 3,2 osoby. Współcześnie, ze względu na znacznie większe konstrukcje, liczba ta zbliża się do 5 osób. Obecnie stan Wielkich Jezior Mazurskich wskazuje na daleko posunięte procesy degradacji, niektórzy odwiedzający je mówią o zbliżającej się klęsce ekologicznej. Nic dziwnego, skoro z 250 jachtów, aż 87,5% cumuje na dziko (Strzyżewski 2009). Oznacza to, że każdego dnia około 1100 osób schodzi na ląd w niedozwolonych miejscach.

W poprzednim rozdziale opisano różne rodzaje presji wywieranej przez turystów wodniaków, tak na jeziorze, jak i w ekotonie leśno-jeziornym. Z przeglądu wynika, że są to stałe oddziaływania na ekosystem i z tego powodu jednokierunkowe, co oznacza w przyszłości dalsze pogorszenie stanu ekosystemów leśno-jeziornych Wielkich Jezior Mazurskich. Oddziaływania te prowadzone na lądzie jak i na tafli jeziora, doprowadzają do nadmiernej eutrofizacji jezior, oraz stopniowego zaniku formacji leśnej. Oba procesy wpływają na siebie wzajemnie i mogą działać synergistycznie.

Wycinka drzew, zadeptywanie i niszczenie roślinności na brzegu, oraz pasa trzcin i innych roślin wodnych, oznacza usunięcie strefy buforowej jeziora, co potęguje przy każdym spływie powierzchniowym eutrofizację jeziora. Zanieczyszczenia, które wprost z jachtów dostają się do wody, również nadmiernie wzbogacają jezioro. Do tego należy dodać różne trucizny, które akumulują się nie tylko w jeziorze, ale i organizmach żywych, eliminując mniej odporne gatunki.

Ciągła dostawa materii z „nieszczelnych” ekosystemów leśnych (zubożony w runo drzewostan, poprzerywany pas trzcin) oraz z łodzi (należy jeszcze uwzględnić stały opad materii wprost z atmosfery) doprowadza do nadmiernego rozwoju glonów planktonowych, co z kolei ogranicza przenikanie światła do prowadzących fotosyntezę roślin wodnych. W ten sposób produkcja tlenu w wodzie zmniejsza się, pojawiają się stopniowo warunki beztlenowe, w których uruchamiany jest np. fosfor z osadów dennych (Weiner 2008). Fosfor wzmacnia rozwój glonów planktonowych, które w ten sposób jeszcze bardziej ograniczają produkcję tlenu. Dalszym efektem jest zmniejszenie populacji ryb, płazów oraz wielu gatunków bezkręgowców rozwijających się jako larwa w jeziorze, zaś jako imago pozostających na terenie lasu. Brak wymienionych zwierząt uniemożliwia powrót

do ekosystemów lądowych materii, która wraz z wodą spłynęła z nich przez nieszczelne ekotony wprost do jeziora. W efekcie ekosystemy lądowe mogą „głodować”.

Turystyka wodna działa jak bardzo silny czynnik stresowy na ekosystemy leśno-jeziorne. W efekcie na brzegu powstaje zubożony ekosystem z zbiorowiskiem kałużowym, zaś jezioro zaczyna przypominać ściek. Co zrobić, aby scenariusz taki odmienić? Na pewno należy bezwzględnie zmienić prawo, tak aby turystyka była odpowiednio sankcjonowana prawnie. Egzekwowanie prawa powinno być również bezwzględne. Jednak w pierwszym rzędzie należy postawić na edukację dzieci i młodzieży. Okazuje się bowiem, że blisko 70% żeglarzy to ludzie do 25 roku życia, zaś 33% z nich ma wykształcenie średnie, 38% studiuje, a 28% posiada wykształcenie wyższe (Strzyżewski 2006).

Dlatego należy postawić na edukację, która powinna zacząć się jak najwcześniej. Strzyżewski (2009), który również prowadzi kursy żeglarskie, wprowadza szkolenie pod kątem ochrony środowiska w trakcie kursów. To kolejna konieczna forma szkolenia osób, które będą pływać na jachtach jako sternicy. Jednak poza sternikiem na każdym jachcie pływa jeszcze kilka osób, które nie uczestniczą w kursach na żeglarza. Dlatego ważne jest prowadzenie edukacji jeszcze w szkołach podstawowych.

Odrębnym zagadnieniem jest dostosowanie portów nie tylko do cumowania, ale i opróżniania toalet chemicznych, oraz przejmowanie odpadów (najlepiej segregowanych) od załóg jachtów. Można przy tym pomyśleć o prowadzeniu akcji promocyjnej. Innym sposobem ograniczania presji turystyki wodniackiej może być ograniczenie liczby jachtów wpływających na Jezioro Beldany, jednak sposób ten nie będzie społecznie akceptowany.

