

Ocena możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii pochodzenia rolniczego oraz ich wpływu na środowisko i bezpieczeństwo żywnościowe Polski



dr Zuzanna Jarosz

Puławy, styczeń 2015

**Prezentacja zakresu merytorycznego prac realizowanych w 2014 roku
w zad.1.4 „Ocena skutków środowiskowych produkcji i
wykorzystania biomasy ze szczególnym uwzględnieniem kryteriów
ustanowionych przez UE”**

**Koordynator programu wieloletniego
(PW 2011-2015) IUNG-PIB
prof. dr hab. Stanisław Krasowicz**

**Kierownik zadania 1.4 (PW):
dr Zuzanna Jarosz**

**Zespół badawczy (wykonawczy) zadania:
dr Robert Borek, dr Magdalena Borzęcka-Walker,
prof. dr hab. Antoni Faber, dr Zuzanna Jarosz, dr
hab. Rafał Pudelko, dr Alina Syp**



Główne zadania merytoryczne obejmowały:

- **ocena emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia biopaliw,**
- **ocena produkcji i wykorzystania biomasy na bioróżnorodność,**
- **produkcja biomasy stałej dla potrzeb energetyki i wpływ na emisje gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczenia biogenami.**

Ocena emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia biopaliw

Dyrektywa 2009/28/WE nałożyła obowiązek spełnienia kryteriów zrównoważonej produkcji (art.17).

W przypadku biopaliw i biopłynów wytworzonych w instalacjach działających od dnia 1 kwietnia 2013 r. – ograniczenie $\geq 35\%$

Począwszy od dnia **1 stycznia 2017 r.**, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych wynikających z wykorzystania biopaliw i biopłynów wynosi co najmniej **50 %**. Od dnia **1 stycznia 2018 r.** ograniczenie emisji gazów cieplarnianych wynosi co najmniej **60 %** dla biopaliw i biopłynów wytworzonych w instalacjach, które rozpoczną produkcję w dniu **1 stycznia 2017 r. lub później**.

Oznacza to, że szacunek emisji mają obowiązek przedstawiać wszystkie podmioty uczestniczące cyklu produkcji biokomponentu lub biopaliwa.

Końcowy szacunek emisji i ograniczeń emisji przedstawia podmiot wprowadzający biopaliwo na rynek.

Aby kolejni przetwórcy surowca rolniczego mogli oszacować emisje powstające w trakcie ich procesów technologicznych muszą oni uwzględnić wielkość emisji powstającej w produkcji rolniczej.

**pszenica – 23,
kukurydza – 20,
rzepak – 29 g CO₂ eq MJ⁻¹.**

Średnie emisje rolnicze gazów cieplarnianych w poszczególnych uprawach

Województwa	Emisje rolnicze w CO ₂ eq · MJ ⁻¹		
	pszenica	kukurydza	rzepak
Dolnośląskie	22.58	18.29	24.60
Kujawsko-pomorskie	22.97	19.82	25.59
Lubelskie	22.47	19.36	24.65
Lubuskie	22.20	19.24	22.19
Łódzkie	20.84	19.51	24.40
Małopolskie	22.51	19.13	25.43
Mazowieckie	22.77	18.59	24.09
Opolskie	22.66	19.65	25.79
Podkarpackie	19.80	18.61	21.32
Podlaskie	22.33	(19.57)	28.25
Pomorskie	22.80	(25.47)	26.56
Śląskie	22.75	19.87	25.54
Świętokrzyskie	21.59	(20.55)	24.08
Warmińsko-mazurskie	22.84	(27.17)	24.02
Wielkopolskie	22.27	18.74	21.79
Zachodnio-pomorskie	22.83	(24.88)	23.74

() – mało danych do policzenia średniej, ponieważ kukurydza na ziarno jest rzadziej uprawiana w tych województwach ze względu na wysokie prawdopodobieństwo niedojrzewania ziarna

Źródło: Opracowanie własne

Dyrektywa daje możliwość wpływania na wielkość emisji w pełnym cyklu życia biopaliw poprzez zwiększenie sekwestracji węgla organicznego w glebie wskutek poprawy agrotechniki.

Szacunki ograniczenia emisji GHG w pełnym cyklu życia biopaliw poprzez zwiększenie sekwestracji węgla wskutek poprawy agrotechniki wykonano dla czterech wariantów uprawy:

- uprawa płuzna przy zbiorze całej ilości resztek poźniwnych,**
- uprawa płuzna i przyorywanie całej ilości resztek poźniwnych,**
- uprawa uproszczona i pozostawienie całej ilości resztek poźniwnych na polu,**
- uprawa bezorkowa i pozostawienie całej ilości resztek poźniwnych na polu.**

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z pszenicy (%) w zależności od poprawy agrotechniki

