

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII

SERIA MONOGRAFICZNA NR 18

JĘDRZEJ GAŚSIOROWSKI
ELŻBIETA BIELECKA
ZENON F. POŁAWSKI

**WIELOCZYNNIKOWA ANALIZA
ŚRODOWISKOWYCH UWARUNKOWAŃ
ZAGOSPODAROWANIA OBSZARÓW
WIEJSKICH**

Badania sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki
w ramach projektu nr N N526 160240



Warszawa 2014

Rada Wydawnicza
przy Instytucie Geodezji i Kartografii
Editorial Council
at the Institute of Geodesy and Cartography

Beata Konopska (przewodniczący, chairman),
Jan Kryński (zastępca przewodniczącego, deputy chairman),
Marek Baranowski, Aleksander Brzeziński, Katarzyna Dąbrowska-Zielińska,
Dariusz Gotlib, Adam B. Łyszkowicz, Jan R. Olędzki, Krystian Pyka, Jerzy B. Rogowski
Teresa Konarska (sekretarz, secretary)

Redaktor naukowy wydawnictwa
Scientific Editor

Beata Konopska

Redaktor techniczny
Technical Editor

Paulina Waszkiewicz

Adres Redakcji

Instytut Geodezji i Kartografii
02-679 Warszawa, ul. Modzelewskiego 27
Address of the Editorial Board:
Institute of Geodesy and Cartography
02-679 Warsaw, 27 Modzelewskiego St.
Poland
e-mail: boi@igik.edu.pl

© Copyright by Instytut Geodezji i Kartografii

ISBN 978-83-60024-18-8

IGiK, Warszawa 2014 r.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	9
2. Wybrane problemy zagospodarowania obszarów wiejskich	11
2.1. Obszary wiejskie	11
2.2. Zagospodarowanie obszarów wiejskich	14
3. Wskaźniki jako czynniki charakteryzujące środowiskowe uwarunkowania i zagospodarowanie obszarów wiejskich	15
3.1. Założenia	15
3.2. Jednostki odniesienia	16
3.3. Wykaz wskaźników i cech przyjętych w analizie	17
3.4. Szczegółowa charakterystyka wskaźników i cech	19
3.4.1. Wprowadzenie	19
3.4.2. Warunki glebowo-rolnicze	19
3.4.3. Użytkowanie gruntów	22
3.4.4. Warunki fizjograficzne	26
3.4.5. Cechy morfometryczne	27
3.4.6. Władanie gruntami	35
3.4.7. Czynniki infrastrukturalne	36
4. Obszar badań i wykorzystane dane	38
4.1. Ogólna charakterystyka obszaru badań	38
4.2. Charakterystyka i ocena danych źródłowych	44
4.2.1. Ewidencja gruntów i budynków	44
4.2.2. Mapa glebowo-rolnicza	44
4.2.3. Numeryczny model terenu i ortofotomapa	45
4.3. Pojęciowy model danych	45
4.4. Wykorzystane narzędzia	47
5. Wyznaczenie wartości wskaźników i cech – modelowanie kartograficzne	47
6. Model do wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich	50
6.1. Założenia i koncepcja modelu	50

6.2. Proces opracowania modelu	51
6.3. Model — drzewa decyzyjne	58
6.3.1. Opis modelu.....	58
6.3.2. Wskazówki dotyczące stosowania drzew – przykłady.....	65
6.4. Wdrożenie modelu	68
6.4.1. Założenia do wdrożenia modelu.....	68
6.4.2. Wizualizacja wyników.....	69
7. Podsumowanie i wnioski.....	71
Wykaz tabel	74
Wykaz rycin.....	75
Literatura.....	77
Streszczenie w języku angielskim	82

TABLE OF CONTENTS

1. Introduction.....	9
2. Selected problems of rural areas development.....	11
2.1. Rural areas	11
2.2. Rural areas development.....	14
3. Indicators as factors characterizing the environmental determinants and development of rural areas	15
3.1. Assumptions.....	15
3.2. Reference units	16
3.3. The list of indicators and characteristics adopted in the analysis	17
3.4. Detailed description of the indicators and characteristics	19
3.4.1. Introduction	19
3.4.2. Soil and agricultural conditions.....	19
3.4.3. Land use.....	22
3.4.4. Physiographic conditions.....	26
3.4.5. Morphometric characteristics	27
3.4.6. Land possession	35
3.4.7. Infrastructural determinants.....	36
4. The study area and data	38
4.1. General characteristics of the study area	38
4.2. Characterization and assessment of source data	44
4.2.1. Register of Lands and Buildings	44
4.2.2. Soil-agricultural map	44
4.2.3. Digital terrain model and ortophotomap	45
4.3. Data conceptual model.....	45
4.4. Used software and tools.....	47
5. Determination of the indicators and characteristics values – cartographic modelling.....	47
6. The model for multivariate analysis of the environmental determinants of rural development.....	50
6.1. Assumptions and model concept.....	50

6.2. Model development process	51
6.3. The model – decision trees	58
6.3.1. Model description	58
6.3.2. Guidelines for the use of trees – examples	65
6.4. Model implementation	68
6.4.1. Assumptions for model implementation	68
6.4.2. Visualization of results	69
7. Summary and conclusions	71
List of tables	74
List of illustrations	75
References	77
Summary	82

Recenzent:

prof. dr hab. Janusz Gołaski

Słowa kluczowe: drzewa regresyjne, eksploracja danych, modelowanie kartograficzne, obszary wiejskie, przedmiot wskaźników, scalenia gruntów, uwarunkowania środowiskowe, wskaźniki, zagospodarowanie przestrzenne

Keywords: regression trees, data mining, cartographic modelling, rural areas, indicators subject, land consolidation, environmental determinants, indicators, spatial development

JĘDRZEJ GĄSIOROWSKI

ELŻBIETA BIELECKA

ZENON F. POŁAWSKI

WIELOCZYNNIKOWA ANALIZA ŚRODOWISKOWYCH UWARUNKOWAŃ ZAGOSPODAROWANIA OBSZARÓW WIEJSKICH

ZARYS TREŚCI: W publikacji przedstawiono metodę wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich opartą na wykorzystaniu modelowania kartograficznego i eksploracyjnej analizy danych (ang. data mining). W metodzie tej posłużono się wskaźnikami i cechami opisującymi w sposób ilościowy uwarunkowania środowiskowe (użytkowanie ziemi, warunki fizjograficzne, infrastrukturalne etc.) oraz zagospodarowanie obszarów wiejskich (rozmieszczenie, wzajemny układ i cechy morfometryczne działek ewidencyjnych oraz gospodarstw w obrębie wsi). Zasadniczy komponent opracowanego rozwiązania stanowi bazujący na tych wskaźnikach i cechach model, który określa wzajemne zależności pomiędzy uwarunkowaniami środowiskowymi a zagospodarowaniem obszarów wiejskich. Metoda uwzględnia również wizualizację wyników analiz w postaci map, które prezentują rozkład przestrzenny wskaźników charakteryzujących zagospodarowanie obszarów wiejskich.

1. WSTĘP

Analiza środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich ma szczególne znaczenie dla prac związanych m.in. z gospodarką przestrzenną, a w szczególności z planami urządzeniowo-rolnymi. Dostarcza ona bowiem wielu cennych i użytecznych informacji na temat różnorodnych cech rolniczej przestrzeni produkcyjnej, które są niezwykle istotne przy podejmowaniu rozmaitych decyzji dotyczących rozwoju tych obszarów. W szczególności można tu wymienić proces sporządzania planów urządzeniowo-rolnych czy określanie możliwości korzystania z programów dotyczących zagadnień rolno-środowiskowych, ochrony środowiska oraz bioróżnorodności. Na racjonalność podejmowania decyzji dotyczących zagospodarowania obszarów wiejskich niebagatelny wpływ może mieć m.in. znajomość struktury otaczającej nas przestrzeni.

Celem naukowym niniejszego opracowania jest przedstawienie wyników badań związanych z opracowaniem metodyki wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich. W przeprowadzonych badaniach zagospodarowanie obszarów wiejskich rozumiane jest jako wzajemny układ przestrzenny oraz cechy morfometryczne wsi, gospodarstw i działek ewidencyjnych. Proponowana metodyka została opracowana z wykorzystaniem zarówno modelowania kartograficznego i analiz atrybutowo-przestrzennych, jak i analiz statystycznych zaliczanych do tzw. technik *data mining* (eksploracji danych). Techniki te pozwalają odkryć nowe informacje i prawidłowości, które są niejako „ukryte” w zbiorach danych i niewidoczne przy prostej ich analizie (ang. *descriptive data mining*) oraz przewidywać wartości różnorodnych zmiennych (tzw. zmiennych objaśnianych) w oparciu o inne zmienne (tzw. zmienne objaśniające) (ang. *predictive data mining*) (Kantardzic, 2003; Gąsiorowski, 2008).

Z uwagi na naukowo-badawczy charakter pracy, przedstawione w niej zagadnienia skupiają się w głównej mierze na samym procesie opracowania wymienionej wyżej metody.

Na metodykę wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań obszarów wiejskich składają się następujące czynniki:

- wskaźniki i cechy charakteryzujące uwarunkowania środowiskowe oraz zagospodarowanie obszarów wiejskich,
- algorytmy i procedury umożliwiające obliczenie bądź określenie wartości poszczególnych wskaźników i cech,
- model określający ilościowe zależności pomiędzy wskaźnikami charakteryzującymi uwarunkowania środowiskowe i zagospodarowanie obszarów wiejskich,
- wizualizacja kartograficzna ilustrująca rozkład przestrzenny i układ wybranych

czynników w celu prowadzenia dalszych analiz i ułatwienia ewentualnych procesów decyzyjnych.

Istotą opracowania metodyki był zatem z jednej strony wybór wskaźników i cech traktowanych jako czynniki diagnostyczne odzwierciedlające środowiskowe uwarunkowania zagospodarowania obszarów wiejskich (m.in. rzeźba terenu, warunki glebowo-rolnicze, użytkowanie ziemi czy sieć hydrograficzna i drogowa) oraz wskaźników określających samo zagospodarowanie tych obszarów (m.in. rozdrobnienie, szachownica i rozłóg gruntów w gospodarstwach czy kształt działek), z drugiej zaś odkrycie zależności pomiędzy tymi czynnikami na poziomie wsi, gospodarstw oraz działek ewidencyjnych.

Wspomniany model zależności opracowany został na podstawie danych z obszarów charakteryzujących się zróżnicowanymi warunkami fizjograficznymi, zróżnicowaną strukturą użytkowania ziemi, zróżnicowaną kulturą gospodarki rolnej oraz z odmiennym kontekstem historycznym (obszary leżące na terenie różnych zaborów). Przede wszystkim zaś wszystkie obszary testowe były w niedalekiej przeszłości przedmiotem prac scaleniowych i uzyskały nagrody w ramach różnych edycji Ogólnopolskiego Konkursu Jakości Prac Scaleniowych organizowanego co roku przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Przyjęto więc zagospodarowanie tych obszarów jako wzorcowe i mogące stanowić podstawę do opracowania modelu.

Stosowanie opracowanej metody wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich w praktyce niezależne jest od jakiegokolwiek platformy sprzętowej oraz programowej. W niniejszej pracy do obliczenia wartości poszczególnych wskaźników i cech oraz wygenerowania map tematycznych wykorzystano środowisko ArcGIS firmy ESRI, jednakże oba te zadania mogą być wykonane w dowolnym oprogramowaniu typu GIS, włączając w to rozwiązania typu *opensource* i *freeware*. Do opracowania modelu zależności wykorzystany został pakiet STATISTICA DataMiner firmy StatSoft. Samo wdrożenie modelu nie wymaga jednak wykorzystania oprogramowania specjalistycznego.

W opracowaniu stosowanych jest kilka terminów (czynnik, wskaźnik, miernik, cecha) wymagających wyjaśnienia. Termin *czynnik* zdefiniowany jest jako „jedna z przyczyn działających, wywołujących skutek; jeden ze składników warunkujących” i w pracy stosowany jest jako najbardziej ogólne określenie składników warunkujących dane zjawiska. Uszczegółowieniem tego terminu są pozostałe, przy czym *wskaźnik* („liczba wyrażająca ujęty procentowo stosunek wielkości rozpatrywanych do przyjętej podstawy”) stosowany jest wymiennie z *miernikiem* („jednostka miary, wskaźnik określający wielkość, jakość itp. jakiegoś przedmiotu czy zjawiska fizycznego”) i oznacza czynnik o charakterze mierzalnym, dającym się wyrazić w postaci liczbowej. *Cecha* natomiast („znamię, właściwość, rys – odróżniające lub charakteryzujące pod jakimś względem istoty żywe lub przedmioty martwe, ich czynności i stany”) przyjęta została do określenia czynnika o charakterze jakościowym, niedającym się wyrazić w postaci liczby (Doroszewski).

Publikacja przedstawia wyniki uzyskane w trakcie realizacji projektu badawczego nr N N526 160240 pt. „Wykorzystanie modelowania kartograficznego do wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania terenów wiejskich” sfinansowanego przez Narodowe Centrum Nauki i realizowanego w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie.

2. WYBRANE PROBLEMY ZAGOSPODAROWANIA OBSZARÓW WIEJSKICH

2.1. Obszary wiejskie

Pomimo szerokiej dyskusji na temat obecnego stanu oraz przyszłych kierunków rozwoju obszarów wiejskich jednym z problemów jest definicja obszaru wiejskiego. Nie jest ona jednoznacznie określona zarówno w Polsce, jak i w Unii Europejskiej (Wielewska, Jeleń, 2007; Rakowska, Wojewódzka-Wiewiórka, 2010). W potocznym rozumieniu obszar wiejski jest rozumiany jako słabo zaludniony teren, charakteryzujący się mało intensywnym zagospodarowaniem ziemi i bywa często utożsamiany z wsią, albo wręcz zawężany do rolnictwa (Wiatrak, 1997). Warto podkreślić dwojakie pojmowanie terminu „obszary wiejskie”: jako jednostki osadniczej (wieś, osiedle wiejskie, miejscowość, kolonia, rozłóg, siedlisko czy obręb) oraz jako przestrzeń terenu (Modele, 2010). W tradycyjnym rozumieniu obszary wiejskie traktuje się jako tereny rolnicze z naciskiem na formy działalności gospodarczej człowieka charakterystyczne dla regionów rolniczych lub odsetek osób zatrudnionych w działalności rolniczej. Według tego kryterium przyjmuje się, że obszary wiejskie to obszary o dominacji rolnictwa oraz w mniejszym zakresie innych form działalności ludzkiej, jak leśnictwa lub rybołówstwa, wraz ze związaniem z tymi funkcjami osadnictwem (Kostrowicki, 1976).

Intensywne procesy urbanizacji i industrializacji, które miały miejsce w krajach wysoko rozwiniętych, czy też przeobrażenia społeczno-gospodarcze w krajach transformujących się doprowadziły do silnego różnicowania struktury funkcjonalnej obszarów wiejskich (Kutkowska, 2011). Obecnie obszary wiejskie są powiązane funkcjonalnie nie tylko z rolnictwem, ale także z formami działalności, dla których podstawą jest korzystanie z zasobów przyrody. Służą więc do prowadzenia produkcji rolniczej, gospodarki leśnej, rybołówstwa śródlądowego, a także wypoczynku i turystyki (Czarnecki, 2009).

Według Europejskiej Karty Obszarów Wiejskich za obszar wiejski uważa się teren położony wewnątrz terytorium lub teren przybrzeżny, obejmujący również wsie i małe miasteczka, na którym część gruntów jest wykorzystywana na potrzeby: rolnictwa, leśnictwa, hodowli rybnej i rybołówstwa, działalności gospodarczej i kulturalnej mieszkańców tego terenu (rzemiosło, przemysł, usługi), rekreacji poza terenami miejskimi (lub rezerwatów przyrody) oraz innych, takich jak budownictwo mieszkaniowe (Europejska Karta, 1997).

W ujęciu badań geograficznych proponowano definicję obszaru wiejskiego jako przestrzeni, w której działa człowiek i którą charakteryzuje stosunkowo

niska gęstość zaludnienia, rzadka zabudowa, ekstensywne zagospodarowanie ziemi i niska gęstość elementów infrastruktury technicznej (Bański, 2006). W ujęciu praktycznym, do celów statystyczno-decyzyjnych, wyznaczenie obszarów wiejskich opiera się w większości przypadków na kryterium administracyjnym, demograficznym, ekonomiczno-społecznym czy sposobie zagospodarowania. Według kryterium administracyjnego obszary wiejskie, zgodnie z wytycznymi Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), to tereny poza granicami miast. Definicja GUS wyodrębnia obszary wiejskie na podstawie podziału terytorialnego według krajowego rejestru urzędowego podziału terytorialnego kraju TERYT, zaliczając do nich gminy wiejskie oraz część wiejską gmin miejsko-wiejskich. W przypadku kryterium demograficznego obszary wiejskie są definiowane przez Organizację Współpracy i Rozwoju (OECD) jako obszar, który na poziomie lokalnym NUTS-5, czyli w Polsce na poziomie gmin, cechuje gęstość zaludnienia poniżej 150 osób na 1 km² (OECD, 1994). W Unii Europejskiej o wiejskim charakterze danego obszaru decyduje głównie gęstość zaludnienia. Europejski Urząd Statystyczny (Eurostat) do obszarów wiejskich zalicza obszary, na których gęstość zaludnienia wynosi poniżej 100 osób na 1 km². Z kolei sektorowe programy operacyjne współfinansowane z funduszy unijnych określają obszary wiejskie jako obszar całej Polski z wyłączeniem miast o liczbie ludności powyżej 5 tys. (Siemiński, 1996). Biorąc pod uwagę formę zagospodarowania, Komisja Europejska zaproponowała, aby do obszarów wiejskich zaliczyć jednostki terytorialne, na których 90,0% lub więcej obszarów zostało sklasyfikowane jako rolnicze, leśne albo naturalne (European Commission, 2004).

Konsekwencją stosowania różnych kryteriów wyznaczania obszarów wiejskich są różnice w definicji terminu „obszary wiejskie” w Polsce, co ilustruje tabela 1. Z przedstawionych przykładów wynika, że jeżeli porówna się powierzchnię obszarów wiejskich wyznaczoną według kryterium GUS, UE, OECD, to się okaże, że różnice powierzchni obszarów wiejskich sięgają 10,0%, a liczba mieszkającej tam ludności – 5,0% (Bański, 2006).

Tabela 1. Obszary wiejskie w Polsce według różnych kryteriów wyodrębniania (Bański, 2006)

Kryterium	Ludność (w %)	Powierzchnia (w %)
Podział administracyjny GUS	38,1	93,4
Gęstość zaludnienia – wg OECD	35,0	91,7
Gęstość zaludnienia – wg UE	32,8	83,0

Niezależnie od definicji formułowanych przez naukowców w praktyce badań oraz w dyskusji nad rozwojem obszarów wiejskich w Polsce najszersze zastosowanie ma definicja przyjęta przez GUS (Rozporządzenie, 1998).

Podobnie jak obszar wiejski wyjaśnienia wymaga pojęcie wsi. W potocznym rozumieniu wieś utożsamiana jest z pewną szczególną przestrzenią o eksten-

sywnym użytkowaniu ziemi i niskim zaludnieniu oraz postrzegana jest jako obszar monofunkcyjny, o gospodarce nierozzerwalnie związanej z rolnictwem (Cloke i in., 1994). We współczesnych studiach wsi spadek znaczenia rolnictwa – jako podstawy bytu ekonomicznego i jedyne miejsca zatrudnienia ludności wiejskiej – w skali globalnej spowodował, iż Europejski Model Rolnictwa oparto na paradygmacie wielofunkcyjności, polegającym na zróżnicowaniu ekonomiki gminy, czyli oparciu jej na różnorodnych dziedzinach gospodarowania poprzez wkomponowanie w wiejską przestrzeń coraz więcej nowych funkcji pozarolniczych (Czudac, 2009; Duczkowska-Małyśz, 1998). Wielofunkcyjny rozwój to pojęcie szersze, związane z rozwojem lokalnym, przedsiębiorczością, strategicznym planowaniem rozwoju, dywersyfikacją rolnictwa, rozwojem infrastruktury itd. (Kłodziński, 1995).

Istotnym czynnikiem warunkującym przekształcanie się wsi w kierunku wielofunkcyjności jest kapitał ludzki, a także napływ na tereny wiejskie ludności różnych zawodów i źródeł zarobkowania, co wzmacnia funkcję rezydencjalną tych terenów. Wieś staje się coraz bardziej interesującym miejscem zamieszkania. Rozwój wielofunkcyjności na obszarach wiejskich zależy również od walorów środowiskowych i kulturowych wsi, sprzyjających podejmowaniu aktywności gospodarczej w sferze turystyki, a także od ich dogodnego położenia względem szlaków komunikacyjnych (Czudac, 2009). Według nomenklatury stosowanej w rejestrze urzędowym TERYT wieś – obok takich pojęć, jak kolonia, osada czy przysiółek – stanowi jeden z rodzajów miejscowości wiejskich, określających charakter danej miejscowości ukształtowany w procesie rozwoju osadniczego. Wieś jest definiowana jako jednostka osadnicza o zwartej lub rozproszonej zabudowie i istniejących funkcjach rolniczych lub związanych z nimi usługowych bądź turystycznych, nieposiadająca praw miejskich lub statusu miasta (Ustawa, 2003).

Stosowanie zróżnicowanych definicji obszarów wiejskich pociąga za sobą brak spójności pomiędzy działaniami podejmowanymi w ramach różnych resortów. Może to w efekcie prowadzić do wadliwej, nieefektywnej polityki wspierania rozwoju obszarów wiejskich z powodu braku relacji pomiędzy poszczególnymi jej instrumentami oraz pomiędzy realizującymi je instytucjami (Rakowska, Wojewódzka-Wiewiórka, 2010).

Próby zdefiniowania pojęcia „obszar wiejski” zajmują dużo miejsca w opracowaniach geograficznych, nie przybliżają jednak do jednej, uniwersalnej definicji (Ilbery, 1998). Mimo ożywionej dyskusji wielu środowisk obszary wiejskie nadal nie posiadają jednolitej definicji. Stąd aktualny jest – zgłaszany przez naukowców akademickich, praktyków oraz decydentów – postulat opracowania jednej wspólnej definicji dla obszarów wiejskich.

W odniesieniu do przedmiotu niniejszych badań obszar wiejski rozumiany jest zarówno jako jednostka osadnicza, jak i przestrzeń terenu. Jest on ograniczony do jednostki pomocniczej gminy, jaką jest sołectwo, i zawiera się w jednym obrębie geodezyjnym, który jest jednostką powierzchniową podziału kraju, wyodrębnioną dla celów ewidencji gruntów i budynków oraz pokrywającą się z granicami sołectwa.

2.2. Zagospodarowanie obszarów wiejskich

Z przeglądu literatury wynika także zróżnicowane podejście w rozumieniu zagospodarowania obszarów wiejskich. Bywa ono ujmowane zarówno pod kątem produkcji rolniczej, ładu i zrównoważonego rozwoju gospodarki przestrzennej, jak i w aspekcie demograficznym, socjologicznym czy kulturowym. Generalnie można przyjąć dwa główne sposoby rozumienia zagospodarowania obszarów wiejskich. Po pierwsze, jako występowanie konkretnych obiektów szeroko rozumianej infrastruktury (budynki, sieci transportowe, wodociągowo-kanalizacyjne, energetyczne itd.), po drugie, jako ogół zagadnień związanych z występowaniem i wzajemnymi relacjami pomiędzy elementami środowiska przyrodniczego, osadnictwa, infrastruktury oraz uwarunkowań społeczno-ekonomicznych.

W kontekście niniejszego opracowania zagospodarowanie obszarów wiejskich jest rozumiane jako sposób wykorzystania uwarunkowań środowiskowych do urzeczywistniania celów przyrodniczych, społecznych i ekonomicznych. Cele te można osiągnąć poprzez odpowiedni układ przestrzenny gruntów (działek ewidencyjnych i gospodarstw) na obszarach wiejskich, optymalny pod względem społeczno-ekonomicznym, ale również uwzględniający czynniki przyrodniczo-środowiskowe. Pod pojęciem uwarunkowań środowiskowych należy rozumieć współwystępowanie i współdziałanie zarówno czynników przyrodniczych, takich jak: ukształtowanie terenu, warunki glebowe, klimat czy roślinność, jak i czynników antropogenicznych, do których należą m.in. sieć dróg, urządzenia melioracyjne, użytkowanie gruntów, infrastruktura techniczna oraz uwarunkowania społeczno-gospodarcze.

