

Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu
Wydział Turystyki i Rekreacji, Katedra Geografii Turyzmu

University School of Physical Education
Faculty of Tourism and Recreation, Department of Geography of Tourism

Polska Asocjacja Ekologii Krajobrazu
Polish Association for Landscape Ecology

GRANICE KRAJOBRAZOWE

**PODSTAWY TEORETYCZNE
I ZNACZENIE PRAKTYCZNE**

Pod redakcją Macieja Pietrzaka

LANDSCAPE BOUNDARIES

THEORY AND APPLICATIONS

Edited by Maciej Pietrzak

Problemy Ekologii Krajobrazu – tom VII
The Problems of Landscape Ecology – volume VII

Poznań 2000

Mariusz Kistowski

Metody, dylematy i problemy identyfikacji granic krajobrazowych na obszarach młodoglacjalnych jako tło refleksji nad badaniem granic w środowisku przyrodniczym

Wprowadzenie

W zestawie podstawowych problemów badawczych geoekologii badania granic krajobrazowych zajmują z pewnością stosunkowo istotne miejsce. Stwierdzenie to może wydawać się z pozoru słabo umotywowane na podstawie polskiej literatury fizycznogeograficznej ostatniego 20-lecia. Raczej niewielu autorów zwracało bezpośrednio uwagę na granice krajobrazowe, a jeśli już, dotyczyło to z reguły publikacji o charakterze podręczników lub rozpraw monograficznych (Richling, Solon 1996, Pietrzak 1998). Śledząc rozwój geografii w ostatnim pięćdziesięcioleciu można dojść do wniosku, że problematyka granic geograficznych bliższa była antropogeografii niż geografii fizycznej (Rykiel 1990).

Nie można jednak bagatelizować faktu, że większość procedur systematyzacji obiektów przestrzennych prowadzonych na gruncie geografii fizycznej, szczególnie kompleksowej, sprowadza się do delimitacji jednostek przestrzennych, czyli wyznaczenia ich granic. W geomorfologii wyznacza się granice typów rzeźby, w klimatologii – topoklimatów, w hydrografii – zlewni, w geografii gleb – typów gleb, w biogeografii – typów formacji lub zbiorowisk roślinnych. Fakt, że w dalszym toku procedury badawczej problematyka granic jest często pomijana lub marginalizowana wynika z dominującej u badaczy skłonności do koncentrowania się na wnętrzu geograficznych obiektów przestrzennych (ich strukturze i funkcjonowaniu). Wynika on także z utrwalenia się paradygmatu geokompleksów i regionów ograniczanych umownymi granicami linijnymi i unikatowości podejść opartych np. na koncepcji zbiorów rozmytych (patrz: Ołdak 1997), w których rola stref granicznych jednostek przestrzennych jest równie istotna, jak rola wnętrza tych obiektów geograficznych, lub przejście pomiędzy tymi dwoma strefami jednostek przestrzennych ma charakter nieostrej (rozmytej).

Zaprezentowane w niniejszej pracy przykłady ilustrujące problematykę granic pochodzą z obszarów młodoglacjalnych Polski północnej. Krajobrazy te, które wspólnie z nadmorskimi dominują w północnej części Polski, stanowią, dzięki silnemu urozmaiceniu, jeden z bardziej

interesujących przedmiotów do badania granic. Istniejąca tu mozaika krajobrazowa, jako efekt dużej zmienności cech komponentów krajobrazu, tworzy skomplikowaną sieć granic krajobrazowych o urozmaiconej randze taksonomicznej. Stąd też, obok obszarów górskich i wyżynnych, pojezierza i pobraża to tereny, na których przykładzie problem granic krajobrazowych może być dyskutowany ze szczególną wyrazistością.

Ustalenia terminologiczne

W sposób najogólniejszy granica jest definiowana jako „linia lub strefa rozdzielająca przyległe obszary, różniące się od siebie przynajmniej jedną cechą” (Longman Dictionary 1984 za Pietrzakiem 1998). W poniższej prezentacji ustaleń terminologicznych skoncentrowano się na ujęciach stosowanych głównie na gruncie geografii fizycznej. Należy jednak pamiętać, że koncepcje granic w obrębie szeroko pojętej geoekologii rozwijały się szczególnie intensywnie na gruncie ekologii roślin w formie koncepcji ekotonu już od początku XX wieku, a w pewnym stopniu także w obrębie architektury krajobrazu (Bogdanowski i in. 1979).

W artykule nie jest też poruszany aspekt granicy rozumianej jako bariera przestrzenna nie tylko ze względu na zmniejszenie znaczenia barier naturalnych dla ekspansji człowieka w środowisku przyrodniczym, ale także ze względu na odmienne kryteria określania obiektów geograficznych obu typów, chociaż w przeszłości były one często mieszane (Rykiel 1990). Granic krajobrazowych nie należy również utożsamiać z granicami naturalnymi, gdyż ta ostatnia kategoria wydaje się znacznie szersza. Hartshorne (1933) wyróżnia następujące typy granic naturalnych:

- 1) naturalne granice obronne;
- 2) granice przyrodnicze (stworzone przez przyrodę);
- 3) granice chorograficzne (obszarów – jednostek przyrodniczych);
- 4) granice organiczne, tj. obszarów powiązanych gospodarczo;
- 5) granice krajobrazów kulturowych.

Miano granic krajobrazowych można przypisać typom wymienionym w punktach 2, 3 i 5.

Nieporozumienia pojawiają się także na styku problematyki granic krajobrazowych oraz koncepcji płatów – matryc – korytarzy. Korytarze krajobrazowe, traktowane niekiedy jako granice, utożsamiać można ze zdefiniowanymi przez Widackiego (1981) granicami rozróżniającymi. Strefa taka o specyficznym dla siebie zestawie cech krajobrazu, rozdziela obszary o takich samych, lecz odmiennych od istniejących w niej cechach krajobrazu. Trudny do przyjęcia wydaje się pogląd traktujący tego typu strefy za granice krajobrazowe w takim znaczeniu, w jakim są nimi granice dzielące (posiadające cechy odmienne od obu rozdzielanych obszarów) lub granice łączące (stanowiące mieszaninę cech obu rozdzielanych jednostek). Strefy określane jako granice rozróżniające z definicji bardziej przypominają korytarze ekologiczne o dominujących funkcjach przewodzących i filtrujących, niż granice *sensu stricto*, szczególnie w ujęciu strukturalnym.

Granice w krajobrazie są klasyfikowane według różnych kryteriów, z których najważniejsze to: geneza, złożoność i dynamika. Rycina 1 prezentuje przykłady klasyfikacji granic krajobrazowych opartych na tych kryteriach. Interesująca jest także podana przez Bieruczaszewskiego (1990) propozycja podziału granic ze względu na sposób funkcjonowania krajobrazu, w której wyróżniono granice:

- 1) dywergencyjne – oddzielające potoki materii i energii (np. wododziały);
- 2) konwergencyjne – przebiegające w strefach łączenia się potoków energii i materii (np. dna dolin);
- 3) gradientowe – w strefach największych zmian funkcjonalnych krajobrazu;
- 4) procesowe – oddzielające obszary o dominacji różnych procesów.

