

Analiza środowiska geograficznego zlewni górnej Parsęty w oparciu o metody geoinformacyjne

Analysis of the geographical environment of the upper Parsęta catchment based on geoinformation methods

Anna Dmowska

Instytut Geoekologii i Geoinformacji, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Dzięgielowa 27, 61-680 Poznań, dmowska@amu.edu.pl

Zarys treści: Celem niniejszego opracowania jest zwrócenie uwagi na możliwości wykorzystania dostępnych cyfrowych materiałów kartograficznych w analizie zróżnicowania środowiska geograficznego wybranego obszaru.

Analizę wykonano dla 10 zlewni cząstkowych wydzielonych w obrębie zlewni górnej Parsęty. Zlewnie cząstkowe opisano pod względem wybranych cech geometrycznych, charakterystyk hydrograficznych, charakterystyk morfometrycznych rzeźby terenu oraz charakterystyk środowiskowych. Charakterystyki zlewni wyliczono na podstawie dostępnych cyfrowych materiałów kartograficznych, wykorzystując metody geoinformacyjne.

Słowa kluczowe: charakterystyki fizycznogeograficzne, cyfrowe materiały kartograficzne, metody geoinformacyjne, zapytania przestrzenne SQL, PostgreSQL/PostGIS

Abstract: The aim of this paper is to highlight the utility of available digital cartographic materials in the analysis of environmental diversity of the selected geographic area. An analysis is carried for 10 subcatchments in the upper Parsęta. The subcatchments are described by geometric features, hydrological characteristics, morphometric characteristics and environmental characteristics. Subcatchments characteristics are calculated based on an available digital cartographic data using geoinformation methods.

Key words: environmental characteristic, digital cartographic data, geoinformation methods, Spatial SQL, PostgreSQL/PostGIS

Wstęp

Rozpoznanie uwarunkowań fizycznogeograficznych funkcjonowania geosystemów stanowi ważny etap opracowań o charakterze geograficznym, pozwala na określenie aktualnego stanu środowiska geograficznego oraz prognozowanie zmian w nim zachodzących (Kostrzewski i in. 1994). Podstawowym źródłem informacji o środowisku geograficznym obszaru badań, obok prac terenowych, są opracowania kartograficzne przeglądowe i tematyczne. Coraz szersza dostępność cyfrowych map w skali kraju, wykonanych zazwyczaj w technologii geoinformacyjnej,

umożliwia dokonanie szczegółowego opisu środowiska geograficznego obszaru, który jest przedmiotem dowolnych badań geograficznych. Głównie są to cyfrowe opracowania dostępne w skali 1:50 000, np. hydrograficzne, sozologiczne czy geologiczne. Wśród wielu opracowań tematycznych szczególnie odczuwa się brak cyfrowych opracowań map geomorfologicznych. Problem dostępności takich map poruszony został w artykule Dmowskiej i in. (2010).

Celem niniejszej pracy jest zwrócenie uwagi na możliwości wykorzystania dostępnych cyfrowych materiałów kartograficznych w analizie zróżnicowania środowiska geograficznego wybranego obszaru.

Analizę wykonano dla 10 zlewni cząstkowych wydzielonych w obrębie zlewni górnej Parsęty. Zlewnie cząstkowe opisano pod względem cech geometrycznych, warunków hydrograficznych, charakterystyk morfometrycznych rzeźby terenu oraz charakterystyk środowiskowych. Uwzględnione charakterystyki zostały wyliczone na podstawie dostępnych cyfrowych materiałów kartograficznych przy zastosowaniu metod geoinformacyjnych. Analizę przeprowadzono w oparciu o Szczegółową Mapę Geologiczną Polski oraz dołączony do mapy szkic geomorfologiczny (Popielski 2005a, b, 2006a, b), Komputerową Mapę Podziału Hydrograficznego Polski (IMGW 2011) oraz dane o pokryciu terenu z projektu Corine Land Cover 2006 (GIOŚ 2011).