Większość badań światowych dotyczących wielowskaźnikowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich zwraca szczególną uwagę na zrównoważony rozwój i w analizie tych uwarunkowań uwzględnia te elementy środowiska, które temu rozwojowi sprzyjają lub go ograniczają (La Chapelle, 2001; Lawrence i in., 1986; DeGroot, 1986). Uwzględniane wskaźniki odzwierciedlają zmienność elementów środowiska oraz specyfikę badanego regionu. Autorzy zwracają uwagę na rozmaite czynniki środowiskowe warunkujące produkcję żywności, w tym m.in. gleby, pokrycie terenu, wody, rzeźbę terenu (Manning, 1988; DeGroot, 1986; La Chapelle, 2001), czy sposoby użytkowania gruntów, rozmieszczenie gatunków i fragmentację siedlisk (Rounsevell i in., 2006). Opracowane wskaźniki odnoszą się do badań prowadzonych w różnych skalach, od globalnej (Rounsevell i in., 2006), przez krajową i regionalną (Manning, 1988; DeGroot, 1986; Lawrence i in., 1986), po lokalną (La Chapelle, 2001). Badania te są w większości pracami studialnymi lub raportami z projektów naukowo-badawczych. Autorzy nie przedstawiają w nich warsztatu badawczego, a metody opisują w sposób bardzo ogólny, skupiając uwagę czytelnika na osiągniętych wynikach.

W Polsce badaniami o podobnym zakresie tematycznym, tj. dotyczącym wielowskaźnikowych analiz warunków gospodarowania na obszarach wiejskich, zajmowały się Klimczak (2003, 2008) i Sobolewska-Mikulska (2004, 2009).

Klimczak w swoich pracach przedstawiła rozwiązania oparte na wieloczynnikowych analizach przestrzennych, które dotyczyły analizy struktury rozmieszczenia zjawisk powierzchniowych o niekorzystnym wpływie na prowadzenie działalności rolniczej. Szczegółowość prowadzonych przez nią badań odpowiadała skalom 1:50 000 oraz 1:100 000 i odnosiła się do poziomu województwa, w związku z czym nie da się ich bezpośrednio przełożyć na analizę warunków gospodarowania na poziomie wsi czy gospodarstwa. Co jednak istotne, podkreśliła ona, że zastosowanie wielowskaźnikowego badania i wykorzystanie modelu w formie odpowiednio przygotowanej mapy tematycznej ułatwia holistyczną analizę struktury przestrzennej badanego zjawiska (Klimczak, 2008).

Sobolewska-Mikulska natomiast zajmowała się metodyką rozwoju obszarów wiejskich, ze szczególnym uwzględnieniem roli prac scaleniowych, i zasadami oddziaływania projektu scaleniowego na środowisko. W swoich badaniach zwróciła uwagę na fakt, iż projekt scalenia gruntów w nowoczesnym ujęciu musi uwzględniać systemowe podejście do problematyki dyspozycji terenem (Sobolewska-Mikulska, 2004). Część opracowanych przez nią zasad określania parametrów zagospodarowania (Sobolewska-Mikulska, 2009) została uwzględniona w niniejszej pracy.

Badania nad przyrodniczymi uwarunkowaniami rozwoju gospodarstw wiejskich prowadzone były także w Instytucie Geografii i Gospodarki Przestrzennej PAN (Bański, 2007). Mają one jednak charakter badań krajowych i regionalnych, i tym samym uwzględniają inne miary uwarunkowań oraz inne czynniki wpływające na uwarunkowania niż te, które odnoszą się do poziomu wsi i gospodarstw.

3. WSKAŹNIKI JAKO CZYNNIKI CHARAKTERYZUJĄCE ŚRODOWISKOWE UWARUNKOWANIA I ZAGOSPODAROWANIE OBSZARÓW WIEJSKICH

3.1. Założenia

Rozwój obszarów wiejskich jest procesem wielowymiarowym, dlatego trudno opisać zachodzące mechanizmy, stosując jeden miernik. Wskaźniki obejmują najczęściej całą gamę problemów występujących na obszarach wiejskich. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że bardzo trudno jest wypracować standardowy zestaw wskaźników odnoszących się do problematyki zagospodarowania obszarów wiejskich. Dlatego istniejące instrumentarium dotyczące tych wskaźników na poziomie wsi, gospodarstwa i działki wymagało operacjonalizacji.

Podczas opracowania wskaźników zagospodarowania obszarów wiejskich wykorzystano liczne publikacje i prace eksperckie oraz analizy prowadzone w ramach projektów europejskich. Przeanalizowano także zestawy wskaźników, które zostały opracowane dla wybranych regionów lub były wdrażane np. na potrzeby planowania miejscowego.

Z dokonanego przeglądu literatury wynika, że wykorzystanie zbyt wielu wskaźników prowadzi do powstania szumu informacyjnego, co sprawia, że trudno jest dokonać poprawnej interpretacji tak liczного zbioru mierników oraz ocenić ich rzeczywiste funkcje i wartość.

Podstawowym założeniem w opracowaniu wskaźników było zachowanie spójności merytorycznej, czyli określenie czy dany wskaźnik wyraża istotę problemu na poziomie działki ewidencyjnej, gospodarstwa i wsi oraz jest adekwatny do analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich. Przyjęto, że mierniki powinny odzwierciedlać w sposób jak najbardziej reprezentatywny zarówno uwarunkowania środowiskowe, jak i stan zagospodarowania oraz być jednocześnie proste w budowie i łatwe w interpretacji. Wskaźnik powinien też spełniać postulat analitycznej poprawności, a budowa miernika powinna być oparta na właściwych podstawach naukowych i technicznych z uwzględnieniem standardów międzynarodowych. Jednocześnie miernik powinien mieć postać umożliwiającą jego zastosowanie w modelach ekonomicznych, prognozach i systemach informacyjnych.

Ze względu na istotę środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich zaprojektowane wskaźniki mają najczęściej charakter strukturalno-funkcjonalny i dotyczą samej fizycznej charakterystyki danej cechy, w szczególności wielkości bezwzględnej i relacji w stosunku do innych elementów (np. powierzchni). W większości przyjmują postać jednowymiarową, o ujęciach określających w pierwszej kolejności wielkość danego zjawiska w jednostce odniesienia. Niektóre z opracowanych wskaźników noszą cechy syntetyzujące, ukazujące szersze tło zjawiska i wyrażające stosunek różnych zbiorowości powiązanych ze sobą w pewien przyczynowy lub logiczny sposób. Część wskaźników ma charakter topologiczny i oznacza szczególny sposób występowania danej cechy w przestrzeni (np. gęstość obiektów o charakterze liniowym w jednostce powierzchniowej).

3.2. Jednostki odniesienia

Jednostkami odniesienia wskaźnikowego ujęcia środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich były:

- Działka ewidencyjna, którą stanowi ciągły obszar gruntu, położony w granicach jednego obrębu, jednorodny pod względem prawnym, wydzielony z otoczenia za pomocą linii granicznych. W analizie uwzględniono jedynie działki wchodzące w skład rolnych gospodarstw indywidualnych.
- Indywidualne gospodarstwo rolne, za które uważa się należące do osoby fizycznej grunty rolne wraz z gruntami leśnymi, budynkami lub ich częściami, urządzeniami i inwentarzem, jeżeli stanowią lub mogą stanowić zorganizowaną całość gospodarczą, oraz prawami związanymi z prowadzeniem gospodarstwa rolnego.
- Wieś, którą stanowi jednostka osadnicza o zwartej lub rozproszonej zabudowie i istniejących funkcjach rolniczych lub związanych z nimi usługowych

czy turystycznych, nieposiadająca praw miejskich lub statusu miasta. Pojęcie „wieś”, obok terminów takich jak „kolonia”, „osada”, „przysiółek” itp., stanowi jeden z rodzajów miejscowości wiejskich, określających charakter danej miejscowości ukształtowany w procesie rozwoju osadniczego. Z granicami wsi i sołectw zgodne są najczęściej obręby geodezyjne (ewidencyjne), które są jednostką powierzchniową podziału kraju wyodrębnioną na potrzeby ewidencji gruntów i budynków (Ustawa, 2003; Rozporządzenie, 2001).

3.3. Wykaz wskaźników i cech przyjętych w analizie

Biorąc pod uwagę zakres przedmiotowy problemu, przyjęto, że wskaźniki wykorzystane w analizie środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich będą się odnosić do:

- uwarunkowań glebowo-rolniczych,
- użytkowania gruntów,
- warunków fizjograficznych,
- cech morfometrycznych,
- zagadnień związanych z władaniem gruntami,
- czynników infrastrukturalnych.

Na podstawie badań literaturowych wytypowano czynniki charakteryzujące rozpatrywany problem i odniesiono je do istniejących już wskaźników, które są opisane w różnego rodzaju publikacjach (od prac o charakterze naukowym po raporty i opracowania przygotowane przez urzędy i instytucje publiczne). Jednakże nie wszystkie zidentyfikowane czynniki znalazły swój wyraz w dostępnych wskaźnikach, dlatego też część mierników ma charakter autorski i została zaproponowana na potrzeby niniejszego badania.

Usystematyzowaną listę wskaźników środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich dla wszystkich trzech jednostek odniesienia w podziale tematycznym przedstawia tabela 2, natomiast szczegółowe definicje oraz algorytmy i procedury umożliwiające określenie wartości poszczególnych wskaźników zawarte są w podrozdziale 3.4.

Tabela 2. Wykaz wskaźników i cech przyjętych do wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich

Wieś	Gospodarstwo	Działka ewidencyjna
Cechy i wskaźniki		
Warunki glebowo-rolnicze		
średnie zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwach	zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych	przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej
Użytkowanie gruntów		
udział gruntów ornych	udział gruntów ornych	udział gruntów ornych
udział pastwisk	udział pastwisk	udział pastwisk

Wieś	Gospodarstwo	Działka ewidencyjna
Cechy i wskaźniki		
udział łąk	udział łąk	udział łąk
udział lasów	udział lasów	udział lasów
udział terenów zabudowanych	udział terenów zabudowanych	udział terenów zabudowanych
zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)	zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)	zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)
gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)	gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)	gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)
gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów
zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (<i>IJI</i>)	zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (<i>IJI</i>) – na terenie wsi	
Warunki fizjograficzne		
średni spadek terenu	średni spadek terenu	średni spadek terenu
gęstość sieci cieków	gęstość sieci cieków – na terenie wsi	
Cechy morfometryczne		
wskaźnik kształtu (<i>SI</i>)	wskaźnik kształtu (<i>SI</i>) – dla wsi	wskaźnik kształtu (<i>SI</i>)
średnie rozdrobnienie gruntów w gospodarstwach	rozdrobnienie gruntów	
średnia szachownica gruntów w gospodarstwach	szachownica gruntów	
średni rozłóg gruntów w gospodarstwach	rozłóg gruntów	
		udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa
		współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa
Władanie gruntami		
zagęszczenie gospodarstw	zagęszczenie gospodarstw – na terenie wsi	
udział gruntów sektora publicznego	udział gruntów sektora publicznego – na terenie wsi	
udział gruntów sektora prywatnego nie stanowiących gospodarstw indywidualnych	udział sektora prywatnego nie stanowiących gospodarstw indywidualnych – na terenie wsi	
Czynniki infrastrukturalne		
gęstość sieci dróg	gęstość sieci dróg – na terenie wsi	
		budynek mieszkalny
		budynek gospodarczy

3.4. Szczegółowa charakterystyka wskaźników i cech

3.4.1. Wprowadzenie

Instrumentarium dotyczące wskaźników wymaga właściwej operacjonalizacji (Gąsiorowski, Poławski, 2014). Nie bez znaczenia jest możliwość dotarcia do informacji, która decyduje o wyborze wskaźnika. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że bardzo trudno jest o wypracowanie akceptowanego przez różnych specjalistów standardowego zestawu wskaźników odnoszących się do problematyki zagospodarowania obszarów wiejskich. Kierując się zasadą *less is more*, zaproponowano takie wskaźniki, które wydają się najbardziej przydatne i przystające do oceny szeroko rozumianego zagospodarowania obszarów wiejskich i w możliwie zwięzły sposób pozwalają na obiektywną analizę uwarunkowań środowiskowych. Warto jednak zauważyć, że prezentowane mierniki mogą być uszczegóławiane do specjalistycznych, aby w wyczerpujący sposób zaspokajały potrzeby w określonych aspektach. Zaprezentowana autorska propozycja wskaźników oceny zagospodarowania obszarów wiejskich na poziomie działki ewidencyjnej, gospodarstwa i wsi nie zamyka z całą pewnością dyskusji o wskaźnikach, ale można mieć nadzieję, że choć w minimalnym stopniu przyczyni się do wypracowania standardowego zestawu mierników zagospodarowania obszarów wiejskich.

Wszystkie wskaźniki rekomendowane do analizy zostały opisane według jednolitego wzorca, w którym zawarto podstawowe informacje o wskaźniku. Przyjęty schemat opisu zawiera następujące informacje:

- nazwę wskaźnika lub cechy;
- jednostkę odniesienia, dla której wyznacza się wartość wskaźnika lub cechy (wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna) – w nawiasie podano jednostki odniesienia, dla których dany wskaźnik lub cecha jest wyznaczany pośrednio: bądź jako wskaźnik lub cecha dla jednostki wyższego poziomu, bądź jako średnia arytmetyczna wartości z jednostek niższego poziomu;
- definicję wskaźnika lub cechy oraz ewentualne komentarze;
- dziedzinę wartości wskaźnika lub cechy;
- procedurę bądź wzór umożliwiające wyznaczenie wartości wskaźnika lub cechy;
- źródłowe dane, na podstawie których wyznaczono wartość wskaźnika lub cechy.

3.4.2. Warunki glebowo-rolnicze

Analiza środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich obejmowała w pierwszej kolejności warunki przyrodnicze obszarów wiejskich. Czynniki naturalne determinują bowiem przydatność danego terenu do określonego sposobu użytkowania. Są one dość stabilne, gdyż warunki środowiska naturalnego nie zmieniają się zbyt szybko, a zmiana taka jest trudno zauważalna dla jednego czy nawet kilku pokoleń (Dudzińska, 2001; Dzikowska, 2007).

Dane o właściwościach i przestrzennym rozmieszczeniu gleb wpływają m.in. na racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej przez osoby zajmujące się rolnictwem. Stanowią też podstawę do obiektywnego określenia możliwości uprawy, nawożenia i plonowania roślin na danym terenie oraz do oceny potencjału produkcyjnego gleb i zagrożeń środowiska glebowego, i wspierają proces podejmowania decyzji w zakresie racjonalnego wykorzystania, ochrony i kształtowania obszarów wiejskich.

Główny nacisk położono na wskaźniki, które określały przestrzenną zmienność kompleksów przydatności gleb. Przyjęte wskaźniki charakteryzowały typ kompleksu rolniczej przydatności gleby w odniesieniu do działki ewidencyjnej, zróżnicowanie warunków glebowych w gospodarstwie oraz średnie zróżnicowanie warunków glebowych w gospodarstwach.

Szczegółowe definicje wskaźników dotyczących warunków glebowo-rolniczych zamieszczono w tabelach 3–4.

Tabela 3. Definicja wskaźnika/cechy: przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej

Nazwa	przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej
Jednostka odniesienia	działka ewidencyjna
Definicja	Typ kompleksu przydatności rolniczej, który ma największy udział w powierzchni działki ewidencyjnej.
Dziedzina wartości	tekst – symbol kompleksu przydatności rolniczej wg następującej nomenklatury (zgodnej z obowiązującą w Polsce taksonomią): 1 – kompleks pszenney bardzo dobry 2 – kompleks pszenney dobry 3 – kompleks pszenney wadliwy 4 – kompleks żytni bardzo dobry (pszenno-żytni) 5 – kompleks żytni dobry 6 – kompleks żytni 7 – kompleks żytni bardzo słaby (żytnio-łubinowy) 8 – kompleks zbożowo-pastewny mocny 9 – kompleks zbożowo-pastewny słaby 10 – kompleks pszenney górski 11 – kompleks zbożowy górski 12 – kompleks owsiano-ziemniaczany górski 13 – kompleks owsiano-pastewny górski 1z – kompleks na użytkach zielonych bardzo dobry i dobry 2z – kompleks na użytkach zielonych średni 3z – kompleks na użytkach zielonych słaby i bardzo słaby
Procedura/wzór	W danej działce ewidencyjnej należy obliczyć udziały powierzchniowe wszystkich rodzajów kompleksów przydatności rolniczej. Wartością cechy jest symbol kompleksu o największym udziale.
Dane źródłowe	mapa glebowo-rolnicza

Tabela 4. Definicja wskaźnika/cechy: zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych

Nazwa	zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych
Jednostka odniesienia	gospodarstwo, (wieś)
Definicja	Stopień zróżnicowania warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwie (dla poziomu gospodarstwa) (ryc. 1), bądź w gospodarstwach (dla poziomu wsi). Wskaźnik autorski opracowany na potrzeby niniejszej pracy.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale wartości [0,1)
Procedura/wzór	Wartość wskaźnika dla gospodarstwa oblicza się ze wzoru: $\frac{k-1}{n}$, gdzie: k – liczba różnych wartości przeważającego typu kompleksu przydatności rolniczej w działkach należących do gospodarstwa, n – całkowita liczba działek w gospodarstwie. Wartość wskaźnika dla wsi oblicza się jako średnią arytmetyczną wartości tego wskaźnika dla wszystkich gospodarstw indywidualnych wchodzących w skład wsi: $\frac{\sum_{i=1}^m \frac{k_i - 1}{n_i}}{m}, \text{ gdzie:}$ k_i – liczba różnych wartości przeważającego typu kompleksu przydatności rolniczej w działkach należących do i-tego gospodarstwa we wsi, n_i – całkowita liczba działek w i-tym gospodarstwie we wsi, m – całkowita liczba gospodarstw indywidualnych we wsi.
Dane źródłowe	mapa glebowo-rolnicza



Ryc. 1. Przykłady gospodarstw o dużym (wartość wskaźnika: 0,60; kolor czerwony) i małym (wartość wskaźnika: 0,18; kolor zielony) zróżnicowaniu warunków glebowo-rolniczych

3.4.3. Użytkowanie gruntów

Do podstawowych wskaźników określających strukturę przestrzenną obszarów wiejskich zaliczono te, które wyrażają udziały poszczególnych użytków gruntowych (gruntów ornych, pastwisk, łąk, lasów oraz terenów zabudowanych) w całkowitej powierzchni działki, gospodarstwa i wsi oraz wskaźniki charakteryzujące stopień zróżnicowania tych użytków w wymienionych jednostkach odniesienia.

Przedstawiając związki przestrzenne i wzajemne współzależności, dane o użytkach gruntowych wydają się być podstawowym indykatorem mówiącym o charakterze danego terenu i przekształceniu środowiska przyrodniczego. Przeznaczenie terenów pod różnego rodzaju użytki gruntowe jest też podstawą do określenia specyfiki funkcjonalnej danego obszaru oraz monitorowania zmian zachodzących na obszarach wiejskich.

Szczegółowe definicje wskaźników dotyczących użytkowania gruntów zamieszczono w tabelach 5–13.

Tabela 5. Definicja wskaźnika/cechy: udział gruntów ornych

Nazwa	udział gruntów ornych
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Procentowy udział gruntów ornych w całkowitej powierzchni jednostki odniesienia (ryc. 2).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_{go}}{S}$, gdzie: S_{go} – powierzchnia gruntów ornych w jednostce odniesienia, S – całkowita powierzchnia jednostki odniesienia.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 6. Definicja wskaźnika/cechy: udział pastwisk

Nazwa	udział pastwisk
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Procentowy udział pastwisk trwałych w całkowitej powierzchni jednostki odniesienia (ryc. 2).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_p}{S}$, gdzie: S_p – powierzchnia pastwisk trwałych w jednostce odniesienia, S – całkowita powierzchnia jednostki odniesienia.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 7. Definicja wskaźnika/cechy: udział łąk

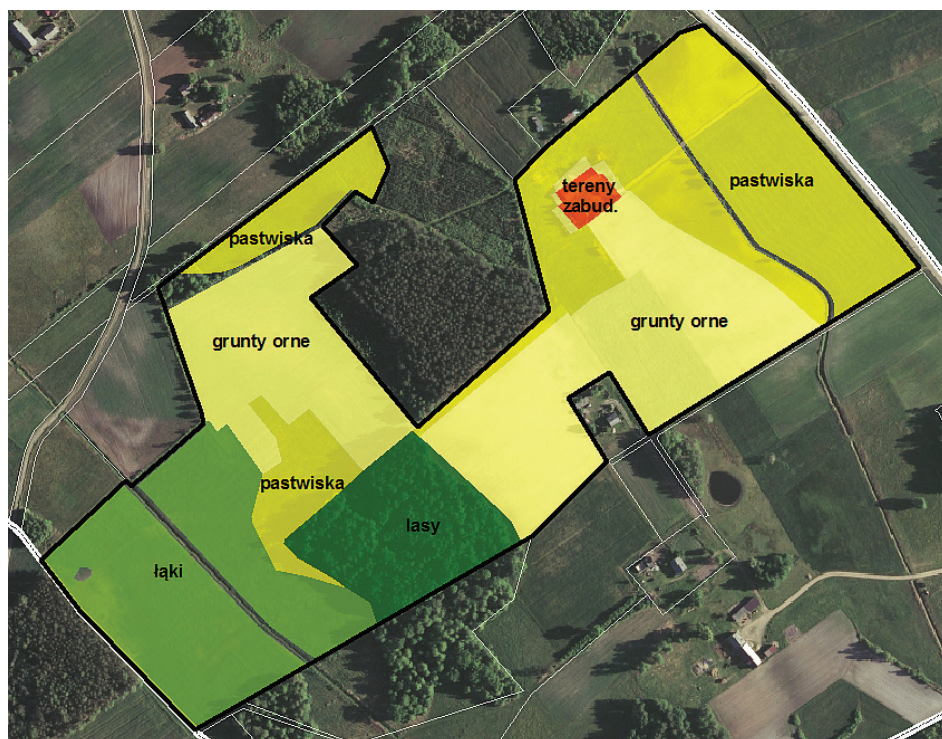
Nazwa	udział łąk
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Procentowy udział łąk trwałych w całkowitej powierzchni jednostki odniesienia (ryc. 2).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_{lk}}{S}$, gdzie: S_{lk} – powierzchnia łąk trwałych w jednostce odniesienia, S – całkowita powierzchnia jednostki odniesienia.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 8. Definicja wskaźnika/cechy: udział lasów

Nazwa	udział lasów
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Procentowy udział lasów oraz gruntów zadrzewionych i zakrzewionych w całkowitej powierzchni jednostki odniesienia (ryc. 2).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_{ls}}{S}$, gdzie: S_{ls} – powierzchnia lasów oraz gruntów zadrzewionych i zakrzewionych w jednostce odniesienia, S – całkowita powierzchnia jednostki odniesienia.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 9. Definicja wskaźnika/cechy: udział terenów zabudowanych.

