

Tadeusz J. CHMIELEWSKI, Agnieszka KUŁAK

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt
Lublin, Polska
e-mail: taduesz.chmielewski@up.lublin.pl, agnieszka.kulak@up.lublin.pl

EKOTONY W KRAJOBRAZIE I KRAJOBRAZ EKOTONÓW: NOWE WYZWANIA DLA UZNANEJ KONCEPCJI

ECOTONES IN THE LANDSCAPE AND THE LANDSCAPE OF ECOTONES: NEW CHALLENGES FOR THE WELL RECOGNISED CONCEPT

Słowa kluczowe: ekologia krajobrazu, ekotony, struktura krajobrazu, zarządzanie systemami krajobrazowymi

Key words: *landscape ecology, ecotones, landscape structure, landscape systems management*

Streszczenie

W artykule zaprezentowano przegląd wiodących koncepcji dotyczących ekotonów krajobrazowych w ujęciu fizycznogeograficznym, ekologiczno-krajobrazowym i architektoniczno-krajobrazowym; określono główne współczesne wyzwania i perspektywy badawcze w tym zakresie oraz możliwości zastosowania nowych elementów teorii ekotonów krajobrazowych w praktyce ochrony i kształtowania krajobrazów kulturowych. Na kilku praktycznych przykładach wykazano, że wraz ze wzrostem skali przestrzennej studiów i poziomu organizacji systemów krajobrazowych, oprócz struktur typu *ekotonu krajobrazowego*, w coraz większym zakresie możemy mieć do czynienia z *krajobrazami ekotonowymi* obejmującymi całe fizjocenozy, lub nawet ich lokalne kompleksy. Można również przyjąć, że udział powierzchniowy obu w/w form układów ekotonowych może być jednym ze wskaźników przyrodniczej i fizjonomicznej spójności systemów krajobrazowych. Analizując procesy przekształceń fizjonomii terenu w czasie i przestrzeni, można wyznaczać „migrujące ekotony”: osie i fronty postępujących przemian wyglądu i stylu krajobrazu.

Abstract

The article presents a review of the leading concepts of the landscape ecotones, using the physiographic, landscape-ecological and landscape-architectural approach; the authors have also identified the major contemporary challenges and research perspectives in this field, as well as a possibilities of implementation a new elements of the landscape ecotones theory in the practice of cultural landscapes conservation and design. It has been shown – on several practical examples – that together with increasing a spatial scale of studies as well as a level of landscape systems organization, besides of landscape ecotones, in an increasing extent we have to deal with a ecotonal landscapes, covering the whole physiocoenoses or even their local complexes. It can also be accepted, that the surface share of both these two ecotonal forms may be one of the indicators of environmental and physiognomic connectivity of landscape systems. Analyzing the processes of the landscape physiognomy transformation in the time and space, can be define a “migrating ecotones”: axes and fronts of progressive changes of the landscape appearance and style.

UWARUNKOWANIA PODJĘCIA TEMATU I CEL PRACY

Inspirację do przygotowania tego artykułu stanowiły prowadzone samodzielnie, lub zespołowo prace: (1) nad studiami zmian krajobrazów kilku różnych regionów Polski w okresie ostatniego półwiecza (Chmielewski, 2001; Chmielewski i in., 2015a; Kułak, 2016); (2) nad różnorodnością biologiczną i krajobrazową systemów wielko-przestrzennych (Chmielewski, 1999); (3) nad systemem klasyfikacji i ocen aktualnych krajobrazów Polski (Chmielewski i in., 2015b). W toku ostatniej serii prac nad procesami przekształceń krajobrazów zwrócono m.in. uwagę na fakt, że największe i najbardziej dynamiczne zmiany w strukturze ekologicznej i fizjonomicznej krajobrazów występują w pasmach granicznych geokompleksów, fizjocenoz i stref architektoniczno-krajobrazowych, w wyniku czego w pasmach tych powstają nowe, specyficzne krajobrazy ekotonowe. Powtórne przeanalizowanie pod tym kątem wyników starszych prac, potwierdziło tą obserwację i ukazało jej nowe aspekty.

Celem prezentowanego artykułu jest: (1) dokonanie przeglądu wiodących koncepcji dotyczących ekotonów krajobrazowych w ujęciu fizycznogeograficznym, ekologiczno-krajobrazowym i architektoniczno-krajobrazowym; (2) wskazanie głównych współczesnych wyzwań i perspektyw badawczych w tym zakresie oraz możliwości ich praktycznego zastosowania w procesie ochrony i kształtowania krajobrazów kulturowych; (3) przyczynienie się do rozwoju ogólnej teorii systemów krajobrazowych.

WPROWADZENIE: EKOTONY W KRAJOBRAZIE I KRAJOBRAZ EKOTONÓW

Zagadnienie discontinuum struktury przestrzennej i charakteru granic jednostek strukturalnych systemów krajobrazowych jest od ponad 100 lat jednym z kluczowych elementów koncepcji teoretycznych oraz problemów badawczych ekologii krajobrazu (Clements, 1905; Haase, 1964; Schmitchüsen, 1968; Neef red., 1978; Hansen, di Castri red., 1992; Forman, 1995; Wu, Hobbs red., 2007; Richling, Solon, 2011). Poszczególne dyscypliny naukowe zajmujące się krajobrazem wypracowały i stosują różne systemy podziału obszaru na jednostki terytorialne. Jedne nauki koncentrują się na wyodrębnianiu jednostek strukturalnych, inne – na delimitacji jednostek funkcjonalnych, ze słabiej lub silniej akcentowanymi odniesieniami terytorialnymi, inne wreszcie – operują obydwoma typami podziałów (Chmielewski, 2012). Daje to w efekcie wielką różnorodność terminów naukowych, czasem różniących się od siebie jedynie niuansami.

Generalnie jednak we wszystkich systemach podziału przestrzeni, wyodrębnia się 2 podstawowe strukturalne typy granic krajobrazowych: granice liniowe (wyraziste, ostre) i strefowe (łagodne, gradientowe) o bardzo zróżnicowanej szerokości i randze (van Leeuwen, 1966). Różnego typu granice gradientowe określa się jako ekotony, ekokliny, lub geotony (Margalef, 1974; van der Maarel, 1990; Pietrzak, 1998).

Termin *ekoton* został wprowadzony do literatury naukowej na początku XX w. przez F. E. Clementsa (1905), jako określenie widocznej w terenie (rejestrowanej wizualnie) granicy między sąsiadującymi zbiorowiskami roślinnymi. Od połowy

XX w. jest powszechnie stosowany w ekologii ogólnej, gdzie oznacza strefę styku sąsiadujących ze sobą ekosystemów (Odum, 1982), zaś od lat 80. XX w. stał się popularnym terminem także wśród ekologów krajobrazu, stosowanym w odniesieniu do różnego rodzaju granic krajobrazowych, obejmujących komponenty abiotyczne, biotyczne i antropogeniczne (Di Castri i in. red., 1988; Hansen, Di Castri red., 1992; Forman, 1995).