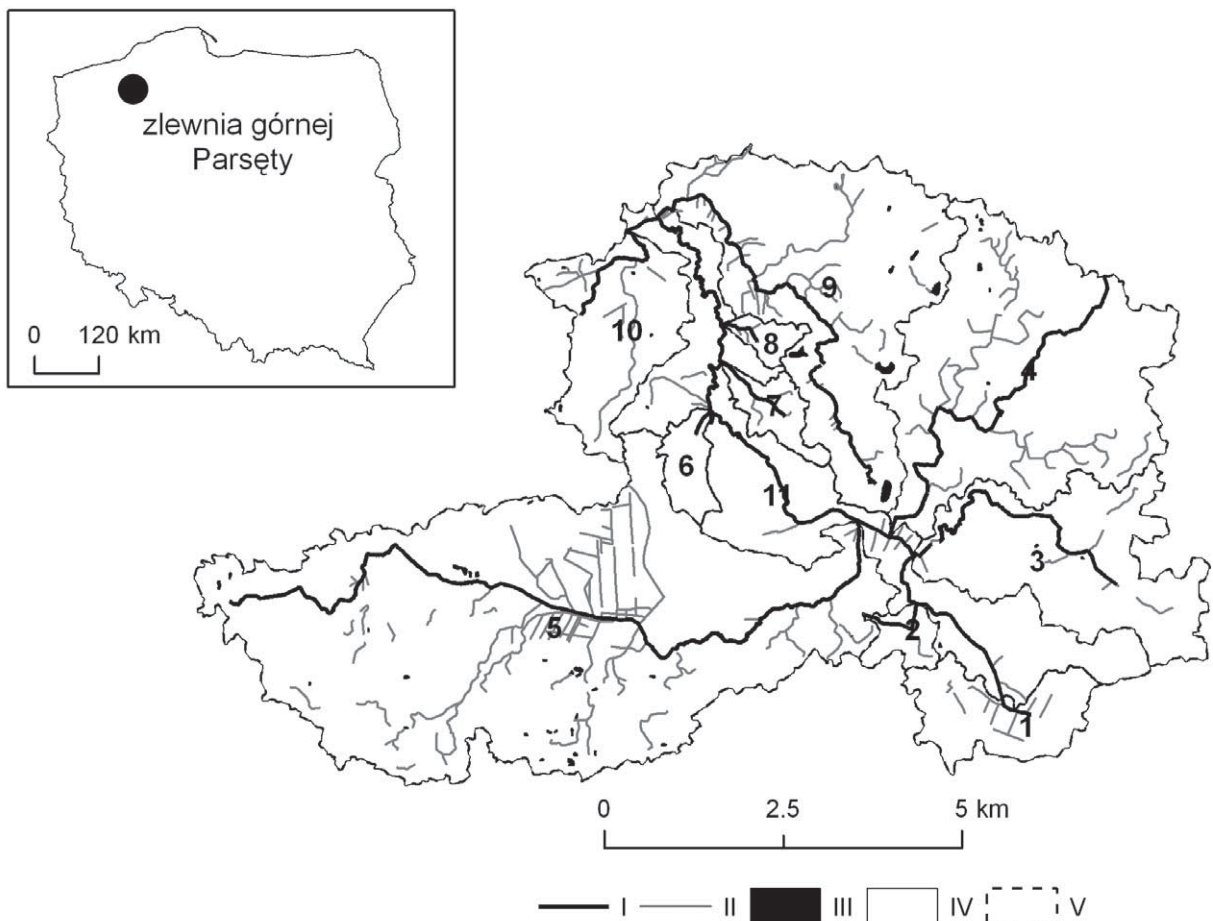
Obszar badań

Analizę środowiska fizycznogeograficznego zlewni górnej Parsęty przeprowadzono, uwzględniając

podział na zlewnie cząstkowe. Kostrzewski i in. (1994) wydzielili dla zlewni górnej Parsęty 10 zlewni cząstkowych (ryc. 1) celem ukazania zmienności przestrzennej procesów geomorficznych zachodzących w zlewni górnej Parsęty.

Zlewnia górnej Parsęty pod względem regionalnym należy do Pojezierza Zachodniopomorskiego, usytuowana jest w obrębie dwóch mezoregionów: Pojezierza Drawskiego oraz Pojezierza Bytowskiego. Reprezentuje – jak uważa Kostrzewski (1993) – ekosystem obszaru nizinnego, młodoglacjalnego, w umiarkowanej strefie klimatycznej. Położona jest w zasięgu form poglacialnych, charakteryzuje się typową dla Pomorza Zachodniego mozaiką utworów powierzchniowych, gleb i użytkowania terenu.

Zlewnia górnej Parsęty ma powierzchnię 73,98 km² oraz długość obwodu 58,3 km. Gęstość sieci rzecznej wynosi 0,16 km/km². Długość Parsęty obliczona na podstawie MPHP wynosi 12,5 km (Kostrzewski i in. 1994 podają długość 13,26 km), a spadek rzeki 0,0039‰. Ekstremalne wysokości



Ryc. 1. Podział zlewni górnej Parsęty na zlewnie cząstkowe

I – ciekі główne; II – sieć hydrograficzna; III – zbiorniki wodne; IV – wododział zlewni górnej Parsęty; V – wododziały zlewni cząstkowych: 1 – źródła Parsęty, 2 – Rów Melioracyjny, 3 – Daleciński Potok, 4 – Skalneński Potok, 5 – Żegnica, 6 – Leśny Potok, 7 – Suchy Potok, 8 – Krętacz, 9 – Kłuda, 10 – Młyński Potok

Fig. 1. Division of the upper Parsęta catchment into subcatchments

I – main rivers; II – hydrographical network; III – water basin; IV – watershed of the upper Parsęta catchment V – watersheds of subcatchments: 1 – the Parsęta sources, 2 – Drainage Ditch, 3 – Daleciński Stream, 4 – Skalneński Stream, 5 – Żegnica, 6 – Leśny Stream, 7 – Suchy Stream, 8 – Krętacz, 9 – Kłuda, 10 – Młyński Stream

otrzymane na podstawie cyfrowego modelu wysokościowego DTED2 mieszczą się w zakresie 89–199 m n.p.m. (odbiegają one od wartości podawanych przez Kostrzewskiego i in. 1994 mieszczących się w zakresie 83,35–202,84 m n.p.m.). Bezwzględny wskaźnik rzeźby dla zlewni górnej Parsęty wynosi 110 m, a względny wskaźnik rzeźby określany w stosunku do obwodu zlewni wynosi 0,0019.

Zlewnia górnej Parsęty położona jest w obrębie tzw. lobu Parsęty (Karczewski 1989). Obszar ten cechuje występowanie bardzo zróżnicowanego układu form polodowcowych. Na podstawie szkiców geomorfologicznych dołączonych do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (Popielski 2005b, 2006b) wydzielono 17 typów form ukształtowania terenu. Dominującymi są wysoczyzna morenowa falista (44% obszaru zlewni) oraz sandr poziomy II (22% obszaru zlewni). Powierzchnia sandru w zlewni górnej Parsęty urozmaicona została przez rozległy kem. W dolnym odcinku zlewni (północna część zlewni Młyńskiego Potoku, północno-zachodnia część zlewni Kłudy) utworzyły się doliny i równiny erozyjno-akumulacyjne wód roztopowych. W dolinach rzek (m.in. górny odcinek Daleńckiego Potoku, środkowy odcinek Skalneńskiego Potoku oraz Parsęty – przy ujściu Żegnicy) powstały równiny torfowe. Ponadto największy obszar równiny torfowej, stanowiący zarośnięte jezioro polodowcowe, znajduje się w środkowej części zlewni Żegnicy. Formy akumulacji rzecznej reprezentowane są przez płaskie dna dolin rzecznych oraz terasy akumulacyjne (zalewowe) głównie Parsęty. W zlewni wytworzyły się także formy eoliczne (równiny piasków przewianych), dolinki, parowy i rozcięcia erozyjne (w których obrębie płynie m.in. Młyński Potok, Suchy Potok oraz dwa dopływy Kłudy), doliny wód roztopowych (występujące tylko w zlewni Daleńckiego Potoku) oraz zagłębienia po martwym lodzie.

