

*Janusz Ostrowski, Agnieszka Gutkowska, Edmund Tusiński
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach*

BILANSOWANIE I KARTOGRAFICZNA PREZENTACJA OBSZARÓW POTENCJALNIE PRZYDATNYCH DO UPRAWY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH

Streszczenie

Przedstawiono zasady i realizację procesu komputerowej identyfikacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych oraz weryfikację przyjętych rozwiązań na przykładzie województwa świętokrzyskiego. Bilansowanie tych gruntów w skali regionalnej z użyciem techniki komputerowej było możliwe dzięki analizie wymagań uprawowych roślin energetycznych i określeniu parametrów decydujących o przydatności gruntów do ich uprawy, budowie modelu diagnostycznego uwzględniającego zasoby informacji przestrzennych zawartych w funkcjonującej w IMUZ bazie danych o glebach marginalnych, opracowaniu algorytmów kategoryzacji gruntów, generowania mapy i bilansowania powierzchni gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych, oprogramowaniu algorytmów i wygenerowanie dokumentacji kartograficznej i statystycznej. Uzyskane wyniki podjętego eksperymentu potwierdziły słuszność przyjętych zasad kategoryzacji do bilansowania i kartograficznej prezentacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych. Wskazały również na znaczne zasoby tych gruntów w woj. świętokrzyskim, które bez szkody dla upraw rolniczych można przeznaczyć do produkcji biomasy na cele energetyczne.

Słowa kluczowe: rośliny energetyczne, kartografia komputerowa, waloryzacja gruntów

Wprowadzenie

Jednym z zadań realizacyjnych polsko-norweskiego projektu „Modelowanie energetycznego bilansowania biomasy” jest opracowanie narzędzia umożliwiającego wyznaczenie obszarów przydatnych do uprawy roślin energetycznych z zastosowaniem techniki komputerowej na podstawie zasobów informacji przestrzennych zawartych w funkcjonującej w IMUZ bazie danych o glebach marginalnych. Zakładając, że nadrzędnym kryterium kwalifikacyjnym jest zastosowanie zrównoważonego użytkowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej, typowanie gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych oparto na zachowaniu przestrzennego potencjału produkcyjnego dla rolnic-

stwa z uwzględnieniem obszarów z dominacją funkcji ekologicznych oraz na zidentyfikowaniu niszy przestrzennej, w której priorytet uzyskać mogą uprawy tych roślin.

Kluczem do rozwiązania problemu było określenie wymagań siedliskowych roślin energetycznych [Ostrowski, Gutkowska 2008], których uprawa jest możliwa w naszych warunkach glebowo-klimatycznych. Wymagania te stanowiły podstawę analizy informacji przestrzennych zawartych w bazie danych o glebach marginalnych, umożliwiającą identyfikację watorów środowiska odpowiadających wymaganiom wybranych roślin. Jej wyniki posłużyły do budowy modelu kategoryzacji gruntów, będącego podstawą opracowania algorytmów, których oprogramowanie i przetestowanie umożliwiło kartograficzną i statystyczną prezentację wyników delimitacji.

Celem pracy jest przedstawienie zasad i realizacji procesu komputerowej identyfikacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych oraz weryfikacji przyjętych rozwiązań na przykładzie woj. świętokrzyskiego.

Ogólne zasady kategoryzacji gruntów

Kompletne omówienie zasad kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych przedstawiono w publikacji zamieszczonej w czasopiśmie *Problemy Inżynierii Rolniczej* [Ostrowski 2008]. Na potrzeby niniejszego opracowania autorzy informują, że składają się na nie:

- wyróżnienie i zdefiniowanie pięciu kategorii przydatności gruntów uwzględniających ograniczenia siedliskowe bądź ekologiczne,
- ustalenie kryteriów i wyznaczników kategoryzacji decydujących o przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych,
- sparametryzowanie wyznaczników w oparciu na zasobach informacji przestrzennych bazy danych o glebach marginalnych,
- ustalenie relacji między wymaganymi warunkami siedliskowymi a sparametryzowanymi wyznacznikami kategoryzacji,
- wyodrębnienie układów wyznaczników identyfikujących grunty przydatne do uprawy roślin energetycznych i budowa modelu diagnostycznego.

Model ten [Ostrowski 2008] umożliwił konstrukcję algorytmów pozwalających na skomputeryzowanie wyznaczania obszarów przynależnych do wyróżnionych kategorii gruntów.

Baza danych o glebach marginalnych i jej zasoby informacji przestrzennych

Rozwiązanie problemu bilansowania i kartograficznej prezentacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych wymagało rozszerzenia zakresu aplikacyjnego bazy danych o glebach marginalnych przez wprowa-

dzenie i oprogramowanie nowych algorytmów przetwarzania oraz generowania map i wynikowych zestawień powierzchniowych. Stąd konieczność bliższego scharakteryzowania tej bazy.

Baza danych o glebach marginalnych [Ostrowski 1998] to relacyjna baza służąca do gromadzenia geoinformacji wg rastrowego systemu odniesień przestrzennych oraz ilościowych i jakościowych charakterystyk gleb i warunków ich występowania, niezbędnych do identyfikowania i kartograficznej prezentacji rozmieszczenia gruntów marginalnych lub wyodrębnionych według innych ocen w skalach regionalnych oraz ich struktury powierzchniowej. Podstawowa funkcja tej bazy, to identyfikacja gruntów wyodrębnionych na podstawie zalgorytmowanych modeli diagnostycznych, kartograficzna ich prezentacja na mapach w skali 1:250000 o cięciu arkuszowym 50' x 50' oraz sporządzenie tabelarycznych zestawień powierzchniowych.

Na potrzeby kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych z zasobów bazy danych utworzono podzbiór informacji przestrzennych, zawierający następujące warstwy tematyczne niezbędne do dokonania kategoryzacji gruntów i prezentacji jej wyników:

- użytkowania terenu,
- gleb zgeneralizowanych na potrzeby kategoryzacji,
- kompleksów przydatności rolniczej,
- obszarów objętych ochroną przyrodniczą,
- marginalnych gleb zanieczyszczonych,
- spadków terenu,
- rozmieszczenia średnich rocznych opadów.

Utworzony podzbiór układu odniesień przestrzennych oparto na strukturze rastrowej pól podstawowych [Podlacha 1983] warunkującej zasady przetwarzania i kartograficznej prezentacji uzyskanych wyników.

Orientację przestrzenną umożliwia kompilacja warstwy tematycznej z warstwą podkładu sytuacyjnego o budowie wektorowej, stanowiącą uzupełnienie utworzonego podzbioru.

Zasady bilansowania powierzchni gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych

Podstawowe etapy kartograficznego i statystycznego przetwarzania danych poprzedza utworzenie warstwy tematycznej, zawierającej przestrzenną strukturę zidentyfikowanych kategorii przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych. Warstwa ta powstaje w procedurze przetwarzania według algorytmu określającego funkcyjną zależność sparametryzowanych wyznaczników identyfikujących poszczególne kategorie przydatności gruntów.



Ryc. 1. Fragment arkusza mapy kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych (skala 1:250 000)

Fig. 1. Fragment of the map sheet with the land evaluation for energetic plant cultivation (in scale 1:250 000)

Zależność tę można wyrazić przez zapis funkcji:

$$K_i = f(W_{k1}, W_{k2}, \dots, W_{kj}),$$

gdzie:

K_i - i-ta kategoria przydatności,

W_{kj} - j-ty sparametryzowany wyznacznik kategoryzacji.

Utworzona według tej zasady kompilacyjna warstwa tematyczna poddawana jest obróbce kartograficznej. Wykonywana jest ona według algorytmu zastosowanego w systemie TEMKART [Ostrowski 1986] i polega na analizie podobieństwa treści sąsiadujących ze sobą oczek siatki rastrowej (pól podstawowych) i agregacji pól należących do tej samej kategorii przez obwiedzenie linią zaznaczającą ich przynależność do wyodrębnionej przestrzeni tej kategorii.

Tak utworzona warstwa, zawierająca kartograficzne zobrazowanie wyników kategoryzacji gruntów, łączona jest z warstwą informującą o przydatności rolniczej i użytkowaniu gruntów oraz z warstwą podkładu sytuacyjnego. W wyniku tej procedury powstaje mapa kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych, na której barwami oznaczono występujące kategorie, symbolami kompleksy rolniczej przydatności gleb, a innymi oznaczeniami pozostałe rodzaje użytkowania terenu.