Wnioski:

- turystyka wodna na Wielkich Jeziorach Mazurskich działa jako silny czynnik stresowy,
- oddziaływanie to, wobec braku jakiegokolwiek ograniczania, działa jednokierunkowo,
- efektem tego działania jest powstawanie zubożonych ekosystemów leśnych, oraz bardzo silna eutrofizacja jezior,
- możliwości poprawy w przyszłości stanu ekosystemów leśno-jeziornych, choć kryją się w rozwiązaniach prawnych, należy szukać jednak przede wszystkim w odpowiednio prowadzonej edukacji od najmłodszych lat oraz w systemie szkolenia na stopień żeglarza,
- w tym ostatnim przypadku, należy bezwzględnie wprowadzić we wszystkich szkoleniach na żeglarza i sternika elementy szkolenia z zakresu ochrony środowiska.

Literatura

- Duffey E. 1975. The effects of human tramping on the fauna of grassland litter. *Biological Conservation* 7: 255-274.
- Hanes N. B., Fossa A. J. 1970. A quantitative analysis of the effects of bathers on recreational water quality. *Proceedings of the 5th International Conference on Water Pollution Research*.
- Haslam S. M. 1978. *River plants: the macrophyte vegetation of watercourses*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Jackivicz T. P., Kuzminski L. N. 1973. The effects of the interaction of outboard motors with the aquatic environment – a review. *Environm. Res.* 6: 436-454.
- Klimaszewski K. 1973. *Założenia rozwoju turystyki wodnej w Polsce w latach 1971-1985*. Instytut Turystyki, Warszawa.

- Lagler K. F., Hazzard A. S., Hazen W. E., Tomkins W. A. 1950. Outboard motors in relation to fish behaviour, fish production and angling success. *Trans. N. Am. Wildl. Conf.* 15: 280-303.
- Liddle M. J., Greig-Smith P. J. 1975. A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem. I. soils. *Journal of Applied Ecology* 12: 909-930.
- Liddle M. J., Scorgie H. R. A. 1980. The effects of recreation on freshwater plants and animals: a review. *Biological Conservation* 17: 183-206.
- Mason C.F. 1991. *Biology of Freshwater Pollution*. Longman Scientific and Technical, Essex.
- Mądrzejowska K. 2002. Wpływ turystyki żeglarskiej na zadrzewienia przybrzeżne jeziora Beldany, SGGW, Warszawa.
- Mosich T.D., Arthington A. H. 2001. Polycyclic aromatic hydrocarbon residues in the sediments of a dune lake as a result of power boating. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 6: 21-32.
- Mosich T.D., Arthington A. H. 2004. Impact of Power-boating on Freshwater Ecosystems. W: Buckley R. (red.). *Environmental Impacts of Ecotourism*. Cabi Publishing pp. 125-154.
- Rees J.R. 1978. A 'people-counter' for unsurfaced wetland footpaths. *Environ. Conserv.* 5: 66-74.
- Skłodowski J., Podściański W. 2004. Zagrożenie mezofauny powodowane zaśmiecaniem środowiska szlaków turystycznych Tatr. *Parki Narodowe i Rezerваты* 23: 271-283.
- Skłodowski J., Mądrzejowska K. 2008. Zgrupowania biegaczowatych jako zooindeks presji turystyki żeglarskiej w ekotonach leśno-jeziornych. *Assemblages of carabidae as zooindeks of water tourism impact in forest-lake ecotones Sylwan* 8: 35-46.
- Skłodowski J., Sater J., Strzyżewski T. 2006. Presja turystyki wodnej w ekosystemach leśno-jeziornych na przykładzie jeziora Beldany. *Sylwan* 10: 65-71.
- Strzyżewski T. 2006. Turystyka żeglarska a stan środowiska przyrodniczego na Mazurach. Praca licencjacka, Katedra Ochrony Lasu i Ekologii.
- Strzyżewski T. 2009. Rola edukacji ekologicznej w ograniczeniu negatywnej presji turystyki żeglarskiej na środowisko przyrodnicze Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. ALMAMER Wyższa Szkoła Ekonomiczna.
- Staniewska-Zątek W. 2007. Turystyka a przyroda i jej ochrona. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2007, pp. 76.
- Sukopp H. 1971. Effects of man, especially recreational activities, on littoral macrophytes. *Hydrobiologia* 12: 331-340.
- Weiner J. 2008. *Życie i ewolucja biosfery*. PWN pp. 610.

Skłodowski Jarosław

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW
Jarek.Sklodowski@wl.sggw.pl