Zlewnia górnej Parsęty charakteryzuje się typowym dla Pomorza Zachodniego mozaikowym układem litologii, osadów gleb oraz użytkowania terenu (Kostrzewski i in. 1994). Zróżnicowanie litologiczne utworów powierzchniowych jest wynikiem deglacjacji arealnej podczas zlodowacenia wisły (Karczewski 1989). Według Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (Popielski 2005a, 2006a) w zlewni górnej Parsęty wydzielić można 18 typów utworów powierzchniowych. Dominują obszary zbudowane z glin zwałowych (25,8%), piasków i żwirów wodnolodowcowych sandrowych (24,2%) oraz piasków żwirowato-pyłowato-lodowcowych (15,5%). Ponadto występują piaski, żwiry oraz gliny zwałowe budujące moreny czołowe, moreny wyciśnięcia, kemy, formy akumulacji szczelinowej. Znacznie mniejszą część obszaru zajmują osady piaszczyste w obrębie zagłębień wytopiskowych, piaski i gliny deluwalne wypełniające górne odcinki młodych dolinek i obniżen. W zlewni górnej Parsęty występują też utwory pochodzenia holoceniowego,

tj. osady organiczne, piaski rzeczne teras zalewowych. Osady organiczne (torfy, gytie, torfy na kredzie jeziornej) zajmują w sumie 10,5% zlewni.

Według opracowanej przez Mocka (1993) mapy pokrywy glebowej w zlewni górnej Parsęty można wyróżnić 9 podtypów gleb (oraz lasy jako osobne wydzielenie, dla którego nie określono typu gleb na mapie glebowo-rolniczej). W zlewni górnej Parsęty dominują gleby brunatnoziemne (w tym gleby brunatne wylugowane i gleby brunatne kwaśne typowe). Czarne ziemie tworzą niewielkie, nieregularne obszary położone wśród gleb brunatnych, torfowych i torfowo-mułowych. Prócz tego większe powierzchnie zajmują gleby torfowe torfowisk niskich oraz torfowo-mułowe. W dolinach rzek występują niewielkie obszary mad rzecznych. Tereny leśne wykształciły się na glebach biellicowo-rdzawych oraz biellicowych.

Zlewnia górnej Parsęty stanowi obszar rolniczo-leśny (Kostrzewski i in. 1994, Piotrowska 1994). Grunty rolne zajmują 58,9%, natomiast obszary leśne 38,7%.

Metodyka prac i materiał dokumentacyjny

Analiza środowiska geograficznego zlewni górnej Parsęty obejmowała wybór charakterystyk fizyczno-geograficznych zlewni, pozyskanie i przygotowanie danych do analizy oraz charakterystykę zlewni cząstkowych za pomocą wybranych parametrów. Na poszczególnych etapach pracy wykorzystano metody geoinformacyjne (m.in. moduł *Zonal Statistics as Table*, narzędzia przycinania warstw (ang. *clip*), zapytania przestrzenne (ang. *Spatial SQL*)).

W literaturze przedstawione są różne zestawy charakterystyk fizycznogeograficznych zlewni (Kostrzewski i in. 1994, Kostrzewski i in. 1997, Pociask-Karteczka 2003, Lecomte i in. 2009, Yang, Jin 2010). Wybór charakterystyk opisujących środowisko geograficzne zlewni zależy od celu analizy. Warunki fizjograficzne zlewni określane są m.in. przez cechy geometryczne, geologiczne, morfometryczne, morfogenetyczne, hydrograficzne, glebowe i sposób użytkowania terenu (m.in. Pociask-Karteczka 2003). Znajdują one odbicie m.in.: w analizie zróżnicowania przestrzennego i dynamiki zjawisk hydrologicznych, mają znaczący wpływ na dynamikę transportu fluwialnego oraz przebieg i natężenie procesów denudacyjnych w zlewni (Kostrzewski i in. 1994, Pociask-Karteczka 2003). Charakter morfologiczny zlewni ukierunkowuje odpływ wód gruntowych oraz powierzchniowych. Zróżnicowanie litologiczne utworów powierzchniowych oddziałuje m.in. na charakter transportu rumowiska rzeczno-geologicznego, a także na procesy transportu materiału rozpuszczonego. Warunki geologiczne i glebowe wpływają przede wszystkim na wielkość infiltracji.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono szeroki zakres charakterystyk fizycznogeograficznych zlewni celem określenia zróżnicowania jej struktury wewnętrznej. Uwzględniono cechy geometryczne zlewni wyrażone przez jej obwód oraz powierzchnię, charakterystyki morfometryczne rzeźby terenu, warunki hydrograficzne oraz charakterystyki środowiskowe. Zestawienie ujętych w opracowaniu charakterystyk wraz z materiałami źródłowymi, na podstawie których zostały wyliczone, zamieszczono w tabeli 1.

Wybrane charakterystyki fizycznogeograficzne zlewni zostały wyznaczone w oparciu o dostępne materiały kartograficzne przy wykorzystaniu metod geoinformacyjnych.

Charakterystyki morfometryczne rzeźby terenu obliczono na podstawie cyfrowego modelu wysoko-

ciowego DTED2 przekształconego do układu PUG 1992/19 o rozdzielczości 30 m.

Pochodne cyfrowego modelu wysokościowego (spadki, ekspozycje terenu) obliczono przy użyciu pakietu oprogramowania ArcGIS. Statystyki dla wysokości, spadków wyliczono, wykorzystując moduł *Zonal Statistics as Table* dostępny w oprogramowaniu ArcGIS. Moduł ten pozwala na obliczenie statystyk opisowych danych rastrowych w ramach stref wyznaczonych przez warstwę wektorową. W opracowaniu moduł ten zastosowano do obliczenia statystyk wysokości i spadków terenu dla poszczególnych zlewni cząstkowych. Statystyki podstawowe wysokości terenu posłużyły następnie do obliczenia wskaźników rzeźby dających informację o zróżnicowaniu energii rzeźby. Energię rzeźby określa się poprzez występowanie ekstremalnych wysokości bezwzględ-

Tabela 1. Charakterystyki zastosowania w analizie zróżnicowania środowiska fizycznogeograficznego zlewni górnej Parsęty
Table 1. Characteristics used in analysis of diversity of an environment of the upper Parsęta catchment