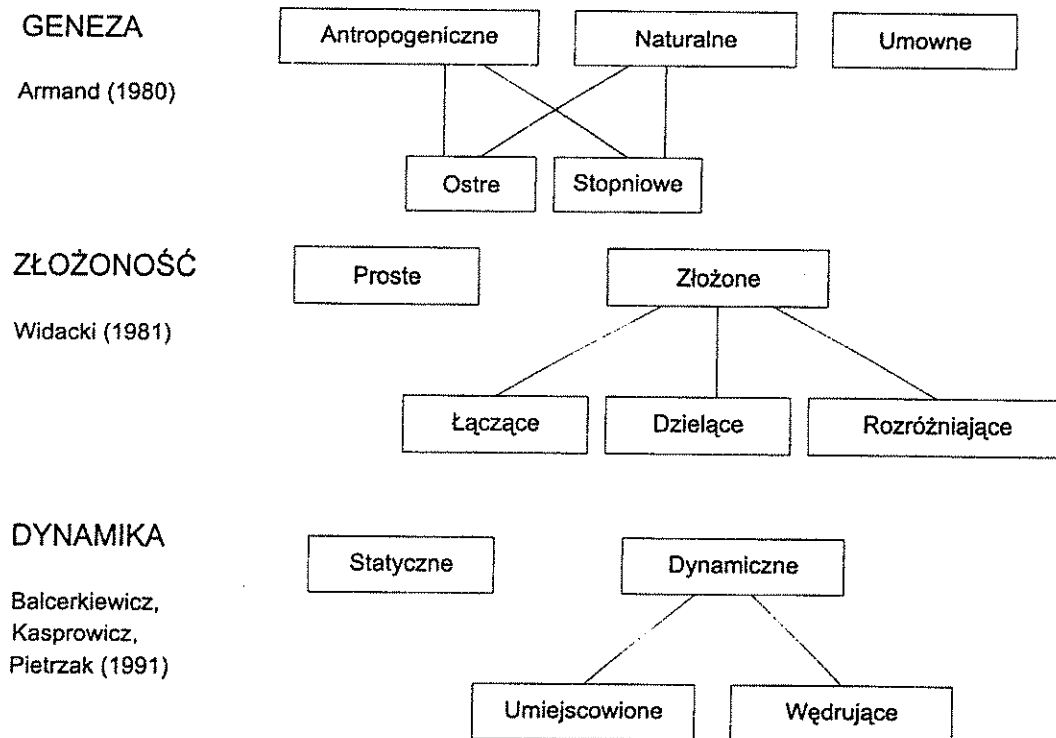
Różnorodność propozycji sprawia, że dotychczas nie wykształciła się powszechnie przyjęta i spójna koncepcja granic krajobrazowych, chociaż podejmowano próby jej formułowania. Za najsilniej rozwiniętą uznać można koncepcję granicy lasu, traktowanej przede wszystkim jako ekoton (Balcerkiewicz i in. 1991), ukształtowaną na gruncie ekologii.

Autor niniejszego opracowania uważa za celow dokonywanie podziału granic krajobrazowych na trzy podstawowe grupy, wynikające z kryteriów ich delimitacji, obejmujące granice:

- 1) strukturalne;
- 2) funkcjonalne;
- 3) fizjonomiczne.

Granice strukturalne są wyznaczone na podstawie analizy budowy krajobrazu, która obejmuje badanie elementów jego struktury uznawanych powszechnie za wolno zmienne – występują w strefach kontaktu tych elementów posiadających odmienne cechy.

Granice funkcjonalne rozdzielają obszary o odmiennym sposobie funkcjonowania krajobrazu, tzn. o różnych kierunkach przebiegu procesów, typach tych procesów i ich



Ryc. 1. Przykłady klasyfikacji granic krajobrazowych oparte na różnych kryteriach

intensywności. Przy ich wyznaczaniu częściej bierze się pod uwagę szybko zmienne elementy krajobrazu (np. związane z obiegiem wody).

Granice fizjonomiczne rozgraniczają obszary o odmiennych cechach widokowych (fizjonomicznych) krajobrazu. Posiadają one najbardziej subiektywny charakter, uwarunkowany często indywidualnymi cechami obserwatorów krajobrazu.

Niezależnie od doboru kryteriów ich wyznaczania granice krajobrazowe można zdefiniować jako **strefy** (obrazowane często w formie linii) **rozgraniczające obszary o specyficznych zestawach cech strukturalnych, funkcjonalnych lub fizjonomicznych krajobrazu, przebiegające w obszarach o najwyższym stopniu kontrastowości krajobrazowej**. Kontrastowość krajobrazowa jest tu rozumiana jako miara (stopień) zróżnicowania cech krajobrazu sąsiadujących jednostek przestrzennych. Próbę potwierdzenia postawionej tu tezy, stanowiącej jednocześnie definicję granicy krajobrazowej, przedstawiono w kolejnym rozdziale.

Kontrastowość krajobrazowa a granice krajobrazowe

Na związek przebiegu granic krajobrazowych ze strefami o podwyższonej kontrastowości krajobrazowej zwracano uwagę już wcześniej (np. Hansen i in. 1992), jednak z reguły w sposób pośredni. Brak także prac potwierdzających te związki w oparciu o badania prowadzone na obszarach młodoglacjalnych. W celu potwierdzenia związku pomiędzy kontrastowością krajobrazową a przebiegiem granic krajobrazowych, tu ujmowanych przede wszystkim w aspekcie strukturalnym, wybrano trzy powierzchnie testowe położone na Pojezierzu Kaszubskim lub jego skraju, w obrębie krajobrazu wysoczyznowego, sandrowego i pradolinowego (ryc. 2). Każda z tych powierzchni zajmuje około 44 km². Na powierzchniach testowych, w oparciu o materiały kartograficzne w skali 1:25 000 i ich weryfikację terenową, wydzielono geokompleksy rangi zbliżonej do uroczysk, analizując pięć cech środowiska przyrodniczego: krajobrazy elementarne (geochemiczne), litologię powierzchniowych utworów geologicznych, typ i podtyp gleby, pokrycie i użytkowanie ziemi, głębokość występowania i poziomu wód gruntowych. W celu określenia stopnia kontrastowości krajobrazu na mapę geokompleksów nałożono siatkę kwadratów o powierzchni zbliżonej do średniej powierzchni geokompleksu. Kwadraty w kolejnych wierszach przesunięte były o pół długości swojego boku. W każdym kwadracie zmierzono długość granic par sąsiadujących geokompleksów, mnożąc je przez ilość cech ulegających zmianie (od 1 do 5). Następnie w każdym kwadracie zsumowano te iloczyny, a otrzymane wartości przypisano środkom kwadratów. Ostatnim etapem była interpolacja tych wartości i wykreślenie mapy izolinii stopnia kontrastowości (zróżnicowania) krajobrazu („izokontastów”).

Należy zaznaczyć, że przedstawiona tu metoda jest tylko w części obiektywna, gdyż uwzględnia liczbę zmieniających się cech komponentów pomiędzy sąsiadującymi geokompleksami, a nie bierze pod uwagę mocy zmian cech pomiędzy nimi. Dotychczas nie wypracowano w pełni obiektywnych miar ilościowej oceny mocy zmian cech o charakterze jakościowym.