Nazwa	udział terenów zabudowanych
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Procentowy udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w całkowitej powierzchni jednostki odniesienia (ryc. 2).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_{z}}{S}$, gdzie: S_{z} – powierzchnia gruntów zabudowanych (terenów mieszkaniowych, terenów przemysłowych oraz innych terenów zabudowanych) w jednostce odniesienia, S – całkowita powierzchnia jednostki odniesienia.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 2. Przykład działki ewidencyjnej z 34,9% udziału gruntów ornych, 31,7% udziału pastwisk, 19,8% udziału łąk, 9,7% udziału lasów i 0,9% udziału terenów zabudowanych w całkowitej powierzchni działki

Tabela 10. Definicja wskaźnika/cechy: zróżnicowanie entropii krajobrazu (SHDI)

Nazwa	zróżnicowanie entropii krajobrazu (SHDI)
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	SHDI (<i>ang. Shannon's Diversity Index</i>) przedstawia w sposób syntetyczny mnogość i równomierność udziałów poszczególnych użytków gruntowych (ryc. 3).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru (Eden i in., 2000): $SHDI = \sum_{i=1}^n (P_i \times \ln P_i)$, gdzie: P_i – udział i -tego rodzaju użytku gruntowego w całkowitej powierzchni jednostki odniesienia, n – całkowita liczba rodzajów użytków gruntowych.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 3. Przykłady działek ewidencyjnych o dużym (wartość wskaźnika SHDI: 1,57; po lewej stronie) i małym (wartość wskaźnika SHDI: 0,11; po prawej stronie) zróżnicowaniu entropii krajobrazu

Tabela 11. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość wydzielení użytkowania gruntów (PD)

Nazwa	gęstość wydzielení użytkowania gruntów (PD)
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	PD (ang. Patch Density) określa stopień rozdrobnienia użytków gruntowych.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru (Eden i in., 2000): $PD = \frac{n}{S}$, gdzie: n – całkowita liczba wydzielení użytków gruntowych w jednostce odniesienia, S – powierzchnia jednostki odniesienia.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 12. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów

Nazwa	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Wskaźnik ten – podobnie jak gęstość wydzielení użytkowania gruntów – określa stopień rozdrobnienia użytków gruntowych. Jednakże bierze pod uwagę nie liczbę wydzielení, lecz długość granic pomiędzy nimi.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $\frac{l}{S}$, gdzie: l – całkowita długość granic pomiędzy poszczególnymi wydzieleniami użytków gruntowych w jednostce odniesienia (w metrach), S – powierzchnia jednostki odniesienia (w hektarach).
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 13. Definicja wskaźnika/cechy: zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (IJI)

Nazwa	zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (IJI)
Jednostka odniesienia	wieś, (gospodarstwo)
Definicja	Wskaźnik IJI (ang. Interspersion and Juxtaposition Index) jest miarą zarówno rozczłonkowania, jak i sąsiedztwa użytków gruntowych i jako jedyny w tym zestawieniu uwzględnia strukturę przestrzenną użytkowania gruntów.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,1]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru (Eden i in., 2000): $IJI = - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n (l_{ij} * \ln l_{ij})}{\ln \frac{n * (n - 1)}{2}}, \text{ gdzie:}$ $l_{ij} - \text{całkowita długość granic pomiędzy } i\text{-tym i } j\text{-tym rodzajem użytku gruntowego w jednostce odniesienia,}$ $n - \text{całkowita liczba rodzajów użytków gruntowych.}$
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

3.4.4. Warunki fizjograficzne

Ukształtowanie rzeźby terenu oraz sieć hydrograficzna wywierają istotny wpływ na jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Pośrednio rzeźba oddziałuje na pozostałe elementy środowiska przyrodniczego: gleby, warunki wodne i klimatyczne, bezpośrednio zaś na organizację produkcji rolniczej poprzez wpływ na stopień trudności uprawy roli czy natężenie erozji gleb. Nachylenia stoków (spadek terenu) warunkują intensywność procesów erozji, ograniczają zabiegi agrotechniczne i transport, różnicują warunki agroekologiczne oraz determinują występowanie określonych kompleksów glebowo-rolniczych.

W zależności od pokrywy glebowej nachylenia stoków warunkują intensywność procesów erozji gleb, ograniczają zabiegi agrotechniczne i transport, wpływają na występowanie określonych użytków, a w ich ramach kompleksów glebowo-rolniczych. Najbardziej korzystne z punktu widzenia rolnictwa są tereny, których wartość nachylenia nie przekracza 3°. Nie stwarzają one przeszkód w pracach polowych, takich jak orka, zasiew czy zbiory. Na terenach o nachyleniu powyżej 6° należy przestrzegać orki wzdłuż poziomic. Na stokach do 15° można prowadzić zmechanizowaną orkę w poprzek stoku. Na pochyłościach 15°–30° (35°) można prowadzić gospodarkę łąkowo-pastewną, natomiast stoki powyżej tego spadku powinny być przeznaczone pod zalesienie (Woch, 2008).

Warunki hydrograficzne i przebieg cieków wodnych mają z kolei dwojaki wpływ na zagospodarowanie obszarów wiejskich. Z jednej strony stanowią kluczowy czynnik wpływający na meliorację i prawidłowe nawodnienie użytków rolnych, z drugiej zaś stanowią niejako pewien szkielet o charakterze wolnozmien- nym, determinujący układ przestrzenny zagospodarowania na danym obszarze.

Szczegółowe definicje wskaźników dotyczących warunków fizjograficznych zamieszczono w tabelach 14–15.

Tabela 14. Definicja wskaźnika/cechy: średni spadek terenu

Nazwa	średni spadek terenu
Jednostka odniesienia	wieś, gospodarstwo, działka ewidencyjna
Definicja	Uśredniony dla jednostki odniesienia spadek terenu w stopniach.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,90]
Procedura/ wzór	Wartość spadku terenu wyznacza się jako średnią arytmetyczną wartości spadków wszystkich pikseli zawierających się w danej jednostce odniesienia.
Dane źródłowe	numeryczny model terenu

Tabela 15. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość sieci cieków

Nazwa	gęstość sieci cieków
Jednostka odniesienia	wieś, (gospodarstwo)
Definicja	Wskaźnik ten określa intensywność sieci hydrograficznej na obszarze wsi w metrach na hektar.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $\frac{l}{S}$, gdzie: l – całkowita długość cieków wodnych we wsi (w metrach), S – całkowita powierzchnia wsi (w hektarach).
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków, ortofotomapa

3.4.5. Cechy morfometryczne

Wskaźniki i cechy o charakterze morfometrycznym definiują kształt, odległości, rozmieszczenie oraz przestrzenny układ gospodarstw i działek ewidencyjnych w obrębie wsi. Stanowią zatem czynniki, które w sposób ilościowy określają stan zagospodarowania obszarów wiejskich. Mierniki te mają również zastosowanie w urządzeniach rolnych, gdzie przedmiotem badań jest kształt działki, kształt rozłogu gospodarstwa lub kształt wsi.

Analizując kształt, można wziąć pod uwagę takie jego elementy liczbowe, jak długość granic (obwód), powierzchnię, krótszą i dłuższą oś figury, korzystając przy tym ze sposobów stosowanych w urządzeniach rolnych oraz w naukach geograficznych (Oliskiewicz-Krzywicka, 2012). W urządzeniach rolnych kształt

jest najczęściej opisywany przez dwa mierniki: zwartość obszaru i rozwój (rozwiniecie) granic. Zwartość obszaru jest to średnia odległość wszystkich punktów od środka ciężkości obszaru (Gąsiorowski, Bielecka, 2014). Rozwój granic mówi o regularności ich przebiegu. Jest on równy stosunkowi długości granic wsi do obwodu figury wzorcowej o powierzchni równej powierzchni jednostki (Haines-Young, Copping, 1996; Hopfer, Urban, 1984; Akińcza, Malina, 2007).

Nadmierne rozdrobnienie gruntów, czyli rozmieszczenie gruntów w wielu powierzchniowo małych konturach lub działkach ewidencyjnych stanowi jeden z ważniejszych czynników utrudniających prowadzenie dochodowej produkcji rolniczej, a występowanie tego zjawiska jest jedną z przesłanek do realizacji na danym obszarze prac scaleniowych, umożliwiających poprawę parametrów struktury przestrzennej gruntów i rolnych. Najczęściej obliczanymi i przedstawianymi wartościami charakteryzującymi rozdrobnienie gruntów są powierzchnia działek ewidencyjnych wchodzących w skład gospodarstw rolnych oraz liczba działek tworzących gospodarstwo rolne (Woch, 2001). Informacje takie umożliwiają w pewnym stopniu identyfikację obszarów wymagających realizacji prac scaleniowych z uwagi na nadmierne rozdrobnienie gruntów gospodarstw. Do wad takiego podejścia należy zaliczyć przede wszystkim brak możliwości uwzględnienia w procesie obliczeniowym struktury obszarowej gospodarstw rolnych na danym obszarze, która w dużym stopniu decyduje o możliwych do uzyskania efektach prac scaleniowych (Taszkowski, 2013).

Szachownica gruntów, czyli nieprawidłowy układ gruntów, polegający na rozrzuceniu na dużym obszarze działek należących do jednego gospodarstwa rolnego pomiędzy działkami innych gospodarstw, z jednej strony wpływa niekorzystnie na rolnictwo, gdyż utrudnia mechanizację prac polowych, podnosi koszty produkcji oraz zmniejsza efektywność produkcji. Z drugiej zaś strony umożliwia rolnikom dywersyfikację ryzyka związanego z produkcją oraz wariantowanie upraw (Dudzińska, 2012).

Rozłóg wsi jest wyrazem sposobu organizacji przestrzeni i określa fizjonomię obszarów wiejskich. Urzędowa definicja rozłogu gruntów mówi o rozmieszczeniu gruntów gospodarstwa rolnego w stosunku do gruntów zabudowanych (Ustawa, 1982), czyli o zbiorze działek będących przedmiotem odrębnego władania i przyporządkowanych producentowi rolniczemu, przy czym działka ewidencyjna to ciągły obszar gruntu, położony w granicach jednego obrębu, jednorodny pod względem prawnym, wydzielony z otoczenia za pomocą linii granicznych (Rozporządzenie, 2001). Rozłóg jest kształtowany przez warunki naturalne oraz czynniki antropogeniczne, wśród których należy wymienić wielkość i kształt obszaru wsi, zróżnicowanie użytków i jakości gruntów, usytuowanie zabudowań i przebieg dróg, wielkość gospodarstw, kształt działek i pól, działły spadkowe i obrót ziemią (Żak, 1985). Można wyróżnić trzy rodzaje rozłogu: zwarty (grunty są w jednym kawałku i tworzą kwadrat), rozciągnięty (grunty są w jednym kawałku i tworzą prostokąt) oraz wyspowy (grunty są rozmieszczone w wielu kawałkach na większej powierzchni) (Kozłowski, 2012). Analiza rozłogu obejmuje takie elementy, jak: wielkość (powierzchnia), długość i kształt granic zewnętrznych,

liczba i wielkość działek, kształt działek, odległość między działkami i ich wzajemne ułożenie, położenie gruntów w stosunku do ośrodka gospodarczego (odległość działek od ośrodka), struktura użytków gruntowych i ich położenie (sposób użytkowania ziemi), ukształtowanie pionowe (rzeźba, nachylenie terenu), zróżnicowanie jakości gleb (klasyfikacja glebowa), sieć i przebieg dróg wewnętrznych (transportu rolniczego), podział obszaru na płodozmiany i pola płodozmianowe, ocenę ekonomiczną organizacji terytorium gospodarstwa, a także dopasowanie działek do czynników fizjograficznych (Kozłowski, 2012). Rozłóg ma istotne znaczenie w organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Od charakteru rozłogu i odległości pól od środka gospodarstwa zależą koszty wszelkich prac transportowych oraz dojazdu maszyn. Rozłóg ma także duże znaczenie przy określaniu wartości rynkowej nieruchomości wykorzystywanych rolniczo. Może on być korzystny, gdy kształt działki jest zbliżony do kwadratu i wszystkie grunty gospodarstwa sąsiadują ze sobą, bądź niekorzystny, gdy powierzchnia gospodarstwa ma kształt podłużny lub wybitnie nieforemny, a dojazd do nich jest czasochłonny i niewygodny (Mielewczyk, 2012).

Szczegółowe definicje wskaźników dotyczących cech morfometrycznych zamieszczono w tabelach 16–21.

Tabela 16. Definicja wskaźnika/cechy: wskaźnik kształtu (SI)

Nazwa	wskaźnik kształtu (SI)
Jednostka odniesienia	wieś, działka ewidencyjna, (gospodarstwo)
Definicja	Wskaźnik SI (ang. Shape Index) ilościowo określa kształt jednostki odniesienia. Spośród wielu mierników kształtu w niniejszym opracowaniu przyjęto wskaźnik rekomendowany w badaniach dotyczących procesów scalenia gruntów (Aslan i in., 2007). Wartości bliskie 1 wskazują na korzystny, zbliżony do kwadratu kształt (1 dla okręgu), natomiast wartości bliskie 0 – na nieregularny i wydłużony kształt (ryc. 4).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale wartości [0,1)
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika dla gospodarstwa oblicza się ze wzoru (Aslan i in., 2007): $SI = \frac{4\pi \times S}{p^2}$, gdzie: S – powierzchnia jednostki odniesienia, p – obwód jednostki odniesienia. Wartość wskaźnika dla gospodarstwa odpowiada wskaźnikowi kształtu wsi.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 4. Przykłady działek ewidencyjnych o niekorzystnym (wartość wskaźnika SI: 0,81; kolor czerwony) i korzystnym (wartość wskaźnika SI: 0,22; kolor zielony) kształcie

Tabela 17. Definicja wskaźnika/cechy: rozdrobnienie gruntów

Nazwa	rozdrobnienie gruntów
Jednostka odniesienia	gospodarstwo, (wieś)
Definicja	Wskaźnik ilościowo określający stopień podziału gospodarstwa na odrębne działki w stosunku do powierzchni gospodarstwa. Wskaźnik ten nie uwzględnia wzajemnego układu przestrzennego i odległości między działkami (ryc. 5).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika dla gospodarstwa oblicza się na podstawie wzoru van Duina (Załącznik do Uchwały, 2008): $\frac{\sqrt{n} - 1}{S}$, gdzie: n – całkowita liczba działek wchodzących w skład gospodarstwa, S – całkowita powierzchnia gospodarstwa. Wartość wskaźnika dla wsi oblicza się jako średnią arytmetyczną wartości rozdrobnienia gruntów dla wszystkich gospodarstw indywidualnych znajdujących się we wsi: $\frac{\sum_{i=1}^m \frac{\sqrt{n_i} - 1}{S_i}}{m}, \text{ gdzie:}$ n_i – całkowita liczba działek wchodzących w skład i-tego gospodarstwa we wsi, S_i – całkowita powierzchnia i-tego gospodarstwa we wsi, m – całkowita liczba gospodarstw indywidualnych we wsi.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

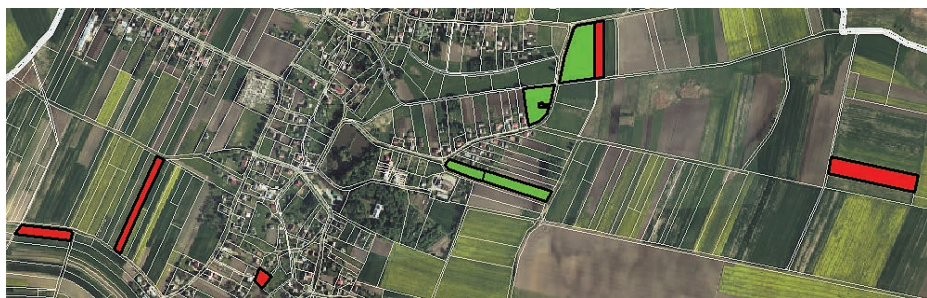


Ryc. 5. Przykłady gospodarstw o dużym (wartość wskaźnika: 2,13; kolor czerwony) i małym (wartość wskaźnika: 0,03; kolor zielony) rozdrobnieniu gruntów

Tabela 18. Definicja wskaźnika/cechy: szachownica gruntów

Nazwa	szachownica gruntów
Jednostka odniesienia	gospodarstwo, (wieś)
Definicja	Wskaźnik ilościowo określający stopień separacji i przedzielenia działek wchodzących w skład gospodarstwa działkami wchodzącymi w skład innego gospodarstwa. Wskaźnik ten nie uwzględnia odległości między działkami. Wartości bliskie 0 wskazują na korzystny, „zblokowany” układ gruntów w gospodarstwie, natomiast wartości bliskie 1 – na silną separację działek (ryc. 6). Wskaźnik autorski opracowany na potrzeby niniejszej pracy.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale wartości [0,1)

Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika dla gospodarstwa oblicza się ze wzoru: $\frac{k-1}{n}$, gdzie: k – liczba odrębnych gruntów gospodarstwa, niegraniczących z innymi gruntami należącymi do tego samego gospodarstwa, n – całkowita liczba działek wchodzących w skład gospodarstwa. Wartość wskaźnika dla wsi oblicza się jako średnią arytmetyczną wartości szachownicy gruntów dla wszystkich gospodarstw indywidualnych znajdujących się we wsi: $\frac{\sum_{i=1}^m \frac{k_i - 1}{n_i}}{m}, \text{ gdzie:}$ k_i – liczba odrębnych gruntów i-tego gospodarstwa w obrębie wsi, nie graniczących z innymi gruntami należącymi do tego samego gospodarstwa, n_i – całkowita liczba działek wchodzących w skład i-tego gospodarstwa we wsi, m – całkowita liczba gospodarstw indywidualnych we wsi.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 6. Przykłady gospodarstw o dużej (wartość wskaźnika: 0,80; kolor czerwony) i małej (wartość wskaźnika: 0,25; kolor zielony) szachownicy gruntów

Tabela 19. Definicja wskaźnika/cechy: rozłóg gruntów

Nazwa	rozłóg gruntów
Jednostka odniesienia	gospodarstwo, (wieś)
Definicja	Wskaźnik ilościowo określający rozmieszczenie gruntów gospodarstwa w stosunku do jego centrum, czyli zabudowań mieszkalno-gospodarczych. Im niższa jest wartość rozłogu, tym korzystniejszy układ gruntów w gospodarstwie (ryc. 7).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0

Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika dla gospodarstwa oblicza się na podstawie wzoru Moszczeńskiego (Woch, 2001): $U = \frac{p * l}{1.198 * S}$, gdzie: p – suma obwodów wszystkich wydzieli gruntów gospodarstwa, l – średnia odległość wszystkich punktów gruntów gospodarstwa do jego centrum (zabudowań mieszkalno-gospodarczych), S – całkowita powierzchnia gospodarstwa. Wartość wskaźnika dla wsi oblicza się jako średnią arytmetyczną wartości rozłogu gruntów dla wszystkich gospodarstw indywidualnych znajdujących się we wsi: $U = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{p_i * l_i}{1.198 * S_i}}{m}, \text{ gdzie:}$ p_i – suma obwodów wszystkich wydzieli gruntów i-tego gospodarstwa we wsi, l_i – średnia odległość wszystkich punktów gruntów i-tego gospodarstwa do jego centrum (zabudowań mieszkalno-gospodarczych) w obrębie wsi, S_i – całkowita powierzchnia i-tego gospodarstwa we wsi, m – całkowita liczba gospodarstw indywidualnych we wsi.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 7. Przykłady gospodarstw o dużym (wartość wskaźnika: 24,52; kolor czerwony) i małym (wartość wskaźnika: 5,49; kolor zielony) rozłogu gruntów

Tabela 20. Definicja wskaźnika/cechy: udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa

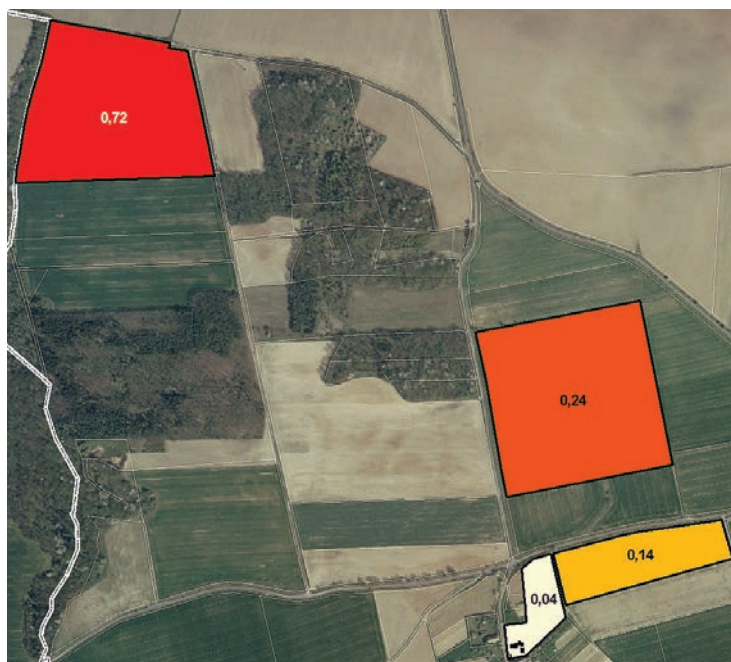
Nazwa	udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa
Jednostka odniesienia	działka ewidencyjna
Definicja	Procentowy udział działki ewidencyjnej w całkowitej powierzchni gospodarstwa, do którego należy działka (ryc. 8).
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale (0,100]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_d}{S_g}$, gdzie: S_d – powierzchnia działki ewidencyjnej, S_g – całkowita powierzchnia gospodarstwa.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 8. Przykład gospodarstwa z działkami o dużym (kolor czerwony), średnim (kolor pomarańczowy) i małym (żółty) udziale w całkowitej jego powierzchni

Tabela 21. Definicja wskaźnika/cechy: współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa

Nazwa	współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa
Jednostka odniesienia	działka ewidencyjna
Definicja	Wskaźnik ilościowo określający odległość działki ewidencyjnej w kontekście powierzchni całej wsi. Korzystne są małe wartości wskaźnika (ryc. 9). Wskaźnik autorski opracowany na potrzeby niniejszej pracy.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $\frac{l}{\sqrt{S}}$, gdzie: l – odległość centroidu działki do centrum gospodarstwa (zabudowań mieszkalno-gospodarczych), S – całkowita powierzchnia wsi, w której leży działka i gospodarstwo.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków



Ryc. 9. Przykład gospodarstwa z działkami o zróżnicowanym współczynniku odległości od centrum

3.4.6. Władanie gruntami

Zagospodarowanie obszarów wiejskich należy rozpatrywać również w kontekście wskaźników i cech charakteryzujących władanie gruntami. W szczególności w badaniu uwzględniono takie informacje, jak liczba gospodarstw indywidualnych na terenie wsi oraz formy władania gruntami: grunty sektora publicznego i te grunty sektora prywatnego, które nie stanowią gruntów gospodarstw indywidualnych (m.in. działki letniskowe czy grunty tzw. różniczan, czyli rolników posiadających działki siedliskowe w innym obrębie ewidencyjnym niż pozostałe grunty wchodzące w skład gospodarstwa).

Szczegółowe definicje wskaźników dotyczących władania gruntami zamieszczono w tabelach 22–24.

Tabela 22. Definicja wskaźnika/cechy: zagęszczenie gospodarstw

Nazwa	zagęszczenie gospodarstw
Jednostka odniesienia	wieś, (gospodarstwo)
Definicja	Wskaźnik ten określa całkowitą liczbę gospodarstw indywidualnych przypadających na hektar na obszarze wsi.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0

Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $\frac{n}{S}$, gdzie: n – całkowita liczba gospodarstw na obszarze wsi, S – całkowita powierzchnia wsi (w hektarach).
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 23. Definicja wskaźnika/cechy: udział gruntów sektora publicznego

Nazwa	udział gruntów sektora publicznego
Jednostka odniesienia	wieś, (gospodarstwo)
Definicja	Procentowy udział gruntów sektora publicznego w całkowitej powierzchni wsi.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_p}{S}$, gdzie: S_p – powierzchnia gruntów sektora publicznego na obszarze wsi, S – całkowita powierzchnia wsi.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 24. Definicja wskaźnika/cechy: udział gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstw indywidualnych

Nazwa	udział gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstw indywidualnych
Jednostka odniesienia	wieś, (gospodarstwo)
Definicja	Procentowy udział tych gruntów sektora prywatnego, które nie stanowią gospodarstw indywidualnych w całkowitej powierzchni wsi.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista w przedziale [0,100]
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $100 \times \frac{S_b}{S}$, gdzie: S_b – powierzchnia gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstw indywidualnych na obszarze wsi, S – całkowita powierzchnia wsi.
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

3.4.7. Czynniki infrastrukturalne

Osobną grupą wskaźników były mierniki, które charakteryzowały uwarunkowania i potencjał infrastrukturalny obszarów wiejskich. Stan i rozmieszczenie infrastruktury drogowej wskazuje na stopień zainwestowania pod względem dostępności mieszkańców do różnego rodzaju usług, na warunki i jakość życia oraz kwestie ochrony środowiska. Z tego powodu gęstość sieci jest dobrym wskaźnikiem oceniającym uwarunkowania infrastrukturalne obszarów wiejskich. Im wyższa

wartość wskaźnika, tym więcej dróg i ich korzystniejszy układ. Przedmiotem analizy był wskaźnik określający gęstość sieci dróg we wsi.

Zagospodarowanie obszarów wiejskich uwarunkowane jest również układem sieci osadniczej, który jest również czynnikiem wolnozmiennym. Wydaje się, iż występowanie w obrębie działki budynków o określonym przeznaczeniu w sposób istotny wpływa na zagospodarowanie obszarów wiejskich. W odniesieniu do budynków występujących na obszarze działki ewidencyjnej wzięto pod uwagę ich funkcję użytkową (budynek mieszkalny, budynek gospodarczy).