Charakterystyki	Jednostka	Materiały źródłowe
Cechy geometryczne		
Obwód zlewni (P)	km	
Powierzchnia zlewni (A)	km ²	
Warunki hydrograficzne		
Długość cieków głównego (L)	km	MPHP
Spadek rzeki głównej (I)	‰	DTED2, MPHP
Długość wszystkich cieków (L _t)	km	MPHP
Gęstość sieci rzecznej (D)	km km ⁻²	MPHP
Wskaźnik jeziorności (W _j)	%	MPHP
Wskaźnik zabagnienia (W _b)	%	CLC2006
Charakterystyki morfometryczne rzeźby terenu		
Wysokość maksymalna (H _{max})	m	DTED2
Wysokość minimalna (H _{min})	m	DTED2
Wysokość średnia (H _{sr})	m	DTED2
Odchylenie standardowe wysokości terenu (H _{sd})	m	DTED2
Bezwzględny wskaźnik rzeźby (H _b)	m	DTED2
Względny wskaźnik rzeźby (H _r)	–	DTED2
Spadek minimalny (S _{min})	%	DTED2
Spadek maksymalny (S _{max})	%	DTED2
Średni spadek terenu (S _{sr})	%	DTED2
Odchylenie standardowe spadków terenu (S _{sd})	%	DTED2
Charakterystyki środowiskowe		
Litologia utworów powierzchniowych	% powierzchni zlewni	SMGP
Geomorfologia	% powierzchni zlewni	SMGP
Pokrywa glebowa	% powierzchni zlewni	Mapa glebowo-rolnicza
Użytkowanie terenu	% powierzchni zlewni	CLC2006

nych. W pracy obliczono 2 wskaźniki rzeźby – wskaźnik bezwzględny oraz względny wskaźnik rzeźby terenu. Wskaźnik bezwzględny (Hb) obliczany jest jako różnica wysokości maksymalnej i minimalnej, a względny (Hr) jako różnica wysokości maksymalnych i minimalnych w stosunku do obwodu zlewni (Kostrzewski i in. 1994).

Celem wyznaczenia charakterystyk środowiskowych oraz parametrów określających warunki hydrograficzne zlewni wykorzystano przestrzenne zapytania (ang. *Spatial SQL*).

We wstępnym etapie analizy konieczne było pozyskanie danych oraz odpowiednie przygotowanie danych do dalszej analizy.

Informację przestrzenną o litologii utworów powierzchniowych obszaru pozyskano z arkuszy Szczecinek i Barwice ze Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (Popielski 2005, 2006), dane o pokryciu terenu z projektu Corine Land Cover 2006 (GIOŚ 2011), dane hydrograficzne z Komputerowej Mapy Podziału Hydrograficznego Polski (IMGW 2011). Wymienione materiały kartograficzne dostępne są w wersji cyfrowej.

Należy zwrócić uwagę, że wśród cyfrowych opracowań kartograficznych brakuje nadal map geomorfologicznych. Informacja o formach ukształtowania terenu pozyskana została ze szkiców geomorfologicznych dołączonych do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (Popielski 2005b, 2006b). Zostały one opracowane w skali 1:100 000. Szkice dostępne są nadal jedynie w postaci załącznika analogowego do tekstu objaśniającego.

Informację przestrzenną o pokrywie glebowej zlewni górnej Parsęty uzyskano z opracowania Mocka (1993) przygotowanego na podstawie mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25 000. Należy podkreślić, że przedstawiony materiał nie zawiera danych o typach gleb na obszarach leśnych, które zajmują 38,7% powierzchni zlewni górnej Parsęty. Informacja o pokrywie glebowej dostępna była jedynie w wersji analogowej w postaci załącznika do publikacji Mocka (1993).

Konieczne zatem było cyfrowe opracowanie danych geomorfologicznych oraz glebowych. Zastosowano w tym celu procedurę opisaną przez Dmowską i in. (2010), stworzoną przy opracowaniu cyfrowym analogowych map geomorfologicznych. Procedura ta obejmowała skanowanie, georeferencję podkładów rastrowych, a następnie wektoryzację wydzielen jako obiektów poligonowych i stworzenie atrybutowej bazy danych. W przypadku danych geomorfologicznych obejmujących 2 arkusze (Szczecinek i Barwice) niezbędne także było łączenie i uzgodnienie styków arkuszy.

Etap przygotowania danych do dalszej analizy obejmował przycięcie zgromadzonych cyfrowych danych kartograficznych do granic zlewni cząstkowych. Wykorzystano w tym celu narzędzia przycinania

warstw (ang. *clip*) wyróżnione przez Wenera (2004) jako jeden ze zbiorów funkcji nakładania (ang. *overlay*) stosowanych do transformacji danych przestrzennych.

Dane przycięte do granic zlewni cząstkowych zostały wyeksportowane do bazy danych stworzonej w systemie bazodanowym Postgresql z rozszerzeniem przestrzennym PostGIS. PostGIS pozwala na zapisanie danych geograficznych bezpośrednio w bazie danych poprzez uwzględnienie tzw. typu obiektów geometrycznych (tj. punkt, linia, poligon).

Do obliczenia procentowego udziału określonych form ukształtowania terenu, utworów powierzchniowych, typów gleb, klas pokrycia terenu w ogólnej powierzchni poszczególnych zlewni cząstkowych oraz parametrów hydrograficznych, takich jak charakterystyki sieci rzecznej, wskaźnik jeziorności zastosowano zapytania przestrzenne SQL. Zapytania przestrzenne wykonywane były z poziomu bazy danych. Wbudowane są także w różne programy geoinformacyjne (m.in. QGIS). Pozwalają one jednak na wykonanie prostych operacji związanych z selekcją danych. Użycie strukturalnego języka zapytań (SQL) z poziomu bazy danych umożliwia tworzenie zapytań złożonych m.in. do obliczenia określonych wskaźników.

Charakterystyka środowiska geograficznego zlewni górnej Parsęty

Obliczone na podstawie materiałów kartograficznych charakterystyki fizycznogeograficzne wykorzystano do opisu środowiska geograficznego zlewni górnej Parsęty. W pierwszej kolejności przedstawiono ogólną charakterystykę, a następnie charakterystykę środowiskową poszczególnych zlewni cząstkowych, wskazując przede wszystkim na uwarunkowania typowe dla danego obszaru zlewni.

Cechy geometryczne i warunki hydrograficzne

Zlewnie cząstkowe wydzielone w obrębie zlewni górnej Parsęty są bardzo zróżnicowane pod względem wielkości (tab. 2).