Uzyskane izolnie kontrastowości krajobrazu zaprezentowano na ryc. 3 a–c. Zaznaczają się wyraźne różnice w kontrastowości krajobrazu pomiędzy obszarami wysoczyznowymi, sandrowymi a pradolinowymi. Największa mozaika krajobrazowa związana z

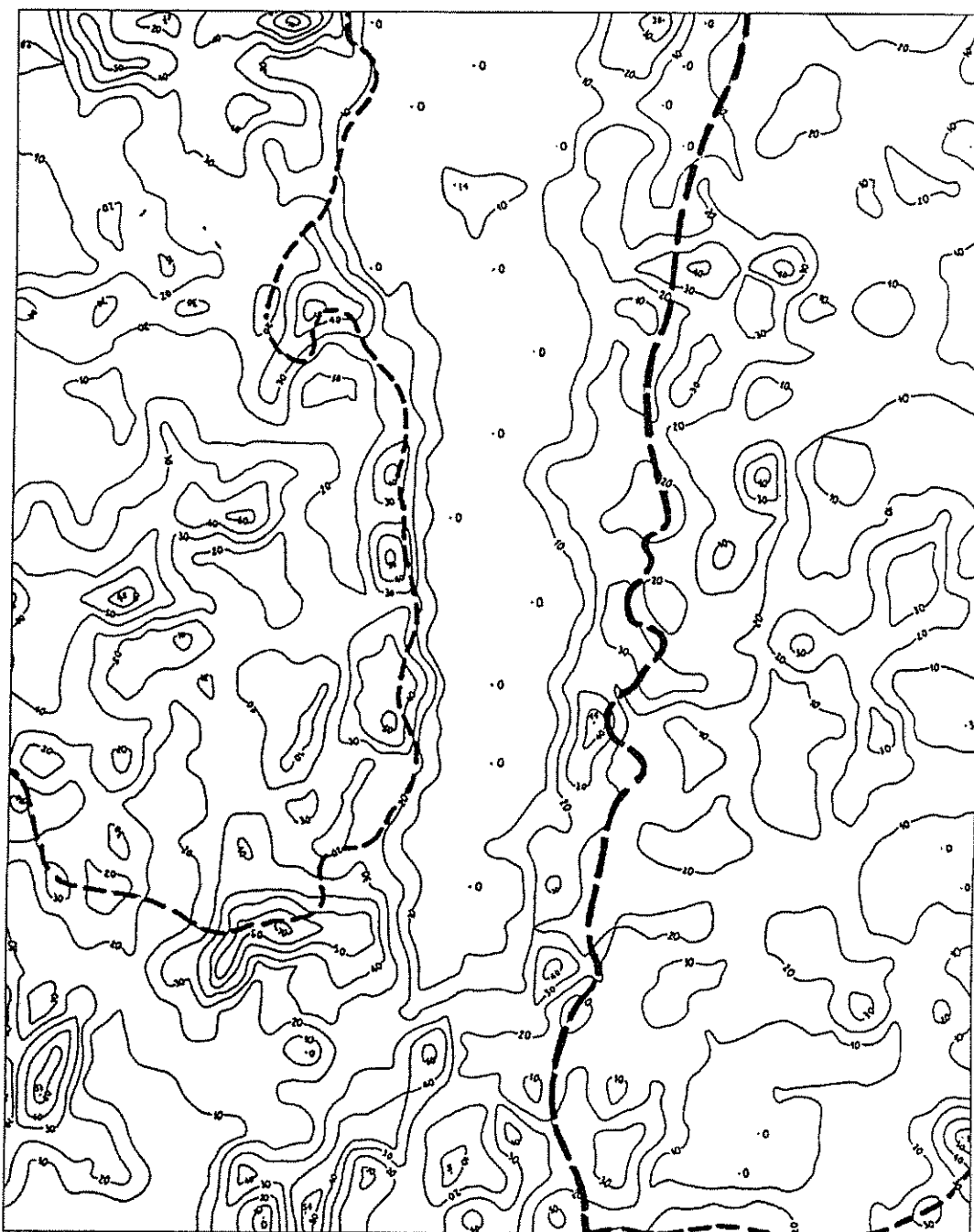


Ryc. 2. Położenie analizowanych powierzchni testowych na tle granic mezoregionów wyznaczonych przez różnych autorów

Objaśnienia: a – zasięg mezoregionu Pojezierza Kaszubskiego wg Augustowskiego (1969), granice mezoregionów wg Kondrackiego (1981), granice mezoregionów wg Przewoźniaka (1985). Powierzchnie testowe: I – pradolina, II – sandrowa, III – wysoczyznowa

Fig. 2. Location of analysed test areas against boundaries of mesoregions delimited by various authors
Legend: a – scope of Kashubian Pomeranian mesoregion according to Augustowski (1969), boundaries of mesoregions according to Kondracki (1981), boundaries of mesoregions according to Przewoźniak (1985). Test areas: I – ice marginal streamway, II – outwash plain, III – morainic plateau

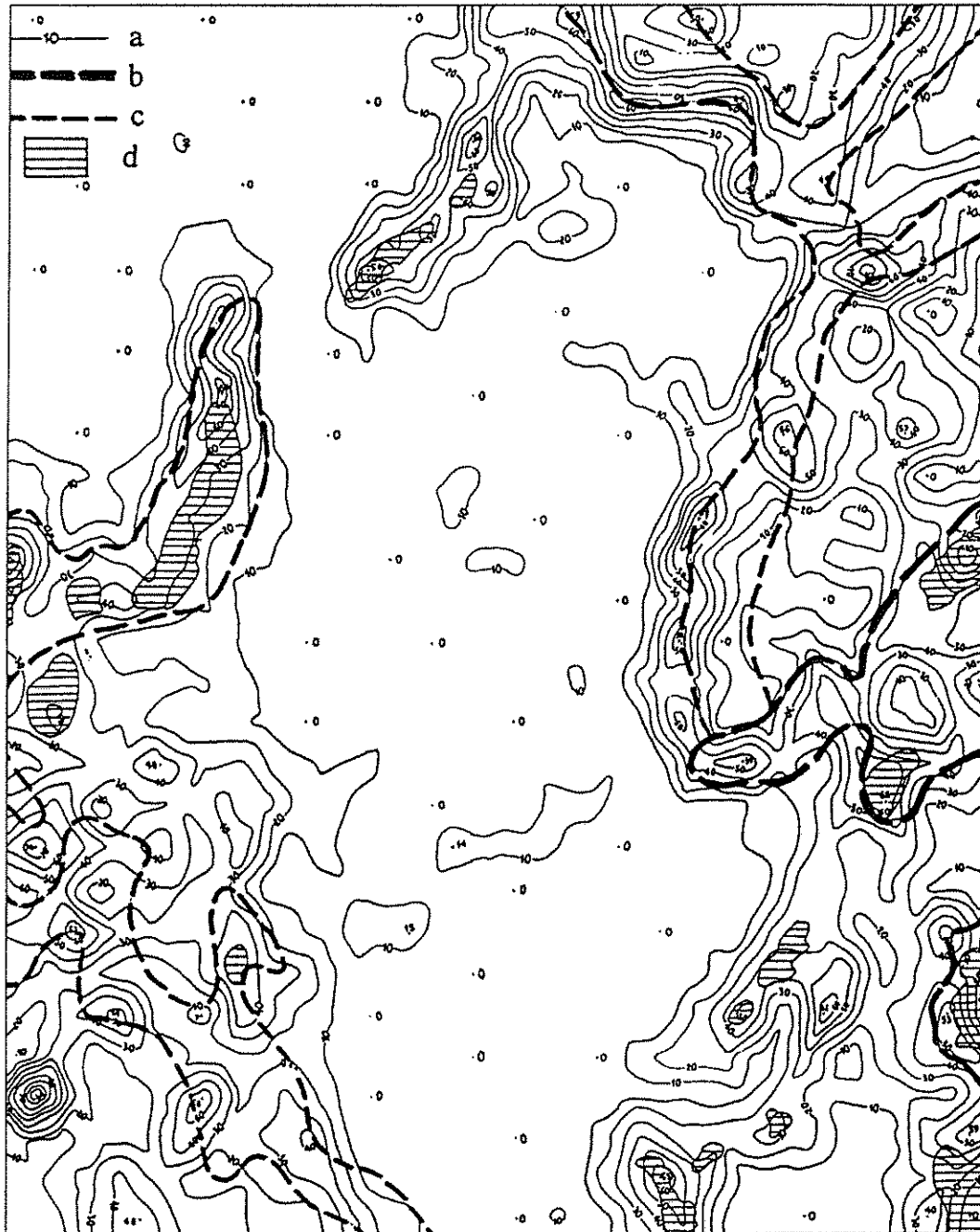
I – pradoliny; I – ice marginal streamway