McLean i Ivimey-Cook (1973) oraz Margalef (1974) termin *ekoton* odnoszą do granic krajobrazowych wyraźnie widocznych w terenie (stanowiących „przejście skokowe”); zaś dla łagodnych stref przejściowych, o trudno definiowalnych, rozmytych granicach – proponują termin *ekoklina*. Im większa skala przestrzenna analiz, tym *ekokliny* bywają rozleglejsze: np. między strefami klimatycznymi, czy regionami biogeograficznymi (Brown, Gibson, 1983; Walker i in. red., 1999).

W odróżnieniu od *ekotonów* identyfikowanych, jako granice między ekologicznymi jednostkami przestrzennymi (przede wszystkim między ekosystemami), Kołomyś (1987) wyróżnia tzw. *geotony*, identyfikowane, jako strefy graniczne między geoekologicznymi jednostkami przestrzennymi. W zależności od zmieniających się komponentów środowiska, dzieli on *geotony* na: proste/jednokomponentowe (orograficzne, petrograficzne, fitogenne, wodne) oraz złożone (wielokomponentowe).

Van der Maarel (1990) zwraca uwagę na zmienność zasięgów terytorialnych oraz wartości gradientów (skali kontrastowości) granic krajobrazowych w przestrzeni i czasie. W zależności od charakteru procesów i dynamiki tych zmian, proponuje wyróżniać: „młode, dynamiczne krajobrazy o ekotonowym charakterze” oraz „stare, stabilne ekokliny krajobrazowe”.

Wielu autorów zwraca uwagę, że granice krajobrazowe stanowią często fronty natężonych przepływów materii i energii w poprzek mniej lub bardziej stromego gradientu cech środowiska (Wiens, 1992; Pietrzak, 1998).

T. J. Chmielewski zauważa, że w skali mezoregionalnej, w układach ekologiczno-krajobrazowych o wysokim stopniu naturalności przeważają granice gradientowe, o funkcji spajającej (strukturalnie, funkcjonalnie i fizjonomicznie) sąsiadujące jednostki; działalność człowieka natomiast zazwyczaj wyostrza, redukuje te naturalne gradienty do formy liniowej (krawędziowej), w większym stopniu rozgraniczającej, niż łączącej przyległe struktury (Chmielewski, 2001). Stąd wynika problem narastającej fragmentacji i insulacji krajobrazów kulturowych (Lindenmayer, Fischer, 2006; Collinge, 2009).

Z kolei J. Solon zwraca uwagę, że liniowy lub strefowy sposób odwzorowania granic krajobrazowych zależy także od przyjętej metody analiz: ujęcie gradientowe stosowane jest zwykle przy analizach cech ilościowych badanego heterogenicznego obszaru, natomiast przy analizach cech jakościowych oraz w przypadku posługiwania się kategoriami typologicznymi – najczęściej wykorzystuje się modele operujące granicami liniowymi (Solon, 2000).

W naukach o krajobrazie mamy więc do czynienia z wielką różnorodnością podejść metodycznych i sposobów odwzorowywania granic krajobrazowych, ze zróżnicowaną ich terminologią oraz kilkoma systemami klasyfikacji (van Leeuwen,

1966; Di Castri i in. red., 1988; Forman, 1995; Farina, 1998). Nie można też pomijać znaczącej roli struktur i czynników spajających przestrzeń krajobrazową w specyficzne continuum przestrzenne, takich jak: różnego typu przepływy materii i energii, powiązania hydrologiczne i hydrochemiczne, korytarze ekologiczne, korytarze transportowe, powiązania widokowe, itp. (Androp, 1988; Crooks, Sanjayan red., 2006).

Podjmując próbę zbiorczej oceny zróżnicowania poglądów na temat *continuum* i *discontinuum* systemów krajobrazowych, M. Pietrzak (2000) układa je wzdłuż symbolicznego wektora: (1) od skrajnych założeń, iż nie ma realnych granic krajobrazowych, lecz w continuum cech środowiska występują jedynie płynne granice między cechami poszczególnych jego komponentów; przez (2) poglądy umiarkowane, zakładające, że w przyrodzie występują pewne osobliwe miejsca (pasma) nasilonych zmian cech komponentów środowiska, cechujące się podwyższoną dynamiką procesów przyrodniczych, po (3) przeważające współcześnie stanowisko, że granice krajobrazowe to powszechnie, realnie występujące linie i pasma skokowych, bądź gradientowych zmian cech środowiska, które jednocześnie powodują czytelne zmiany w jego funkcjonowaniu i wyglądzie.

J. Wu oraz R. J. Hobbs (2007) stawiają problemy analizy i modelowania struktury przestrzennej krajobrazu, wśród 12 kluczowych wyzwań (zadań) współczesnej ekologii krajobrazu.

STREFY GRANICZNE W SYSTEMIE JEDNOSTEK FIZYCZNOGEOGRAFICZNYCH

Już w latach 50. XX w., w toku prac nad systemem regionalizacji fizycznogeograficznej Lubelszczyzny, A. Chałubińska i T. Wilgat (1954) wyróżnili *granice topograficzne* – o charakterze dzielącym oraz *granice rozróżniające* – strefowe, w których stopniowo wygasają cechy jednego regionu, a coraz bardziej wyraziste stają się cechy regionu sąsiedniego, albo też cała ta strefa graniczna posiada cechy pośrednie pomiędzy sąsiadującymi obszarami. Jako jedną z takich stref przejściowych wyróżnili cały mezoregion Pagóry Chełmskie, w którym występują zarówno elementy charakterystyczne dla Wyżyny Lubelskiej, jak i dla Polesia Lubelskiego. W swoim podziale mezoregion ten zaliczyli jednak do makroregionu Wyżyna Lubelska, natomiast w późniejszym podziale J. Kondrackiego (1965) wszedł on w skład makroregionu Polesie Wołyńskie (845.3).

Byłoby bardzo pouczające przeanalizowanie wszystkich wyodrębnionych aktualnie w Polsce mezoregionów fizycznogeograficznych, pod kątem stopnia wyrazistości ich indywidualnych, bądź przejściowych (ekotonowych) cech.

Z całymi jednostkami fizycznogeograficznymi o charakterze przejściowym, znacznie częściej będziemy mieli do czynienia na niższych od mezoregionu poziomach klasyfikacji. Umowna, liniowa granica wyznaczona między regionami np. na mapie 1: 1 250 000 (por. Kondracki, 1965), w terenie może okazać się strefą przejściową o kilkukilometrowej szerokości, złożoną z wielu jednostek ekotonowych rangi uroczysk, czy nawet terenów. Widać to wyraźnie m.in. na przykładzie północnej granicy Płaskowyżu Nałęczowskiego (343.12), czy południowej granicy Roztocza Środkowego (343.22).