Do największych zaliczyć należy zlewnię Żegnicy (26,27 km²), zlewnię Skalneńskiego Potoku (11,95 km²), zlewnię Kłudy (10,69 km²). Do najmniejszych, nie przekraczających 1 km², należą zlewnia Suchego Potoku, zlewnia Leśnego Potoku, zlewnia rowu melioracyjnego oraz zlewnia Krętacza. Wielkość poszczególnych zlewni cząstkowych znajduje odzwierciedlenie w zróżnicowaniu ich struktury wewnętrznej.

Warunki hydrograficzne określono poprzez 6 parametrów obliczonych na podstawie MPHP oraz cyfrowego modelu wysokościowego DTED2 (tab. 2): długość cieków głównych (L), spadek rzeki głównej (I), długość wszystkich cieków (L_i), gęstość sieci

Tabela 2. Cechy geometryczne i warunki hydrograficzne zlewni cząstkowych zlewni górnej Parsęty (na podstawie DTED2, MPHP)
Table 2. Geometric features and hydrographical conditions of the upper Parsęta subcatchments (based on DTED2, MPHP)

Nr	Zlewnia	A [km ²]	P [km]	L [km]	I [‰]	L _i [km]	D [km/km ²]	W _j [%]
1	Źródła Parsęty	2,53	10,20	0,81	0,0062	3,80	1,5	
2	Rów Melioracyjny	0,67	4,59	1,08	0,0087	1,65	2,52	
3	Dalęciński Potok	6,36	18,35	4,63	0,0045	6,98	1,1	0,04
4	Skalneński Potok	11,95	21,80	6,61	0,0044	21,70	1,82	0,11
5	Żegnica	26,27	35,40	10,69	0,0040	51,69	1,97	0,25
6	Leśny Potok	0,86	4,92	0,42	0,0235	0,42	0,49	
7	Suchy Potok	0,90	5,99	1,34	0,0260	2,19	2,43	
8	Krętacz	0,45	3,50	0,64	0,0217	1,11	2,45	
9	Kłuda	10,69	21,29	6,87	0,0068	21,24	1,99	1,01
10	Młyński Potok	3,94	11,63	2,08	0,0114	8,16	2,07	0,19

Objaśnienia parametrów jak w tabeli 1.

rzecznej (D), wskaźnik jeziorności (W_j), wskaźnik zabagnienia (W_b).

Najdłuższym z dopływów Parsęty jest Żegnica. Do najkrótszych należą Leśny Potok oraz Krętacz. Spadek rzek – dopływów Parsęty – mieści się w zakresie od 0,0040 do 0,0260‰. Największym spadkiem charakteryzuje się Suchy Potok, Leśny Potok oraz Krętacz, najmniejszym Żegnica, Skalneński Potok i Dalęciński Potok.

Gęstość sieci rzecznej obliczona na podstawie MPHP waha się od 0,49 km km⁻² dla zlewni Leśnego Potoku do 2,52 km km⁻² dla zlewni rowu melioracyjnego. Bardzo mała gęstość sieci rzecznej w zlewni Leśnego Potoku związana jest z występowaniem na obszarze zlewni tylko jednego cieką o długości 0,42 km.

Wskaźnik jeziorności, wyliczony dla 5 zlewni, mieści się w zakresie od 0,04% (zlewnia Dalęcińskiego Potoku) do 1,01% (zlewnia Kłudy). Wyraźnie wyższa wartość wskaźnika jeziorności w zlewni Kłudy związana jest z występowaniem na jej obszarze największego jeziora (Jezioro Czarne) w zlewni górnej Parsęty.

Wskaźnik zabagnienia, obliczany jako stosunek powierzchni bagien i mokradeł do powierzchni zlewni, wyliczono dla dwóch zlewni cząstkowych. W przypadku Żegnicy wynosi on 3,5% i jest związany z występowaniem na jej terenie największego obszaru torfowiskowego w zlewni górnej Parsęty (tzw. Chwałimskie Bagno). Dla Młyńskiego Potoku wynosi on 0,5%. Obszary bagien i mokradeł w istotny sposób wpływają na obieg wody i wielkość odwodnienia. Występowanie jezior, obszarów bezodpływowych, bagiennych i torfowiskowych reguluje warunki retencji w zlewni.

Charakterystyki morfometryczne rzeźby terenu

Zlewnia górnej Parsęty położona jest na obszarze młodoglacjalnym w obrębie tzw. lobu Parsęty (Karczewski 1989). Występują tu bardzo zróżnicowane formy ukształtowania terenu. Zlewnia górnej Parsęty charakteryzuje się znacznym rytmem rzeźby. Najwyższym wzniesieniem jest Polska Góra o wysokości 202,84 m n.p.m w północno-wschodniej części zlewni cząstkowej Skalneńskiego Potoku.

Ekstremalne wysokości otrzymane na podstawie cyfrowego modelu wysokościowego DTED2 mieszczą się w zakresie 89–199 m (tab. 3).

Rzeźba terenu odgrywa bardzo ważną rolę w kształtowaniu odpływu wody. Na podstawie wykorzystanego cyfrowego modelu wysokościowego można obliczyć podstawowe wskaźniki charakteryzujące energię rzeźby. Rozdzielczość taka nie pozwala jednakże na uwzględnienie obecności zagłębień bezodpływowych występujących licznie na tym obszarze i mających istotny wpływ na obieg wody w zlewni.

Najwyższe średnie wysokości terenu występują w obrębie zlewni Żegnicy, najniższe w obrębie zlewni Młyńskiego Potoku oraz zlewni Krętacza.

Reakcje hydrologiczne uzależnione są od energii rzeźby terenu. Wielkość energii rzeźby określana jest przez deniwelacje w obrębie obszaru.

Największą energią rzeźby w odniesieniu do obrotu zlewni odznacza się zlewnia Krętacza. Jak zaznaczają Kostrzewski i in. (1994), zlewnia Krętacza położona jest na stokach moreny oscylacyjnej. Oprócz niej dużą energią cechuje się także zlewnia Leśnego Potoku w obrębie kemu. Najmniejszą energią rzeźby w odniesieniu do wielkości zlewni charakteryzuje się zlewnia Żegnicy oraz zlewnia Dalęcińskiego Potoku.