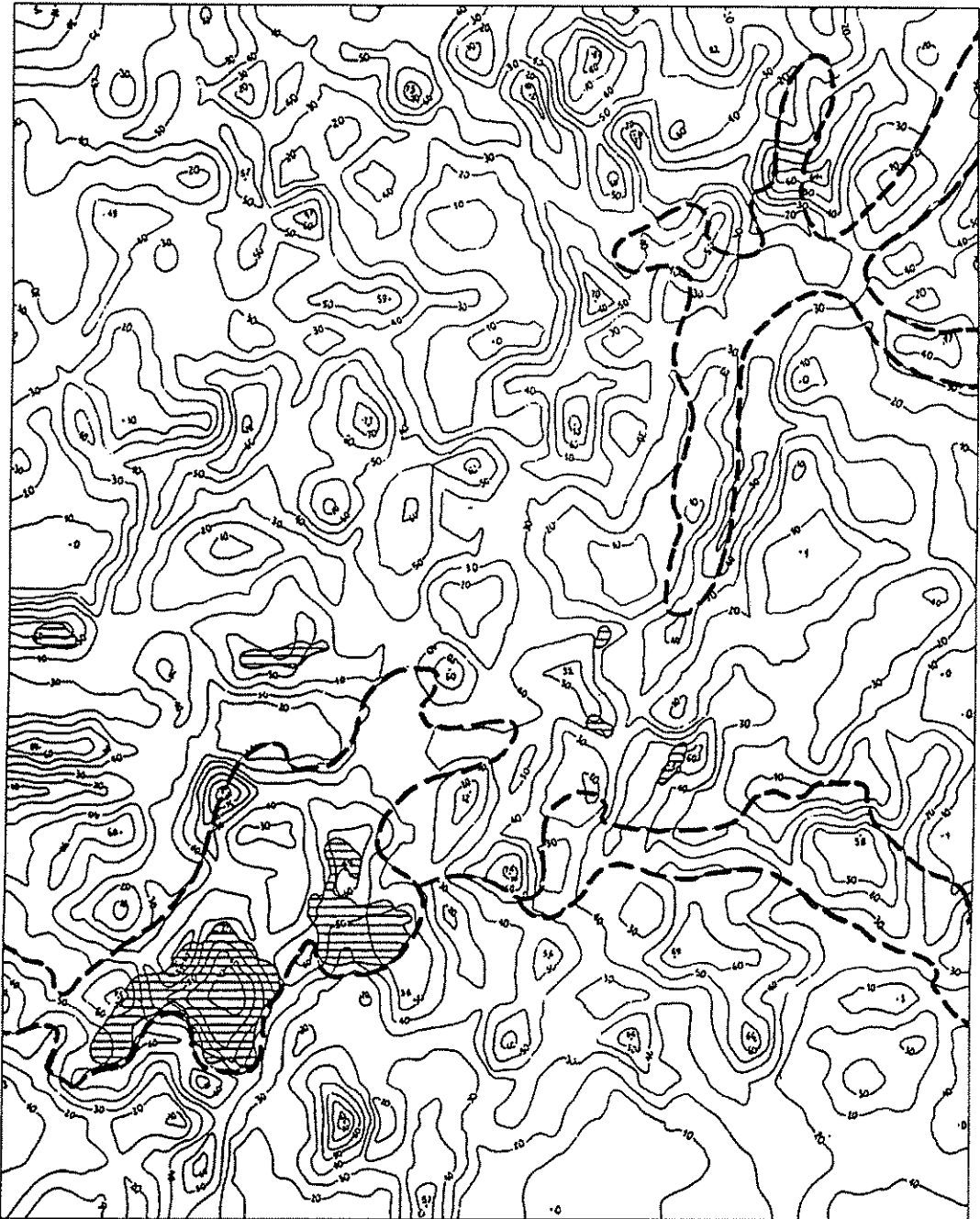
Ryc. 3. Granice regionów fizycznogeograficznych na tle map kontrastowości krajobrazowej
 Objaśnienia: a – izolinie kontrastowości krajobrazowej, b – granice mezoregionów, c – granice mikroregionów, d – jeziora

Fig. 3. Boundaries of physical geographical regions against landscape contrast maps
 Legend: a – isolines of landscape contrast, b – boundaries of mesoregions, c – boundaries of microregions, d – lakes

II – sandy; II – outwash plain



III – wysoczyzny; III – morainic plateau



kontrastowością krajobrazu występuje na obszarze wysoczyznowym, jednak najwyższe wartości kontrastowości i różnice jej wielkości (od 0 do bliskiej maksymalnej) charakteryzują obszary sandrowe, gdzie obok prawie płaskich, piaszczystych i zalesionych równin występują liczne zagłębienia hydrogeniczne i rynny wypełnione jeziorami. Silnie kontrastowe jest także minimalnie urozmaicone krajobrazowo w aspekcie strukturalnym dno pradoliny z sąsiadującymi obszarami krawędzi i wierzchowin wysoczyznowych.

W celu weryfikacji tezy o powiązaniu strukturalnych granic krajobrazowych ze strefami o najwyższej kontrastowości krajobrazu na mapy izoliniowe nałożono granice mezo- i mikroregionów woj. gdańskiego zdelimitowane przez Przewoźniaka (1985). Granice te zostały wyznaczone metodą dedukcyjną w odniesieniu do mezoregionów i indukcyjną dla mikroregionów. Do ich wydzielenia wykorzystano mapy w skali 1:100 000, a przy wyznaczaniu geokompleksów rangi zbliżonej do typów terenu, które stanowiły podstawę delimitacji mikroregionów, zastosowano te same kryteria, które zaprezentowano wcześniej w odniesieniu do geokompleksów wydzielanych przez autora na powierzchniach testowych w skali 1:25 000. Wyniki nałożenia map kontrastowości i granic jednostek regionalnych dały zaskakująco zadowalające rezultaty. W szczególności na sandrach i w pradolinach granice regionalne pokrywają się prawie idealnie z „pikami” kontrastowości krajobrazowej. Zależność ta jest mniej wyraźna na obszarach typowo wysoczyznowych (A), jednak występująca tu słabsza zbieżność kontrastowości z granicami krajobrazowymi przypisać można dużej różnicy skal prezentowanych opracowań i przesunięciom granic regionalnych przy przenoszeniu ich na mapę kontrastowości krajobrazu.

Stwierdzone zależności należy jeszcze potwierdzić szczegółowymi badaniami, lecz już na tym etapie badań można sformułować tezę, że granice regionalne powinny przebiegać strefami o najsilniejszej kontrastowości krajobrazowej, a ich wyznaczanie może przebiegać podobnie jak wyznaczanie topograficznych działów wodnych na mapie hipsometrycznej. Brak jednak na razie przesłanek do wiązania stopnia (wielkości) kontrastowości krajobrazowej z rangą strukturalnej granicy krajobrazowej.

Dyskusja

Przystępując do badań granic krajobrazowych, warto przedyskutować kilka kwestii dotyczących tych granic. Można je sformułować w następujących pytaniach:

- 1) W jakim stopniu delimitacja i badania granic mają znaczenie teoretyczne, a w jakim praktyczne?
- 2) Jaki jest związek metody wyznaczania granic krajobrazowych z hierarchią tych granic?
- 3) Jakie znaczenie dla badania granic ma ich dynamika?