Prawdziwym wyzwaniem dla fizycznogeograficznej klasyfikacji regionalnej będzie – zapowiadane w związku z planowanym audytem krajobrazów Polski – uszczegółowienie istniejącego podziału do poziomu mikroregionów. Obowiązek przeprowadzania okresowego audytu stanu krajobrazów Polski wprowadza uchwalona w 2015 r. tzw. „ustawa krajobrazowa” (Ustawa..., 2015)¹, zaś zgodnie z opracowaną metodyką tego audytu – pierwszym krokiem do jego wdrożenia powinna być właśnie delimitacja mikroregionów fizycznogeograficznych, a w ich strukturze z kolei – kartowanie systemu aktualnych krajobrazów lokalnych (Chmielewski i in., 2015; Solon i in., 2015). Prace te mają być wykonywane dla obszaru całego kraju w skali 1: 50 000, lub dokładniejszej. W świetle aktualnych zasobów wiedzy o systemach krajobrazowych, wiele granic regionów fizycznogeograficznych w tej skali odwzorowania trzeba już będzie pokazywać jako strefy ekotonowe (geotonowe).

STREFY GRANICZNE W SYSTEMIE JEDNOSTEK EKOLOGICZNO-KRAJOBRAZOWYCH

Wiodącymi kryteriami w procesie delimitacji regionów fizycznogeograficznych (z mikroregionami włącznie) są cechy abiotycznych komponentów środowiska. Komponenty biotyczne są ważnym elementem charakterystyki poszczególnych regionów, ale ich charakter i różnicowanie jest postrzegane przede wszystkim jako konsekwencja cech środowiska abiotycznego (Kondracki, 1961, 1965; Richling, 1992; Richling i in., 2005).

W ekologii ogólnej, podstawową jednostką przestrzenną jest ekosystem (Tansley, 1935; Odum, 1982), choć początkowo pojęciu temu przypisywano raczej charakter a-terytorialny – jako określonego modelu funkcjonowania organizmów w środowisku. We współczesnych ekologiczno-krajobrazowych systemach podziału przestrzeni, cechy komponentów abiotycznych i biotycznych są traktowane równorzędnie, przez niektórych autorów nawet z dominacją cech komponentów biotycznych jako wskaźników różnicowania przestrzeni (Troll, 1950; Naveh, Liebermann, 1984; Richling, Solon, 2011; Chmielewski, 2012). W miarę dostępnych danych, brane są również pod uwagę procesy zintegrowanego funkcjonowania wszystkich tych komponentów, w warunkach różnicowanej intensywności użytkowania zasobów krajobrazu przez człowieka.

Gosz (1993) przedstawił koncepcję wieloskalowości i hierarchiczności stref ekotonowych w krajobrazie, uznając, że ekotony otaczają także układy ponadekosystemowe, do biomów włącznie. Podejście to rozwija Kark (2013), który jako ekotony uznaje nie tylko strefy graniczne między ekosystemami, ale wszelkie strefy gradientowe między systemami ekologicznymi Ziemi: od stref klimatycznych i stref przejściowych między biomami, po zespoły roślinne i mikrosiedliska.

W Polsce, jako ponadekosystemowe poziomy organizacji systemów krajobrazowych od lat 30. XX w. przyjmuje się fizjocenozy (Wodziczko, 1937; Andrzejewski,

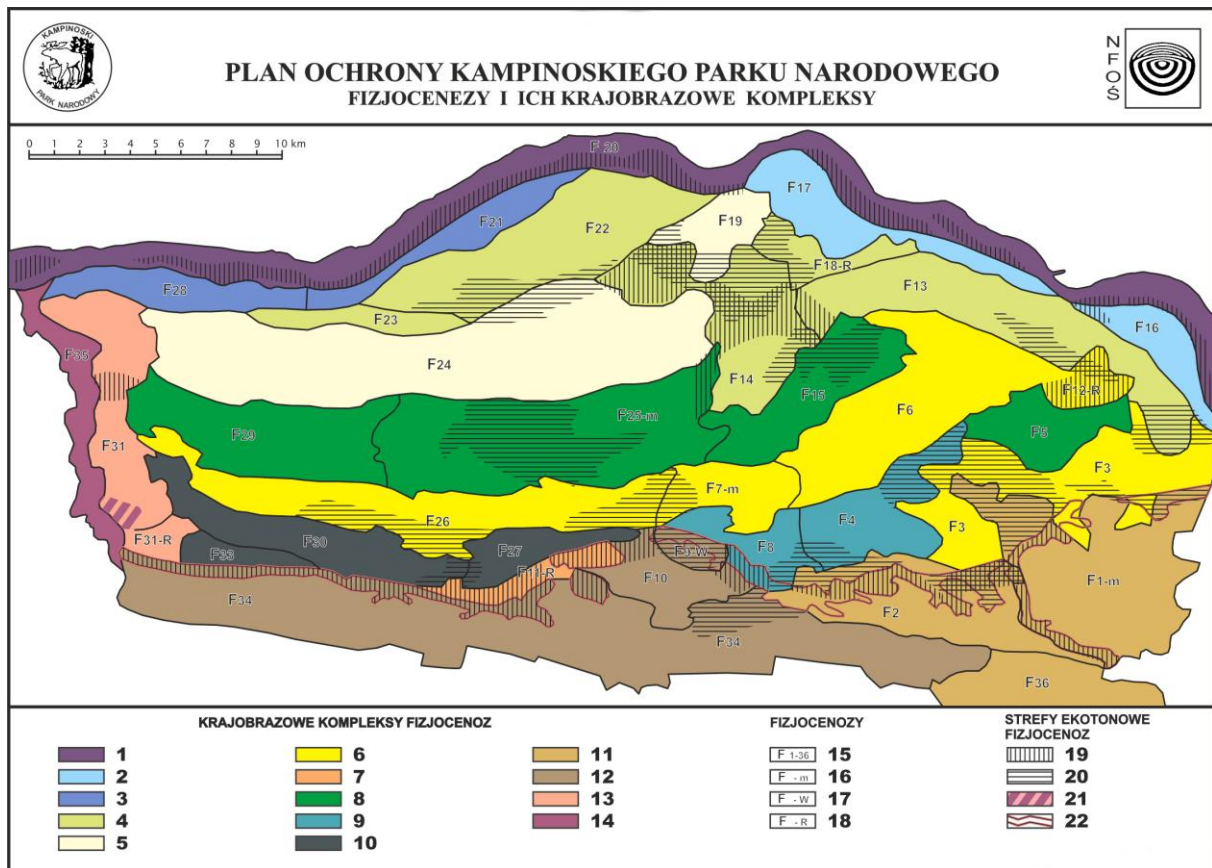
¹ Uchwalenie tej ustawy jest elementem wdrażania w Polsce postanowień Europejskiej Konwencji Krajobrazowej (European..., 2000).