Szczegółowe definicje wskaźników dotyczących czynników infrastrukturalnych zamieszczono w tabelach 25–27.

Tabela 25. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość sieci dróg

Nazwa	gęstość sieci dróg
Jednostka odniesienia	wieś, (gospodarstwo)
Definicja	Wskaźnik ten określa intensywność sieci drogowej na obszarze wsi w metrach na hektar.
Dziedzina wartości	liczba rzeczywista większa bądź równa 0
Procedura/ wzór	Wartość wskaźnika oblicza się ze wzoru: $\frac{l}{S}$, gdzie: l – całkowita długość dróg publicznych we wsi (w metrach), S – całkowita powierzchnia wsi (w hektarach).
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków, ortofotomapa

Tabela 26. Definicja wskaźnika/cechy: budynek mieszkalny

Nazwa	budynek mieszkalny
Jednostka odniesienia	działka ewidencyjna
Definicja	Cecha ta określa, czy na terenie działki ewidencyjnej znajduje się budynek o funkcji mieszkalnej.
Dziedzina wartości	jedna z dwóch wartości logicznych: tak / nie
Procedura/ wzór	nie dotyczy
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

Tabela 27. Definicja wskaźnika/cechy: budynek gospodarczy

Nazwa	budynek gospodarczy
Jednostka odniesienia	działka ewidencyjna
Definicja	Cecha ta określa, czy na terenie działki ewidencyjnej znajduje się budynek o funkcji gospodarczej.

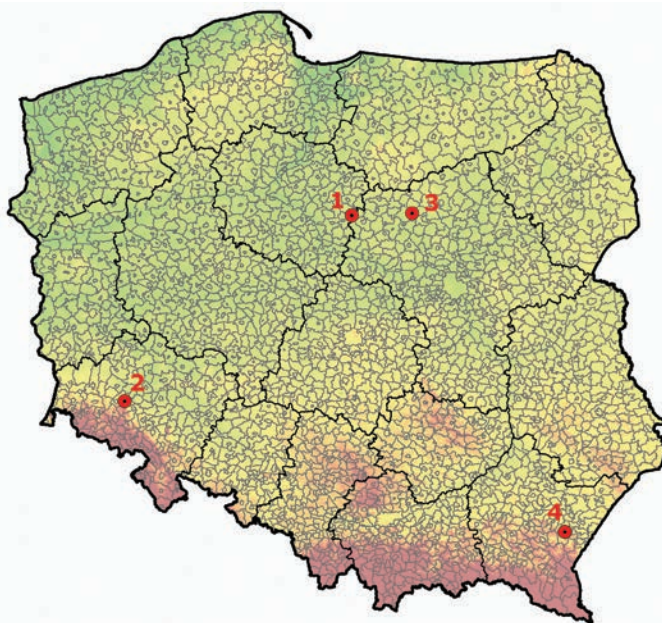
Dziedzina wartości	jedna z dwóch wartości logicznych: tak / nie
Procedura/ wzór	nie dotyczy
Dane źródłowe	ewidencja gruntów i budynków

4. OBSZAR BADAŃ I WYKORZYSTANE DANE

4.1. Ogólna charakterystyka obszaru badań

Analizy prowadzące do opracowania metodyki wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań obszarów wiejskich zastały przeprowadzone na danych dla czterech wsi zlokalizowanych w województwach dolnośląskim, mazowieckim i podkarpackim (ryc. 10). Czynniki decydującymi o wyborze obszaru badań były:

- rolniczy charakter wsi
- zróżnicowane warunki środowiskowe (m.in. warunki glebowo-rolnicze, rzeźba terenu) oraz struktura użytkowania gruntów
- zróżnicowany układ przestrzenny wsi oraz ich wielkość
- poscaleniowy charakter wsi (przy czym prace scaleniowe przeprowadzone na tych obszarach charakteryzują się wysoką jakością)
- dostępność danych geometrycznych z ewidencji gruntów i budynków.



Ryc. 10. Lokalizacja obszaru badań (wsie: 1 – Grabal, 2 – Krajów, 3 – Marysinek, 4 – Rudołowice) na tle podziału administracyjnego kraju na województwa i gminy (źródło: Państwowy Rejestr Granic)

Wsie Grabal i Marysinek są położone w północno-zachodniej części Mazowsza, Marysinek – w obrębie południowej części Wzniesień Mławskich, a Grabal – na sandrach Równiny Urszulewskiej, z deniwelacją terenu wahającą się w granicach 22–26 m. Wieś Krajów zlokalizowana jest w województwie dolnośląskim, na Równinie Legnickiej, w obrębie otuliny Parku Krajobrazowego Chełmy, na wysokości 129–319 m n.p.m. Natomiast wieś Rudolowice położona jest we wschodniej części województwa podkarpackiego w powiecie jarosławskim, na wysokości 79–221 m. Jest to największa z analizowanych wsi, jej powierzchnia wynosi 774 ha, podczas gdy najmniejszej wsi – Grabal zaledwie 257,73 ha (tabela 28).



Ryc. 11. Granice obszarów badawczych wraz z układem działek ewidencyjnych na tle ortofotomapy, skala 1:50 000: A – wieś Grabal, B – wieś Krajów, C – wieś Marysinek, D – wieś Rudolowice

Krajów i Rudolowice to wsie zwarte, o charakterze wieloosiowym, których układ przestrzenny określany jest jako wielodrożnica (ryc. 11). Układ zabudowy we wsi Grabal ma charakter łańcuchowy (tzw. wieś leśno-łanowa o luźno, nieregularnie rozmieszczonych budynkach po obu stronach drogi (ryc. 11), natomiast wieś Marysinek ma strukturę bardzo rozproszoną, co w dużej mierze wiąże się z jej letniskowym charakterem (ryc. 11).

We wszystkich analizowanych wsiach w latach 2006–2012 były przeprowadzone strukturalne scalenia i wymiana gruntów, co zdecydowanie polepszyło warunki gospodarowania. Niemniej jednak część z nich (Marysinek oraz Rudolowice) ze względu na uwarunkowania przyrodnicze i topograficzne w dalszym ciągu charakteryzuje się stosunkowo dużym rozdrobnieniem gruntów, z minimalnym polem powierzchni działki ewidencyjnej sięgającym 45 m² w Rudolowicach. Powierzchnia największej działki na obszarze badawczym (we wsi Krajów) wynosi 67,82 ha. Zarówno najmniejsze działki (średnia powierzchnia równa 0,73 ha), jak i najmniejsze gospodarstwa (średnia powierzchnia gospodarstwa 1,36 ha) znajdują się w podkarpackich Rudolowicach, natomiast największe gospodarstwa w dolnośląskiej wsi Krajów (średnia powierzchnia gospodarstwa – 52,72 ha). W analizowanych wsiach dominują indywidualne gospodarstwa rolne, wykorzystywane także jako gospodarstwa agroturystyczne. Zasięg powierzchniowy gospodarstw indywidualnych w każdej wsi w sposób szczegółowy zilustrowano na rycinie 12.

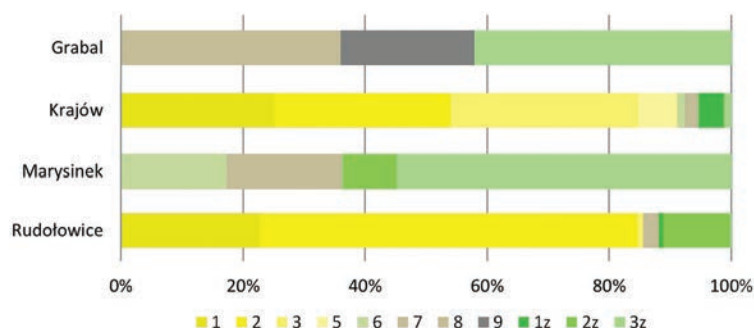
Tabela 28. Ogólna charakterystyka obszaru badań

	Grabal	Krajów	Marysinek	Rudolowice
Województwo	mazowieckie	dolnośląskie	mazowieckie	podkarpackie
Powiat	sierpecki	legnicki	mławski	jarosławski
Gmina	Szczutowo	Krotoszyce	Strzegowo	Roźwienica
Powierzchnia (w ha)	257,73	535,63	412,48	774,02
H min (w m)	109	129	105	79
H max (w m)	129	319	131	221
Δh (w m)	22	190	26	142
Liczba działek ewidencyjnych	135	134	283	1056
Liczba gospodarstw	30	31	16	271
Średnia pow. gospodarstwa (w ha)	1,91	52,72	6,55	1,36
Minimalna powierzchnia gospodarstwa (w ha)	0,25	0,07	0,08	0,01
Maksymalna powierzchnia gospodarstwa (w ha)	28,01	158,11	24,79	39,08



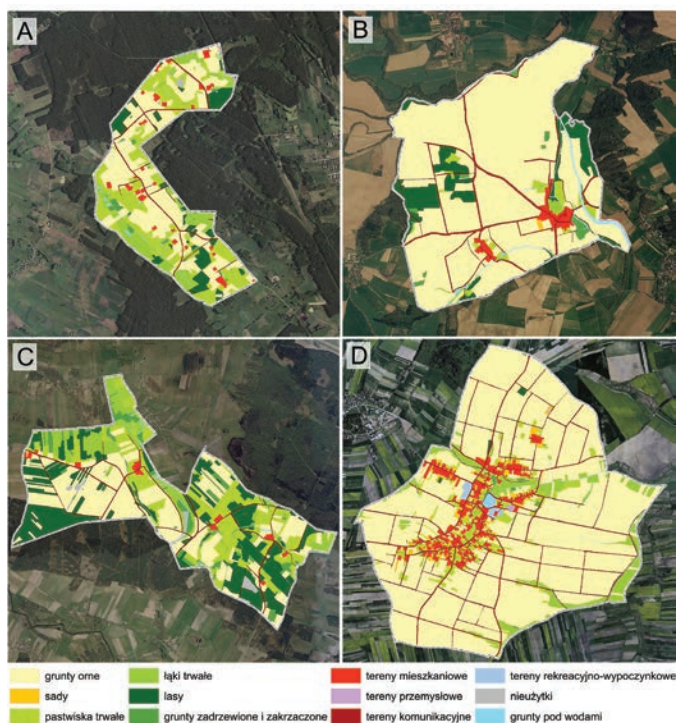
Ryc. 12. Powierzchniowy zakres gospodarstw indywidualnych na obszarach badawczych, skala 1:50 000: A – wieś Grabal, B – wieś Krajów, C – wieś Marysinek, D – wieś Rudołowice

Obszar badawczy charakteryzuje się także dość dużym zróżnicowaniem potencjalnej produktywności gleb, wyrażanym klasą bonitacyjną oraz kompleksem przydatności rolniczej gleb. Najlepsze gleby występują we wsiach Krajów i Rudołowice, gdzie gleby kompleksu dobrego i bardzo dobrego (1 i 2 kompleks) stanowią odpowiednio 45% i 78%, najgorsze natomiast (kompleksy 6–8) we wsiach Marysinek i Grabal (ryc. 13). Także większość użytków zielonych w obu wsiach mazowieckich zajmuje kompleks 3z, tj. słaby i bardzo słaby. Niekorzystne warunki glebowe we wsiach Grabal i Marysinek spowodowały, że obie wsie zostały zaliczone do II strefy nizinnej obszarów o niekorzystnych warunkach dla gospodarki rolnej, dla których wartość wskaźnika waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej jest mniejsza od 52 (IUNG, 2008). Wsie te mają także charakter peryferyjny ze względu na położenia geograficzno-komunikacyjne, wyrażane odległością od siedziby powiatu (Rudnicki, 2011).



Ryc. 13. Udział kompleksów przydatności rolniczej

Odmienne warunki fizjograficzne i glebowe skutkują także różnym użytkowaniem gruntów (ryc. 14). Grunty rolne zajmują od 61,6% (we wsi Marysinek) do 87,7% (w Rudołowicach) całkowitej powierzchni wsi. Lasy oraz grunty zadrzewione i zakrzewione największy odsetek zajmują we wsi Marysinek (31,4%), najmniejszy zaś, zaledwie 0,6%, w Rudołowicach (tabela 29). Nieużytki występują w zasadzie tylko w obrębie dwóch wsi Grabal i Marysinek, zajmując odpowiednio powierzchnię 1,48 ha i 5,69 ha.



Ryc. 14. Użytkowanie gruntów na obszarach badawczych, skala 1:50 000: A – wieś Grabal, B – wieś Krajów, C – wieś Marysinek, D – wieś Rudołowice

Tabela 29. Struktura użytkowania gruntów na obszarach badawczych (na podstawie danych z EGiB, 2013)

	Grabal		Krajów		Marysinek		Rudołowice	
	powierzchnia							
	w ha	w %	w ha	w %	w ha	w %	w ha	w %
Użytki rolne	204,67	79,4	433,69	81,0	254,15	61,6	678,43	87,7
grunty orne	108,24	42,0	418,21	78,1	133,74	32,4	581,70	75,2
sady	0,06	0,0	0,01	0,0	0,00	0,0	7,97	1,0
łąki trwałe	28,55	11,1	4,50	0,8	40,38	9,8	46,23	6,0
pastwiska trwałe	67,81	26,3	10,97	2,0	80,04	19,4	42,54	5,5
Grunty leśne, zadrzewione i zakrzewione	28,49	11,1	56,08	10,5	129,37	31,4	4,97	0,6
lasy	24,44	9,5	47,54	8,9	104,47	25,3	1,34	0,2
grunty zadrzewione i zakrzewione	4,05	1,6	8,54	1,6	24,90	6,0	3,63	0,5
Grunty zabudowane i zurbanizowane	17,20	6,7	35,13	6,6	17,82	4,3	83,82	10,8
tereny mieszkaniowe	7,89	3,1	9,78	1,8	4,85	1,2	36,44	4,7
tereny przemysłowe	0,49	0,2	0,79	0,1	0,00	0,0	0,69	0,1
tereny komunikacyjne	8,82	3,4	24,52	4,6	12,97	3,1	42,62	5,5
tereny rekreacyjno- wypoczynkowe	0,00	0,0	0,04	0,0	0,00	0,0	4,07	0,5
Nieużytki	1,48	0,6	0,64	0,1	5,69	1,4	0,22	0,0
Grunty pod wodami	5,89	2,3	10,10	1,9	5,44	1,3	6,58	0,9

W większości obszaru badawczego granicę rolno-leśną wzdłuż dużych kompleksów leśnych wyznacza droga zmniejszająca negatywne oddziaływanie dwóch odmiennych ekosystemów. Rozwiązanie takie jest korzystne zarówno dla ochrony gruntów rolnych, jak i leśnych (Fatyga, Górecki, 2001; Łupiński, 2008). Niemniej jednak prawie w każdej z wsi w przypadku śródpolnych kompleksów leśnych, o powierzchni do 4 ha, granicę rolno-leśną stanowią wąskie miedze (ryc. 15), co jest skutkiem intensywnego w ostatnich latach zalesiania terenów rolnych.



Ryc. 15. Granica między gruntami rolnymi i leśnymi we wsi Marysinek

Dobór obszarów badawczych o zróżnicowanym charakterze w ramach omówionych wyżej aspektów pozwolił na uzyskanie reprezentatywnej w skali kraju próby do dalszych analiz.

4.2. Charakterystyka i ocena danych źródłowych

4.2.1. Ewidencja gruntów i budynków

Granice wsi (obróbów), działek, użytków gruntowych, położenie budynków oraz rejestr gruntów pochodzą z ewidencji gruntów i budynków. Na badanym obszarze dane ewidencyjne zostały pozyskane w wyniku pomiaru bezpośredniego i są gromadzone zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Rozporządzenie, 2001). Dane te udostępniane są przez powiatowe ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej w formacie SWDE.

4.2.2. Mapa glebowo-rolnicza

Mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000 przedstawia przestrzenną zmienność siedliska glebowego oraz syntetyczne informacje dotyczące właściwości fizycznych i przydatności rolniczej gleby. Z mapy można odczytać informacje o **kompleksach rolniczej przydatności gleb, typie i podtypie genetycznym gleby oraz składzie mechanicznym i głębokości zalegania warstw profilu glebowego**. Analogowe mapy glebowo-rolnicze sporządzono na podstawie dokumentacji gleboznawczej klasyfikacji gruntów oraz badań gleboznawczo-

-rolniczych wykonanych w latach 50. i 60. XX wieku. W pracy wykorzystano pliki wektorowe (w formacie shp), powstałe w wyniku geometryzacji i wektoryzacji map analogowych, udostępnione przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG) w Puławach.

4.2.3. Numeryczny model terenu i ortofotomapa

Numeryczny model terenu (NMT) i ortofotomapy zostały opracowane na potrzeby niniejszego badania w Instytucie Geodezji i Kartografii na podstawie zdjęć lotniczych z lat 2012–2013 otrzymanych z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej. NMT, definiowany przez Kurczyńskiego i Preussa (2000) jako numeryczna, dyskretna reprezentacja wysokości topograficznej powierzchni terenu wraz z algorytmem interpolacyjnym umożliwiającym odtworzenie jej kształtu w określonym obszarze, został zapisany w regularnej siatce GRID. Współrzędne X i Y są zapisane w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich PL-1992, a wysokość odnosi się do układu wysokości normalnych „Kronsztadt 86”. Opracowany NMT charakteryzuje się rozdzielczością przestrzenną 0,25 m i dokładnością określenia wysokości – 0,5 m. W niniejszej pracy numeryczny model terenu wykorzystany został do wygenerowania modelu spadku terenu.

Ortofotomapa, opracowana z wykorzystaniem stacji fotogrametrycznej, ma piksel terenowy wielkości 25 cm. Cyfrowa ortofotomapa stanowi mapę niepoddaną procesowi interpretacji i łączy zalety tradycyjnej mapy (geometria) z zasobem treści właściwym zdjęciu (Kurczyński, Preuss, 2000). Ortofotomapę w pracy wykorzystano do wektoryzacji przebiegu sieci dróg i cieków wodnych, a także do weryfikacji struktury użytkowania ziemi.

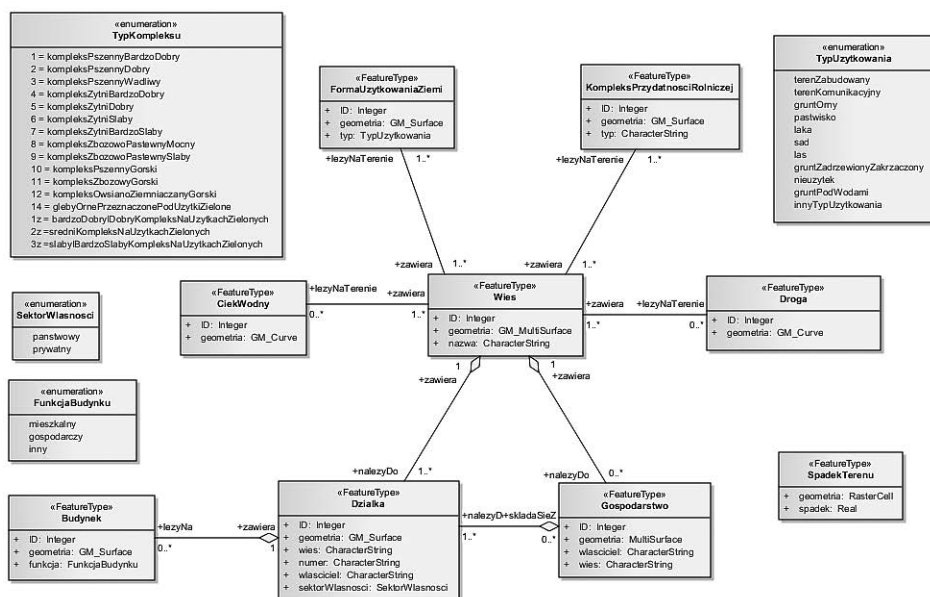
4.3. Pojęciowy model danych

Do obliczenia wartości wskaźników i opracowania modelu środowiskowych uwarunkowań obszarów wiejskich niezbędne było utworzenie zestawienia wartości wszystkich opisanych w podrozdziale 3.4 wskaźników i cech dla obszarów badawczych na poziomie działek ewidencyjnych, gospodarstw oraz wsi w postaci tabelarycznej. Do wygenerowania takiego zestawienia niezbędna była zarówno redukcja, jak i przetworzenie informacji zawartych w zbiorach danych źródłowych. Zakres wyjściowej informacji scharakteryzowany został za pomocą pojęciowego modelu danych.

Model pojęciowy w sposób ogólny opisuje analizowany wycinek świata rzeczywistego. Określa takie elementy, jak zakres informacyjny bazy danych, dokładność i szczegółowość danych oraz ich formę (Pachelski, 2010). Model ten jest niezależny od rozwiązań charakterystycznych dla jakiegokolwiek modelu logicznego i systemu zarządzania bazą danych (SZBD) (Put, 2005). Końcowym efektem procesu opracowania modelu pojęciowego jest identyfikacja zarówno klas obiektów (encji), dla których dane będą gromadzone, ich atrybutów, jak i relacji pomiędzy tymi klasami obiektów (Klimczak, 2008).

Na podstawie analizy scharakteryzowanego w podrozdziale 3.3 zestawienia wskaźników zdefiniowano pojęciowy model danych niezbędnych do opracowania metodyki wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich. Schemat tego modelu pojęciowego w postaci diagramów UML (ang. *Unified Modeling Language*) (Booch i in., 2000) – utworzony zgodnie z metodyką opisaną w normach ISO (ISO/TS 19103, 2005; ISO 19107, 2003) – przedstawiono na rycinie 16.

Model danych zakłada 9 klas obiektów o charakterze przestrzennym (stereotyp «FeatureType») oraz 4 klasy obiektów stanowiących listę dopuszczalnych wartości, jakie mogą przyjmować wybrane atrybuty obiektów przestrzennych (stereotyp «enumeration»). Klasy obiektów przestrzennych stanowią odpowiedniki trzech jednostek odniesienia dla wskaźników, a więc wsi („Wies”), gospodarstwa („Gospodarstwo”) oraz działki ewidencyjnej („Działka”). Są one wzajemnie powiązane związkiem agregacji: klasa „Działka” agreguje się do klas „Gospodarstwo” oraz „Wies”, natomiast klasa „Gospodarstwo” – do klasy „Wies”. Powiązania te reprezentują zarówno zależności semantyczne (hierarchie) tych klas, jak i zachodzące pomiędzy nimi związki topologiczne. Pozostałe klasy obiektów przestrzennych zawierają informację o przebiegu sieci cieków i dróg (odpowiednio „CiekWodny” i „Droga”), użytkowaniu ziemi („FormaUzytkowaniaZiemi”), przydatności rolniczej gleb („KompleksPrzydatnosciRolniczej”), budynkach („Budynek”) oraz ukształtowaniu rzeźby terenu („SpadekTerenu”). Klasy wyliczeń (o stereotypie «enumeration») ograniczają listę dostępnych wartości dla typu kompleksu przydatności rolniczej, typu użytkowania ziemi, funkcji budynku oraz sektora władania dla działek ewidencyjnych.



Ryc. 16. Pojęciowy model danych wykorzystanych do analizy

4.4. Wykorzystane narzędzia

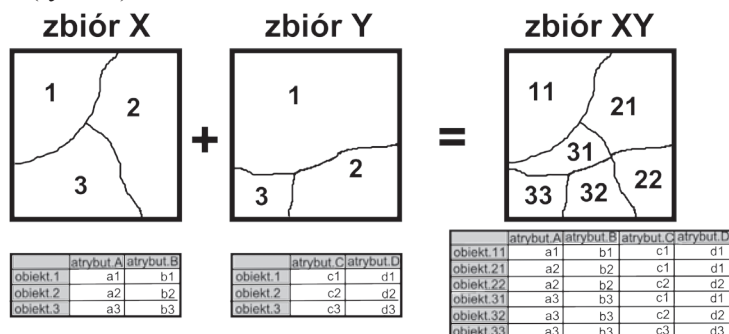
Przedstawiony w model pojęciowy w wyniku odpowiednich przetworzeń danych źródłowych został zaimplementowany w środowisku narzędziowym ArcGIS 9.3.1 wraz z rozszerzeniem *Spatial Analyst*. Oprogramowanie to – dzięki możliwości wykonywania zaawansowanych operacji i analiz przestrzenno-atrybutowych – pozwoliło na obliczenie wartości wskaźników i cech na poziomie działek ewidencyjnych, gospodarstw i wsi oraz na opracowanie kartograficzne wyników analizy wieloczynnikowej.