Ze względu na ograniczoną objętość niniejszego opracowania pominięto kwestie poruszane wcześniej szerzej w literaturze, jak np. subiektywizm delimitacji granic przez różnych badaczy. Problematykę tę w odniesieniu do granic geokompleksów poruszał Pietrzak (1995, 1998). W odniesieniu do granic regionalnych subiektywizm ten można prześledzić na przykład na podstawie różnic w granicach Pojezierza Kaszubskiego i sąsiednich regionów zdelimitowanych przez różnych autorów (ryc. 2).

Wyjaśnienie pierwszej z poruszonych kwestii jest w znacznym stopniu uzależnione od podstawowych założeń przyjmowanych w badaniach krajobrazu. Badaczom

uznającym jednostki przestrzenne krajobrazu za „konstrukcję”, skrajnie subiektywną także wyznaczanie granic w krajobrazie może wydawać się bezcelowe. Jednak z drugiej strony nie trzeba być zwolennikiem podejścia „geokompleksowego” by wyznaczać granice w krajobrazie, bo – jak wspomniano wcześniej – również korytarze krajobrazowe są niekiedy traktowane jako granice krajobrazowe. Wydaje się, że najbliższe celom teoretycznym jest wyznaczanie strukturalnych granic krajobrazowych, do których można zaliczyć np. granice regionów fizycznogeograficznych. Ma ono przede wszystkim charakter poznawczy i pozwala na systematyzację i odniesienie położenia obiektów i niektórych procesów geograficznych do granic przyrodniczych. Za wystarczający dowód tego twierdzenia należy uznać treść rozdziałów wprowadzających w zdecydowanej większości publikacji poświęconych środowisku przyrodniczemu Polski, w których autorzy odnoszą położenie opisywanego przez siebie obszaru do podziału fizycznogeograficznego J. Kondrackiego.

Znacznie istotniejszy wymiar praktyczny zdają się mieć funkcjonalne granice krajobrazowe. Wydaje się, że w przypadku prowadzenia wielu działań gospodarczych korzystne jest lokalizowanie jednego typu działań we wnętrzu obszaru otoczonego granicami funkcjonalnymi. Dotyczy to w szczególności działań powiązanych z użytkowaniem wody i gospodarką wodną, które powinny się najczęściej domykać w obrębie zlewni. Warunek ten powinien być spełniony w celu zmniejszenia lub uniknięcia dyspersji skutków antropopresji na obszary o innych właściwościach funkcjonalnych krajobrazu. Nie dotyczy on natomiast granic strukturalnych, które mogą być „przecinane” różnymi formami zagospodarowania, a niekiedy ich transgraniczne położenie jest nawet wskazane.

Wyznaczanie fizjonomicznych granic krajobrazowych ma szczególne znaczenie dla działań związanych z lokalizacją obiektów kubaturowych, zarówno w skali architektonicznej (budynków), jak i planistycznej (zespołów osadniczych, rekreacyjnych, przemysłowych). Takie ujmowanie granic krajobrazowych bliższe jest z pewnością architekturze krajobrazu niż geografii. Jednak i geografowie wykorzystują je np. w planowaniu przebiegu tras turystycznych czy projektowaniu obszarów ochrony krajobrazu. Tak więc, niezależnie od tego, czy granice krajobrazowe są realne czy też są tylko intelektualną „konstrukcją” badaczy, mają one swoje znaczenie praktyczne dla działań człowieka prowadzonych w krajobrazie.

Często analizowanym zagadnieniem jest także hierarchia granic. Ma ona zarówno znaczenie z praktycznego punktu widzenia, jak i ze względu na procedurę badawczą zastosowaną do ich wyznaczania. Z reguły granice jednostek krajobrazowych znajdujących się na wyższych poziomach taksonomicznych (np. granice makroregionów w ujęciu strukturalnym czy działy wodne I rzędu w ujęciu funkcjonalnym) ograniczają większe obszary niż granice niższej rangi (np. mikroregionów lub zlewni III rzędu). Zdarzają się jednak odstępstwa od tej reguły, szczególnie na rubieżach geosystemów lądowych, tj. na terenach nadmorskich (np. regiony mierzejowe lub zlewnie I rzędu drobnych cieków przy-morskich). Wyznaczanie granic w sposób kameralny, na podstawie istniejących materiałów kartograficznych, jest uprawnione tylko w odniesieniu do granic regionalnych, działów wodnych najwyższych rzędów (dużych zlewni) albo innych granic rozległych obszarów funkcjonalnych lub delimitowanych ze względu na fizjonomię krajobrazu. Wyznaczanie szczegółowych granic krajobrazowych w skalach powyżej 1:10 000 jest możliwe tylko przy wykorzystaniu badań terenowych, niezależnie od posiadanych materiałów, np. zdjęć lotniczych. Jedynie szczegółowe rozpoznanie struktury, funkcjonowania (wy-

magające z reguły wieloletnich badań) lub fizjonomii krajobrazu (badania co najmniej jednoroczne – wielosezonowe) pozwala na próbę wyznaczania granic w skali lokalnej (topo).

Próby ustalenia hierarchicznej pozycji granic można realizować poprzez badanie konwergencji granic wyznaczonych w oparciu o różne kryteria. Im więcej cech krajobrazu ulega przejściu w inne, tym wyższa jest, jak się wydaje, ranga taksonomiczna takiej granicy. Stąd też, gdy zbieżne są strukturalne, funkcjonalne i fizjonomiczne granice krajobrazowe, można je określić jako **bezwzględne granice krajobrazowe**. Mają one najczęściej wysoką rangę w hierarchii granic.

Ostatni z kluczowych problemów badania granic krajobrazowych dotyczy ich dynamiki. Jak wskazano na ryc. 1, często są one dzielone na statyczne i dynamiczne. Wydaje się jednak, że wszystkie granice są dynamiczne, a wykazanie tej dynamiki jest przede wszystkim kwestią szczegółowości i długotrwałości badań. Większość badań krajobrazowych prowadzona jest, ze względu na ograniczenia finansowe, na stosunkowo wysokim poziomie uogólnienia (skala mniejsza od 1:10 000) i przez krótki czas (nie dłużej niż kilka lat). Stąd też może brać się częste mniemanie o statyczności części granic krajobrazowych. Dynamiczne są jednak wszystkie omawiane typy granic. Granice strukturalne, z pozoru statyczne lub wolno zmienne w czasie, tak naprawdę wykazują bardzo silną dynamikę. Przykładem może tu być granica pole–las o ciągłej fluktuacji, szczególnie w biotycznej warstwie krajobrazu. Fluktuacje te można wykazać prowadząc badania w bardzo szczegółowych skalach, np. na powierzchniach rzędu metrów kwadratowych. Czas prowadzenia badań może być stosunkowo krótki (np. kilkumiesięczny). Przykładem takich krótkookresowych fluktuacji może być także granica łąd–woda w strefie brzegowej morza lub jezior. W przypadku granic funkcjonalnych ich zmienność jest często jeszcze trudniejsza do wykazania, gdyż oprócz badań szczegółowych są wówczas niezbędne często badania wieloletnie o charakterze monitoringowym. Przykładem może tu być granica pomiędzy krajobrazami geochemicznymi traktowanymi jako pola fizyczne o określonym składzie chemicznym i związany z nim układ procesów geochemicznych, których przebieg może być ustalony tylko na podstawie wieloletnich badań. Granice fizjonomiczne, ze względu na swój bardziej subiektywny charakter, można wyznaczać na podstawie badań jednorazowych prowadzonych w 3–4 głównych porach roku, gdyż zmienność tych granic wynika przede wszystkim z sezonowości zjawisk przyrodniczych. Ich dynamika może być efektem zmian w zagęszczeniu szaty roślinnej (np. ulistnieniu), pokryciu terenu (np. występowaniu pokrywy śnieżnej) lub sieci hydrograficznej (zmienności stanów wód w ciekach, jeziorach lub zbiornikach sztucznych).