Tabela 3. Zróżnicowanie rzeźby terenu w zlewniach cząstkowych zlewni górnej Parsęty
Table 3. A diversity of relief in the subcatchments of the upper Parsęta catchment

Nr	Nazwa zlewni	Hmin	Hmaks.	Hśr	Hsd	Hb	Hr	Smin	Smaks.	Sśr	Ssd
		[m]				[-]		[%]			
1	Źródła Parsęty	134,00	159,09	143,11	5,28	25,09	0,0025	0,00	13,41	2,48	1,85
2	Rów melioracyjny	131,00	152,92	141,62	3,85	21,92	0,0048	0,04	18,81	4,32	3,10
3	Dalęciński Potok	129,00	162,00	149,14	6,47	33,00	0,0018	0,00	19,62	2,58	2,22
4	Skalneński Potok	128,00	198,36	149,75	12,45	70,36	0,0032	0,00	20,50	2,96	2,67
5	Żegnica	127,00	191,77	160,65	13,84	64,77	0,0018	0,00	18,91	2,20	1,74
6	Leśny Potok	106,69	172,05	147,70	16,10	65,36	0,0133	0,13	28,43	9,21	5,78
7	Suchy Potok	101,16	147,96	132,86	7,07	46,80	0,0078	0,02	29,87	3,42	3,28
8	Krętacz	98,00	145,71	119,27	11,21	47,71	0,0136	0,19	14,58	4,10	2,87
9	Kłuda	89,00	182,11	133,59	17,56	93,11	0,0044	0,00	28,05	3,15	2,88
10	Młyński Potok	89,18	161,00	120,32	18,21	71,82	0,0062	0,00	21,11	2,65	2,41

Objaśnienia jak w tabeli 1.

W odniesieniu do bezwzględnego wskaźnika rzeźby terenu, informującego o deniwelacjach, największym zróżnicowaniem odznaczają się zlewnie Kłudy, Skalneńskiego Potoku oraz Młyńskiego Potoku, a najmniejszym zlewnia rowu melioracyjnego oraz źródeł Parsęty. Zlewnie odznaczające się wysokimi wartościami bezwzględnego wskaźnika rzeźby terenu cechują się występowaniem zróżnicowanych form ukształtowania terenu. W ich obrębie położone są zarówno wzgórza morenowe, jak i odcinki den dolin rzecznych i teras zalewowych. Zlewnie o niewielkich deniwelacjach w większości znajdują się w obrębie powierzchni sandrowych.

Zlewnia źródeł Parsęty oraz rowu melioracyjnego cechują się także najmniejszymi odchyleniami wysokości od wartości średniej. Największe odchylenia od średniej charakteryzują zlewnię Młyńskiego Potoku.

Najwyższe wartości spadków terenu występują w obrębie zlewni Kłudy. Największym zakresem zmienności spadków terenu odznaczają się zlewnie Suchego Potoku, Leśnego Potoku oraz Kłudy. Najmniejszym zróżnicowaniem spadków terenu cechują się zlewnie Krętacza oraz źródeł Parsęty. Najwyższe średnie wartości spadków terenu odnotowano dla Leśnego Potoku (9,21%) w obrębie kemu, w który wciną się dolina Leśnego Potoku, a najniższe dla zlewni Żegnicy (2,20%). Odchylenie standardowe spadków terenu, stanowiące dobry wskaźnik zróżnicowania wartości dla obszarów względnie płaskich (Sliva, Williams 2001), największe wartości przyjmuje dla Leśnego Potoku i Suchego Potoku, a najmniejsze dla zlewni Żegnicy oraz źródeł Parsęty.

Charakterystyka fizycznogeograficzna zlewni cząstkowych

Charakterystyka fizycznogeograficzna zlewni cząstkowych górnej Parsęty została wykonana w oparciu o wyliczony dla każdej zlewni cząstkowej procentowy udział określonego typu form ukształtowania terenu, litologii utworów powierzchniowych, pokrycia terenu oraz gleb.

Zlewnię górnej Parsęty określić można jako obszar o dominacji wysoczyzny morenowej falistej z dużym udziałem powierzchni sandrowych. Pod względem litologicznym dominują gliny zwałowe, piaski żwirowato-pyłowato-lodowcowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe sandrowe. Pod względem użytkowania terenu jest to obszar rolniczo-leśny.

Analiza środowiska fizycznogeograficznego zlewni cząstkowych pozwala na określenie zróżnicowania poszczególnych parametrów. Zlewnie cząstkowe możemy podzielić w odniesieniu do dominujących form ukształtowania terenu i litologii utworów powierzchniowych, typów użytkowania terenu.

Do najbardziej jednorodnych obszarów pod względem charakterystyk środowiskowych należy zlewnia Leśnego Potoku, położona w obrębie kemu, w całości określana jako zlewnia leśna (lasy iglaste – 92,8%, lasy liściaste – 7,2%).

W odniesieniu do zróżnicowania utworów powierzchniowych wydzielić można zlewnie, w których wyraźnie dominują piaski i żwiry wodnolodowcowe sandrowe (Suchy Potok, źródła Parsęty, Dalęciński Potok), gliny zwałowe (Skalneński Potok, Żegnica) oraz piaski żwirowato-pyłowato-lodowcowe, związane głównie ze wschodnią częścią zlewni górnej Parsęty (zlewnia Krętacza, duży udział także w zlewni Skalneńskiego Potoku i Dalęcińskiego Potoku).

Obszary sandrowe dominują w zlewni źródeł Parsęty, Rowu Melioracyjnego i Suchego Potoku. Zlewnie te znajdują się poza zasięgiem wysoczyzny morenowej falistej. Wysoczyzna morenowa falista dominuje w zlewniach Skalneńskiego Potoku, Kłudy, Żegnicy, w których to sandr zajmuje 3–4 razy mniejszą powierzchnię. Zlewnia Krętacza jest zlewnią, która w 69% leży w obrębie wysoczyzny morenowej falistej, a powierzchnie sandrowe w ogóle tam nie występują.