Przykład mapy ilustruje rysunek 1. Ze względów edycyjnych mapę i legendę (rys. 2) wydrukowano w tonacji czarno-białej.

Procedura sporządzania tabelarycznych zestawień wynikowych polega na:

- wyodrębnieniu pól podstawowych należących do poszczególnych kategorii gruntów występujących w obrębie rozpatrywanego powiatu,
- zliczeniu pól należących do poszczególnych kategorii i przemnożeniu ich przez powierzchnię pola z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych,
- zestawieniu wyników obliczeń wierszami odpowiadającymi poszczególnym powiatom w danym województwie według następującego algorytmu:

$$P_j \in \langle S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{ki} \rangle,$$

gdzie:

P_j – j-ty powiat,

S_{ki} – powierzchnia i-tej kategorii przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych.

Zamieszczona dalej tabela 1 stanowi przykład zestawienia wynikowego, wykonanego wg powyższej procedury, uzupełnionego powierzchniami gruntów rolnych predestynowanych do użytkowania rolniczego.






MAPA KATEGORII GRUNTÓW PRZYDATNYCH DO UPRAWY ROŚLIN ENERGETYCZNYCH

województwo świętokrzyskie

skala 1:250 000

LEGENDA:


Kategorie przydatności:

- I  - grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych spełniające ich wymagania siedliskowe
- II  - grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych z ograniczeniem czynnika wodnego
- III  - grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych zrekultywowane lub silnie zanieczyszczone
- IV  - grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych z preferencją funkcji ekologiczno - ochronnej
- V  - grunty rolne przydatne do uprawy roślin energetycznych z preferencją użytkowania rolniczego

Kompleksy przydatności rolniczej gleb:

- 1 pszenno bardzo dobry
- 2 pszenno dobry
- 3 pszenno wadliwy
- 4 żytni bardzo dobry
- 5 żytni dobry
- 6 żytni słaby
- 7 żytni bardzo słaby
- 8 zbożowo - pastewny mocny
- 9 zbożowo - pastewny słaby
- 10 pszenno górski
- 11 zbożowy górski
- 12 owsiano - ziemniaczany górski
- 13 owsiany górski
- 1z użytki zielone bardzo dobre i dobre
- 2z zielone średnie
- 3z użytki zielone słabe i bardzo słabe

Inne oznaczenia:

-  lasy
-  wody
-  nieużytki
-  tereny zabudowane
-  granice powiatów
-  granice województw

Ryc. 2. Legenda do mapy kategoryzacji gruntów
Fig. 2. Legend for the land evaluation map

Omówienie prac eksperymentalnych i uzyskanych wyników

Według przedstawionych zasad dokonano kategoryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych na terenie woj. świętokrzyskiego. Wygenerowano komputerową mapę kategoryzacji gruntów oraz tabelę sumującą powierzchnie gruntów należących do różnych kategorii występujących w poszczególnych powiatach województwa.

Ze względów redakcyjnych, autorzy nie mogli zamieścić mapy całego województwa (jej fragment przedstawia rys. 1). Wygenerowana mapa wskazuje na poprawność zastosowanych algorytmów i procedury przetwarzania. Poprawność tę w zakresie bilansowania powierzchni potwierdza również tabela 1.

Tabela 1. Kategoryzacja gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych – woj. świętokrzyskie

Table 1. Land evaluation for energetic plant cultivation – świętokrzyskie voivodship

Powiaty	Grunty rolne w tys. ha								
	Ogółem	Predestynowane do użytkowania rolniczego		Przydatne do uprawy roślin energetycznych wg kategorii					
		orne	użytki zielone	I (P)	II (PW)	III (PZ)	IV (PO)	V (PR)	Razem
buski	58,0	27,8	5,4	5,9	0,8	0,8	8,6	8,7	24,8
jędrzejowski	69,5	46,7	6,6	8,7	2,5	0,7	2,4	1,9	16,2
kazimierski	27,7	20,2	2,5	0,4	0,2	1,8	0,0	2,6	5,0
Kielce	3,8	2,5	0,6	0,3	0,0	0,1	0,2	0,1	0,7
kielecki	105,8	54,6	16,8	10,9	2,4	2,4	14,9	3,8	34,4
konecki	43,1	13,2	9,4	11,5	5,7	1,3	1,3	0,7	20,5
opatowski	52,0	42,1	3,0	0,7	3,5	1,1	0,0	1,6	6,9
ostrowiecki	28,6	21,0	1,4	0,5	3,4	0,4	0,0	1,9	6,2
pińczowski	34,8	23,3	3,7	1,2	0,1	0,7	4,8	1,0	7,8
sandomierski	40,7	30,6	2,5	0,2	1,7	1,9	0,0	3,8	7,6
skarżyski	10,5	3,8	2,8	1,1	0,7	0,3	1,2	0,6	3,9
starachowicki	18,6	11,4	2,4	1,3	1,7	0,0	1,3	0,5	4,8
staszowski	46,2	21,1	2,9	5,7	7,0	0,5	0,0	9,0	22,2
włoszczowski	38,2	19,7	8,6	4,3	2,4	0,9	1,9	0,4	9,9
Razem	577,5	338,0	68,6	52,7	32,1	12,9	36,6	36,6	170,9

Źródło: opracowanie własne

Jej analiza wskazuje, że powierzchnia gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych wynosi około 170 tys. ha, co stanowi w przybliżeniu 1/3 użytków rolnych województwa. Ponad 60% tej powierzchni przypada na powiaty: kielecki, buski, staszowski, konecki i jędrzejowski.

Dominują grunty należące do kategorii pierwszej, na których rośliny energetyczne można uprawiać bez ograniczeń siedliskowych. Największe ich powierzchnie występują w powiatach kieleckim i koneckim o słabych glebach piaskowych.

Dość równomiernie rozmieszczone są grunty kategorii drugiej z ograniczeniem czynnika wodnego zajmujące powierzchnię około 32 tys. ha. Ich włączenie do produkcji biomasy wymagać będzie uzupełnienia zapasów wody w glebach, co praktycznie jest mało prawdopodobne ze względu na koszty i szczupłość zasobów wodnych w regionie.

Najwięcej gruntów należących do kategorii czwartej, preferującej funkcję ekologiczno-ochronną (o łącznej powierzchni około 36 tys. ha), występuje w powiatach: kieleckim w otulinie parku narodowego oraz buskim i pińczowskim na terenach parków krajobrazowych. Połowa gruntów należących do kategorii piątej z preferencją użytkowania rolniczego, występuje w powiatach: buskim i staszowskim. Grunty przeznaczone do produkcji biomasy na glebach zanieczyszczonych zajmują około 12 tys. ha, czyli 2% ogólnej powierzchni użytków rolnych woj. świętokrzyskiego.

Wnioski

1. Zaproponowane zasady kategoryzacji umożliwiają zastosowanie komputerowych metod do bilansowania i kartograficznej prezentacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych.
2. Baza danych o glebach marginalnych i jej zasoby informacji przestrzennych umożliwiają rozszerzenie jej wykorzystania do inwentaryzacji gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych.
3. Przeprowadzony eksperyment wskazuje na znaczne zasoby gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych na terenie woj. świętokrzyskiego, które bez uszczerbku dla upraw rolniczych mogą być przeznaczone do produkcji biomasy.

Bibliografia

- Ostrowski J. 1986. Koncepcja automatycznej redakcji map tematycznych w systemie TEMKART. Prace IGiK, t. XXXIII, Z. 1, s. 19-31
- Ostrowski J. 1998. Baza danych o glebach marginalnych Polski – struktura i zasady przetwarzania, W: „Systemy informacji przestrzennej”. VIII Konferencja PTIP, Warszawa, s. 219-226

Ostrowski J. 2008. Kategoryzacja przydatności gruntów do uprawy roślin energetycznych pod kątem sporządzania map komputerowych. *Problemy Techniki Rolniczej*, Nr 2(68), s. 137-144

Ostrowski J., Gutkowska A. 2008. Model diagnostyczny typowania gruntów przydatnych do uprawy roślin energetycznych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, Nr 2(68), s. 146-148

Podlacha K. 1983. Jednolita sieć pól podstawowych jako układ odniesień przestrzennych do kodowania informacji w systemie PROMEL. *Prace IGiK*, t. XXX, Z. 1, s. 67-78