Konsekwencją dynamiki granic jest ich strefowy charakter. Granica dynamiczna musi mieć charakter strefowy, a szerokość strefy granicznej można wyrazić poprzez maksymalny poziomy zasięg fluktuacji granicy w stosunku do jej przeciętnego przebiegu.

Ze strefowym charakterem granic wiąże się także kolejny problem, który można streścić w pytaniu: kiedy strefa graniczna może być uznana za granicę dwóch sąsiadujących obszarów, a kiedy stanowi już nową jednostkę krajobrazową. Problem ten nie będzie tu jednak dyskutowany.

Wnioski

Granice krajobrazowe nie doczekały się dotychczas spójnej koncepcji delimitacji i badania wypracowanej na gruncie geoekologii. Problematyka tych granic poruszana jest w wielu opracowaniach, stanowi ona jednak margines zainteresowania badaczy i jest omawiana wtórnie do zagadnień związanych z badaniem jednostek krajobrazowych.

Kierując się kryteriami wyznaczania granic krajobrazowych, można je najogólniej podzielić na: strukturalne, funkcjonalne i fizjonomiczne. Na gruncie geoekologii najczęściej poruszana jest problematyka granic strukturalnych. Wykazano, że z dużym prawdopodobieństwem, że na obszarach młodogłacialnych strukturalne granice regionalne przebiegają w strefach o najwyższym stopniu kontrastowości krajobrazu. Na podstawie dotychczasowych badań autora nie można stwierdzić bezpośredniego związku pomiędzy stopniem kontrastowości krajobrazu a rangą taksonomiczną granicy, jednak za wysoce prawdopodobne można uznać, że jednoczesna zbieżność granic wyznaczonych w oparciu o różne kryteria strukturalne, funkcjonalne i fizjonomiczne tworzy granice krajobrazowe wysokiej rangi, rozdzielające regiony silnie między sobą zróżnicowane.

Przyszłość badania granic krajobrazowych należy widzieć przede wszystkim w szerszym podjęciu problematyki granic funkcjonalnych, a także w poszukiwaniu uniwersalnych kryteriów wyznaczania granic „bezwzględnych”, obejmujących wszystkie trzy wymienione grupy kryteriów.

Summary

Methods, dilemmas and problems with identification of landscape boundaries in young-glacial areas as background for reflection on the study of boundaries in natural environment

Introduction

Among the basic research problems of geoecology, the study of landscape boundaries occupies a relatively important position. This statement may seem weakly motivated in the light of Polish literature on physical geography of the last 20 years. Relatively few authors paid attention directly to landscape boundaries, and if they did, it usually concerned publications of the type of workbooks or monograph dissertations (Richling, Solon 1996, Pietrzak 1998). Observing the development of geography in the last 50 years, it seems also that the issue of geographical boundaries was more within the scope of human geography than physical geography (Rykiel 1990).

One should not, however, trivialise the fact that most of the procedures of the systematisation of spatial objects carried out within physical geography, especially the complex one, boils down to the delimitation of spatial units, that is determining their boundaries. In geomorphology, the boundaries of relief types are determined, in climatology of local climate units, in hydrography of drainage basins, in soil geography of types of soil, in biogeography of types of plant formations or communities. On the subsequent stages of research procedure, the issue of boundaries is often neglected or belittled, as researchers tend to concentrate on the interior of the geographical spatial objects (their structure and functioning).

The examples presented in this work, illustrating the issue of boundaries, are taken from young-glacial areas of Northern Poland. These landscapes, which, together with seaside landscapes, prevail in the northern part of Poland, thanks to their high diversity, form one of the most interesting objects for the study of boundaries. The landscape mosaic occurring here forms a complicated network of landscape boundaries of various taxonomic ranks. Hence, besides mountains & uplands, lakelands and coastlands, they are the areas, on the example of which, the issue of landscape boundaries can be discussed with special clarity.

Terms and definitions

In the most general sense, a boundary is defined as "a line or zone dividing adjacent areas, differing from one another at least with one feature" (Longman Dictionary 1984 after Pietrzak 1998). The following presentation of assumed definitions concentrates on approaches applied mainly in physical geography. It should be, however, born in mind that the concepts of boundaries within natural sciences have been developing especially intensely in plant ecology in the form of the concept of ecotone already since the beginning of the 20th century, and also to some extent in landscape architecture (Bogdanowski et al. 1979).

Landscape boundaries should not be directly identified with natural boundaries, as the latter category seems to be much broader. Hartshorne (1993) distinguishes the following types of natural boundaries:

1. natural defence boundaries;
2. boundaries marked in nature;
3. structural boundaries;
4. organic boundaries – of economically related areas;
5. cultural landscape boundaries.

The name of landscape boundaries can be assigned to types enumerated in point 2, 3 and 5.

Misunderstandings arise also on the borderline between the concept of landscape boundaries and of patches – matrix – corridors. Landscape corridors, treated sometimes as boundaries, can be identified with the distinguishing boundaries defined by Widacki (1981). What seems hard to accept is the opinion treating this type of zones as landscape boundaries in the same way as dividing boundaries (with features different from both separated areas) or joining boundaries (being a mixture of the features of both separated units) are such. Zones described as distinguishing boundaries, in terms of definition, are more similar to ecological corridors with a domination of conveying and filtering functions than boundaries in the strict meaning, especially in the structural approach.

Boundaries in landscape are classified according to various criteria, of which the most important are: origin, complexity and dynamics. Fig. 1 presents examples of classification of landscape boundaries based on these criteria. Another interesting suggestion is the one proposed by Bieruczaszwili (1990) dividing boundaries according to the way of landscape functioning, where the following boundaries have been distinguished:

1. divergent – separating streams of matter and energy (e.g. watersheds);
2. convergent – running in the zones of the joining of streams of energy and matter (e.g. valley bottoms);
3. gradient – in the zones of the biggest functional changes of the landscape;

4. process – separating areas with the domination of different processes.

Due to the diversity of suggestions, so far, there has not developed a widely accepted and uniform concept of landscape boundaries, though attempts to formulate it have been made. The concept of forest boundary treated above all as an ecotone (Balcerkiewicz et al. 1991) can be viewed as the best developed one.

The author of this study finds it reasonable to divide landscape boundaries into three basic groups, resulting from the criteria of their delimitation, covering:

1. structural boundaries;
2. functional boundaries;
3. physiognomic (visual) boundaries

Structural boundaries are determined on the basis of an analysis of the landscape structure, including examining of the elements of its structure generally regarded as slowly changing – they occur in the zones of contact of these elements having different features.

Functional boundaries separate areas with a different way of landscape functioning, i.e. with different directions, types and intensity of processes. When delimiting them, fast-changing elements of the landscape (e.g. water circulation) are taken into consideration more often.