1983; Chmielewski, 1992) oraz krajobrazowe kompleksy fizjocenoz (Chmielewski, Solon, 1996). Pod względem poziomu organizacji systemów krajobrazowych oraz rozległości przestrzennej, fizjocenozy odpowiadają w przybliżeniu geokompleksom rangi terenu, zaś krajobrazowe kompleksy fizjocenoz – mikroregionom fizycznogeograficznym (Chmielewski, 2012). Ponieważ jednak na zasięgi i charakter granic fizjocenoz (oraz ich krajobrazowych kompleksów) wpływ ma zarówno zróżnicowanie komponentów abiotycznych, jak i biotycznych, a także sposób użytkowania ziemi przez człowieka, należy się spodziewać, że stref ekotonowych będzie tu znacznie więcej, niż w przypadku mozaiki regionów fizycznogeograficznych, a ponadto – że strefy graniczne jednostek ekologiczno-krajobrazowych będą znacznie bardziej różnorodne. Potwierdzają to wyniki kilku studiów regionalnych, w ramach których zwrócono uwagę na ten problem.

W toku prac nad pierwszą edycją planu ochrony Kampinoskiego Parku Narodowego (Chmielewski red., 1996), na obszarze obejmującym wschodnią część mezoregionu Kotlina Warszawska (318.73) oraz północny skraj mezoregionu Równina Łowicko-Błońska (318.72), poprzez nałożenie na siebie zasięgów granic uroczysk i mikrokrajobrazów roślinnych, wyznaczono 35 ekologiczno krajobrazowych jednostek przestrzennych rangi fizjocenoz. W wyniku procedury delimitacji okazało się, że w strefach granicznych większości fizjocenoz występują liczne pasma, lub strefy o charakterze przejściowym pomiędzy sąsiadującymi jednostkami. Wśród nich wyróżniono (ryc. 1):

- mikrokrajobrazy ekotonowe, obejmujące strefy styku 2 lub 3 fizjocenoz;
- uroczyska ekotonowe, w obrębie których stykają się 2 lub 3 mikrokrajobrazy roślinne (Chmielewski, Solon, 1996).

Oceniono, że w niektórych przypadkach wykształcenie się uroczysk ekotonowych było efektem procesów naturalnych, takich jak procesy fluwiodynamiczne, erozja, czy sukcesja naturalna. Jednak w większości przypadków niezgodność przebiegu granic uroczysk i mikrokrajobrazów roślinnych wynikała z działalności człowieka. Uznano, że stopień niezgodności przebiegu analizowanych tu granic krajobrazowych można uznać za jeden ze wskaźników stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (Chmielewski, Solon, 1996). Uwzględniając stan wiedzy z zakresu ekologii krajobrazu jakim dysponujemy 20 lat później, można również przyjąć, że udział powierzchniowy obu w/w form układów ekotonowych może być jednym ze wskaźników ekologicznej spójności systemów krajobrazowych.



Ryc. 1. Uroczyska i mikrokrajobrazy ekotonowe w fizjocenozach Kampinoskiego Parku Narodowego.

Oznaczenia: **A. Krajobrazowe kompleksy fizjocenozy:** 1 – Międzywale Wisły; 2 – Powiśle Łomiankowskie; 3 – Powiśle Secemińskie; 4 – Taras nadzalewowy; 5 – Wał wydmy północny; 6 – Wał wydmy południowy; 7 – Wał wydmy podskarpowy (resztkowy); 8 – Pas bagienny Łasicy; 9 – Pas bagienny Kanału Zabrowskiego; 10 – Pas bagienny Kanału Olszowskiego; 11 – Guz Warszawski (fragment); 12 – Równina Łowicko-Błońska (fragment); 13 – Nadburze; 14 – Dolina Bzury; **B. Fizjocenozy:** 15 – Fizjocenozy względnie harmonijne; 16 – Fizjocenozy mozaikowe; 17 – Fizjocenozy sztuczne („wymuszone”); 18 – Fizjocenozy resztkowe; **C. Strefy ekotonowe fizjocenozy:** 19 – „krajobrazy ekotonowe”; 20 – „uroczyska ekotonowe”; 21 – uroczysko przejściowe (o cechach pośrednich); 22 – Skarpa Równiny Łowicko-Błońskiej (Chmielewski, Solon, 1996, wersja barwna, uszczegółowiona).

Fig. 1. Ecotonal sacred spots (ranges) and micro-landscapes in the Kampinos National Park. **Designations:** **A. Local complexes of physiocoenoses:** 1 – Vistula inter-embankment terrace; 2 – Powiśle Łomiankowskie; 3 – Powiśle Secemińskie; 4 – Vistula over flood terrace; 5 – North dune embankment; 6 – South dune embankment; 7 – Under-escarpment dune embankment; 8 – Swamp stripe of Łasica river valley; 9 – Swamp stripe of the Zaborów Channel; 10 – Swamp stripe of the Olszowiecki Channel; 11 – The Warsaw Knob (fragment); 12 – Łowicko-Błońska Plain; (fragment); 13 – Bzura river over flood terrace; 14 – Bzura river flood terrace; **B. Physiocoenoses:** 15 – Relatively harmonious F.; 16 – Mosaic F., 17 – Artificial (Forced) F.; 18 – A residual F; **C. Ecotonal zones of the physiocoenoses:** 19 – “ecotonal landscapes”; 20 – “ecotonal sacred spots”; 21 – transitional sacred spots; 22 – The Slope of Łowicko-Błońska Plain (Chmielewski, Solon, 1996, more detailed color version).

Omawiając wyniki badań z lat 80. i 90. XX w., dotyczących szerokich ekotonów występujących na poziomie ekosystemowym, wielu autorów zwracało uwagę na wysoką różnorodność biologiczną tych formacji, wynikającą m.in. z występowania tam zarówno gatunków charakterystycznych dla obu stykających się ekosystemów, jak i gatunków wskaźnikowych dla samych siedlisk ekotonowych (Odum, 1982; Di Castri i in. red., 1988; Holland, Risser red., 1991; Hansen, Di Castri red., 1992). Szczególnie wiele prac z tego zakresu poświęcono wówczas (a także później) ekotonom leśnym (Dallmeier, Comiskey red., 1998; Vince i in. red., 2004; Balzer red., 2010; Myster red., 2012) oraz ekotonom woda-łąd (Neiman, Decamps red., 1990; Gopal i in. red., 1993; Lachavanne, Juge red., 1997; Radwan red., 1998).

Na zagadnienie wysokiej różnorodności przyrodniczej i krajobrazowej obserwowanej na poziomie całych ekotonowych fizjocenoz zwrócono uwagę w Polsce m.in. w toku prac nad *Strategią ochrony różnorodności biologicznej i krajobrazowej województwa lubelskiego* (Chmielewski, 1999, 2005). W opracowaniu tym, na mapach 1: 100 000, w skali 5-punktowej oceniano różnorodność zespołu 177 fizjocenoz kolejno pod względem: (a) zróżnicowania: rzeźby terenu, z elementami analizy procesów morfogenetycznych; (b) pokrywy glebowej; (c) liczby naturalnych i półnaturalnych zbiorowisk roślinnych; (4) liczby gatunków flory naczyniowej; (5) liczby gatunków fauny kręgowców; (6) liczby typów i liczby płatów form pokrycia terenu. W wyniku walooryzacji zbiorczej okazało się, że najwyższą sumaryczną różnorodnością przyrodniczą i krajobrazową odznaczały się: (A) doliny rzeczne nie poddane silnej presji antropogenicznej; (B) fizjocenozy jeziorno – torfowiskowo – leśne; (C) labiryntowe układy lasów i wielowstęgowych rozłogów pól na wysoczyznach lessowych rozciętych gęstą siecią wąwozów; (D) zespół 4 fizjocenoz położony wzdłuż granicy dwóch podprovincji fizycznogeograficznych: (318) – Nizin Środkowopolskich oraz (343) – Wyżyny Wschodniomałopolskiej. Jednocześnie jednak 4 inne, mniejsze terytorialnie fizjocenozy tego pasa granicznego między krajobrazami wyżyn i nizin, uzyskały bonitację umiarkowaną, lub nawet niską, z uwagi na znaczącą skalę antropogenicznego przekształcenia (regulacja cieków, osuszenie siedlisk, redukcja różnorodności biologicznej przez zanieczyszczenia przemysłowe ze strony pobliskich Zakładów Azotowych w Puławach).

Wyniki tych dwóch opracowań sugerują, że wraz ze wzrostem skali przestrzennej studiów, oprócz struktur typu *ekotonu krajobrazowego*, w coraz większym zakresie możemy mieć do czynienia z *krajobrazami ekotonowymi* obejmującymi całe fizjocenozy, lub nawet ich lokalne kompleksy.

W tym kontekście, jednym z wyzwań stających współcześnie przed badaczami systemów krajobrazowych w Polsce, jest potrzeba znacznego zintensyfikowania studiów nad strukturą, funkcjonowaniem oraz zasadami kształtowania i zarządzania krajobrazami ekotonowymi. W wielu krajach badania takie rozwijają się intensywnie już od kilku dekad, tworząc nowy, bardzo interesujący dział ekologii i projektowania krajobrazu (Schwarz red., 1997; Lindenmayer, Fisher, 2006; Colline, 2009; Holland i in. red., 2012).

STREFY GRANICZNE W FIZJONOMICZNEJ STRUKTURZE KRAJOBRAZU

Fizjonomia terenu jest obrazem zintegrowanego współistnienia abiotycznych, biotycznych i antropogenicznych komponentów krajobrazu (Bogdanowski, 1976).

Za podstawowe jednostki przestrzenne stosowane w procesie oceny i projektowania fizjonomicznej kompozycji krajobrazu uznaje się *wnętrza krajobrazowe* (Bogdanowski, 1994; Patoczka, 2000). *Wnętrza krajobrazowe* to fragment przestrzeni otaczającej obserwatora, wyodrębniony z otoczenia przez określoną kompozycję form ukształtowania i pokrycia terenu. Jeśli wnętrze jest elementem kompozycyjnym wewnątrz budynku, mówimy o *wnętrzu architektonicznym* (WA); jeśli jest częścią kompozycji obszaru zurbanizowanego, rolniczo – osadniczego, lub rolniczo – leśnego, mówimy o *wnętrzu architektoniczno – krajobrazowym* (WAK); jeśli natomiast wnętrze jest ukształtowane wśród naturalnych ekosystemów, mówimy o *wnętrzu przyrodniczo-krajobrazowym* (WPK) (Chmielewski, 2012).

W krajobrazie można wyznaczyć wiele różnorodnych wnętrz. W każdym z nich jednak można zidentyfikować cztery podstawowe typy elementów kompozycyjnych:

- *podłoże*, stanowiące podstawę (podbudowę) wnętrza,
- *ściany*, wyznaczające przestrzenny zasięg (granice) wnętrza,
- *sklepienie*, zamykające i zazwyczaj także oświetlające wnętrze od góry,
- *elementy wolnostojące*, stanowiące formy wypełniające wnętrze i organizujące jego szczegółową kompozycję (Bogdanowski, 1994).

Ściany wnętrz krajobrazowych tworzą więc podstawowe granice w fizjonomicznej strukturze krajobrazu. W zależności od wysokości i stopnia zwartości ścian wnętrz krajobrazowych, wyróżniane są ściany: (a) konkretne – wysokie i spójne; (b) obiektywne – wysokie, lub umiarkowanie wysokie, z niewielkimi lukami, lub prześwitami nie dezintegrującymi ciągłości percepcji ściany oraz (c) subiektywne – wynikające bardziej z mentalnej interpretacji wrażenia, niż z realnej sytuacji. Na zewnątrz, poza ścianami wnętrz znajdują się rozleglejsze obszary o jednorodnej strukturze przestrzennej, przez J. Bogdanowskiego dość enigmatyczne nazwane „miąższem krajobrazu” (Bogdanowski, 1994).

Uwzględniając współczesną wiedzę o fizjonomicznej strukturze krajobrazu należy zwrócić uwagę, że we wnętrzach przyrodniczo-krajobrazowych, a także w niektórych wnętrzach architektoniczno-krajobrazowych, ich fizjonomiczne *ściany* nie będą miały charakteru typowych płaskich ścian, lecz będą stanowiły gradientowe strefy przejściowe o zróżnicowanej szerokości, ziarnistości i skoku gradientu.

W ścianach sąsiadujących ze sobą wnętrz krajobrazowych, poza w/w lukami i prześwitami, mogą występować szerokie (rozległe) *otwarcia widokowe* lub/i ciśniejsze (wąskie), ale szczególnie wyraziście oddziałujące na widza *bramy krajobrazowe* (Patoczka, 2000). Dzięki nim, połączone widokowo zespoły wnętrz tworzą określone sekwencje krajobrazowe (Chmielewski, Kułak, 2014).

Analizując wieloprzestrzenne zróżnicowanie fizjonomii naturalnych i antropogenicznych form pokrycia terenu różnych regionów, z uwzględnieniem ich inkrustacji

drobnymi naturalnymi formami ukształtowania powierzchni, Chmielewski z zespołem wyróżnił 7 typów struktury fizjonomicznej krajobrazu: (1) krajobrazy otwarte; (2) krajobrazy inkrustowane (np. samotnymi, lub rozproszonymi skałkami, drzewami, czy budynkami); (3) krajobrazy rozcięte (siecią wąwozów, skarp, rowów melioracyjnych, dróg itp.); (4) krajobrazy „kasetonowe” (podzielone zazwyczaj geometryczną siecią zadrzewień, lub ekranów); (5) krajobrazy perforowane (ze ścianami o bardzo dużej miąższości w stosunku do „polan” które otaczają); (6) krajobrazy labiryntowe oraz (7) krajobrazy przykryte (np. rozległymi płatami lasów) (Chmielewski, Kułak, 2014; Chmielewski i in., 2014; Michalik-Śnieżek, Chmielewski, 2015; uzupełnione). Wnętrza krajobrazowe są strukturami charakterystycznymi przede wszystkim dla typów 4, 5 i 6, w mniejszym stopniu dla typu 3, jedynie lokalnie – dla typu 7. Praktycznie brak wnętrz krajobrazowych w układach przestrzennych typu 1 i 2.

W zależności od regionu, poza granicami ścian wnętrz krajobrazowych mogą rozciągać się otwarte, inkrustowane, lub przykryte rozległe obszary (strefy): mórz, kompleksów leśnych, monokultur rolniczych, pustyń piaszczystych lub lodowych itp., a w krajobrazach labiryntowych – także mniejsze lub większe nieregularne płaty (wyspy) skalistego, lub leśnego „miąższu krajobrazowego” (Chmielewski, Kułak, 2014).

Jedno z pierwszych w Polsce studiów nad kompozycją systemu ścian, wnętrz i otwarć widokowych krajobrazów przyrodniczo-rolniczych, wykonano w ramach prac nad operatem ochrony krajobrazu Poleskiego Parku Narodowego (Chmielewski i in., 2014). Wykazano m.in., że w obszarze tym dominują wnętrza krajobrazowe z podłożami łąkowymi inkrustowanymi mozaiką zadrzewień i zakrzewień; o ścianach leśnych, leśno-krzewiastych i mozaikowych, wykształconych głównie w postaci łagodnych, szerokich ekotonów. Punkty widokowe oraz otwarcia i bramy krajobrazowe rozmieszczone są zwykle skupiskowo, harmonijnie łącząc kolejne wnętrza w lokalne zespoły krajobrazowe. Cechy te nadają współczesnemu obszarowi Poleskiego Parku Narodowego charakter krajobrazu labiryntowo-ekotonowego o wysokim poziomie naturalności, różnorodności i miękkości form, o bardzo dużych walorach percepcyjnych i spójnych cechach stylistycznych.

Z kolei w toku studiów nad procesami przekształceń fizjonomii krajobrazu doliny rzeki Bystrzycy w okresie przed i po utworzeniu na niej zbiornika retencyjno-rekreacyjnego (Kułak, 2016) stwierdzono między innymi, że wraz z rozwojem zagospodarowania rekreacyjnego terenu, następował znaczący wzrost udziału ekotonów antropogenicznych, o ostrych, twardych krawędziach, paradoksalnie – mało atrakcyjnych dla relaksacyjnego wypoczynku nad wodą, a ponadto – reprezentujących styl obcy tradycji kulturowej tego obszaru (ryc. 2).



Ryc. 2. Zmiany charakteru ekotonu krajobrazu doliny rzeki Bystrzycy i krajobrazu Lasu Dąbrowa.

Fig. 2. Changes in the character of the ecotone of the Bystrzyca river valley and a landscape of the Dąbrowa Forest.

Oznaczenia: A. Rok 1935 (rekonstrukcja); B. Rok 1975 (rekonstrukcja z wykorzystaniem nowszej fotografii); C. Rok 2015. Oznaczenia skrótów: En – ekoton naturalny (strefa styku naturalnych ekosystemów); Epn – ekoton półnaturalny (strefa styku ekosystemu naturalnego i formy ukształtowanej przez człowieka; Ea – ekoton antropogeniczny – strefa styku form ukształtowanych przez człowieka (oprac. A. Kułak i T. J. Chmielewski, konsultacja – B. Lorens; mat. niepublikowany).

Designations: A. the situation of 1935 (reconstruction); B. the situation of 1975 (reconstruction with the use of a newer photo); C. the situation of 2015. Designations: En – natural ecotone (the contact zone between two natural ecosystems); Epn – semi-natural ecotone (the contact zone between natural ecosystem and human made form); Ea – anthropogenic ecotone (the contact zone between two anthropogenic forms (elaborated by A. Kułak & T. J. Chmielewski, consultation – B. Lorens, unpublished material).

Analizując w/w aspekty przekształceń fizjonomii terenu w czasie i przestrzeni, można wyznaczać „migrujące ekotony”: osie i fronty postępujących procesów sukcesyjnych, oraz przemian charakteru zagospodarowania terenu i stylu krajobrazu.

Na podstawie serii studiów krajobrazowych takich, jak to zaprezentowane na ryc. 2, opracowano m.in. mapę sieci liniowych i pasmowych ekotonów oraz stref krajobrazów ekotonowych analizowanego obszaru (Kułak, 2016). Stwierdzono, że ekotony naturalne nadają krajobrazom cechy miękkości, spójności i malowniczości. Ekotony antropogeniczne z pierwszej połowy XX w., w których przeważały formy tworzone z dominującym udziałem materiałów naturalnych (zabudowa drewniana, rozłogi pól rozdzielone miedzami, zadrzewienia, zieleń parkowa itp.), harmonijnie wkomponowywały się w przyrodnicze otoczenie. Natomiast ekotony antropogeniczne z dominującym udziałem form wybitnie zgeometryzowanych, tworzonych z materiałów silnie przetworzonych, wprowadzają do pejzażu cechy ostrości, kontrastowości i wyrazistości. Na analizowanym obszarze często są one także formami dezintegrującymi styl i strukturę oraz wyraźnie różnicującymi funkcje terenu. Ekotony półnaturalne mają w różnym stopniu wymieszane cechy obu pozostałych typów krajobrazowych stref stykowych. Dzięki swemu strukturalnemu, stylizacyjnemu i funkcjonalnemu zróżnicowaniu, przy odpowiedniej aranżacji i stylizacji, mogą stanowić bardzo atrakcyjne elementy kompozycji krajobrazowych.

Studia struktury fizjonomicznej krajobrazu, a w szczególności układu przestrzennego i charakteru granic i bram wewnątrz krajobrazowych oraz ich zmian w czasie i przestrzeni, otwierają nowe interesujące pola analizy percepcji i oceny porównawczej jakości systemów krajobrazowych. Wyniki tych prac mogą mieć istotnie znaczenie dla praktyki projektowania krajobrazu z uwzględnieniem zagadnień dynamiki systemów krajobrazowych, estetyki kompozycji przestrzeni, poszanowania tożsamości miejsca, kształtowania nowego wyrazu przestrzeni w harmonii z dziedzictwem natury i kultury.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Początek XXI w. to okres szczególnie intensywnego rozwoju nauk o krajobrazie. Jeden z kluczowych nurtów tych badań dotyczy przestrzennej struktury systemów krajobrazowych, w tym charakteru i dynamiki przekształceń stref ekotonowych wykształcających się na styku różnej rangi jednostek strukturalnych. Ważnym aspektem współczesnych badań w tym zakresie jest porównywanie efektów podejścia geosystemowego, ekosystemowego i fizjonomicznego i w tej przestrzeni mentalnej poszukiwanie syntetycznego obrazu struktury i funkcjonowania krajobrazowych stref ekotonowych.

W świetle aktualnych zasobów wiedzy o systemach krajobrazowych, wiele granic regionów fizycznogeograficznych trzeba już pokazywać nie jako struktury liniowe, lecz jako różnej szerokości strefy ekotonowe (geotonowe). Przytoczone w artykule przykłady wyników badań wskazują, że wraz ze wzrostem skali przestrzennej studiów i poziomu organizacji systemów krajobrazowych, oprócz struktur typu *ekotonu krajobrazowego*, w coraz większym zakresie możemy mieć do czynienia z *krajobrazami ekotonowymi* obejmującymi całe fizjocenozy, lub nawet ich lokalne kompleksy. Należy więc rozróżniać: (1) ekotony w krajobrazie, rozumiane jako linie, lub pasma wykształcające się na styku rozleglejszych terytorialnie, strefowych struktur przestrzennych; (2) krajobrazy ekotonowe – jako całe strefowe struktury przestrzenne, łączące (mieszające) w sobie cechy stref przyległych. Można również przyjąć, że udział powierzchniowy obu w/w form układów ekotonowych w rozleglejszych układach przestrzennych, może być jednym ze wskaźników przyrodniczej i fizjonomicznej spójności systemów krajobrazowych.

Analizując procesy przekształceń fizjonomii terenu w czasie i przestrzeni, można wyznaczać „migrujące ekotony”, stanowiące osie i fronty rozprzestrzeniających się przemian charakteru zagospodarowania terenu i stylu krajobrazu.

Jednym z wyzwań stających współcześnie przed badaczami systemów krajobrazowych w Polsce, jest potrzeba znacznego zintensyfikowania studiów nad strukturą, funkcjonowaniem oraz zasadami kształtowania i zarządzania krajobrazami ekotonowymi.

Badania te wychodzą naprzeciw szybko wzrastającemu zainteresowaniu społeczeństw Europy zagadnieniami jakości krajobrazu, jako środowiska życia obecnego i przyszłych pokoleń.

LITERATURA

- Andrzejewski R., 1983: W poszukiwaniu teorii fizjocenozy. *Wiad. Ekol.* 29,2: 93-125.
- Antrop M., 1988: Invisible connectivity in rural landscapes [in:] *Connectivity in Landscape Ecology* (ed.): K.F. Schreiber, Proc. 2nd. Intern. Sem. of IALE, Münster, *Münsterische Geographische Arbeiten*, 29: 57-62.
- Baltzer H. red., 2010: *Environmental change in Syberia. Earth observation, field studies and modeling.* Springer Science + Business Media B. V.; Dordrecht, Heidelberg, London, New York: 1-300.
- Bogdanowski J., 1976: *Kompozycja i planowanie w architekturze krajobrazu.* Zakład Narodowy im Ossolińskich. Wydawnictwo PAN. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk: 1-271.
- Bogdanowski J., 1994: Metoda jednostek i wnętr architektoniczno – krajobrazowych (JARK – WAK) w studiach i projektowaniu. *Politechnina Krakowska*, Kraków: 1-36.
- Brown J.H., Gibson A.C., 1983: *Biogeography.* C.V. Mosby Company; St. Louis – Toronto – London: 1-643.
- Chałubińska A., Wilgat T., 1954: Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. *Przewodnik V Ogólnopolskiego Zjazdu PTG*; Lublin: 3-44.
- Chmielewski T.J., 1999: Ochrona różnorodności biologicznej i krajobrazowej układów wielkoprzestrzennych, na przykładzie województwa lubelskiego [w:] *Uwarunkowania różnorodności biologicznej i krajobrazowej* (red.): L. Ryszkowski, S. Bałazy, Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN; Poznań: 99-114.
- Chmielewski T.J., 2001: Pojezierze Łęczyńsko – Włodawskie: przekształcenia struktury ekologicznej krajobrazu i uwarunkowania zagospodarowania przestrzennego. *Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN*, vol. 4, Lublin: 1-146.
- Chmielewski T.J., 2012: *Systemy krajobrazowe: struktura, funkcjonowanie, planowanie.* Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa: 1-408.
- Chmielewski T. J. red., 1996: *Plan ochrony Kampinoskiego Parku Narodowego.* Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa; Tomy 1-50; mat. niepubl.: 1-4980.
- Chmielewski T. J., Kułak A., 2014: *Struktura fizjonomiczna krajobrazu [w:] Struktura środowiska przyrodniczego, a fizjonomia krajobrazu* (red.): W. Ziaja, M. Jodłowski, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej; Uniwersytet Jagielloński: 33-52.
- Chmielewski T. J., Kułak A., Michalik-Śnieżek M., 2015a: How to Evaluate and Forecast Changes in Landscape Image: The Case of a Small River Valley in Poland. *Landscape Research*; 40, 4: 466-475.
- Chmielewski T. J., Michalik-Śnieżek M., Kułak A., 2014: *Plan ochrony Poleskiego Parku Narodowego; Operat ochrony krajobrazu.* Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska Warszawa; *Taxus SI Warszawa*; *BULiGL Przemysł*; mat. niepubl.: 1-437.
- Chmielewski T. J., Myga-Piątek U., Solon J., 2015b: Typologia aktualnych krajobrazów Polski. *Przegląd Geograficzny*, 87, 3: 377-408.

- Chmielewski T. J., Solon J., 1996: Podstawowe przyrodnicze jednostki przestrzenne Kampinoskiego Parku Narodowego: zasady wyróżniania i kierunki ochrony [w:] *Badania ekologiczno – krajobrazowe na obszarach chronionych* (red.): M. Kistowski, *Problemy Ekologii Krajobrazu, Tom II*, Gdańsk: 130-142.
- Clements, F.E., 1905: *Research methods in ecology*. University of Nevada, Lincoln, USA: 1-115.
- Collinge S.K., 2009: *Ecology of fragmented landscapes*. John Hopkins University Press; Baltimore, Maryland: 1-360.
- Crooks K.R., Sanjayan M. red., 2006: *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press; Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, Delhi: 1-712.
- Dallmeier F., Comiskey J.A. red., 1998: *Forest biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean. Research and monitoring*. UNESCO Paris and The Parthenon Publishing Group: New York: 1-792.
- Di Castri F., Hansen A. J., Holland M. M. red., 1988: *A new look of ecotones: emerging international projects of landscape boundaries*. *Biology International, Special issue*; 17: 1-163.
- European Landscape Convention 2000: Florence, 20 October 2000. www.coe.int/europeanlandscapeconvention (Data dostępu: 2015.09.09)
- Farina A. 1998. *Principles and methods in landscape ecology*. Chapman & Hall; London: 1-256.
- Forman R.T.T., 1995: *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press; Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo: 1-632.
- Gopal B., Hillbricht-Ilkowska A., Wetzel R.G. red., 1993: *Wetlands and ecotones: studies in land-water interfaces*. National Institute of Ecology; New Delhi: 1-301.
- Gosz, 1993: *Ecotone hierarchies*. *Ecological Applications* 3: 369-376.
- Haase G., 1964: *Landschaftsökologische Detailuntersuchung und Naturräumliche Gliederung*. *Petermanns Geogr. Mitteilungen* 1/2: 1-438.
- Hansen A. J., Di Castri F., red., 1992: *Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer – Verlag; New York, Berlin, Heidelberg, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest: 1-452.
- Holland M.M., Risser P.G., Najman R.J. red. 1991: *Ecotones. The role of landscape boundaries in the management and restoration of changing environments*. Springer Science + Business Media B. V., Dordrecht, The Netherlands: 1-142.
- Kark S., 2013: *Ecotones and ecological gradients* [w:] *Ecological Systems* (red.): R. Leemans, Springer Science + Business Media; New York: 147-160.
- Kołomyś E.G., 1987: *Łandszaftnyje issledovanija w pierednych zonach (mietodologiczieskij aspikt)*. Izdatielstvo Nauka; Moskwa: 1-167.
- Kondracki J., 1961: *W sprawie terminologii t taksonomii jednostek regionalnych w geografii fizycznej*. *Przegląd Geograficzny*, T. 33: 23-38.
- Kondracki J., 1965: *Geografia fizyczna Polski*. PWN Warszawa: 1-575.

- Kułałak A., 2016: Kształtowanie środowiska Doliny Bystrzycy w rejonie Zalewu Zemborzyckiego: retrospekcja, diagnoza, oferta. Rozprawa doktorska przygotowana pod kierunkiem Tadeusza J. Chmielewskiego. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie; Lublin; mat. niepublikowany.
- Lachavanne J.B., Juge R. red., 1997: Biodiversity in land-inland water ecotones. UNESCO Paris and The Parthenon Publishing Group ; New York: 1-308.
- Lindenmayer D.B., Fischer J., 2006: Habitat fragmentation and landscape change. An ecological and conservation synthesis. Island Press; Washington, Covelo, London: 1-352.
- McLean R.C., Ivimey-Cook W.R., 1973: Textbook of theoretical botany. Vol. 4. Longman; London: 1-204.
- Margalef R., 1974: Ecologia. Omega; Barcelona: 1-252.
- Myster R.W. red., 2012: Ecotones between forest and grassland. Springer; New York, Heidelberg, Dordrecht, London: 1-330.
- Naiman J. R., Decamps H. red., 1990: The ecology and management of aquatic – terrestrial ecotones. UNESCO and Parthenon Publishing Group; Paris – New York: 1-285.
- Naveh Z., Liberman, 1984: Landscape ecology: theory and application. Springer – Verlag, New York – London – Tokyo: 1-376.
- Neef E. red., 1978: Das Gesicht der Erde. Gotha/Liepzig: 1-627.
- Odum E.P., 1982: Podstawy ekologii. PWRiL Warszawa: 1-661.
- Patoczka P., 2000: Ściany i bramy w krajobrazie. Politechnika Krakowska. Seria Architektura. Monografia nr 268. Kraków: 1-191.
- Pietrzak M., 1998: Syntezy krajobrazowe – założenia, problemy, zastosowania. Bogucki Wydawnictwo Naukowe; Poznań: 1-168.
- Pietrzak M., 2000: Granice krajobrazowe – fikcja, czy rzeczywistość? [w:] Granice krajobrazowe. Podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne (red.): M. Pietrzak. Problemy Ekologii Krajobrazu, Tom VII; Poznań: 189-197.
- Radwan S. red., 1998: Ekotony słodkowodne: struktura, rodzaje, funkcjonowanie. Wydawnictwo UMCS Lublin: 1-284.
- Richling A., 1992: Kompleksowa geografia fizyczna. PWN Warszawa: 1-374.
- Richling A., Malinowska E., Lechnio J., 2005: Typologia i regionalizacja krajobrazu terenów w strefie oddziaływania płockiego zespołu miejsko-przemysłowego [w:] Z problematyki funkcjonowania krajobrazów nizinnych (red.): A. Richling, J. Lechnio, Uniwersytet Warszawski; Wydział Geografii i Studiów Regionalnych; Warszawa: 29-54.
- Richling A., Solon J., 2011: Ekologia krajobrazu. PWN, Warszawa: 1-464.
- Schmithüsen J., 1968: Allgemeine vegetationsgeographie. Walter de Gunter et Co.; Berlin: 1-463.
- Schwarz M. red., 1997: Conservation in highly fragmented landscapes. Chapman & Hall, Michigan: 1-436.
- Solon J., 2000: Krajobraz bez granic, czyli o wpływie koncepcji teoretycznych na sposoby wyróżniania i charakterystykę jednostek przestrzennych [w:] Granice

- krajobrazowe. Podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne (red.): M. Pietrzak, Problemy Ekologii Krajobrazu, Tom VII; Poznań:139-152.
- Solon J., Chmielewski T. J., Myga-Piątek U., Kistowski M., 2015: Identyfikacja i ocena krajobrazów Polski – etapy i metody postępowania w toku audytu krajobrazowego w województwach [w:] Klasyfikacje i oceny krajobrazów Polski drugiej dekady XXI w. (red.): T.J. Chmielewski, Problemy Ekologii Krajobrazu; Tom XL; Lublin: 55-76.
- Tansley A.G., 1935: The use and abuse of of vegetational concepts and terms. Ecology, 16: 284-307.
- Troll C., 1950: Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale 3; Arbeiten aus dem Geogr.; Inst. der Universität Bonn, Reihe A, Nr 5: 163–181; (tłum. polskie: Krajobraz geograficzny i jego badanie; Przegl. Zagran. Lit. Geogr. 1965, 4: 6-21).
- Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu. Dz. U. 2015 poz. 774.
- Van der Maarel E., 1990: Ecotones and ecoclines are different. Forum. Journal of Vegetation Science; IAVS; Opulus Press, Uppsala: 135-138.
- Van Leeuwen C.G., 1966: A relation – theoretical approach to pattern and processes in vegetation. Wentia, 15: 25-41.
- Vince S.W., Duryea M.L., Macie E.A., Hermansen L.A. red., 2004: Forest at the wildland – urban interface. Conservation and management. CRC Press; Boca Raton, London, New York, Washington: 1-312.
- Walker B., Steffen W., Canadell J., Ingram J., 1999: The Terrestrial Biosphere and Global Change. Implications for natural and managed ecosystems. Cambridge University Press, UK; Cambridge: 1-439.
- Wiens J. A., 1992: Ecological flows across landscape boundaries. A conceptual overview [w:] Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows (red.): A.J. Hansen, F. Di Castri, Springer – Verlag; New York, Berlin, Heidelberg, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest: 217-235.
- Wu J., Hobbs R.J. red., 2007: Key topics in landscape ecology. Cambridge University Press, UK; Cambridge: 1-297.