Na obszarze wszystkich zlewni wyraźnie zaznacza się mozaikowy układ gleb. Dominujące są gleby brunatne wylugowane i brunatne kwaśne typowe (zajmujące w poszczególnych zlewniach od 47% w zlewni Skalneńskiego Potoku do 75% powierzchni w zlewni Krętacza). Zwrócić należy także uwagę na większy udział gleb torfowisk niskich, wykształconych przede wszystkim w dolinach rzek oraz na równinach torfowych (od 7,2% w zlewni Kłudy do 28% powierzchni w zlewni źródeł Parsęty).

Pod względem użytkowania terenu wyróżnić można zlewnie typowo rolnicze, leśne lub rolniczo-leśne. Do zlewni typowo rolniczych zaliczyć należy zlewnie Dalecińskiego Potoku, Rowu Melioracyjnego, Krętacza, źródeł Parsęty. W zlewniach tych lasy zajmują poniżej 5% powierzchni lub nie występują w ogóle (zlewnia Rowu Melioracyjnego), a obszary użytkowane rolniczo zajmują od 42% (zlewnia źródeł Parsęty) do 95% powierzchni zlewni (zlewnia Krętacza). Nadmienić należy, że w zlewni źródeł Parsęty 37% powierzchni zajmują łąki i pastwiska.

Zlewniami rolniczo-leśnymi są zlewnie Skalneńskiego Potoku, Młyńskiego Potoku, Żegnicy. Dominują w nich obszary rolnicze, jednakże obszary leśne zajmują odpowiednio 42% i 39% powierzchni zlewni.

W poszczególnych zlewniach cząstkowych zwrócić należy uwagę na cechy środowiska fizycznogeograficznego typowe tylko dla określonego obszaru. Zlewnia źródeł Parsęty cechuje się dużym udziałem osadów organogenicznych, związanych przede wszystkim ze źródłiskowym odcinkiem Parsęty. Osady organogeniczne mają bezpośredni wpływ na właściwości fizykochemiczne wód powierzchniowych. W obrębie tej zlewni występują także torfy na kredzie jeziornej, typowe wyłącznie dla tej części zlewni górnej Parsęty. Cechą charakterystyczną zlewni Źródeł Parsęty jest największy ze wszystkich zlewni odsetek łąk i pastwisk związanych głównie z doliną rzeki oraz z występowaniem torfowisk. Jest to fragment największego w zlewni górnej Parsęty, położonego w dolnej części Parsęty obszaru łąk i pastwisk.

W zlewni Żegnicy znajduje się natomiast największa równina torfowa w granicach zlewni górnej Parsęty. Jest to też jeden z większych obszarów bagiennych na Pomorzu (Kostrzewski i in. 1994). Występowanie terenów bagiennych w istotny sposób wpływa na obieg wody.

W kontekście analizy zróżnicowania litologicznego zlewni należy zwrócić uwagę nie tylko na dominujące w niej utwory powierzchniowe, ale także na te występujące w obszarach źródłiskowych rzek. Są to najważniejsze obszary dostawy utworów powierzchniowych do koryt rzek (Kostrzewski i in. 1994). Mają one istotne znaczenie w kontekście analizy wielkości transportu fluwialnego w zlewni. Biorąc pod uwagę ten czynnik, możemy wyróżnić cieki biorące początek z utworów glin zwałowych (Krętacz, Skalneński Potok, Młyński Potok), piasków i żwirów wodnolodowcowych sandrowych (Kłuda, Suchy Potok, Rów Melioracyjny) oraz osadów organogenicznych (Parsęta). Na obszarach glin zwałowych koryta rzek są dobrze ustabilizowane i głęboko wcięte, tworząc przełomowe odcinki dolin (Kostrzewski i in. 1994). Dostarczany materiał ma znaczący wpływ na wielkość transportu materiału zawieszonoego. Również piaski i żwiry fluwioglacjalne mają istotne znaczenie dla wielkości materiału zawieszonoego transportowanego przez rzekę. Niewielki udział w transporcie fluwialnym mają gliny zwałowe moren czołowych oraz utwory budujące kemy (Kostrzewski i in. 1994).

Przedstawiona w opracowaniu analiza środowiska fizycznogeograficznego poszczególnych zlewni cząstkowych wskazała na duże zróżnicowanie struktury wewnętrznej zlewni górnej Parsęty. Ma to m.in. istotne znaczenie w kontekście zróżnicowania obiegu wody, transportu fluwialnego oraz procesów denudacyjnych w zlewni.

Podsumowanie

W opracowaniu zwrócono uwagę, na możliwości wykorzystania cyfrowych materiałów kartograficznych w analizie zróżnicowania środowiska geograficznego obszaru. Podkreślono brak cyfrowych map geomorfologicznych oraz glebowych, ważnych z punktu widzenia analizy zróżnicowania struktury wewnętrznej obszaru badań.

Omówiono możliwości, jakie daje wykorzystanie metod geoinformacyjnych, w tym zapytań przestrzennych (ang. *Spatial SQL*) w analizie zróżnicowania środowiska geograficznego zlewni.

Wyliczone charakterystyki fizycznogeograficzne stały się podstawą do określenia zróżnicowania środowiska geograficznego w obrębie zlewni górnej Parsęty. Uwzględniono charakterystyki określające cechy geometryczne zlewni (obwód, powierzchnię), warunki hydrograficzne (długość cieku głównego, spadek rzeki głównej, długość wszystkich cieków, gęstość sieci rzecznej, wskaźnik jeziorności, wskaźnik zabagnienia), charakterystyki morfometryczne rzeźby terenu (ekstremalne i średnie wartości wysokości terenu i spadków terenu) oraz charakterystyki środowiskowe wyrażone procentowym udziałem poszczególnych form ukształtowania terenu, typów utworów

powierzchniowych, gleb oraz użytkowania terenu w odniesieniu do powierzchni poszczególnych zlewni cząstkowych.

Podkreślić należy, że na uzyskane wartości poszczególnych charakterystyk fizycznogeograficznych istotny wpływ ma skala opracowania oraz dokładność materiałów kartograficznych. Wykorzystane dane kartograficzne odpowiadały skalom 1:50 000 (SMGP, MPHP) oraz 1:100 000 (CLC 2006, szkice geomorfologiczne), co znalazło odzwierciedlenie w różnicach między wartościami parametrów wyliczonych na podstawie dostępnych materiałów kartograficznych a wartościami parametrów przedstawionymi w opracowaniu Kostrzewskiego i in. (1994). Wykorzystanie cyfrowego modelu wysokościowego DTED2 o rozdzielczości 30 m i dokładności odpowiadającej mapie topograficznej w skali 1:50 000 miało wpływ na otrzymanie zaniżonych oraz mniej zróżnicowanych statystyk wysokości i spadków terenu. W szczególności dotyczy to wartości ekstremalnych.