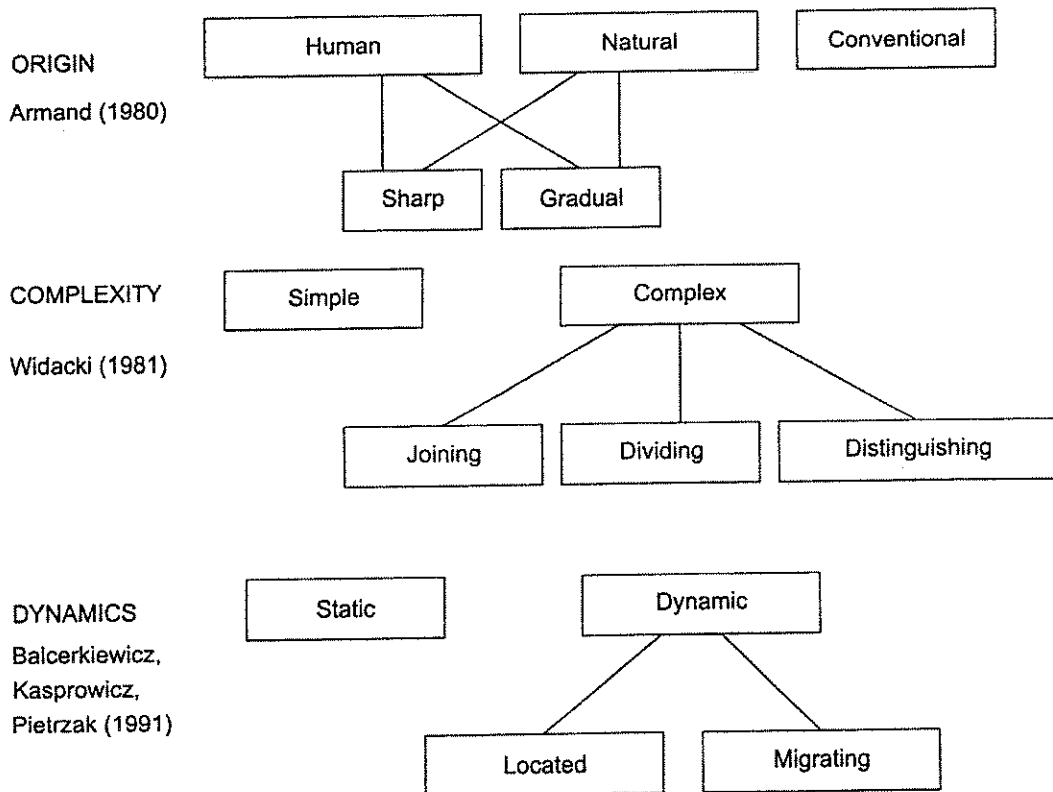


Fig. 1. Examples of classification of landscape boundaries based on various criteria

Physiognomic boundaries separate areas with different visual (physiognomic) features of landscape. They are most subjective in character, often conditioned by individual characteristics of landscape observers.

Irrespective of the choice of criteria of their determination, landscape boundaries can be defined as **zones separating areas with specific sets of structural, functional or physiognomic landscape features, occurring in areas with the highest landscape contrast degree**. Landscape contrast is understood here as a measure (degree) of the diversification of landscape features of neighbouring spatial units. An attempt to confirm the thesis put forward here, constituting also a definition of landscape boundary, is presented in the next chapter.

Landscape contrast and landscape boundaries

The relationship between the course of landscape boundaries and zones with a higher landscape contrast was already noticed earlier (e.g. Hansen et al. 1992), however, generally, in an indirect way. In order to confirm the relationship between landscape contrast and the course of landscape boundaries, three test areas have been chosen, located in the Kashubian Pomerania or its outskirts, within morainic plateau, outwash plain and ice marginal streamway landscape. Each of these areas covers about 44 km². In the test areas, on the basis of cartographic materials in 1:25.000 scale and their field verification, the author delimited geocomplexes analysing five features of natural environment: elementary (geochemical) landscapes, lithology of surface deposits, type and subtype of soil, land cover and use, and the first ground-water table. In order to determine the landscape contrast degree, a grid of squares of the size close to the average size of a geocomplex was overlaid on the map of geocomplexes. In each square, the length of borderlines of pairs of neighbouring complexes was measured. The result was multiplied by the number of changing features. Then, in each square, these results were summed, and the obtained figures were assigned to the centres of the squares. The last stage was an interpolation of these figures and drawing of a map of isolines of landscape contrast degree.

It should be stressed that the method presented here is only partially objective as it accounts for the number of the changing features of the components between neighbouring geocomplexes, and does not take into consideration the value of these changes. So far, no fully objective measures of a quantitative assessment of the value of the changes of features of qualitative character.

The obtained isolines of landscape contrast are presented in fig. 3 I–III. There appear clear differences in landscape contrast among the areas of morainic plateaux, outwash plains and ice marginal streamways. The biggest landscape mosaic related to landscape contrast occurs in the morainic plateau area, however, the highest contrast values and differences in its degree (between 0 and almost the maximal value) are characteristic of outwash plains, where next to almost flat, sandy and wooded plains, there are numerous hydrogenical hollows and channels filled with lakes. What is also highly contrastive with neighbouring areas of morainic edges and plateaus is the bottom of the ice marginal streamway with minimally diversified landscape.

In order to verify the thesis on the relationship between structural landscape boundaries with zones of the highest landscape contrast, boundaries of meso- and microregions of Gdansk province delimited by Przewoźniak (1985) were overlaid on isoline maps. In order to delimit them, maps of 1:100.000 scale were used. When delimiting

geocomplexes, which were the base for microregions' delimitation, the same criteria were used as were presented earlier with reference to geocomplexes determined in test areas in 1:25.000 scale. The results of overlaying of the contrast maps and maps of regional units' boundaries gave surprisingly satisfying results. In particular, in the outwash plains and ice marginal streamways, regional boundaries coincide almost completely with peaks of landscape contrast. This relationship is less clear in typical morainic plateau areas (III). However, the slighter overlap of contrast with landscape boundaries occurring here can be ascribed to the big difference in scales among the studies presented here and a shift of regional boundaries when transporting them onto a landscape contrast map.

The observed relationships should be now confirmed by detailed studies, but already on this stage, a thesis can be formulated that regional boundaries should be laid out in the zones of the highest landscape contrast, and their delimitation can be done similarly to the delimitation of topographic water divides on a hypsometric map. However, so far, there are no premises to relate the landscape contrast degree with the rank of the structural landscape boundary.

Discussion

The study of landscape boundaries makes it reasonable to discuss several issues related to them.

They can be formulated in the form of the following questions:

1. To what extent the delimitation and study of boundaries have theoretical and practical significance?
2. What is the relationship between the method of delimiting landscape boundaries with the hierarchy of these boundaries?
3. What is the significance of boundaries' dynamics for their study?

Due to the limited size of this study, the author skips the issues dealt with in greater detail in literature, e.g. subjectivism of boundaries' delimitation by various authors. These issues, with regard to boundaries of geocomplexes, were dealt with by Pietrzak (1995, 1998). With regard to regional boundaries, the subjectivism can be observed in the differences of the boundaries of Kashubian Pomerania and neighbouring regions delimited by various authors (fig. 2.)

The explanation of the first of the issues put forward is highly dependent on basic assumptions accepted in landscape studies. Researchers viewing spatial units as subjective constructs, may also regard boundaries' delimitation as futile. However, on the other hand, one does not have to be in favour of the "geocomplex approach" to delimit boundaries in landscape. As it was mentioned earlier, also landscape corridors are sometimes treated as landscape boundaries. It seems that the determination of structural landscape boundaries is closest to the theoretical purposes. They may include e.g. boundaries of physical geographical regions. They have mainly a cognitive character and allow a systematisation and referring the location of geographical objects and processes to the natural boundaries. The sufficient proof of this statement should be deemed to be the contents of introductory chapters of great majority of publications devoted to the natural environment of Poland, whose authors relate the location of the described area with the physical geographical division by J. Kondracki.

A far more significant practical aspect is found in the functional landscape boundaries. It seems that in the case of numerous economic activities being carried out, it is beneficial

to locate one type of activities within an area surrounded by functional boundaries. This applies mainly to activities related to the water circulation, which should in most cases be restrained to one drainage basin. This condition should be met in order to limit or avoid the dispersion of effects of human pressure on areas with different functional landscape features. This condition does not apply to structural boundaries which can be "cut" by various forms of use.

Delimitation of physiognomic landscape boundaries is specially significant for actions related to the location of cubature objects, both in architectural scale (buildings) and in planning scale (housing, recreational, industrial complexes). Such an approach to landscape boundaries is certainly closer to landscape architecture than geography. However, geographers also use it, e.g. in planning tourist routes or preparing protection landscape areas. Thus, regardless of whether landscape boundaries are real or only an invention of researchers, they have a practical significance for human activities carried out in the landscape.

What is also frequently analysed is the hierarchy of boundaries. It is significant due to the research procedure employed for the delimitation of boundaries. As a rule, boundaries of landscape units on higher taxonomic levels (e.g. macroregions' boundaries in a structural approach or I order water divides in a functional approach) encompass bigger areas than lower rank boundaries (e.g. of microregions or III order water divides). There occur, however, exceptions to this rule, especially on the outskirts of land geosystems, i.e. in near-shore areas (e.g. sandbar regions or I order water divides of short near-shore water courses). Delimiting boundaries in a desktop manner, on the basis of existing cartographic materials, is legitimate only with respect to regional boundaries, highest orders' water divides (big drainage basins) or other boundaries of extensive functional areas or of similar physiognomy. Delimitation of detailed landscape boundaries in scales over 1:10.000 is possible only using field research. Only a detailed identification of the structure, functioning (many years' studies) or physiognomy of landscape (one year's – multi-seasonal studies) allows for delimiting boundaries in a local scale.

Attempts to determine a hierarchical position of boundaries can be made by studying convergence of boundaries laid out on the basis of various criteria. The more landscape features transfer into other, the higher, probably, is the taxonomic rank of such a boundary. Hence, if structural, functional and physiognomic landscape boundaries coincide, they can be referred to as **absolute landscape boundaries**. They usually have a high rank in boundaries' hierarchy.

The last of the key issues of the landscape boundaries' study concerns their dynamics. As it was shown in fig.1, boundaries are often divided into static and dynamic. It seems, however, that all boundaries are dynamic, and showing this dynamics is mainly a question of detail and period of research. However, most of landscape research is, due to financial limitations, carried out in quite a general manner (scale smaller than 1:10.000) and for a short period (no longer than a few years). Hence the frequent conviction about the static character of a part of landscape boundaries.

Yet, all the described types of boundaries are dynamic. Structural boundaries, seemingly static or slowly changing in time, in fact, show very strong dynamics. For instance, a field-forest boundary undergoes a constant fluctuation, especially, in the biotic layer of landscape. These fluctuations can, however, be shown by performing research in very detailed scales, e.g. in areas close in size to about square metres. The period of such re-

search can here be relatively short (e.g. several months). An example of such short period fluctuations can also be land–water boundary in the shore zone of a sea or lakes. With regard to functional boundaries, their changeability is often ever more difficult to show. They often require, apart from detailed research, also many years of monitoring type research. An example can be the boundary between geochemical landscapes treated as physical fields with a specific chemical composition and a related system of geochemical processes. Physiognomic boundaries, due to their more subjective character, can be determined on the basis of single examinations carried out in 3–4 main seasons, as the changeability of these boundaries results mainly from the seasonal character of natural phenomena. Their dynamics can be an effect of changes in the density of vegetation (e.g. foliage of trees and bushes), cover of the terrain (e.g. occurrence of snow cover) or hydrographic network (changeability of water levels in rivers, lakes or artificial reservoirs).

The dynamics of boundaries results in their zonal character. A dynamic boundary must have a zonal character, and the width of the boundary zone can be determined by the maximal horizontal scope of the fluctuation of the boundary in relation to its average course.

Conclusions

Landscape boundaries still await a uniform concept of delimitation and study prepared on the basis of geoecology. The issue of these boundaries is introduced in numerous studies, however, it constitutes a margin of the interest of researchers and is dealt with as a secondary problem with regard to the issues related to study of landscape units.

According to the criteria of determining landscape boundaries, they can be divided, in most general terms, into structural, functional and physiognomic. Within geoecology, the issue most frequently introduced is that of structural boundaries. It has been shown that, with high probability, in young glacial areas, the regional structural boundaries run in the zones of the highest landscape contrast degree. The study carried out by the author so far does not confirm a direct relation between the landscape contrast degree and the taxonomic rank of the boundary. However, it can be deemed highly probable that a simultaneous coincidence of boundaries determined on the basis of various structural, functional and physiognomic criteria creates landscape boundaries of high rank, separating regions which strongly differ from each other.

The future of the study of landscape boundaries should be seen mainly in a broader taking up of the issue of functional boundaries as well as in searching for universal criteria of the determination of “absolute” boundaries, accounting for the three mentioned groups of criteria.

Literatura

- Armand D.L. 1980. Nauka o krajobrazie. Podstawy teorii i metody logiczno-matematyczne. PWN, Warszawa.
- Augustowski B. 1969. Środowisko geograficzne województwa gdańskiego w zarysie. WSP, Gdańsk.
- Balcerkiewicz S., Kasproicz M., Pietrzak M., 1991. Landscapegeobotanical basis for a typology of the man-made forest boundary. *Ekologia (CSFR)*, vol. 10, no 4.
- Bieruczaszwilli .,1990. Coiofizyka landzafta. Wysszaja Szkoła, Moskwa.
- Bogdanowski J., Łuczyńska-Bruzda M., Novak Z., 1979. Architektura krajobrazu. PWN, Warszawa–Kraków.

- Hansen A.J., Risser P.C., di Castri F., 1992. Epilogue: Biodiversity and Ecological Flows Across Ecosystems [W:]
- Hansen A.J., F. Di Castri (red.) Landscape Boundaries. Ecological Studies 92. Springer Verlag.
- Hartshorne R. 1933. Geographic and political boundaries in Upper Silesia. *Annals of the Ass. Of Amer. Geogr.* 23.
- Kistowski M. 1987. Studium porównawcze morfostruktury krajobrazu młodogłacjalnego. Uniw. Gdański, Katedra Geografii Fizycznej Kompleksowej i Stosowanej (maszynopis).
- Kondracki J. 1981. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- Oldak A. 1997. Badanie potencjału produktywności biotycznej z zastosowaniem systemów informacji geograficznej, *Prace i Studia Geograficzne WGiSR Uniw. Warszawskiego* 21.
- Pietrzak M. 1995. Średnioskalowa mapa krajobrazowa – eksperyment kartograficzny (w:) Ruszczyccka-Mizera M. (red.) *Studia krajobrazowe jako podstawa racjonalnej gospodarki przestrzennej.* Uniw. Wrocławski, Wrocław.
- Pietrzak M., 1998. Syntezy krajobrazowe – założenia, problemy, zastosowania. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań
- Przewoźniak M., 1985. Struktura przestrzenna krajobrazu województwa gdańskiego w ujęciu regionalnym. *Zesz. Nauk. Wydz. BiNoZ Uniw. Gdańskiego* 13.
- Richling A., Solon J. 1996. Ekologia krajobrazu. PWN, Warszawa.
- Rykiel Z., 1990. Koncepcje granic w badaniach geograficznych. *Przeł. Geogr. T. LXII, z. 1–2.*
- Widacki W. 1981. Klasyfikacja granic geokompleksów. *Prace Inst. Geograficznego Uniw. Jagiellońskiego* z. 75.