Natomiast do leżącej u podstaw opracowania modelu wielokryterialnej analizy danych wykorzystane zostało środowisko STATISTICA 10, a w szczególności moduł *DataMiner*.

5. WYZNACZENIE WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW I CECH – MODELOWANIE KARTOGRAFICZNE

Do wyznaczenia bądź obliczenia wartości opisanych w podrozdziale 3.4 wskaźników i cech wykorzystano metody modelowania kartograficznego. Modelowanie kartograficzne jest szeroko wykorzystywane zarówno w kartografii (Olszewski, 2008; Klimczak, 2008; Bielecka, 2003), jak i w naukach przyrodniczych (Jasiewicz, 2009; Kossowski, 2009; McGarigal, Marks, 1994). Umożliwia ono wykonywanie prostych i złożonych analiz przestrzenno-atrybutowych, analiz rozkładu i dostępności, a w konsekwencji obliczenie wartości rozmaitych wskaźników o charakterze jednostkowym oraz syntetycznym. Analizy przestrzenne są ściśle związane z kartograficzną metodą badań i często uważane za naturalnego sukcesora kartografii analitycznej oraz idei modelowania kartograficznego.

Jedną z podstawowych wykorzystanych w badaniu technik modelowania kartograficznego, na której oparte było wyznaczenie wartości wskaźników i cech związanych z warunkami glebowo-rolniczymi i użytkowaniem gruntów, był proces przecięcia (ang. *intersect*) dwóch zbiorów danych przestrzennych (warstw). Przecięcie to dokonuje się zarówno na płaszczyźnie geometrii obiektów, jak i tabeli atrybutów (ryc. 17).



Ryc. 17. Zasada przecięcia dwóch zbiorów danych przestrzennych

W przypadku wskaźników i cech dotyczących warunków glebowo-rolniczych operacji tej poddano warstwy kompleksów przydatności rolniczej i działek ewidencyjnych, w przypadku wskaźników odnoszących się do użytkowania ziemi – warstwy użytkowania ziemi i odpowiednio warstwy działek ewidencyjnych, gospodarstw oraz wsi. Dzięki temu możliwe było uzyskanie udziałów poszczególnych wydzieleni (kompleksów przydatności rolniczej i klas użytkowania ziemi) we wszystkich obiektach na poziomie danej jednostkach odniesienia. Udziały te stanowią zarówno wskaźniki same w sobie (udział gruntów ornych, pastwisk, łąk, lasów oraz terenów zabudowanych), jak i są podstawą do obliczenia innych wskaźników (zróznicowania entropii krajobrazu, przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej oraz wynikające z niego zróznicowanie warunków glebowo-rolniczych).

Inną istotną techniką modelowania kartograficznego, która posłużyła do wyznaczenia wartości wskaźnika rozłogu gruntów oraz współczynnika odległości działki od centrum gospodarstwa, była analiza dostępności. Polegała ona na określeniu odległości między obiektami (centroidami działek ewidencyjnych i zespołem budynków mieszkalno-gospodarczych stanowiącym centrum gospodarstwa), jednakże odległość ta nie była obliczana w oparciu o współrzędne tych obiektów (w linii prostej), lecz z uwzględnieniem przebiegu sieci drogowej. W ten wyznaczana była sposób najkrótsza droga z działki do centrum gospodarstwa (ryc. 18).



Ryc. 18. Analiza dostępności – najkrótsza droga z działki ewidencyjnej do centrum gospodarstwa

Do obliczenia wartości wskaźnika szachownicy gruntów, wskaźnika zróżnicowania granic użytkowania gruntów (*IJI*) oraz cech określających występowanie budynków mieszkalnych i gospodarczych wykorzystano analizy przestrzenno-atrybutowe pozwalające na formułowanie zapytań oraz selekcję obiektów, określając kryteria zarówno na poziomie ich atrybutów, jak i związków przestrzennych pomiędzy nimi (ryc. 19). Określanie kryteriów atrybutowych pozwala na wyznaczanie obiektów, dla których wartości określonych atrybutów spełniają zdefiniowane warunki (np. przyjmują określoną wartość czy wartość mniejszą lub większą od określonej). Z kolei określanie kryteriów przestrzennych pozwala na wyznaczanie obiektów, które są w zdefiniowanej relacji topologicznej (przecinają się z innymi obiektami, zawierają inne obiekty, mają wspólną granicę z innymi obiektami etc.), bądź relacji odległości (są oddalone od innych obiektów o określoną odległość).



Ryc. 19. Analizy przestrzenno-atrybutowe – przykład selekcji działek należących do gospodarstw indywidualnych (kryterium atrybutowe), które zawierają budynek (kryterium przestrzenne) o funkcji mieszkalnej (kryterium atrybutowe)

Obliczenie wartości wskaźnika kształtu (*SI*) dla działek ewidencyjnych oraz wsi bazowało wyłącznie na charakterystyce przestrzennej, konkretnie polu powierzchni i obwodzie, które wyznaczone były w sposób analityczny na podstawie współrzędnych punktów granicznych tych obiektów.

Wartości pozostałych wskaźników obliczone zostały na podstawie analiz tabel atrybutów obiektów (działek ewidencyjnych, gospodarstw oraz wsi), dzięki którym wyznaczono różnego rodzaju statystyki o charakterze sumarycznym dla

danych atrybutów (np. sumę, średnią, liczbę przypadków etc.) w określonym podziale klasyfikacyjnym zdefiniowanym przez atrybut o charakterze jakościowym.

6. MODEL DO WIELOCZYNNIKOWEJ ANALIZY ŚRODOWISKOWYCH UWARUNKOWAŃ ZAGOSPODAROWANIA OBSZARÓW WIEJSKICH

6.1. Założenia i koncepcja modelu

Zasadniczą część proponowanej metodyki wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich stanowi model oparty na omówionych w podrozdziale 3.4 wskaźnikach i cechach. Pozwala on – na podstawie wartości wskaźników i cech charakteryzujących uwarunkowania środowiskowe – ocenić stan zagospodarowania obszarów wiejskich, rozumianego jako wzajemny układ przestrzenny działek ewidencyjnych i gospodarstw na obszarze wsi.

Model ten ma charakter wielopoziomowy i hierarchiczny. Wielopoziomowy charakter modelu wynika z faktu, iż powiązania pomiędzy wskaźnikami i cechami opisującymi uwarunkowania środowiskowe oraz zagospodarowanie przestrzenne, zostały wyznaczone i opisane na trzech poziomach: wsi, gospodarstwa i działki ewidencyjnej, przy czym na ostatnim z wymienionych poziomów model odnosi się jedynie do działek wchodzących w skład gospodarstw indywidualnych. Wskaźniki i cechy na poziomie wsi są uogólnieniem wskaźników i cech na poziomie gospodarstwa, natomiast wskaźniki i cechy na poziomie działek ewidencyjnych zostały zdefiniowane w odrębny sposób. Wielopoziomowa natura modelu ma zastosowanie na etapie wdrożenia modelu w praktyce. Poglądowy jego schemat pokazano na rycinie 20. Chcąc zbadać zagospodarowanie przestrzenne w obrębie danej wsi z wykorzystaniem modelu, należy w pierwszej kolejności zastosować go na poziomie wsi. Jeżeli wskaźniki dotyczące zagospodarowania będą zbliżone do wynikających z modelu wartości optymalnych dla zadanych uwarunkowań środowiskowych, wówczas istnieją przesłanki do stwierdzenia, iż dana wieś charakteryzuje się korzystnym zagospodarowaniem. Jeżeli natomiast wartości tych wskaźników będą znacząco odstawały od wartości oczekiwanych, to należy zejść na poziom gospodarstw. Następnie analogiczną operację porównania wskaźników należy wykonać dla każdego gospodarstwa należącego do badanej wsi. Dla tych gospodarstw, które będą się charakteryzować niezadowalającymi parametrami w stosunku do tych, które wynikają z modelu, należy przejść na poziom działek ewidencyjnych i wyznaczyć odpowiednie parametry dla tych działek, które tworzą gospodarstwa o niekorzystnych cechach zagospodarowania. Ponadto dla każdego poziomu proponowana metodyka analizy zakłada możliwość prezentacji konkretnego zjawiska za pomocą mapy w celu dokonania jego wizualnej oceny bądź wykonania dalszych analiz.



Ryc. 20. Poglądowy schemat modelu analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich

Jak wspomniano, model ma również charakter hierarchiczny. Oznacza to, że – w ramach określonych poziomów (dla wsi i gospodarstwa) – ocena poszczególnych wskaźników definiujących jakość zagospodarowania przestrzennego powinna być dokonywana w zdefiniowanej kolejności. W związku z tym dla poziomów wsi i gospodarstwa najpierw ocenie powinien zostać poddany współczynnik rozdrobnienia gruntów, następnie – jeśli jego wartość nie będzie znacząco różniła się od wartości wynikającej z modelu – współczynnik szachownicy gruntów i w ostatniej kolejności wskaźnik rozłogu gruntów. Podejście to wynika z faktu, iż czynniki te są ze sobą powiązane w sposób hierarchiczny: współczynnik rozłogu zależy od współczynnika szachownicy i wskaźnika rozdrobnienia, współczynnik szachownicy natomiast – od wskaźnika rozdrobnienia. W przypadku poziomu działek ewidencyjnych podejście hierarchiczne nie ma zastosowania, gdyż wykonane analizy wykazały brak znaczących powiązań deterministycznych pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami zagospodarowania terenu na tym poziomie.

6.2. Proces opracowania modelu

Model wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich opracowano z wykorzystaniem metody drzew decyzyjnych typu regresyjnego CART (ang. *Classification and Regression Trees*) (Breiman i in., 1984). Drzewa regresyjne są jedną ze statystycznych metod analiz danych wielocechowych i należą do technik typu *data mining* (eksploracja danych) (Fayyad i in., 1996).

Realizacja zadania typu regresyjnego (Lindley, 1987) – tzn. takiego, którego celem jest przewidywanie na podstawie wielu cech (zmiennych objaśniających) wartości cechy ilościowej (zmiennej objaśnianej) (Everitt, 2002) – z wykorzystaniem drzew regresyjnych CART opiera się na przeprowadzaniu kolejnych grupowań zakresu zmienności zmiennych objaśniających, przy czym proces ten ma postać drzewa. Hierarchiczna budowa takiego drzewa w sposób klarowny oddaje proces podejmowania decyzji. Drzewo ma postać grafu, który składa się z węzłów i krawędzi łączących dwa wybrane węzły, przy czym do każdego węzła może dochodzić tylko jedna krawędź, a wychodzić z niego mogą dokładnie dwie krawędzie. Każdy węzeł symbolizuje decyzję o podziale zbioru lub podzbioru obiektów z uwagi na jedną z cech stanowiącą zmienną objaśniającą. Węzły, z których nie wychodzą już żadne krawędzie, nazywane są liśćmi. Drzewo jest graficznym modelem, którego konstrukcja opiera się na zasadzie rekurencyjnego podziału zbioru uczącego A na n rozłącznych podzbiorów $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$. (Olszewski, Gąsiorowski, 2014). Celem budowy modelu jest otrzymanie maksymalnie jednorodnych – w odniesieniu do wartości zmiennej objaśnianej – podzbiorów zbioru uczącego. Jest to proces wieloetapowy, w którym w każdym następnym kroku może być wykorzystywana inna zmienna objaśniająca. Na każdym etapie analizuje się bowiem wszystkie zmienne, a następnie wybiera tę, dzięki której uzyskany zostanie najlepszy podział węzła, a więc najbardziej homogeniczne podzbiory (Koronacki, Cwik, 2008). W przypadku drzew regresyjnych na liściach drzewa znajduje się średnia wartość zmiennej objaśnianej wraz z wariancją wyliczone na podstawie zbioru uczącego. Metoda CART charakteryzuje się następującymi zaletami (Olszewski, Gąsiorowski, 2014):

- wykorzystuje każdą kombinację zmiennych ciągłych i kategoryjnych (ilościowych i jakościowych);
- obsługuje zbiory danych o złożonej strukturze;
- jest nieczuła na występowanie obserwacji nietypowych;
- może być z powodzeniem wykorzystywana w zbiorach danych cechujących się brakami danych w zmiennych objaśniających;
- wykorzystuje te same zmienne w różnych częściach drzewa, odkrywając kontekst zależności i interakcji między nimi.

Drzewo decyzyjne powstałe w wyniku analizy zbioru uczącego stanowi model, który może być odnoszony bądź do przewidywania wartości zmiennej objaśnianej na podstawie zmiennych objaśniających, bądź porównywania oczekiwanej wartości zmiennej objaśnianej (tzn. takiej, która wynika z modelu) z rzeczywistą wartością tej zmiennej w celu oceny różnicy stanu rzeczywistego ze stanem wzorcowym. W przypadku opracowywania modelu do wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich stosuje się drugi z podanych wyżej celów.

Zbiorem uczącym stanowiącym zbiór wzorcowy – tzn. taki, na podstawie którego stworzony został sam model – były wszystkie opisane w podrozdziale 3.4 wskaźniki, których wartości zostały obliczone dla obiektów (działek ewidencyjnych, gospodarstw i wsi) z obszarów badawczych opisanych w podrozdziale 4.1.

Liczność zbioru uczącego wynosiła 788 przypadków dla działek ewidencyjnych i 348 przypadków dla gospodarstw. Jeżeli chodzi o wskaźniki na poziomie wsi, to zbiór zmiennych uczących zawierał tylko cztery przypadki (cztery wsie jako obszary badawcze) i niemożliwe było na ich podstawie utworzenie wiarygodnego modelu. W związku z tym – jako że zmienne dotyczące poziomu wsi odpowiadają zmiennym dotyczącym poziomu gospodarstw i są jedynie określone na wyższym poziomie ogólności – do opracowania modelu dla poziomu wsi te cztery przypadki uzupełniono przypadkami gospodarstw, jednocześnie przypisując im wagi piętnastokrotnie wyższe od przypadków gospodarstw. W celu przejrzystości na potrzeby analiz wszystkim wskaźnikom i cechom zostały przypisane symbole zgodnie z zestawieniem podanym w tabeli 30. Dla wszystkich poziomów charakterystyka zmiennych wykorzystanych do budowy modelu przedstawiona jest w tabeli 31.

Tabela 30. Zestawienie wskaźników i cech wraz z przypisanym symbolem dla wszystkich poziomów modelu

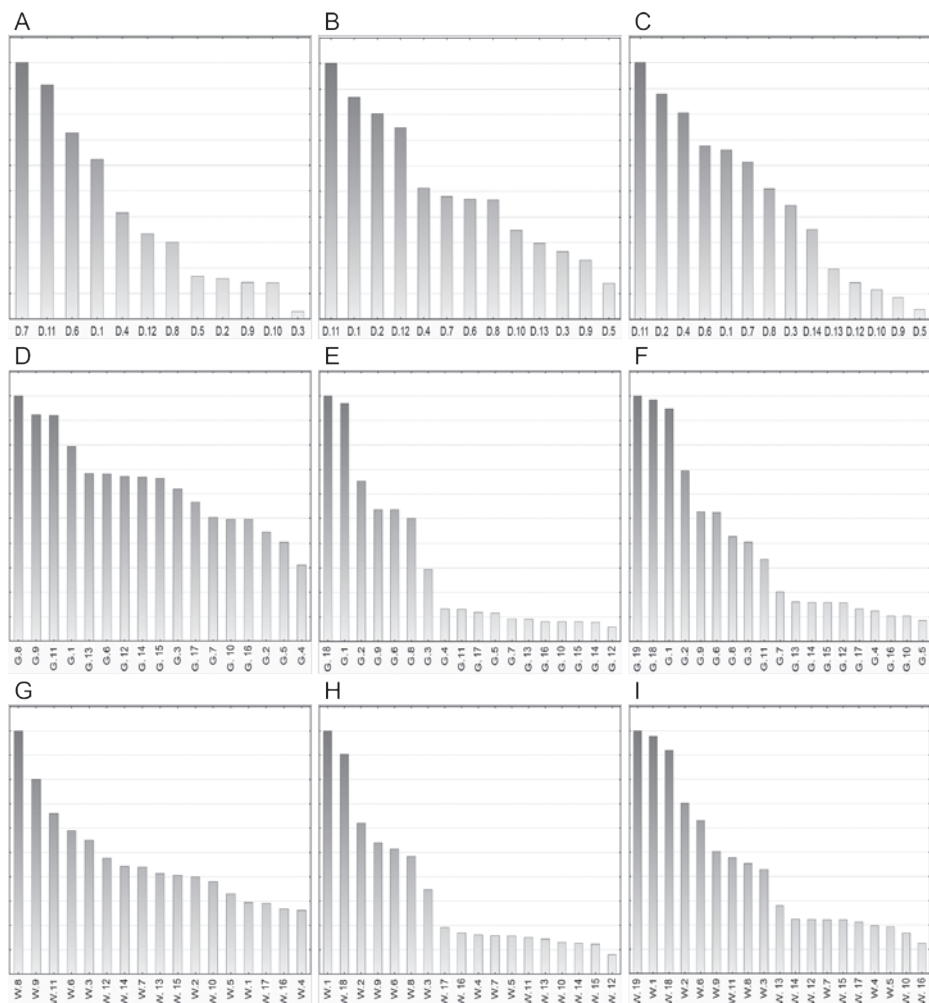
Symbol	Wskaźnik lub cecha
Poziom działki ewidencyjnej	
D.1	przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej
D.2	budynek mieszkalny
D.3	budynek gospodarczy
D.4	gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)
D.5	zróznicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)
D.6	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów
D.7	udział gruntów ornych
D.8	udział pastwisk
D.9	udział łąk
D.10	udział lasów
D.11	udział terenów zabudowanych
D.12	średni spadek terenu
D.13	wskaźnik kształtu (<i>SI</i>)
D.14	udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa
D.15	współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa
Poziom gospodarstwa	
G.1	zróznicowanie warunków glebowo-rolniczych

Symbol	Wskaźnik lub cecha
G.2	udział gruntów ornych
G.3	udział pastwisk
G.4	udział łąk
G.5	udział lasów
G.6	udział terenów zabudowanych
G.7	zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)
G.8	gęstość wydzieleń użytkowania gruntów (<i>PD</i>)
G.9	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów
G.10	zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (<i>IJI</i>) – dla wsi
G.11	średni spadek terenu
G.12	gęstość sieci cieków – dla wsi
G.13	gęstość sieci dróg na obszarze – dla wsi
G.14	wskaźnik kształtu (<i>SI</i>) – dla wsi
G.15	zagęszczenie gospodarstw – dla wsi
G.16	udział gruntów sektora publicznego – dla wsi
G.17	udział gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstw indywidualnych – dla wsi
G.19	rozdrobnienie gruntów
G.19	szachownica gruntów
G.20	rozłóg gruntów
Poziom wsi	
W.1	średnie zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwach
W.2	udział gruntów ornych
W.3	udział pastwisk
W.4	udział łąk
W.5	udział lasów
W.6	udział terenów zabudowanych
W.7	zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)
W.8	gęstość wydzieleń użytkowania gruntów (<i>PD</i>)
W.9	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów

Symbol	Wskaźnik lub cecha
W.10	zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (<i>IJI</i>)
W.11	średni spadek terenu
W.12	gęstość sieci cieków
W.13	gęstość sieci dróg
W.14	wskaźnik kształtu (<i>SI</i>)
W.15	zagęszczenie gospodarstw
W.16	udział gruntów sektora publicznego
W.17	udział gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstw indywidualnych
W.18	średnie rozdrobnienie gruntów
W.19	średnia szachownica gruntów
W.20	średni rozłóg gruntów

Tabela 31. Charakterystyka zmiennych wykorzystanych do budowy modelu

Poziom modelu	Zmienna objaśniana	Zmienne objaśniające
Działka ewidencyjna	D.13	D.1, D.2, D.3, D.4, D.5, D.6, D.7, D.8, D.9, D.10, D.11, D.12
	D.14	D.1, D.2, D.3, D.4, D.5, D.6, D.7, D.8, D.9, D.10, D.11, D.12, D.13
	D.15	D.1, D.2, D.3, D.4, D.5, D.6, D.7, D.8, D.9, D.10, D.11, D.12, D.13, D.14
Gospodarstwo	G.18	G.1, G.2, G.3, G.4, G.5, G.6, G.7, G.8, G.9, G.10, G.11, G.12, G.13, G.14, G.15, G.16, G.17
	G.19	G.1, G.2, G.3, G.4, G.5, G.6, G.7, G.8, G.9, G.10, G.11, G.12, G.13, G.14, G.15, G.16, G.17, G.18
	G.20	G.1, G.2, G.3, G.4, G.5, G.6, G.7, G.8, G.9, G.10, G.11, G.12, G.13, G.14, G.15, G.16, G.17, G.18, G.19
Wieś	W.18	W.1, W.2, W.3, W.4, W.5, W.6, W.7, W.8, W.9, W.10, W.11, W.12, W.13, W.14, W.15, W.16, W.17
	W.19	W.1, W.2, W.3, W.4, W.5, W.6, W.7, W.8, W.9, W.10, W.11, W.12, W.13, W.14, W.15, W.16, W.17, W.18
	W.20	W.1, W.2, W.3, W.4, W.5, W.6, W.7, W.8, W.9, W.10, W.11, W.12, W.13, W.14, W.15, W.16, W.17, W.18, W.19



Ryc. 21. Rankingi ważności predyktorów wykorzystanych do utworzenia drzewa regresyjnego dla zmiennych objaśnianych: A – D.13, B – D.14, C – D.15, D – G.18, E – G.19, F – G.20, G – W.18, H – W.19, I – W.20

Następnie dla każdej zmiennej objaśnianej wygenerowane zostało drzewo regresyjne. Na rycinie 21 przedstawiono wykresy słupkowe ważności predyktorów (zmiennych objaśniających) w budowaniu poszczególnych drzew. Warto zwrócić uwagę, iż niektóre zmienne oznaczone na wykresach jako ważne nie są wykorzystane w żadnym podziale w danym drzewie. Jest to spowodowane faktem, iż dla każdego węzła tworzony jest ranking ważności predyktorów, a ostateczny poziom ważności danego predyktora w całym drzewie obliczany jest jako suma ważności z poszczególnych węzłów. Może się więc zdarzyć tak, że określona zmienna w wielu węzłach jest na drugim miejscu pod względem ważności i w związku z tym nie jest traktowana jako zmienna podziału w tych węzłach,

jednak suma ważności dla całego drzewa będzie na wysokim poziomie. Tak więc niektóre wskaźniki i cechy podane w zestawieniu w podrozdziale 3.3 – mimo iż brały udział w analizach pozwalających na stworzenie modelu – nie będą wykorzystane na poziomie jego wdrożenia i stosowania. Niemniej jednak analiza wykresów ważności pozwala na określenie siły, z jaką poszczególne wskaźniki i cechy charakteryzujące uwarunkowania środowiskowe determinują pożądaną wartość wskaźników charakteryzujących przestrzenne zagospodarowanie obszarów wiejskich. Szczegółowo dla poszczególnych wskaźników wygląda to następująco:

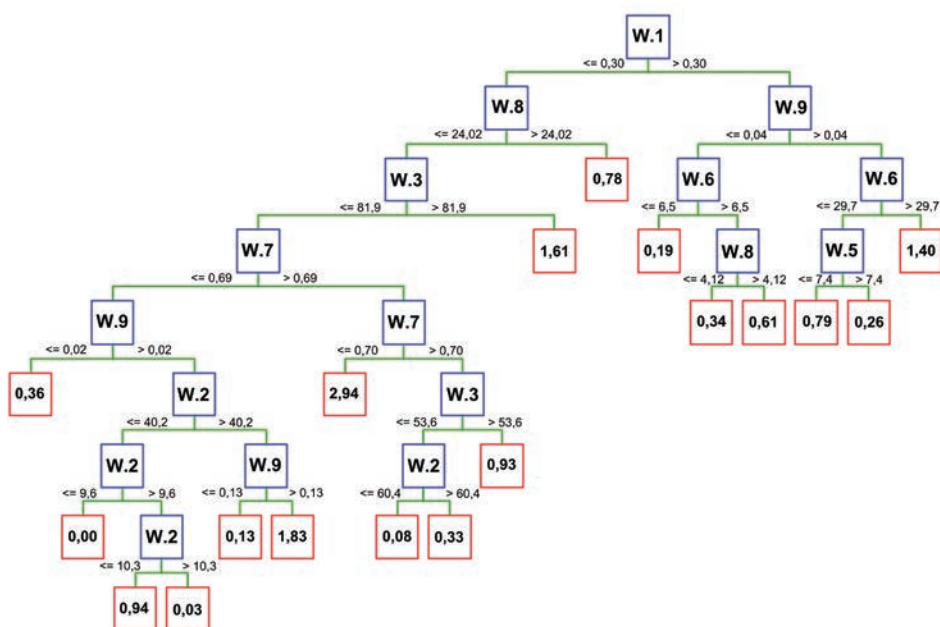
- na wartość wskaźnika kształtu działki (*SI*) dla poziomu działek ewidencyjnych najsilniej wpływają odpowiednio: udział gruntów ornych, udział terenów zabudowanych, gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów oraz przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej,
- na wartość udziału w całkowitej powierzchni gospodarstwa dla poziomu działek ewidencyjnych najsilniej wpływają odpowiednio: udział terenów zabudowanych, przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej, występowanie budynku mieszkalnego oraz średni spadek terenu,
- na wartość współczynnika odległości od centrum gospodarstwa dla poziomu działek ewidencyjnych najsilniej wpływają odpowiednio: udział terenów zabudowanych, występowanie budynku mieszkalnego oraz gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (*PD*),
- na wartość współczynnika rozdrobnienia gruntów dla poziomu gospodarstw najsilniej wpływają odpowiednio: gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (*PD*), gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów, średni spadek terenu oraz zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych,
- na wartość współczynnika szachownicy gruntów dla poziomu gospodarstw najsilniej wpływają odpowiednio: rozdrobnienie gruntów, zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych oraz udział gruntów ornych,
- na wartość współczynnika rozłogu gruntów dla poziomu gospodarstw najsilniej wpływają odpowiednio: szachownica gruntów, rozdrobnienie gruntów, zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych oraz udział gruntów ornych,
- na wartość współczynnika rozdrobnienia gruntów dla poziomu wsi najsilniej wpływają odpowiednio: gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (*PD*), gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów, średni spadek terenu, udział terenów zabudowanych oraz udział pastwisk,
- na wartość współczynnika szachownicy gruntów dla poziomu wsi najsilniej wpływają odpowiednio: zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych, rozdrobnienie gruntów oraz udział gruntów ornych;
- na wartość współczynnika rozłogu gruntów dla poziomu wsi najsilniej wpływają odpowiednio: szachownica gruntów, zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych, rozdrobnienie gruntów, udział gruntów ornych oraz udział terenów zabudowanych.

Powyższe konstatacje stanowią niejako wartość dodaną w ramach przeprowadzonych analiz i realizują jedną z podstawowych funkcji *data mining* – odkrywanie pewnych nowych, ukrytych w danych prawidłowości, które są nieintuicyjne i niewidoczne przy pobieżnej i prostej ich analizie. W związku z tym, iż zaobserwowano, że na poziomie działki ewidencyjnej wpływ zmiennych objaśnianych na siebie wzajemnie jest znikomy, hierarchiczne podejście do ich wyznaczania nie ma zastosowania.

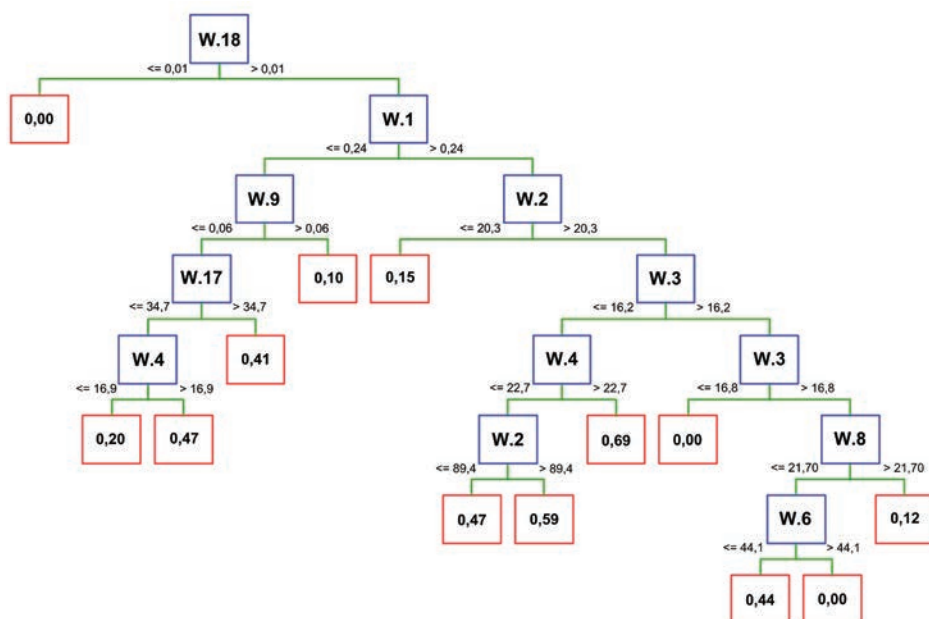
6.3. Model — drzewa decyzyjne

6.3.1. Opis modelu

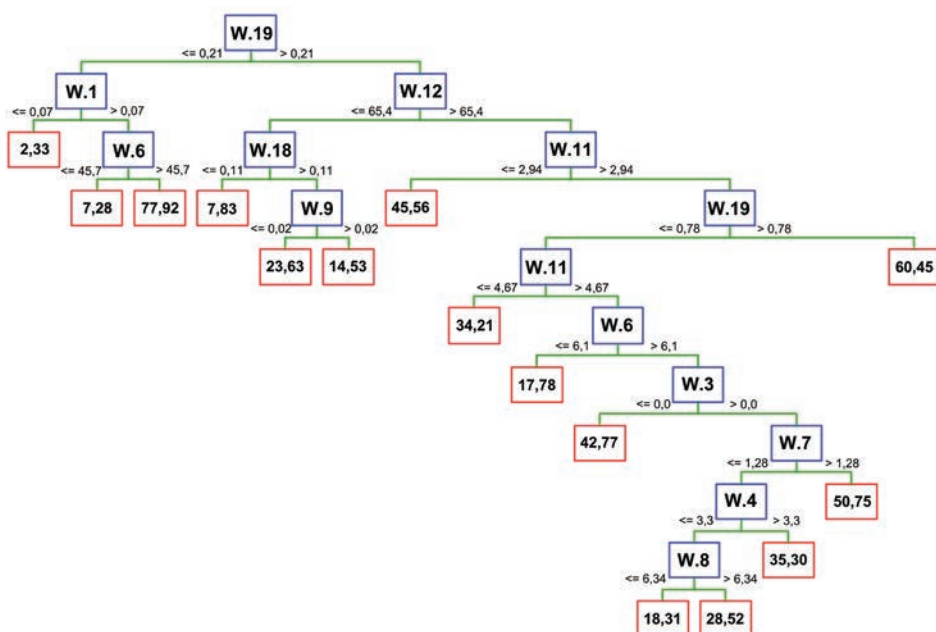
W punkcie 6.3.1 zaprezentowane zostały struktury drzew decyzyjnych dla każdej ze zmiennych objaśnianych dla poziomu wsi (ryc. 22–24), gospodarstwa (ryc. 25–27) oraz działki ewidencyjnej (ryc. 28–30). Opis każdego drzewa składa się z jego schematycznej ilustracji wraz z regułami podziału w każdym z węzłów pośrednich drzewa (kwadraty z niebieskim obramowaniem) oraz wartościami oczekiwanymi, jakie powinien przyjąć dany wskaźnik w liściach drzewa (kwadraty z czerwonym obramowaniem). Dodatkowo dla przykładowego drzewa (dla średniego wskaźnika rozdrobnienia gruntów dla wsi) w punkcie 6.3.2 zamieszczono szczegółowy opis wyjaśniający jego charakter i zasadę działania. Zasada ta jest analogiczna dla pozostałych drzew decyzyjnych.



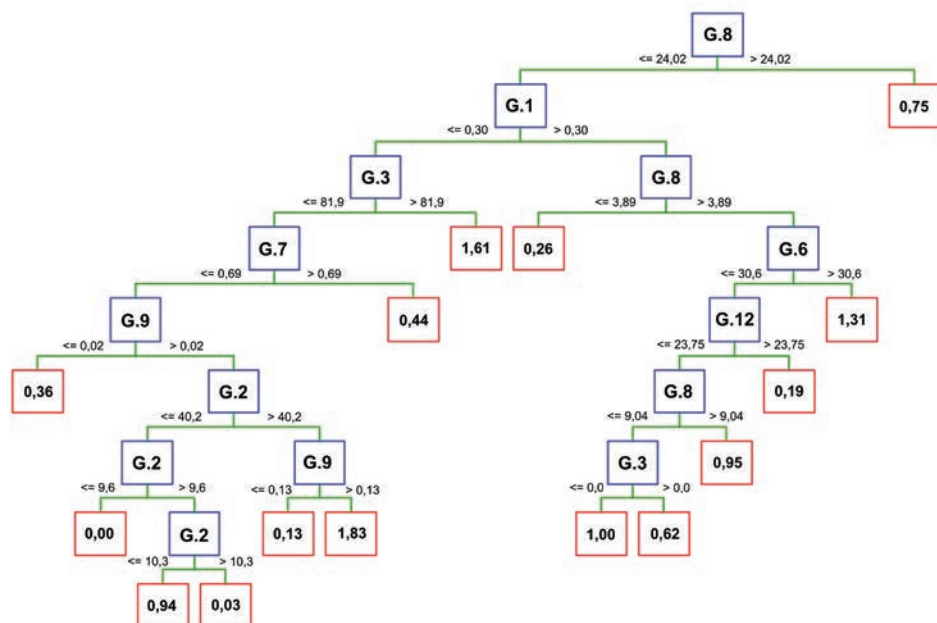
Ryc. 22. Drzewo decyzyjne dla średniego wskaźnika rozdrobnienia gruntów dla wsi



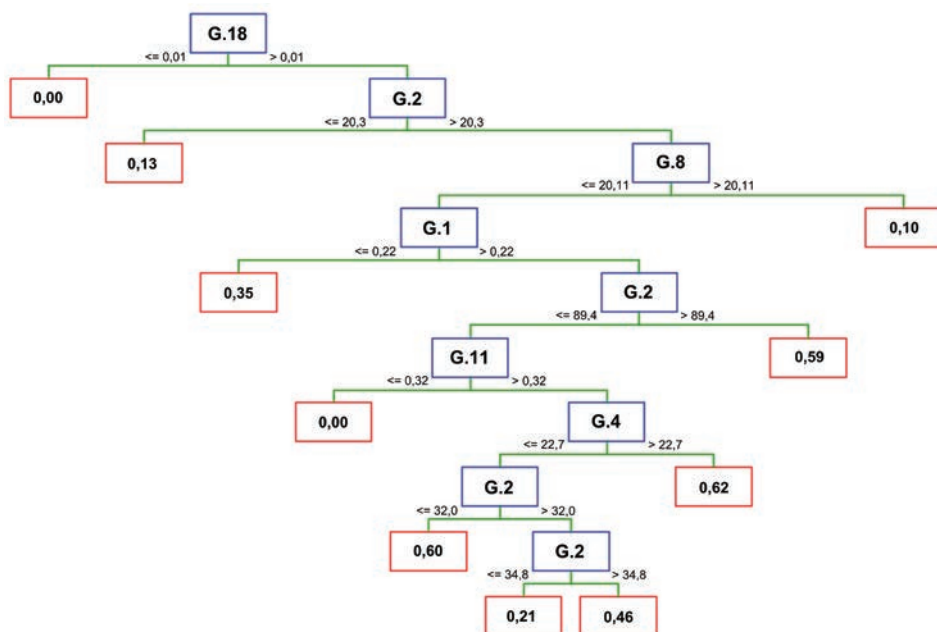
Ryc. 23. Drzewo decyzyjne dla średniego współczynnika szachownicy gruntów dla wsi



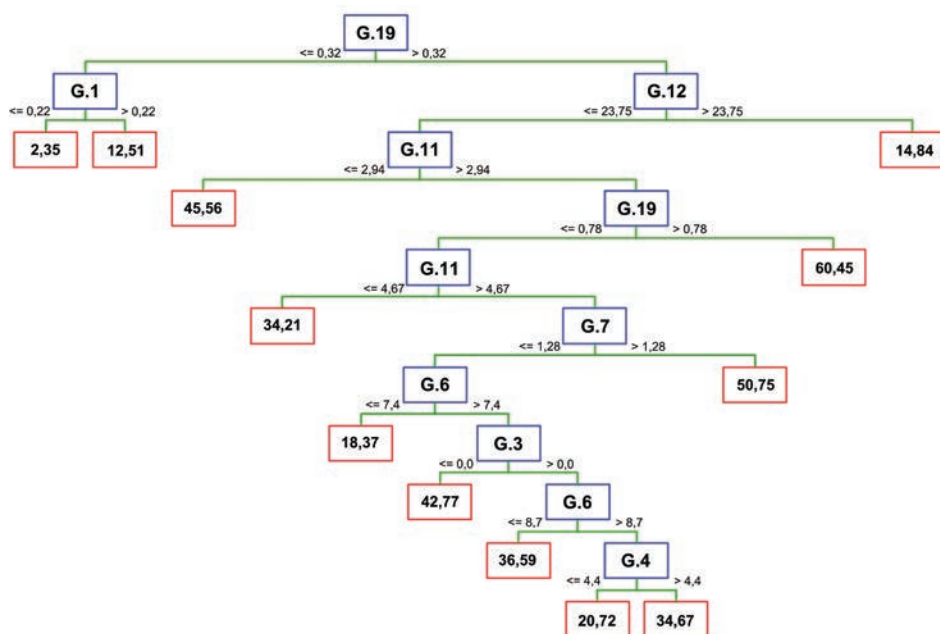
Ryc. 24. Drzewo decyzyjne dla średniego współczynnika rozłogu gruntów dla wsi



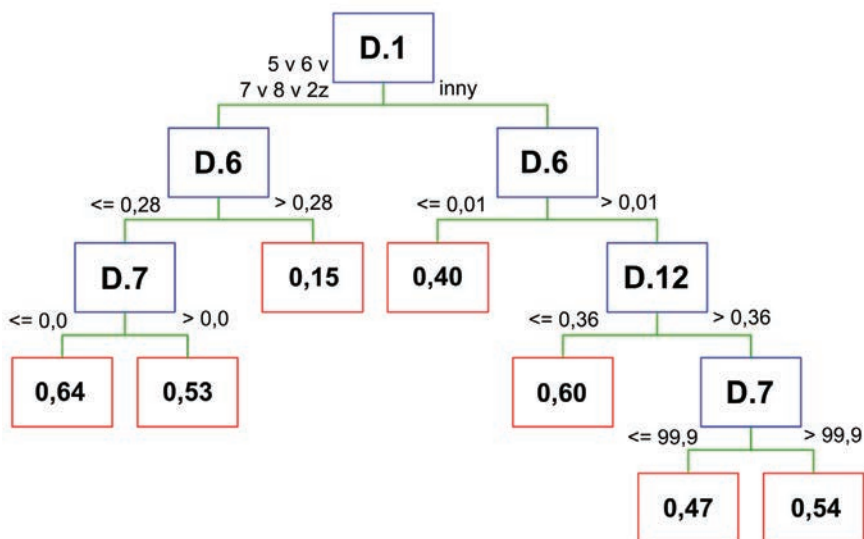
Ryc. 25. Drzewo decyzyjne dla wskaźnika rozdrobnienia gruntów dla gospodarstwa



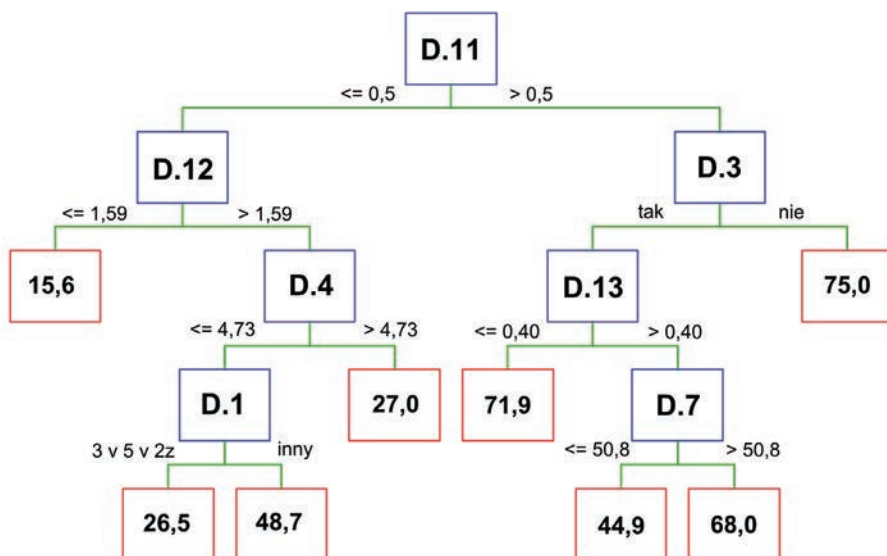
Ryc. 26. Drzewo decyzyjne dla współczynnika szachownicy gruntów dla gospodarstwa



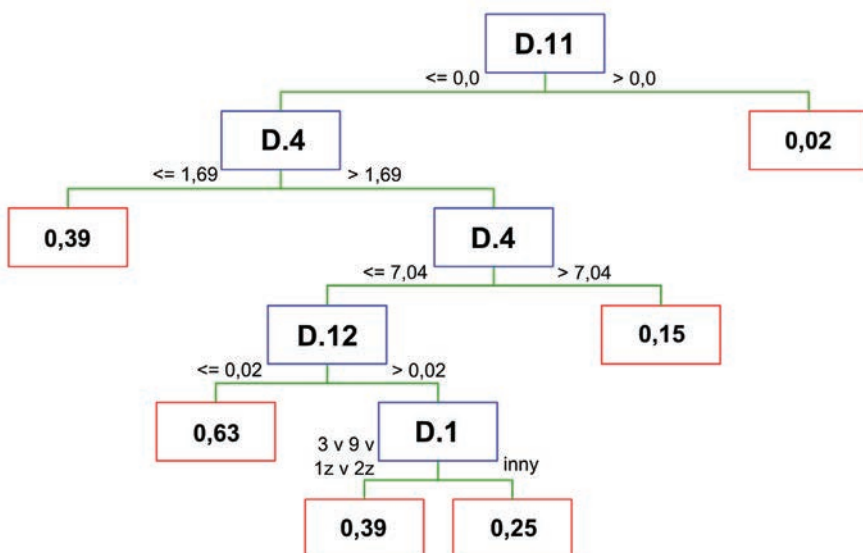
Ryc. 27. Drzewo decyzyjne dla współczynnika rozłogu gruntów dla gospodarstwa



Ryc. 28. Drzewo decyzyjne dla wskaźnika kształtu (SI) dla działki ewidencyjnej



Ryc. 29. Drzewo decyzyjne dla udziału w całkowitej powierzchni gospodarstwa dla działki ewidencyjnej



Ryc. 30. Drzewo decyzyjne dla współczynnika odległości od centrum gospodarstwa dla działki ewidencyjnej

Warto zauważyć, że dla każdego liścia we wszystkich drzewach podana jest oczekiwana wartość, jaką powinna przyjąć dana zmienna. Jako że cały model

oparty jest na analizach statystycznych, wartości oczekiwane należy traktować jako przybliżone. Na podstawie analizy różnic pomiędzy wartościami rzeczywistymi w zbiorze uczącym i wartościami oczekiwanymi (tzw. resztami) oraz wartości wariancji dla każdej zmiennej objaśnianej w ramach każdego poziomu modelu zdefiniowane zostały trzy klasy zgodności, odzwierciedlające stopień podobieństwa wartości rzeczywistych do wartości oczekiwanej: „korzystny”, „umiarkowany” i „niekorzystny”. Szczegółowe zestawienie przedziałów wartości różnic pomiędzy wartością obserwowaną i oczekiwaną, które definiują przynależność do odpowiedniej klasy dla każdego wskaźnika, zawiera tabela 32.

Tabela 32. Przynależność do klasy zgodności dla wartości wskaźników zagospodarowania

Poziom modelu	Wskaźnik	Przedziały wartości różnic pomiędzy wartością obserwowaną i oczekiwaną dla klas zgodności		
		korzystna	umiarkowana	niekorzystna
Wieś	średni rozłóg gruntów	< 1,60	1,60–8,00	> 8,00
	średnia szachownica gruntów	< 0,08	0,08–0,30	> 0,30
	średnie rozdrobnienie gruntów	< 0,06	0,06–0,25	> 0,25
Gospodarstwo	rozłóg gruntów	< 1,50	1,50–7,50	> 7,50
	szachownica gruntów	< 0,05	0,05–0,25	> 0,25
	rozdrobnienie gruntów	< 0,02	0,05–0,20	> 0,20
Działka ewidencyjna	współczynnik odległości od centrum gospodarstwa	< 0,20	0,20–0,50	> 0,50
	udział w całkowitej powierzchni gospodarstwa	> –25,0	–50,0 – –25,0	< –50,0
	kształt (<i>SI</i>)	< 0,15	0,15–0,30	> 0,30

Reasumując, częściami składowymi modelu są zarówno drzewa decyzyjne określające oczekiwane wartości poszczególnych wskaźników charakteryzujących przestrzenne zagospodarowanie terenów wiejskich, jak i tabela określająca ocenę różnic pomiędzy wartościami rzeczywistymi i wartościami otrzymanymi na podstawie drzew. Wykorzystując obie te części, można scharakteryzować wartości poszczególnych wskaźników dla danego obszaru w ramach trzech klas: „korzystna”, „umiarkowana” oraz „niekorzystna”.

W tabeli 33 przedstawiono dla każdego poziomu wykaz wskaźników, które są ostatecznie wykorzystywane w drzewach decyzyjnych na poziomie stosowania (z pominięciem wskaźników i cech wykorzystanych wyłącznie w procesie budowy modelu).

Tabela 33. Ostateczny wykaz wskaźników wykorzystywanych w modelu decyzyjnym

Wieś	Gospodarstwo	Działka ewidencyjna
Cechy i wskaźniki		
Warunki glebowo-rolnicze		
średnie zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwach	zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych	przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej
Użytkowanie gruntów		
udział gruntów ornych	udział gruntów ornych	udział gruntów ornych
udział pastwisk	udział pastwisk	
udział łąk	udział łąk	
udział lasów		
udział terenów zabudowanych	udział terenów zabudowanych	udział terenów zabudowanych
zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)	zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)	
gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)	gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)	gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)
gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów
Warunki fizjograficzne		
średni spadek terenu	średni spadek terenu	średni spadek terenu
gęstość sieci cieków	gęstość sieci cieków – dla wsi	
Cechy morfometryczne		
		wskaźnik kształtu (<i>SI</i>)
średnie rozdrobnienie gruntów w gospodarstwach	rozdrobnienie gruntów	
średnia szachownica gruntów w gospodarstwach	szachownica gruntów	
średni rozłóg gruntów w gospodarstwach	rozłóg gruntów	
		udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa
		współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa
Władanie gruntami		
udział gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstw indywidualnych		
Uwarunkowania infrastrukturalne		
		budynek gospodarczy

6.3.2. Wskazówki dotyczące stosowania drzew – przykłady

W celu wyjaśnienia opisano szczegółowo drzewo decyzyjne przedstawione na rycinie 22. Drzewo to służy do oceny średniego rozdrobnienia gruntów w gospodarstwach we wsi na podstawie wartości wskaźnika rozdrobnienia. Z drzewa należy korzystać poprzez realizowanie odpowiedniej, wyznaczonej przez wartości wskaźników ścieżki, rozpoczynając od najwyższego węzła, poprzez kolejne węzły, aż do liścia.

Poniżej przedstawiono przykładowy przebieg analizy decyzyjnej dla wsi Grabal w oparciu o wartości wskaźników zestawione w tabeli 34. W pierwszym węźle rozpatrywana jest zmienna $W.1$, a więc średnie zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwach. Dla wsi Grabal wartość tego wskaźnika wynosi $0,14$, natomiast wartość rozgraniczająca w tym węźle wynosi $0,30$. W związku z tym należy przejść w stronę węzła ze zmienną $W.8$, a więc gęstości wydzieleń użytkowania gruntów (PD). Dla tego węzła wartością rozgraniczającą jest $24,02$, a wartością tej zmiennej dla wsi Grabal jest $1,05$, należy więc przejść do węzła, gdzie rozpatrywaną zmienną jest zmienna $W.3$ (udział pastwisk). Dla analizowanej wsi wartość tego wskaźnika wynosi $26,3$, podczas gdy wartość graniczna wynosi $81,9$. Trzeba więc przejść do węzła ze zmienną $W.7$, którą jest zróżnicowanie entropii krajobrazu ($SHDI$). Wartość rozgraniczająca w tym węźle wynosi $0,69$, natomiast wartość tego wskaźnika dla wsi Grabal wynosi $1,61$. Należy w związku z tym udać się do węzła, w którym ponownie rozpatrywaną zmienną jest $W.7$, tym razem z wartością graniczną $0,70$. Jako że wartość tego wskaźnika dla wsi Grabal jest większa od wartości granicznej, trzeba przejść do węzła ze zmienną $W.3$ (udział pastwisk), dla której w tym węźle wartość rozgraniczająca wynosi $53,6$. Jako że wartość tego wskaźnika dla rozpatrywanego obszaru jest mniejsza od wartości granicznej ($26,3$), kolejnym węzłem jest węzeł z rozpatrywaną zmienną $W.2$, a więc udział gruntów ornych. Wartością graniczną w tym węźle jest $60,4$, podczas gdy dla wsi Grabal wartość udziału gruntów ornych wynosi $42,0$. W związku z tym – przechodząc do odpowiedniego liścia – otrzymuje się wartość $0,08$, która stanowi wynikającą z modelu wartość oczekiwaną dla wskaźnika średniego rozdrobnienia gruntów w gospodarstwach we wsi. Jest to niejako wartość wzorcowa przy zadanych uwarunkowaniach środowiskowych. Wartością rzeczywistą wskaźnika rozdrobnienia dla wsi Grabal jest $0,07$, a więc różnica pomiędzy wartością rzeczywistą a oczekiwaną wynosi minus $0,01$. Odnosząc tę różnicę do przedziałów przedstawionych w tabeli 32, można stwierdzić, że średnie rozdrobnienie gruntów we wsi Grabal jest korzystne przy takich uwarunkowaniach środowiskowych, jakie występują na obszarze tej wsi. Jest to oczywiście zrozumiałe, biorąc pod uwagę fakt, iż obszar ten był wykorzystany do utworzenia modelu jako obszar wzorcowy.

Tabela 34. Zestawienie wartości wszystkich wskaźników dla obszarów badawczych na poziomie wsi

Wskaźniki		Wartości wskaźników			
		Grabal	Krajów	Marysinek	Rudołowice
W.1	średnie zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwach	0,14	0,24	0,26	0,20
W.2	udział gruntów ornych	42,0	78,1	32,4	75,2
W.3	udział pastwisk	26,3	2,0	19,4	5,5
W.4	udział łąk	11,1	0,8	9,8	6,0
W.5	udział lasów	9,5	8,9	25,3	0,2
W.6	udział terenów zabudowanych	3,1	1,8	1,2	4,7
W.7	zróżnicowanie entropii krajobrazu (<i>SHDI</i>)	1,61	0,91	1,71	1,01
W.8	gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (<i>PD</i>)	1,05	0,27	1,00	0,86
W.9	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	0,03	0,01	0,03	0,02
W.11	średni spadek terenu	0,54	1,95	0,54	6,05
W.12	gęstość sieci cieków	37,62	25,59	29,41	21,91
W.17	udział gruntów sektora prywatnego niestanowiących gospodarstwa indywidualnych	9,09	9,07	52,42	50,27
W.18	średnie rozdrobnienie gruntów	0,07	0,27	0,14	0,39
W.19	średnia szachownica gruntów	0,19	0,20	0,40	0,23
W.20	średni rozłóg gruntów	6,62	8,65	12,26	15,24

W celu umożliwienia czytelnikowi analizy każdego drzewa decyzyjnego na konkretnym przypadku w tabelach 35–36 przedstawiono wartości odpowiednio dla przykładowych gospodarstw (tabela 35) i przykładowych działek ewidencyjnych (tabela 36). Na obu poziomach wybrano po cztery obiekty – po jednym z każdego obszaru badawczego.

Tabela 35. Zestawienie wartości wszystkich wskaźników dla obszarów badawczych na poziomie gospodarstw

Wskaźniki		Wartości wskaźników			
		Grabal	Krajów	Marysinek	Rudołowice
G.1	zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych w gospodarstwie	0,60	0,36	0,43	0,50
G.2	udział gruntów ornych	48,1	96,1	11,0	44,0
G.3	udział pastwisk	26,9	2,2	26,8	10,4
G.4	udział łąk	0,0	0,0	9,3	0,0
G.6	udział terenów zabudowanych	1,9	0,2	3,7	20,8
G.7	zróżnicowanie entropii krajobrazu (SHDI)	0,02	0,24	0,13	0,36
G.8	gęstość wydzieleń użytkowania gruntów (PD)	10,34	0,10	2,49	15,08
G.9	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	0,04	0,01	0,04	0,08
G.11	średni spadek terenu	0,36	0,66	0,57	8,55
G.12	gęstość sieci cieków – dla wsi	37,62	25,59	29,41	21,91
G.18	rozdrobienie gruntów	0,15	0,02	0,22	0,78
G.19	szachownica gruntów	0,60	0,36	0,29	0,50
G.20	rozłóg gruntów	13,14	9,24	9,68	15,04

Tabela 36. Zestawienie wartości wszystkich wskaźników dla obszarów badawczych na poziomie działek ewidencyjnych

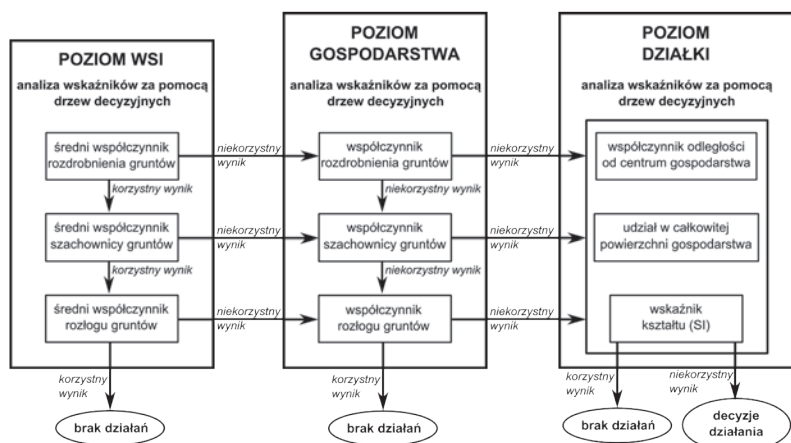
Wskaźniki		Wartości wskaźników			
		Grabal	Krajów	Marysinek	Rudołowice
D.1	przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej	3z	2	7	1
D.3	budynek gospodarczy	tak	nie	nie	nie
D.4	gęstość wydzieleń użytkowania gruntów (PD)	1,64	0,60	0,84	0,39
D.6	gęstość granic pomiędzy wydzieleniami użytkowania gruntów	0,03	0,01	0,00	0,01
D.7	udział gruntów ornych	51,8	63,5	88,0	100,0
D.11	udział terenów zabudowanych	2,9	0,0	0,0	0,0

Wskaźniki		Wartości wskaźników			
		Grabal	Krajów	Marysinek	Rudołowice
D.12	średni spadek terenu	0,54	0,86	0,78	5,86
D.13	wskaźnik kształtu (<i>SI</i>)	0,50	0,53	0,41	0,77
D.14	udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa	98,5	31,9	19,5	21,0
D.15	współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa	0,05	0,11	0,26	0,68

6.4. Wdrożenie modelu

6.4.1. Założenia do wdrożenia modelu

Model powinien być stosowany według koncepcji przedstawionej w podrozdziale 6.1. Zgodnie z tą koncepcją, określając stan zagospodarowania terenu na danym obszarze, należy najpierw przeprowadzić analizę na poziomie wsi. Analiza ta dokonuje się poprzez „przejsięcie” określonej przez wartości poszczególnych wskaźników i cech charakteryzujących środowiskowe uwarunkowania ścieżki w odpowiednim drzewie decyzyjnym. Jeśli dla któregośkolwiek wskaźnika wyniki będą zawierały się w „niekorzystnej” klasie zgodności, należy powtórzyć omówiony proces, rozpoczynając od problematycznego wskaźnika dla obiektów odpowiadających niższemu poziomowi, a więc poziomowi gospodarstw. Dla tych gospodarstw, dla których wartości poszczególnych wskaźników będą się zawierały w „niekorzystnej” klasie zgodności, należy sprawdzić wszystkie trzy wskaźniki (bez podziału hierarchicznego) dla wszystkich działek wchodzących w skład tych gospodarstw. Schemat postępowania w postaci szczegółowej pokazany jest na rycinie 31.



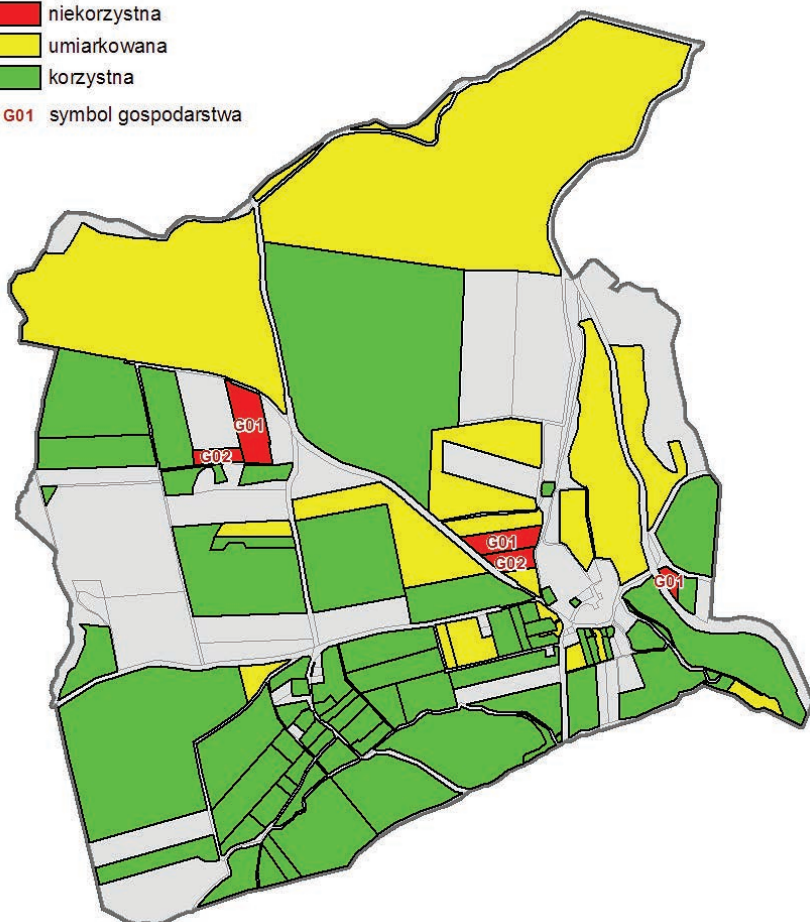
Ryc. 31. Szczegółowy schemat modelu analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich

6.4.2. Wizualizacja wyników

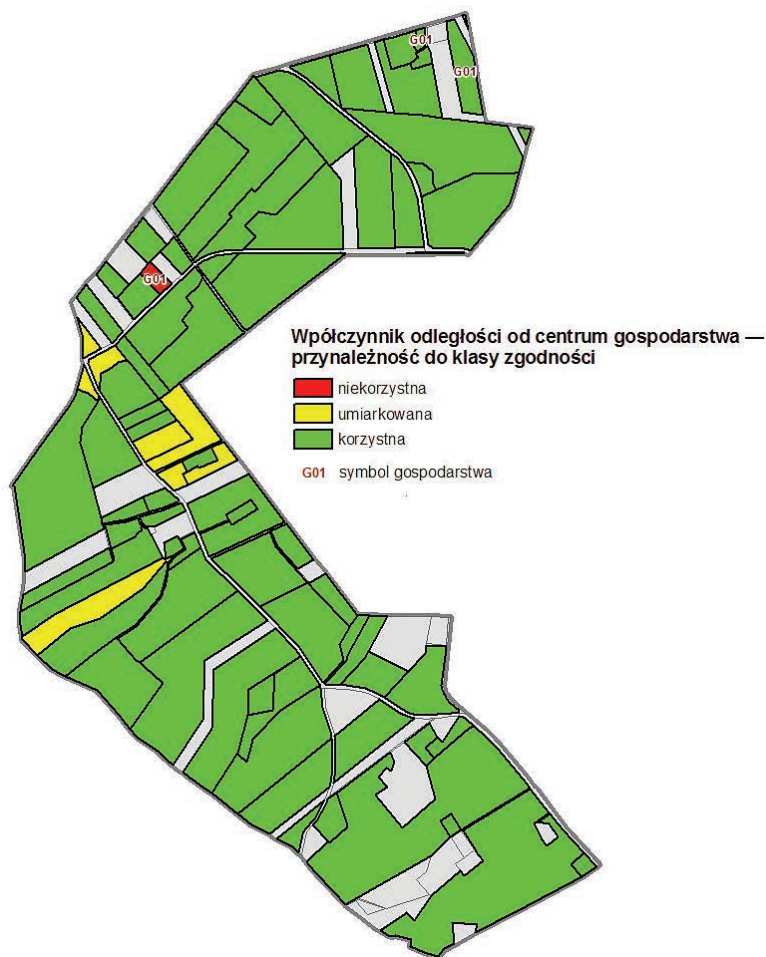
Koncepcja modelu zakłada również, iż na każdym poziomie modelu poszczególne wskaźniki prezentowane są za pomocą map tematycznych. Prezentacja taka powinna zawierać – dla obiektów na analizowanym poziomie, a więc wsi, gospodarstw bądź działek – dany wskaźnik charakteryzujący zagospodarowanie przestrzenne obszarów wiejskich w kontekście jego przynależności do klasy zgodności, czyli odpowiedniego przedziału wartości dla różnicy pomiędzy wartością rzeczywistą a wynikającą z modelu. Proponowany sposób wizualizacji umożliwi pokazanie przestrzennego rozmieszczenia obiektów, dla których wartość danego wskaźnika scharakteryzowana jest jako „niekorzystna”, czyli najbardziej odbiegająca od modelu. Przykładowe prezentacje pokazane są na rycinach 32 i 33.

Rozłóg gruntów — przynależność do klasy zgodności

- niekorzystna
- umiarkowana
- korzystna
- G01 symbol gospodarstwa



Ryc. 32. Przykładowa wizualizacja klas zgodności dla współczynnika rozłogu dla poziomu gospodarstw we wsi Krajów



Ryc. 33. Przykładowa wizualizacja klas zgodności dla współczynnika odległości od centrum gospodarstwa dla poziomu działki ewidencyjnej we wsi Grabal

Do wizualizacji poszczególnych zjawisk proponuje się wykorzystać metodę chorochromatyczną (Ratajski, 1989), w której jednostkami odniesienia są gospodarstwa (ryc. 32) lub działki ewidencyjne (ryc. 33) na obszarze wsi. Każdej jednostce odniesienia należy przypisać kolor odpowiadający klasie zgodności, do której dana jednostka należy (np. klasa „niekorzystna” – czerwony, klasa „umiarkowana” – żółty, klasa „korzystna” – zielony). Jednostki nieuwzględniane w analizie (działki sektora publicznego oraz te, które nie stanowią gospodarstw indywidualnych) należy oznaczyć jako tło w taki sposób, aby nie zakłócały percepcji mapy, np. kolorem jasnoszarym. Dodatkowo, w przypadku zjawisk dotyczących gospodarstw, wszystkim obiektom, które sklasyfikowano jako „niekorzystne” w rozpatrywanym aspekcie, proponuje się przypisać etykiety z nazwą, aby ułatwić identyfikację poszczególnych części gospodarstwa gdy więcej niż

jedno zostanie sklasyfikowane jako „niekorzystne” (ryc. 32). W przypadku zjawisk odnoszących się do działek ewidencyjnych etykietami z nazwą gospodarstwa należy oznaczyć wszystkie działki gospodarstw, w których choć jedna z nich została sklasyfikowana jako „niekorzystna” w rozpatrywanym aspekcie, w celu umożliwienia analizy poszczególnych działek w kontekście całego gospodarstwa (ryc. 33).

Świat rzeczywisty jest na tyle złożony i skomplikowany, że jakkolwiek model go opisujący musi siłą rzeczy być pewnym uproszczeniem. Również model opisany powyżej z pewnością nie uwzględnia wszystkich czynników i aspektów, które mogą mieć wpływ na przestrzenne zagospodarowanie obszarów wiejskich. Dlatego też należy wykorzystywać wszelkie dostępne informacje uzupełniające. W ramach metodyki dotyczącej stosowania modelu na podstawę, którą stanowi przygotowana w omówiony wyżej sposób prezentacja kartograficzna wybranych wskaźników, można niejako „nakładać” nieuwzględnione w modelu informacje w formie danych przestrzennych, takie jak np. przebiegi rozmaitych sieci uzbrojenia terenu (napowietrznych linii energetycznych, sieci gazowej etc.), miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego czy lokalizację obiektów i obszarów ochrony przyrody bądź dziedzictwa historycznego. Dzięki temu w sposób przestrzenny mogą zostać zidentyfikowane pewne obiektywne uwarunkowania i czynniki determinujące daną wartość określonych wskaźników zagospodarowania obszarów wiejskich.

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Celem opracowania było przedstawienie metodyki wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich, ze szczególnym uwzględnieniem procesu jej opracowania. Zaproponowana metodyka składa się z czterech czynników. Pierwszym z nich jest zestaw wskaźników i cech, które w sposób ilościowy opisują uwarunkowania środowiskowe (warunki fizjograficzne, infrastrukturalne etc.) oraz zagospodarowanie obszarów wiejskich (rozmieszczenie, wzajemny układ przestrzenny oraz morfometryczne cechy działek ewidencyjnych i gospodarstw na terenie wsi). Drugi czynnik stanowią procedury i algorytmy służące do wyznaczania wartości wskaźników i cech. Trzecim czynnikiem jest model określający relacje między uwarunkowaniami środowiskowymi a zagospodarowaniem obszarów wiejskich. Model ten oparty jest na wspomnianych wskaźnikach i cechach. Ostatnim czynnikiem metodyki wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich jest sposób tworzenia map tematycznych, które w intuicyjny sposób pokazują rozmieszczenie i układ przestrzenny wybranych czynników charakteryzujących zagospodarowanie, ułatwiając dzięki temu dalsze analizy i wspierając proces podejmowania decyzji.

Przedstawiona metodyka pozwala na ocenę stanu zagospodarowania obszarów wiejskich, w kontekście występujących na ocenianym terenie uwarunkowań

środowiskowych. Zasady oceny określone są przez model definiujący zależności pomiędzy parametrami charakteryzującymi optymalne zagospodarowanie a reprezentowanymi przez wiele wskaźników i cech uwarunkowaniami środowiskowymi. Model ten opracowany został na podstawie analiz statystycznych należących do technik eksploracji danych (ang. *data mining*) w postaci drzew regresyjnych. Analizy zostały przeprowadzone na podstawie zbioru uczącego wygenerowanego na podstawie danych z obszarów badawczych stanowiących cztery wsie, w których przeprowadzono w ostatnich latach scalenia gruntów. Dlatego też przyjęto te obszary jako wzorcowe, charakteryzujące się optymalnym stanem zagospodarowania. Część z zaproponowanych wskaźników okazała się nieistotna i w efekcie nie została uwzględniona w ostatecznym modelu. Ostateczny wykaz wskaźników obejmuje:

- dwa wskaźniki charakteryzujące warunki glebowo-rolnicze (jeden dla poziomu wsi i gospodarstwa oraz jeden dla poziomu działki),
- osiem wskaźników dotyczących użytkowania gruntów (wszystkie osiem dla poziomu wsi, siedem dla poziomu gospodarstwa oraz cztery dla poziomu działki),
- dwa wskaźniki opisujące warunki fizjograficzne (oba dla poziomu wsi i gospodarstwa oraz jeden z nich dla poziomu działki),
- pięć wskaźników charakteryzujących cechy morfometryczne (po trzy dla poziomu wsi i gospodarstwa oraz dwa dla poziomu działki),
- jeden wskaźnik dotyczący władania gruntami (tylko dla poziomu wsi),
- jeden wskaźnik opisujący uwarunkowania infrastrukturalne (tylko dla poziomu działki).

Dodatkowo w ramach proponowanej metodyki przedstawiono sposób tworzenia map tematycznych ilustrujących wybrane czynniki. Wizualizacja taka może stanowić podstawę do dalszych analiz i wnieść istotny wkład w proces podejmowania decyzji w zakresie prac urządzeniowo-rolnych.

Nie bez znaczenia jest fakt, iż proponowana metoda może być w intuicyjny sposób zaimplementowana niezależnie od środowiska sprzętowego i oprogramowania. Może być więc wykorzystywana również przez użytkowników niebędących specjalistami w dziedzinie zaawansowanych analiz statystycznych. Metody eksploracji danych zostały bowiem wykorzystane jedynie do samego opracowania modelu zależności. Jednakże wyznaczenie wartości poszczególnych wskaźników stanowiących niejako „wsad” do modelu wymaga pewnej wiedzy i umiejętności praktycznych w dziedzinie GIS i modelowania kartograficznego.

Zaproponowany model z pewnością nie wyczerpuje całego bogactwa i złożoności otaczającej nas rzeczywistości. Niewątpliwie wiele czynników charakteryzujących uwarunkowania środowiskowe, a mających wpływ na zagospodarowanie obszarów wiejskich, nie zostało wziętych pod uwagę. Należy również zaznaczyć, iż proponowana metoda opiera się na podejściu statystycznym, a więc ze swej natury pozostawia pewien margines niepewności. W związku z powyższymi spostrzeżeniami wyniki uzyskane dzięki wykorzystaniu opisanej metody

analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich nie powinny być traktowane jako bezwzględny wyznacznik ewentualnych działań, które należy podjąć, lecz raczej jako pewna pomoc i punkt wyjścia do dalszych analiz.

Co istotne, przedstawiona metoda ma potencjał modyfikacji, dzięki której możliwe będzie uzyskiwanie dokładniejszych wyników. Z jednej strony udoskonalić można sam model zależności poprzez zwiększenie liczności zbioru uczącego o dane z innych obszarów. Uzyskane w ten sposób drzewa decyzyjne mogłyby być bardziej wiarygodne i reprezentatywne w skali całego kraju. Z drugiej zaś strony rozważyć by można rozszerzenie listy wskaźników i cech charakteryzujących uwarunkowania środowiskowe tak, aby jak najpełniej modelować rzeczywisty wpływ środowiska na zagospodarowanie obszarów wiejskich. Należałoby jednak zachować ostrożność, aby zanadto nie skomplikować modelu, utrudniając lub wręcz uniemożliwiając tym samym jego implementację w praktyce.

Autorzy opracowania wskazują na wiele oryginalnych rozwiązań metodycznych. Wskaźniki o charakterze autorskim dotyczą zarówno uwarunkowań środowiskowych (wskaźnik zróżnicowania warunków glebowo-rolniczych), jak i zagospodarowania obszarów wiejskich (wskaźnik szachownicy gruntów, współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa). Przeprowadzone analizy statystyczne wykazały, że zaproponowane innowacyjne rozwiązania mają istotne znaczenie dla rozpatrywanego problemu, w związku z czym wchodzi w skład ostatecznego modelu zależności w postaci drzew decyzyjnych. Proponowane rozwiązania metodyczne mogą być zastosowane nie tylko do oceny środowiskowych aspektów obszarów wiejskich, ale mogą być również adaptowane i wykorzystywane w rozmaitych pracach badawczych oraz opracowaniach eksperckich odnoszących się do badań zjawisk czy procesów, których celem jest interpretacja struktury przestrzennej.

Ważnym elementem metodyki są opracowane rankingi siły oddziaływania poszczególnych czynników definiujących uwarunkowania środowiskowe na odpowiednie parametry charakteryzujące stan zagospodarowania obszarów wiejskich. Pozwala to na pełniejszą ocenę aktualnych warunków zagospodarowania obszarów wiejskich.

Ponadto przyjęte w metodyce założenia pozwalają na integrację danych pochodzących z różnych źródeł i prowadzenie analiz w odniesieniu do gospodarstwa i wsi.

Zaproponowana wskaźnikowa metoda analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich umożliwia przeprowadzanie badań, które mają na celu określenie specyfiki obszarów wiejskich oraz zdefiniowanie prawidłowości w występowaniu procesów mających znaczenie dla racjonalnego wykorzystania i kształtowania obszarów wiejskich oraz sprecyzowania kierunków ich rozwoju.

WYKAZ TABEL

Tabela 1. Obszary wiejskie w Polsce według różnych kryteriów wyodrębniania.	12
Tabela 2. Wykaz wskaźników i cech przyjętych do wieloczynnikowej analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich	17
Tabela 3. Definicja wskaźnika/cechy: przeważający typ kompleksu przydatności rolniczej.....	20
Tabela 4. Definicja wskaźnika/cechy: zróżnicowanie warunków glebowo-rolniczych	21
Tabela 5. Definicja wskaźnika/cechy: udział gruntów ornych.....	22
Tabela 6. Definicja wskaźnika/cechy: udział pastwisk	22
Tabela 7. Definicja wskaźnika/cechy: udział łąk	23
Tabela 8. Definicja wskaźnika/cechy: udział lasów.	23
Tabela 9. Definicja wskaźnika/cechy: udział terenów zabudowanych.	23
Tabela 10. Definicja wskaźnika/cechy: zróżnicowanie entropii krajobrazu (SHDI).....	24
Tabela 11. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość wydzieleni użytkowania gruntów (PD)	25
Tabela 12. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość wydzieleni użytkowania gruntów.....	25
Tabela 13. Definicja wskaźnika/cechy: zróżnicowanie granic użytkowania gruntów (IJI).	26
Tabela 14. Definicja wskaźnika/cechy: średni spadek terenu.	27
Tabela 15. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość sieci cieków.	27
Tabela 16. Definicja wskaźnika/cechy: wskaźnik kształtu (SI).	29
Tabela 17. Definicja wskaźnika/cechy: rozdrobnienie gruntów.....	30
Tabela 18. Definicja wskaźnika/cechy: szachownica gruntów.	31
Tabela 19. Definicja wskaźnika/cechy: rozłóg gruntów	32
Tabela 20. Definicja wskaźnika/cechy: udział działki w całkowitej powierzchni gospodarstwa.	34
Tabela 21. Definicja wskaźnika/cechy: współczynnik odległości działki od centrum gospodarstwa.	34
Tabela 22. Definicja wskaźnika/cechy: zagęszczenie gospodarstw.	35
Tabela 23. Definicja wskaźnika/cechy: udział gruntów sektora publicznego.	36
Tabela 24. Definicja wskaźnika/cechy: udział gruntów sektora prywatnego nie stanowiących gospodarstw indywidualnych.	36
Tabela 25. Definicja wskaźnika/cechy: gęstość sieci dróg.	37
Tabela 26. Definicja wskaźnika/cechy: budynek mieszkalny.	37
Tabela 27. Definicja wskaźnika/cechy: budynek gospodarczy.	37

Tabela 28. Ogólna charakterystyka obszaru badań.....	40
Tabela 29. Struktura użytkowania gruntów na obszarach badawczych....	43
Tabela 30. Zestawienie wskaźników i cech wraz z przypisanym symbolem dla wszystkich poziomów modelu.....	53
Tabela 31. Charakterystyka zmiennych wykorzystanych do budowy modelu.....	55
Tabela 32. Przynależność do klasy zgodności dla wartości wskaźników zagospodarowania.	63
Tabela 33. Ostateczny wykaz wskaźników wykorzystywanych w modelu decyzyjnym.....	64
Tabela 34. Zestawienie wartości wszystkich wskaźników dla obszarów badawczych na poziomie wsi.	66
Tabela 35. Zestawienie wartości wszystkich wskaźników dla obszarów badawczych na poziomie gospodarstw.....	67
Tabela 36. Zestawienie wartości wszystkich wskaźników dla obszarów badawczych na poziomie działek ewidencyjnych.	67

WYKAZ RYCIN

Ryc. 1. Przykłady gospodarstw o dużym i małym zróżnicowaniu warunków glebowo-rolniczych.	21
Ryc. 2. Przykład działki ewidencyjnej z udziałami różnych form użytkowania gruntów.....	24
Ryc. 3. Przykłady działek ewidencyjnych o dużym i małym zróżnicowaniu entropii krajobrazu.....	25
Ryc. 4. Przykłady działek ewidencyjnych o niekorzystnymi korzystnym kształcie.	30
Ryc. 5. Przykłady gospodarstw o dużym i małym rozdrobnieniu gruntów.	31
Ryc. 6. Przykłady gospodarstw o dużej i małej szachownicy gruntów. ...	32
Ryc. 7. Przykłady gospodarstw o dużym i małym rozłogu gruntów.	33
Ryc. 8. Przykład gospodarstwa z działkami o dużym, średnim i małym udziale w całkowitej jego powierzchni.	34
Ryc. 9. Przykład gospodarstwa z działkami o zróżnicowanym współczynniku odległości od centrum.	35
Ryc. 10. Lokalizacja obszaru badań.....	38
Ryc. 11. Granice obszarów badawczych wraz z układem działek ewidencyjnych na tle ortofotomapy.....	39
Ryc. 12. Powierzchniowy zakres gospodarstw indywidualnych na obszarach badawczych.....	41
Ryc. 13. Udział kompleksów przydatności rolniczej na obszarach badawczych	42
Ryc. 14. Użytkowanie gruntów na obszarach badawczych	42
Ryc. 15. Granica między gruntami rolnymi i leśnymi we wsi Marysinek.	44
Ryc. 16. Pojęciowy model danych wykorzystanych do analizy.	46

Ryc. 17. Zasada przecięcia dwóch zbiorów danych przestrzennych.	47
Ryc. 18. Analiza dostępności – najkrótsza droga z działki ewidencyjnej do centrum gospodarstwa.	48
Ryc. 19. Analizy przestrzenno-atrybutowe – przykład	49
Ryc. 20. Poglądowy schemat modelu analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich.	51
Ryc. 21. Rankingi ważności predyktorów wykorzystanych do utworzenia drzewa regresyjnego dla zmiennych objaśnianych.	56
Ryc. 22. Drzewo decyzyjne dla średniego wskaźnika rozdrobnienia gruntów dla wsi.	58
Ryc. 23. Drzewo decyzyjne dla średniego współczynnika szachownicy gruntów dla wsi.	59
Ryc. 24. Drzewo decyzyjne dla średniego współczynnika rozłogu gruntów dla wsi.	59
Ryc. 25. Drzewo decyzyjne dla wskaźnika rozdrobnienia gruntów dla gospodarstwa.	60
Ryc. 26. Drzewo decyzyjne dla współczynnika szachownicy gruntów dla gospodarstwa.	60
Ryc. 27. Drzewo decyzyjne dla współczynnika rozłogu gruntów dla gospodarstwa.	61
Ryc. 28. Drzewo decyzyjne dla wskaźnika kształtu (<i>SI</i>) dla działki ewidencyjnej.	61
Ryc. 29. Drzewo decyzyjne dla udziału w całkowitej powierzchni gospodarstwa dla działki ewidencyjnej.	62
Ryc. 30. Drzewo decyzyjne dla współczynnika odległości od centrum gospodarstwa dla działki ewidencyjnej.	62
Ryc. 31. Szczegółowy schemat modelu analizy środowiskowych uwarunkowań zagospodarowania obszarów wiejskich.	68
Ryc. 32. Przykładowa wizualizacja klas zgodności dla współczynnika rozłogu dla poziomu gospodarstw we wsi Krajów.	69
Ryc. 33. Przykładowa wizualizacja klas zgodności dla współczynnika odległości od centrum gospodarstwa dla poziomu działki ewidencyjnej we wsi Grabal.	70

LITERATURA

- Akińcza M., Malina R., 2007, *Geodezyjne urządzenie terenów rolnych – wykłady i ćwiczenia*, Skrypt UP, nr 516, Wrocław, 216 s.
- Aslan T., Gundogdu K., Arici I., 2007, *Some metric indices for the assessment of land consolidation projects*, Pakistan Journal of Biological Science, vol. 10, S. 1390–1397.
- Bański J., 2006, *Geografia polskiej wsi*, Warszawa, PWE, 218 s.
- Bański J., 2007, *Przyrodnicze uwarunkowania gospodarki rolnej w Polsce*, Przyrodnicze uwarunkowania rozwoju obszarów wiejskich, Studia Obszarów Wiejskich, IGiPZK, T. 12. s. 13–18.
- Bielecka E., 2003, *Metoda wyznaczania obszarów o niekorzystnych warunkach dla gospodarki rolnej z wykorzystaniem systemu informacji przestrzennej*, Seria Monograficzna nr 5, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J., 2000, *OMG Unified Modeling Language Specification*, version 1.3.
- Breiman L., Friedman J. H., Olshen R. A., Stone C. J., 1984, *Classification and Regression Trees*, Chapman & Hall (Wadsworth, Inc.), New York.
- Cloke P., Doel M., Matless D., Thrift N., Phillips M., 1994, *Writing the Rural: Five Cultural Geographies*, London, 264 s.
- Czarnecki A., 2009, *Rola urbanizacji w wielofunkcyjnym rozwoju obszarów wiejskich*, Warszawa, IRWiR PAN, 232 s.
- Czudac A., 2009, *Ekonomiczne uwarunkowania rolnictwa wielofunkcyjnego*, Prace Naukowe Wyd. Ekonomii Uniwersytetu Rzeszowskiego, Seria: Monografie i Opracowania, nr 6, Rzeszów, 191 s.
- DeGroot R. S., 1986, *A Functional Ecosystem Evaluation Method as a Tool in Environmental Planning and Decision-Making*, Nature Conservation Department, Wageningen Agriculture University, Wageningen, Netherlands.
- Doroszewski W. (red.), *Słownik języka polskiego*, wydanie internetowe, wydawnictwo PWN, źródło: <http://doroszewski.pwn.pl>
- Duczkowska-Małysz K., 1998, *Rolnictwo – wieś – państwo*, Warszawa, PWN, 220 s.
- Dudzińska M., 2001, *Czynniki oceniające rolniczą przestrzeń produkcyjną*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 1, s. 173–185.
- Dudzińska M., 2012, *Szachownica gruntów rolnych jako czynnik kształtujący przestrzeń wiejską*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 2012/02, PAN Oddział w Krakowie, s.45–56.
- Dzikowska T., 2007, *Zmiany w organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej jako efekt kompleksowej przebudowy wsi*, Acta Sci. Pol. Administratio Locorum 6 (1), s. 35–45.
- Eden G., Kayadjanian M., Vidal C., 2000, *Quantifying Landscape Structure: spatial and temporal dimension*. [w:] From Land Cover To Landscape

- Diversity In The European Union. Dostęp online: <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape>
- European Commission (EC), 2004, *Proposal for a Council Regulation on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD)*.
- Europejska Karta Obszarów Wiejskich, 1997, *Problemy Integracji Rolnictwa*, nr 1, Warszawa, s. 43–62.
- Everitt B. S., 2002, *Cambridge Dictionary of Statistics*, Cambridge University Press.
- Fatyga J., Górecki A., 2001, *Kształtowanie granicy rolno-leśnej i darniowo-polowej w Sudetach*. Wydawnictwo IMUZ, 322, Falenty.
- Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P., 1996, From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases, *AI magazine*, vol. 17, no 3, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, s. 37–54.
- Gąsiorowski J., 2008, *Analytical tools for Business Intelligence in spatial databases*, *Annals of Geomatics*, vol VI, no 1, s. 81–90.
- Gąsiorowski J., Poławski Z. F., 2014, *Land use structure as the basis for indicators determining spatial development of the environment*, *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 23, no. 3, s. 433–438.
- Gąsiorowski J., Bielecka E., 2014, *Land fragmentation analysis using morphometric parameters*, *Proceedings of the International Conference “Environmental Engineering*, Vilnius, May 2014, w druku.
- Haines-Young R., Copping M., 1996, *Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes*, *Progress in Physical Geography* 20, s. 418–445.
- Hopfer A., Urban M., 1984, *Geodezyjne urządzenia terenów rolnych*, Warszawa, PWN, 673 s.
- Ilbery B., (ed), 1998, *The Geography of Rural Change*, Harlow, England: Addison, Wesley, Longman, 276 s.
- ISO/TS 19103, 2005, *Geographic information – Conceptual schema language*.
- ISO 19107, 2003, *Geographic information – Spatial schema*.
- IUNG, 2008, *Obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania*. Dostępne online <http://www.lfa.iung.pulawy.pl/gminy.htm>.
- Jasiewicz J., 2009, *Zastosowanie analiz geoinformacyjnych w badaniach dawnych procesów osadniczych*, [w:] *GIS – platforma integracyjna geografii*, Zwoliński Z. (red.), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 175–195.
- Kantardzic M., 2003, *Data mining: Concepts, Models, Methods and Algorithms*, John Wiley & Sons, New York.
- Klimczak H., 2003, *Modelowanie kartograficzne w badaniach rozmieszczenia zjawisk przestrzennych*, Wrocław, Wyd. Akademii Rolniczej.
- Klimczak H., (red.), 2008, *Analizy przestrzenne w badaniach warunków gospodarowania na obszarach wiejskich województwa dolnośląskiego* (maszynopis). Wrocław, Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego.

- Kłodziński M., 1995, *Rozwój rolnictwa w powiązaniu z wielofunkcyjnością terenów wiejskich*. W: Rolnictwo w gospodarce Opolszczyzny. Znaczenie, perspektywy, zagrożenia, Warszawa, Wyd. SGGW, s. 22–23.
- Koronacki J., Ćwik J., 2008, *Statystyczne systemy uczące się*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, wydanie drugie.
- Kossowski T., 2009, Metody i modele ekonometrii przestrzennej, [w:] GIS – platforma integracyjna geografii, Zwoliński Z. (red.), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 145–165.
- Kostrowicki J., 1976, *Obszary wiejskie jako przestrzeń wielofunkcyjna. Zagadnienia badawcze i planistyczne*. Przegląd Geograficzny XLVIII, z. 4. s. 601–611.
- Kozłowski L., 2012, *Rozłogi wsi jako treść krajobrazu*, Studia Obszarów Wiejskich, T. XXIX, s. 9–27.
- Kuczyński Z., Preuss R., 2000, *Podstawy fotogrametrii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Kutkowska B., 2011, *Nowe spojrzenie na rozwój obszarów wiejskich*. IV Kongres Odnowy Wsi – opinie ekspertów, Urząd Marszałkowski Woj. Dolnośląskiego, Krzyżowa (gmina Świdnica), 9–11 czerwca.
- La Chapelle C., 2001, *Towards sustainability of agriculture with the help of environmental appraisal*, materiały międzynarodowej konferencji “Rural management and Cadastre.
- Lindley D. V., 1987, *Regression and correlation analysis*, New Palgrave: A Dictionary of Economics, v. 4, s. 120–123.
- Lowrance R., Hendrix P., Odum E., 1996, *A hierarchical approach to sustainable agriculture*, American Journal of Alternative Agriculture, vol. 1, Issue 4, s. 169–173.
- Łupiński W., 2008, *Kształtowanie granicy rolno-leśnej jako element planowania przestrzeni na terenach wiejskich*. Czasopismo Techniczne. Środowisko, R105, z. 2-Ś, s. 187–195.
- Manning E. W., 1988, *The analysis of Land Use Determinants in Support of Sustainable Development*, International Institute for Applied Systems Analysis, A-2361 Laxenburg, Austria.
- McGarigal K., Marks B., 1994, *Fragstats – Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*. Forest Science Department, Oregon State University.
- Mielewczyk S., 2012, *Wymierna ocena efektu scalenia gruntów gospodarstw rolnych spowodowanego poprawą kształtu pól użytku zielonego*, Acta Sci. Pol., Geodesia et Descriptio Terrarum 11 (3), s. 5–16.
- Modele rozwoju dla terenów urbanizujących się w obrębie wielofunkcyjnych obszarów wiejskich w regionie Dolnego Śląska (maszynopis)*, 2010, Projekt POKL.08.01.04-02-003/08, Wrocław, 251 s.
- OECD, 1994, *Creating rural indicators for shaping territorial policy*. Paris. 93 s.

- Oliskiewicz-Krzywicka A., 2012, *Zwartość obszaru i rozwój granic typowych wsi do końca XVIII wieku w świetle mierników liczbowych*. Nauka Przyr. Technol. T. 6, z. 2, s. 1–14.
- Olszewski R., 2009, *Kartograficzne modelowanie rzeźby metodami inteligencji obliczeniowej*. Prace Naukowe Geodezja, z. 46, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Olszewski R., Gąsiorowski J., 2014, *An example of classification of multi-characteristic spatial data with use of decision trees and correspondence analysis*. Artykuł złożony w kwartalniku Geodesy and Cartography.
- Pachelski W., 2010, *Modelowanie informacji geograficznej: Podstawy*, [w:] Modelowanie danych przestrzennych, Roczniki Geomatyki, T. VIII, Z. 4(40), s. 13–26.
- Put D., 2005, *Model konceptualny jako wspólna platforma niejednorodnych modeli logicznych*, [w:] Czwarła Konferencja Entuzjastów Informatyki. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, Chełm, s. 178–186.
- Rakowska J., Wojewódzka-Wiewiórka A., 2010, *Zróżnicowanie przestrzenne obszarów wiejskich w Polsce - stan i perspektywy rozwoju w kontekście powiązań funkcjonalnych*, Ekspertyza wykonana na zamówienie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego (maszynopis), 6 s.
- Ratajski L., 1989, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*, Wyd. 2, PPWK, Warszawa, 90 s.
- Rounsevell M. D. A., Berry P. M., Harrison P. A., 2006, *Future environmental change impacts on rural land use and biodiversity: a synthesis of the ACCELERATES project*, Environmental Science & Policy, vol. 9, issue 2, s. 91–100.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 grudnia 1998 r. w sprawie szczególnych zasad prowadzenia, stosowania i udostępniania krajowego rejestru urzędowego podziału terytorialnego kraju oraz związanych z tym obowiązków organów administracji rządowej i jednostek samorządu terytorialnego*. Dz., U. Nr 157 poz.1031, z póź. Zm.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków*. Dz. U. Nr 38 poz. 454.
- Rudnicki W., 2011, *Peryferyjność położenia geograficzno-komunikacyjnego a wybrane wskaźniki rozwoju powiatów ziemskich*, [w:] Wiejskie obszary Peryferyjne – uwarunkowania i czynniki aktywizacji, Wesołowska M. (red.), Studia Obszarów Wiejskich t. XXVI, str. 36–55.
- Siemiński J. L., 1996, *Koncepcje rozwoju obszarów wiejskich w procesie transformacji ustrojowej lat dziewięćdziesiątych* [w:] Kozakiewicz M. (red.). Wieś i Rolnictwo w badaniach społeczno-ekonomicznych, Seria „Problemy rozwoju wsi i rolnictwa”, IRWiR PAN, Warszawa, s. 126–153.
- Sobolewska-Mikulska K., 2004, *Propozycja zasad oceny oddziaływania projektu scaleniowego na środowisko*, Przegląd Geodezyjny r. LXXVI, nr 10, s. 3–8.

- Sobolewska-Mikulska K., 2009, *Metodyka rozwoju obszarów wiejskich z uwzględnieniem wybranych procedur geodezyjnych w aspekcie integracji z Unią Europejską*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 4.
- Taszakowski J., 2013, *Propozycja wskaźnika określającego stopień rozdrobnienia gruntów oraz jego zastosowanie na przykładzie powiatu dąbrowskiego*, Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Infrastructure and ecology of rural areas, nr 2/II/2013, Komisja technicznej infrastruktury wsi, PAN, Oddział w Krakowie, s. 75–85.
- Ustawa z dnia 26 marca 1982 r. o scalaniu gruntów, Dz.U. 1982 nr 11 poz. 80.
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2003 r. o urzędowych nazwach miejscowości i obiektów fizjograficznych. Dz. U. Nr 166 poz.1612, z póź. Zm.
- Wiatrak A. P., 1997, *Polityka regionalna w rozwoju obszarów wiejskich*, SGGW, Warszawa, 193 s.
- Wielewska I., Jeleń B., 2007, *Kapitał ludzki jako czynnik aktywizacji mieszkańców obszarów wiejskich* [w:] *Innowacyjność w budowaniu gospodarki wiedzy w Polsce*, Okoń-Horadyńska E., Pangsy-Kania S. (red.), Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa, s. 127–134.
- Woch F., 2001, *Organizacja przestrzenna gospodarstw rolniczych oraz jej wpływ na efektywność gospodarowania*, Studia i Raporty IUNG – Puławy, s. 117–137.
- Woch F., 2001, *Optymalne parametry rozłogu gruntów gospodarstw rodzinnych dla wyżynnych terenów Polski*, Pamiętnik Puławski, z. 127, rozprawa habilitacyjna, IUNG, Puławy, 10 s.
- Woch F., 2008, *Ochrona gleb przed erozją realizowana w Polsce w procesie urządzania obszarów wiejskich*, Monitoring Środowiska Przyrodniczego nr 9, s. 79–87.
- Załącznik do Uchwały nr 520/145/III/2008 Zarządu Województwa Śląskiego z dnia 18.03.2008 r., *Założenia do opracowania programu prac urzędzeniowo-rolnych*, 46 s.
- Żak M., 1985, *Czynniki kształtujące rozłogi gospodarstw*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Geodezja, 26, s. 82–85.

MULTIVARIATE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL DETERMINANTS OF RURAL AREAS DEVELOPMENT

SUMMARY

Rural areas represent more than 93% of the territory of Poland and play a significant role in contributing to economic, social and environmental development. The present picture of Polish agriculture and rural areas is constantly changing. The evolutionary character of their development is natural, induced by the need to adapt to the changing situation and socio-economic environment. Past experiences related to the development of agriculture and rural areas in Poland have shown that many problems are generated due to a lack of balance between economic, social and environmental factors.

The purpose of this study is to present the methodology of multivariate analysis of environmental determinants of rural development. This methodology consists of four factors. The first factor consists of a set of indicators and characteristics that quantitatively describe environmental determinants (physiographic conditions, infrastructure, etc.) and rural development (spatial arrangement and morphometric characteristics of land parcels and holdings within the village). The second factor comprises the procedures and algorithms for determining values of these indicators and characteristics. The third factor is the model defining the relationships between environmental determinants and the development of rural areas, which is based on the indicators and characteristics. The final factor of the methodology of multivariate analysis of environmental conditions of rural development is the concept of creating thematic maps that intuitively represent the spatial distribution of indicators characterising the development and facilitate further analysis and making certain decisions.

The basic assumption in the development of the list of indicators list for rural development was to determine whether an indicator expresses the essence of rural development and is adequate for the analysis of environmental determinants for the development of rural areas. The indicators refer to physical characteristics of a given phenomenon, such as the absolute size and relationship to other components and mostly have a one-dimensional nature. However, some of the developed indicators are measures of synthesising features that show broader background phenomena and express the relationship of the different aspects linked together. The reference units for determining the values of indicators were land parcel, agricultural holding and village.

The basis for the analyses conducted was provided by data obtained from the National Geodetic and Cartographic Resource, municipal administration, and the Institute of Soil Science and Plant Cultivation. Rural areas located in south-west, south-east and central Poland have served as a testing area. As a result of land consolidation carried out there in recent years, they are all characterised

by an organised structure of farms and, due to varied locations, diversified terrain relief, infrastructure accessibility and land use structure. The spatial level of detail of the study corresponded to the accuracy of maps of a scale of 1:5 000.

To determine the values of indicators for the reference units in the study area cartographic modelling techniques were used. Cartographic modelling is a methodology that plays a very important role in the analysis of conditions associated with elements of the natural environment and social and economic factors significant to rural areas. Cartographic modelling methods allow the performance of either simple or complex spatial analyses with a particular emphasis on distribution or availability analyses and the calculation of single or synthetic indexes. Cartographic modelling has included, *inter alia*, the analysis of geographic objects spatial distribution focussing on the measuring of density, clustering and the dispersion of point, linear and surface objects, availability analysis allowing the determining of potential development possibilities for rural areas and multi-factor analysis, which includes searching for statistical and spatial relationships between objects.

The main part of the proposed methodology for multivariate analysis of environmental conditions for development of rural areas is the model of relationships between the selected features, which is based on indicators. It allows the assessment of the quality level of rural development, understood as the mutual spatial arrangement of land parcels and holdings in the area of a village. The model of multivariate analysis of environmental determinants of the development of rural areas was developed using the method of classification and regression trees (CART) of regression type. The methodology concept assumes also that at each level of the analysis (land parcel, holding and village) individual indicators are presented using thematic maps. This presentation contains information about the quality and spatial distribution of rural development indicators for the given environmental conditions in an area.