Porównanie długości cieków wyliczonego na podstawie MPHP z wartościami przedstawionymi przez Kostrzewskiego i in. (1994) wskazuje na różnice w długości cieków od 10 m (dla Młyńskiego Potoku oraz rowu melioracyjnego) do 1,26 km (dla Żegnicy), średnio 190 m.

Podawany przez Kostrzewskiego i in. (1994) spadek rzek dla poszczególnych zlewni cząstkowych mieści się w zakresie 0,0047 do 0,00252‰. Zatem różnice między wartościami spadków terenu przedstawionymi przez Kostrzewskiego i in. (1994) a wyliczonymi na podstawie cyfrowego modelu wysokościowego dochodzą do 32%. Największe odnotowano dla Leśnego Potoku (32%) oraz Młyńskiego Potoku (29%). Najbardziej zbliżone wyniki uzyskano dla Krętacza (różnica 1%) oraz Suchego Potoku (3%). Dla pozostałych zlewni różnice nie przekraczają 8%.

Gęstość sieci rzecznej obliczona na podstawie MPHP w skali 1:50 000 przyjmuje niższe wartości od przedstawionych przez Kostrzewskiego i in. (1994). Na zaniżenie wartości gęstości sieci rzecznej wpływa m.in. stopień szczegółowości wykorzystanych materiałów kartograficznych. Zwrócić jednakże należy uwagę, że wartości przyjęte przez Kostrzewskiego i in. (1994) są zawyżone na skutek uwzględnienia zarówno cieków naturalnych, jak i rowów melioracyjnych. W szczególności dotyczy to zlewni rowu melioracyjnego, Krętacza oraz Kłudy. Wskaźnik zabagnienia wyznaczony dla zlewni Żegnicy na podstawie danych Corine Land Cover 2006 odpowiadających skali 1:100 000 przyjmuje ponad 3-krotnie niższą wartość w stosunku do wartości podanych przez Kostrzewskiego i in. (1994). Wskazuje to na zbyt małą rozdzielczość danych Corine Land Cover 2006 dla analiz wykonywanych dla obszarów tej wielkości.

Obliczone na podstawie cyfrowego modelu wysokościowego deniwelacje terenu w poszczególnych

zlewniach cząstkowych są zaniżone od 2,34 m (zlewnia Leśnego Potoku) do 8,24 m (zlewnia Skalneńskiego Potoku) w stosunku do wartości podanych przez Kostrzewskiego i in. (1994).

Trzeba podkreślić, że różnice te nie wpływają na ogólną tendencję zmian pomiędzy zlewniami cząstkowymi.

Stwierdzić należy, że uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują na przydatność materiałów kartograficznych w analizie środowiska geograficznego obszaru badań. Trzeba jednak dążyć do wykorzystania jak najdokładniejszych materiałów, co oznacza konieczność opracowywania i udostępniania w skali kraju map wielkoskalowych wykonywanych w technologii geoinformacyjnej.

Literatura

- Dmowska A., Gudowicz J., Zwoliński Z., 2010. Cyfrowa adaptacja analogowych map geomorfologicznych. W: T. Kalicki, J. Szymański (red.), *Metody badań w geomorfologii*. Landform Analysis 12: 35–47.
- GIOS [Główny Inspektorat Ochrony Środowiska], 2011. CORINE Land Cover (CLC). Online 15.10.2011 – <http://clc.gios.gov.pl/>
- Karczewski A., 1989. Morfogeneza strefy marginalnej fazy pomorskiej na obszarze lobu Parsęty w wistulianie (Pomorze Środkowe). Seria Geografia, Wyd. Nauk UAM 44.
- Kostrzewski A., Zwoliński Z., 1992. Denudacja chemiczna w zlewniach młodoglacjalnych: zlewnia górnej Parsęty, rok hydrologiczny 1987. W: A. Kostrzewski, M. Pulina (red.), *Metody hydrochemiczne w geomorfologii dynamicznej*. Pr. Nauk. UŚ 1254: 106–126.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Zwoliński Z., 1994. Dynamika transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania systemu zlewni. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Zwoliński Z., 1997. Sources of material supply and character of fluvial transport in post-glacial agricultural-forested catchment (the upper Parsęta river, Poland). Landform Analysis 1: 19–31.
- Lecomte K., Garcia M.G., Formica S.M., Depertis P.J., 2009. Influence of geomorphological variables on mountainous stream water chemistry (Sierras Pampeanas, Cordoba, Argentina). Geomorphology 110: 195–202.
- Mocek A., 1993. Pokrywa glebowa zlewni górnej Parsęty. W: A. Kostrzewski (red.), *Geoekosystem obszarów nizinnych*. Zesz. Nauk. Kom. Nauk. przy Prezydium PAN „Człowiek i Środowisko” 6: 137–146.
- Piotrowska I., 1994. Użytkowanie ziemi i jego zmiany na terenie zlewni górnej Parsęty. W: A. Ko-

- strzewski (red.), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stacja Bazowa Storkowo. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 115–118.
- Pociask-Karteczka J., 2003. Zlewnia. Właściwości i procesy. Instytut Geografii i Gospodarki Przemysłowej Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Popielski W., 2005a. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Barwice. PIG, Warszawa.
- Popielski W., 2005b. Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Barwice. PIG, Warszawa.
- Popielski W., 2006a. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Szczecinek. PIG, Warszawa.
- Popielski W., 2006b. Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski. Arkusz Szczecinek. PIG, Warszawa.
- Sliva L., Williams D.D., 2001. Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. *Water Res.* 35(14): 3462–3472.
- Yang X., Jin W., 2010. GIS-based spatial regression and prediction of water quality in River networks: A case study in Iowa. *Journal of Environmental Management* 91: 1943–1951.
- Werner P., 2004. Wprowadzenie do geograficznych systemów informacyjnych. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa.