

Janusz Ostrowski  
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

## KATEGORYZACJA PRZYDATNOŚCI GRUNTÓW DO UPRAWY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH

### Streszczenie

Wyróżniono pięć kategorii przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych w Polsce: o warunkach glebowo-siedliskowych spełniających wymagania uprawowe roślin energetycznych, z ograniczeniem czynnika wodnego oraz celowością stosowania nawodnień, z priorytetem zachowania ochronnych funkcji terenu ograniczających warunki uprawy tych roślin, na obszarach wyrobisk lub zwałowisk oraz na glebach marginalnych zanieczyszczonych, przydatnych do uprawy tych roślin, lecz z priorytetem przeznaczenia pod uprawy rolne. Do wyznaczenia obszarów należących do tych kategorii opracowano model diagnostyczny uwzględniający najważniejsze kryteria: potencjał produkcyjny gleb określony przez typ i gatunek gleby, przydatność rolniczą gleb wyrażoną kompleksami rolniczej przydatności, zasobność wodną siedlisk sparametryzowaną średnią sumą opadów atmosferycznych, użytkowe funkcje terenu: rolnicza, ochronna i pozaprodukcyjna.

**Słowa kluczowe:** rośliny energetyczne, warunki uprawy, walo-ryzacja gruntów, modele diagnostyczne, mapy komputerowe

### Wprowadzenie

W polsko-norweskim projekcie „Modelowanie energetycznego wykorzystania biomasy” wprowadzono zadanie realizacyjne „Wyznaczanie obszarów przydatnych do uprawy roślin energetycznych”. Podstawą metodycznego rozwiązania tego problemu jest opracowanie zasad kategoryzacji przydatności gruntów do uprawy roślin, których biomasa posłuży do uzyskania energii cieplnej. Bazą informacyjną do rozwiązań metodycznych są zasoby danych przestrzennych zawartych w funkcjonującej w IMUZ bazie danych o glebach marginalnych, z której możliwe będzie wygenerowanie odpowiednich map tematycznych. Według szacunku IBMER, docelowe zapotrzebowanie na biomasę energetyczną w 2020 r. osiągnie w Polsce około 27 mln ton [Grzybek 2006]. Uwzględniając zróżnicowanie plonowania możliwych do uprawy w Polsce roślin energetycznych oraz ich udział powierzchniowy do dalszych rozważań przyjęto średni plon biomasy 10-12 t s.m./ha. Przy takim poziomie plonowania i założonym pułapie zapotrzebowania na biomasę do jej produkcji należałoby pozyskać około 2,2-2,7 mln ha gruntów rolnych.

Prowadząc analizę przestrzenno-bilansową należy również uwzględnić inne potrzeby bioenergetyczne dotyczące między innymi produkcji paliw płynnych z rzepaku (biodiesel) i zbóż (bioetanol). Są to rośliny będące równocześnie (a właściwie przede wszystkim) dostarczycielem surowców dla kompleksu żywnościowego. Stąd zapewnienie dla nich areалу uprawowego powinno być przewidziane w ramach priorytetu upraw rolniczych.

Tak więc do dalszych rozważań można przyjąć szacunek dokonany przez Fischera i in.[2005], w którym stwierdzono, że do pokrycia potrzeb żywnościowych Polski wystarczy około 9,5 mln ha gruntów ornych, a 2,2 mln ha można przeznaczyć pod uprawę roślin energetycznych. Ta ostatnia liczba pokrywa się z dolną granicą wyżej określonego przedziału i może być przyjęta jako wartość bazowa zważywszy, że podane zapotrzebowanie 27 mln t biomasy można obniżyć o 2 mln t możliwych do uzyskania z gospodarki drewnem. W ogólnym bilansie przestrzennym należy również uwzględnić potrzeby realizacyjne Krajowego Programu Zwiększenia Lesistości szacowane na około 1,5 mln ha [KPZL 1995], a obejmujące głównie najłabsze gleby piaskowe stanowiące siedlisko boru suchego.

Uwzględniając powyższe rozważania bilansowe należy przyjąć, że na cele rozwoju uprawy roślin energetycznych pozostają przede wszystkim gleby orne zaliczone do kompleksu 6 (żytniego słabego), a także nie zdrenowane gleby kompleksu 9 (zbożowo-pastewnego słabego) oraz nieobjęte priorytetem ochronno-ekologicznym siedliska słabych i bardzo słabych użytków zielonych (kompleksu 3z). Część tych gleb należy do tzw. gruntów alternatywnie marginalnych, charakteryzujących się niskim potencjałem produkcyjnym ze względu na ubogi kompleks sorpcyjny, a w przypadku gleb kompleksu 6 również wyraźnym niedoborem wody względem wegetacyjnego zapotrzebowania roślin energetycznych. W sumie jednak łączna powierzchnia tych gruntów istotnie przekracza wcześniej podane zapotrzebowanie szacowane na 2,2 mln ha zważywszy również możliwość zagospodarowania w tym celu gruntów zdewastowanych i skażonych chemicznie.

Powyższe fakty uwzględniono przy kwalifikacji przydatności gleb pod uprawę roślin energetycznych z uwzględnieniem występujących czynników ograniczających. Rodzą one również zasadę waloryzacji gleb według najmniej korzystnych warunków do uprawy roślin energetycznych, ponieważ wiadomo, że warunki najkorzystniejsze pokrywają się z przydatnością gruntów pod mające priorytet uprawy rolne.

Celem pracy jest przedstawienie założeń metodycznych i zasad kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych oraz modelu diagnostycznego umożliwiającego oprogramowanie przetwarzania informacji przestrzennych zawartych w bazie danych o glebach marginalnych [Ostrowski 2004] i generowanie odpowiednich map tematycznych.

## **Zasady kategoryzacji przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych**

Zakładając, że nadrzędnym kryterium kategoryzacji jest zachowanie zrównoważonego użytkowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej, typowanie obszarów przydatnych do uprawy roślin energetycznych oparto na zachowaniu przestrzennego potencjału produkcyjnego dla rolnictwa z uwzględnieniem obszarów dominacji funkcji ekologicznych oraz zdefiniowaniu niszy przestrzennej, w której priorytet uzyskać mogą uprawy tych roślin. Takie podejście zrodziło metodyczną potrzebę uwzględnienia w koncepcji kategoryzacji tzw. kryteriów zasobowych oraz kryteriów uprawowych spełniających wymagania siedliskowe roślin energetycznych.

Kryteria zasobowe określają zasadę podziału gruntów stanowiących przestrzenne zasoby produkcyjne rolnictwa według ich przydatności:

- pod uprawy rolne jako zasób produkcyjny rolnictwa,
- pod uprawę roślin energetycznych jako zasób bioenergetyczny,
- pod zalesienie jako uzupełnienie zasobów produkcyjnych leśnictwa,
- pod restytucję ekologiczną jako uzupełnienie zasobów bioróżnorodności.

Kryteria uprawowe umożliwiają podział gruntów rolnych według zgodności warunków glebowo-siedliskowych z wymaganiami roślin energetycznych przy zachowaniu preferencji rolniczo-produkcyjnej funkcji gleb uprawnych i dopuszczalnej minimalizacji spełnienia wymagań tych roślin. Zasada zgodności warunków i wymagań dopuszcza więc wystąpienie ograniczeń uprawowych mieszczących się w przedziałach tolerancji roślin energetycznych lub możliwych do skorygowania poprzez zabiegi agrotechniczne (np. stosowanie nawodnień, dobór roślin lub lokalizacji plantacji, nawożenie).

Łącząc kryteria zasobowe z glebowo-siedliskowymi oraz z wskazaniem występowania czynników ograniczających wyodrębniono następujące kategorie przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych z uwzględnieniem ich wymagań siedliskowych:

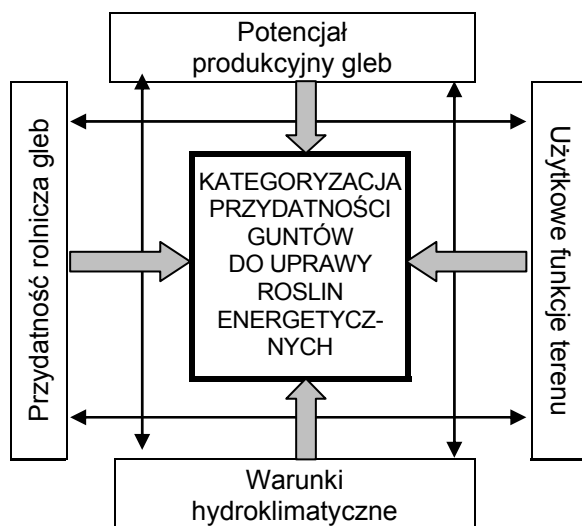
- 1 (P) Grunty rolne preferowane do uprawy roślin energetycznych spełniające ich wymagania glebowo siedliskowe.
- 2 (PW) Grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych z ograniczeniem czynnika wodnego powodującym konieczność uprawy roślin tolerujących niedobory wilgoci w glebie lub stosowania nawodnień.
- 3 (PZ) Grunty preferowane do uprawy roślin energetycznych – zreultywowane lub silnie zanieczyszczone.
- 4 (PO) Grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych z preferencją funkcji ekologiczno-ochronnej i możliwością uprawy roślin niewykazujących nadmiernej ekspansji przestrzennej.
- 5 (PR) Grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych z preferencją użytkowania rolniczego.

W nawiasach podano oznaczenia kategorii symbolami, które zostaną użyte do rozwiązań modelowych lub kartograficznych. Pozwoli to również na odcięcie się od tendencji interpretacyjnej sugerującej, że kolejność użytej numeracji ma podłoże gradacyjne.

Definicje poszczególnych kategorii przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych w głównej mierze dotyczą oceny warunków glebowych. Uwzględniają jednak i inne uwarunkowania uprawowe, a szczególnie ważny wskaźnik kryterialny dotyczący ograniczenia zaspokojenia potrzeb wodnych tych roślin. Wyrażono go średnią roczną sumą opadów atmosferycznych. Wynika to z możliwości pozyskania z bazy danych o glebach marginalnych informacji o ich przestrzennym rozmieszczeniu. Jako wskaźnikową wartość graniczną przyjęto izohietę 550 mm, poniżej której opady będą czynnikiem ograniczającym zaspokojenie potrzeb wodnych roślin energetycznych. Identyficyzną wartość podają w swej publikacji Kuś i Faber [2007].

### Model identyfikacyjny kategorii przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych

Podsumowując przedstawione zasady kategoryzacji przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych, do celów modelowania przyjęto cztery wzajemnie uzupełniające się kryteria diagnostyczne. Uwzględniono je w przedstawionym na rysunku 1 schemacie budowy modelu kategoryzacji.



Rys. 1. Schemat budowy modelu kategoryzacji

Fig. 1. Construction diagram of classification model

Taki układ schematyczny dokumentuje zasadę wielokryterialności i kompleksowości kategoryzacji i dodatkowo wskazuje na dopełniające się powiązania między parami zastosowanych kryteriów. Skonstruowanie według tego

schematu modelu kategoryzacji wymaga określenia atrybutów stanowiących wyznaczniki tej kategoryzacji oraz ich sparametryzowania niezbędnego do zdefiniowania układów tworzących strukturę diagnostyczną modelu.

Mając na względzie zasoby informacyjne bazy danych o glebach marginalnych oraz opierając się na wcześniej przeprowadzonych rozważaniach diagnostycznych, w tabeli 1 zestawiono wyznaczniki odpowiadające poszczególnym kryteriom kategoryzacji.

*Tabela 1. Wyznaczniki odpowiadające poszczególnym kryteriom kategoryzacji przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych*

*Table 1. The determinants corresponding to particular criteria of land classification for cultivation of the energy crops*

<b>Kryteria kategoryzacji</b>	<b>Wyznaczniki</b>
Potencjał produkcyjny gleb	Typ gleby, tekstura profilu glebowego
Warunki hydroklimatyczne	Średnia roczna suma opadów atmosferycznych
Przydatność rolnicza gleb i gruntów	Kompleksy rolniczej przydatności gleb, rodzaje gruntów nieużytkowanych rolniczo
Użytkowanie terenu	Użytkowe funkcje terenu

Kolejnym etapem postępowania zmierzającego do zbudowania modelu kategoryzacji jest parametryzacja przedstawionych wyżej wyznaczników. W przypadku kategoryzacji warunków glebowo-siedliskowych parametrami mogą być wielkości mierzalne oraz zdefiniowane oznaczenia lub określenia wyrażające kwantyfikację wyznaczników. Wyniki parametryzacji zestawiono w tabeli 2.

*Tabela 2. Parametryzacja wyznaczników kategoryzacji*

*Table 2. Parameterisation of categorisation determinants*

<b>Wyznaczniki kategoryzacji</b>	<b>Parametry</b>										
Typ gleby	A, AB, B, D, F, I, M, R										
Tekstura gleby	p, <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>pg</td> <td>p</td> <td>pg</td> <td>g, pł</td> <td>g,</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>g, pł</td> <td>g, pł</td> <td>p</td> <td>pł, i</td> </tr> </table>	pg	p	pg	g, pł	g,	p	g, pł	g, pł	p	pł, i
pg	p	pg	g, pł	g,							
p	g, pł	g, pł	p	pł, i							
Średni roczny opad atmosferyczny	> 550 mm, < 550 mm										
Kompleksy rolniczej przydatności gleb, rodzaje gruntów nieużytkowanych rolniczo	3, 5, 6, 8, 9, 11, 2z, 3z, M, Z										
Użytkowe funkcje terenu	p, o, r										

Typy gleb przyjęto według ustaleń wynikających z treści map glebowo-rolniczych. Teksturę profili gleb parametryzują oznaczenia składu granulometrycznego wywodzące się z symboli jednostek glebowych stosowanych na mapach glebowo-rolniczych, a kreska pozioma wskazuje na niejednorodność teksturalną profilu. Wprowadzenie do tego wyznacznika dodatkowego parametru „Inne gleby mineralne” wynika z faktu, że każda gleba użytkowa-

na rolniczo może być uznana za marginalną zanieczyszczoną, jeżeli poziom jej skażenia chemicznego uniemożliwia jej rolniczo-produkcyjne użytkowanie. Roczną sumę opadów parametryzują dwa przedziały, dla których liczbą graniczną jest wartość 550 mm. Natomiast do parametryzacji użytkowych funkcji terenu użyto trzech określeń: *p* - pozarolnicza, *r* – rolnicza i *o* – ochronna. Parametrami rolniczej przydatności gleb są oznaczenia kompleksów, natomiast symbole *Z* i *M* oznaczają odpowiednio gleby zrujnowane i marginalne zanieczyszczone.

Jak wnika ze schematu (rys. 1), jako podstawę budowy modelu przyjęto krzyżowy układ dopełniających się kryteriów zakładając, że ostateczny wynik kategoryzacji jest wypadkową układów parametrów wyznaczników wynikających z tych kryteriów. Wypełnienie treścią merytoryczną tego układu zapewnia czytelność i łatwość posługiwania się takim modelem szczególnie w kontekście budowy algorytmów umożliwiających zastosowanie komputera do automatyzacji procesu kategoryzacji. Model musi zatem uwzględniać uporządkowane według wyznaczników relacje między układami parametrów kategoryzacji zgodnie z definicjami kategorii przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych. Takie uwarunkowanie spełnia opracowany i stosowany już przez autora [Ostrowski 2001] model graficzny przedstawiony w formie tabeli relacyjnej krzyżujących się parametrów diagnostycznych.

Budując model na tej zasadzie (tab. 3) można było uwzględnić pięć parametrów kategoryzacji, przy czym dwa, stanowiące ścisłą jedność diagnostyczną umieszczono na tej samej krawędzi pola diagnozy. Do oznaczenia kategorii przydatności użyto podanych wcześniej symboli: P, PW, PZ, PO i PR. Zwraça uwagę fakt, że nie we wszystkich przypadkach diagnozy uczestniczą parametry opadowe, ponieważ układy pozostałych wyznaczników, a zwłaszcza typów gleb i kompleksów glebowo-rolniczych wskazują na możliwości innego, dodatkowego zasilania profili gleb w wodę np. wody gruntowe uzupełniające przez zasilanie podsiąkowe niedobór opadów lub neutralizujące niską retencyjność gleb. Poza tym kategorie uwzględniają inne dominujące ograniczenia przydatności gleb do uprawy roślin energetycznych. W modelu występuje 660 pól diagnostycznych (układów wartości parametrów). Jak można zauważyć (tab. 3), nie wszystkie pola są osymbolizowane. Jest to spowodowane układem wartości parametrów, które nie występują w rzeczywistości oraz oceną wartości parametrów, które reprezentują warunki glebowo-siedliskowe nieobjęte kategoryzacją ze względu na inne przeznaczenie użytkowo-rolnicze.

Przedstawiony model kategoryzacji jest pewną hipotezą wskazującą na potencjalne możliwości racjonalnego lokalizowania upraw roślin energetycznych w dostosowaniu do warunków glebowo-siedliskowych. Stanowić on będzie podstawę do opracowania map komputerowych przedstawiających orientacyjne rozmieszczenie obszarów preferowanych do uprawy tych roślin w skali regionalnej.

## Kategoryzacja przydatności gruntów...

**Tabela 3. Model kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych**  
**Table 3. Model of land classification for cultivation of the energy crops**

		TYPY GLEB <sup>x)</sup>																								Inne gleby mineralne					
		B (AB)				A				D								F				R		M			J				
		TEKSTURA GLEBY <sup>xx)</sup>																													
		p	pg	p, pg	g, pl	p	pg	p	pg	g, pl	p	pg	p	pg	g, pl	g, pl, i	p	pg	p, pg	g, pl	p	g, pl, i	pg	sk	p		p	g, pl	p, pg	g, pl, i	
KOMPLEKSY PRZYDATNOŚCI ROLNICZEJ I NIEUŻYTKI ROLNE	NR <sup>xxx)</sup>	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	PZ	P	
	M																														r
	Z																														r
	3z																														r
	2z																														o
	11																														r
	9																														r
	8																														o
	6																														o
	5																														r
3																														o	
		<550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550	>550		
		ŚREDNIA ROCZNA SUMA OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH (mm)																													

x) symbole kompleksów glebowo-rolniczych, typów i gatunków gleb wg mapy glebowo-rolniczej;  
 xx) p- pozaprodukcyjna, r- rolnicza, o- ochronna, xxx) NR- gleby nieużytkowane rolniczo (M- marginalne zanieczyszczone, Z- zrujnowane, zwałowiska, wyrobiska)

### Bibliografia

Fischer G., Prieler S., van Velhuizen H. 2005. Biomass potentials of miscanthus willow and poplar: results and policy implication Eastern Europe, Northern and Central Asia. Biomass and Bioenergy, 28: 119-132

Grzybek A. (kier. progr.) 2006. Wniosek o finansowanie projektu badawczego „Modelowanie energetycznego wykorzystania biomasy” (maszynopis). IBMER, Warszawa

KPZL. 1995. Krajowy Program Zwiększenia Lesistości, rozdz. 2. Przesłanki zwiększenia lesistości [http://mos.gov.pl/2materialy\\_informacyjne/raporty\\_opracowania/kpzl/index.shtml](http://mos.gov.pl/2materialy_informacyjne/raporty_opracowania/kpzl/index.shtml) (aktualizacja 2003)

Kuś J., Faber A. 2007. Alternatywne kierunki produkcji rolniczej (maszynopis). IUNG, Puławy

Ostrowski J. 2001. Ocena predestynacji do zalesienia górskich gleb marginalnych w Sudetach. W: Modelowanie kartograficzne w badaniach przydatności obszarów pod zalesienie (red. H. Klimczok). Uniwersytet Wrocławski, ss. 67-86

Ostrowski J. 2004. Ekologiczna restytucja marginalnych użytków rolnych i jej funkcje w środowisku. W: Bonitacja i klasyfikacja gleb Polski. Acta Agrophysica 108, IAPAN, Lublin, ss. 41-88