Województwa	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (%)			
	system płużny	sys. płużny + resztki poźniwne	upr. uproszcz. + resztki poźniwne	sys. bezorkowy + resztki poźniwne
Dolnośląskie	36	42	50	56
Kujawsko-pomorskie	35	40	47	52
Lubelskie	36	43	51	57
Lubuskie	37	43	50	56
łódzkie	38	45	53	60
Małopolskie	36	42	50	57
Mazowieckie	36	42	49	55
Opolskie	35	42	49	55
Podkarpackie	39	47	56	55
Podlaskie	36	43	52	59
Pomorskie	35	42	50	56
Śląskie	36	42	50	56
Świętokrzyskie	38	44	53	55
Warmińsko-mazurskie	36	42	51	57
Wielkopolskie	37	43	51	57
Zachodnio-pomorskie	36	41	48	54
średnia	36	43	50	56

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z kukurydzy (%) w zależności od poprawy agrotechniki

Województwa	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (%)			
	system płużny	sys. płużny + resztki poźniwne	upr. uproszcz. + resztki poźniwne	sys. bezorkowy + resztki poźniwne
Dolnośląskie	55	59	65	69
Kujawsko-pomorskie	53	58	65	69
Lubelskie	53	58	65	69
Lubuskie	54	60	67	72
Łódzkie	54	60	67	72
Małopolskie	55	60	67	72
Mazowieckie	54	59	65	69
Opolskie	53	58	64	69
Podkarpackie	55	59	65	70
Podlaskie	43	60	68	75
Pomorskie	47	54	63	69
Śląskie	52	57	63	67
Świętokrzyskie	52	58	66	72
Warmińsko-mazurskie	42	50	58	64
Wielkopolskie	54	59	65	70
Zachodnio-pomorskie	48	55	63	70
średnia	52	58	65	70

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia biodiesla z rzepaku (%) w zależności od poprawy agrotechniki

Województwa	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (%)			
	system płużny	sys. płużny + resztki poźniwne	upr. uproszcz. + resztki poźniwne	sys. bezorkowy + resztki poźniwne
Dolnośląskie	44	50	57	63
Kujawsko-pomorskie	43	48	56	62
Lubelskie	44	50	58	64
Lubuskie	46	52	59	65
Łódzkie	43	50	59	66
Małopolskie	43	49	57	63
Mazowieckie	44	50	58	64
Opolskie	43	49	57	64
Podkarpackie	48	54	62	68
Podlaskie	40	47	56	63
Pomorskie	42	47	55	61
Śląskie	43	49	57	63
Świętokrzyskie	43	49	57	63
Warmińsko-mazurskie	44	49	57	63
Wielkopolskie	47	52	59	65
Zachodnio-pomorskie	45	51	58	64
średnia	44	50	58	64

Określenie możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia biopaliw wskutek ewentualnego obowiązku uwzględniania ILUC i spełnienia wymaganej redukcji co najmniej 50% od 01.01.2017.

ILUC jest dodatkową emisją, która zwiększać będzie w sposób bardzo znaczący wielkości emisji w cyklu życia biopaliw i tym samym obniżać wielkości ograniczeń emisji w stosunku do konwencjonalnych paliw płynnych. Proponowana przez Komisję Europejską dodatkowa emisja ma wynosić dla zbóż $12 \text{ g CO}_2 \text{ eq} \cdot \text{MJ}^{-1}$, zaś dla rzepaku $55 \text{ g CO}_2 \text{ eq} \cdot \text{MJ}^{-1}$ biopaliwa.

W szacunkach ograniczeń emisji uwzględniono następujące warianty:

- ograniczenie emisji bez sekwestracji węgla organicznego w glebie wskutek poprawy agrotechniki;
- ograniczenie emisji bez sekwestracji węgla z uwzględnieniem ILUC;
- ograniczenie emisji z sekwestracją węgla uzyskaną wskutek stosowania uprawy uproszczonej;
- ograniczenie emisji z sekwestracją węgla uzyskaną wskutek stosowania uprawy uproszczonej z uwzględnieniem ILUC;
- ograniczenie emisji z sekwestracją węgla uzyskaną wskutek stosowania uprawy bezorkowej;
- ograniczenie emisji z sekwestracją węgla uzyskaną wskutek stosowania uprawy bezorkowej z uwzględnieniem ILUC.

Ograniczenia emisji w cyklu życia bioetanolu produkowanego z pszenicy ozimej przy pozostawianiu na polu średniej ilości resztek poźniwnych

Województwo	ILUC	C seq	Ograniczenie emisji w cyklu życia (warianty)					
			1	2	3	4	5	6
	t CO ₂ ha ⁻¹ r ⁻¹		%					
Dolnośląskie	0.63	0.51	48	40	60	51	73	65
Kujawsko-pomorskie	0.63	0.51	48	39	59	51	73	64
Lubelskie	0.54	0.51	49	40	62	54	78	69
Lubuskie	0.55	0.51	49	40	62	54	78	69
łódzkie	0.50	0.51	46	38	61	52	78	69
Małopolskie	0.52	1.94	43	35	94	85	118	109
Mazowieckie	0.56	0.51	43	34	56	48	71	63
Opolskie	0.61	1.94	42	36	77	79	106	97
Podkarpackie	0.48	1.94	49	40	103	94	129	121
Podlaskie	0.49	0.51	44	36	59	50	76	68
Pomorskie	0.55	1.94	43	35	91	82	114	105
Śląskie	0.55	1.94	43	35	91	83	114	106
Świętokrzyskie	0.50	0.51	46	38	61	51	78	68
Warmińsko-mazurskie	0.51	0.51	43	35	58	49	74	66
Wielkopolskie	0.56	0.51	45	37	58	50	73	65
Zachodniopomorskie	0.59	1.94	45	36	89	81	111	102

Ograniczenia emisji w cyklu życia bioetanolu produkowanego z kukurydzy przy pozostawianiu na polu średniej ilości resztek poźniwnych

Województwo	ILUC	C seq	Ograniczenie emisji w cyklu życia (warianty)					
			1	2	3	4	5	6
	t CO ₂ ha ⁻¹ r ⁻¹	%						
Dolnośląskie	0.74	0.51	50	42	60	52	71	63
Kujawsko-pomorskie	0.71	0.51	49	41	61	52	72	64
Lubelskie	0.69	0.51	49	42	60	52	72	64
Lubuskie	0.63	0.51	51	43	62	55	76	68
łódzkie	0.62	0.51	51	43	63	55	76	68
Małopolskie	0.66	1.94	51	43	93	85	110	102
Mazowieckie	0.73	0.51	50	43	60	52	72	64
Opolskie	0.68	1.94	48	39	89	80	105	97
Podkarpackie	0.74	1.94	51	44	89	81	104	96
Podlaskie	0.51	0.51	49	41	63	55	80	72
Pomorskie	0.51	1.94	42	35	96	89	118	110
Śląskie	0.75	1.94	48	40	85	77	100	92
Świętokrzyskie	0.57	0.51	48	40	61	53	76	68
Warmińsko-mazurskie	0.52	0.51	36	28	50	42	66	58
Wielkopolskie	0.71	0.51	51	44	62	54	74	66
Zachodniopomorskie	0.53	1.94	43	35	96	88	117	109

Ograniczenia emisji w cyklu życia biodiesla produkowanego z rzepaku ozimego przy pozostawianiu na polu średniej ilości resztek poźniwnych

Województwo	ILUC	C seq	Ograniczenie emisji w cyklu życia (warianty)					
			1	2	3	4	5	6
	t CO ₂ ha ⁻¹ r ⁻¹		%					
Dolnośląskie	2.56	0.51	37	-2	50	11	65	26
Kujawsko-pomorskie	2.60	0.51	36	-3	49	10	64	25
Lubelskie	2.43	0.51	36	-2	50	12	65	27
Lubuskie	2.68	0.51	40	2	53	14	67	29
Łódzkie	2.19	0.51	37	-2	52	13	69	31
Małopolskie	2.46	1.94	35	-3	87	49	108	69
Mazowieckie	2.51	0.51	37	-1	50	12	66	27
Opolskie	2.47	1.94	35	-5	89	49	111	70
Podkarpackie	2.52	1.94	42	3	92	54	113	74
Podlaskie	2.25	0.51	32	-6	47	9	65	26
Pomorskie	2.74	1.94	34	-6	83	42	102	62
Śląskie	2.39	1.94	35	-3	88	50	109	71
Świętokrzyskie	2.51	0.51	36	-3	49	11	65	26
Warmińsko-mazurskie	2.65	0.51	37	-2	49	11	64	26
Wielkopolskie	2.73	0.51	41	2	53	14	67	29
Zachodniopomorskie	2.65	1.94	38	0	86	48	106	67

Spełnienie kryteriów zrównoważonej produkcji biopaliw wymaga poprawy agrotechniki zwiększającej sekwestrację węgla organicznego w glebach. Wprowadzenie, mniej kosztownej od siewu bezpośredniego, uprawy uproszczonej zapewnia produkcję bioetanolu z ziarna pszenicy i kukurydzy spełniając obowiązek uzyskania ograniczenia emisji GHG $\geq 50\%$. Ewentualna konieczność uwzględniania pośredniej zmiany użytkowania gruntów (ILUC) w sposób istotny nie zmienia warunków produkcji odnawialnego bioetanolu w Polsce.

Sytuacja w produkcji biodiesla jest znacznie gorsza. W Polsce potencjalna baza surowcowa rzepaku ograniczona zostanie do województw leżących w strefie klimatu umiarkowanego wilgotnego.

Ocena produkcji i wykorzystania biomasy na bioróżnorodność

Na plantacjach roślin przeznaczonych na cele energetyczne wykonano badania mające na celu określenie bioróżnorodności. Ocenę przeprowadzono na podstawie liczebności oraz składu gatunkowego awifauny lęgowej oraz zachodzących zmian w latach 2010-2013 w okresie od marca do października.

W efekcie ustalono coroczną zmianę w składzie gatunkowym awifauny lęgowej plantacji wierzby wiciowej (*Salix viminalis* L.) w okresie jej pierwszego czteroletniego cyklu produkcyjnego (Sadłowice). Ustalono także gatunki lęgowe agrocenoz brzeżnych (zboża, rzepak) oraz naturalnych zbiorowisk roślinnych terenów zalewowych rzeki Wisły położonych bezpośrednio przy plantacji i na tej podstawie wykazano istniejące różnice składu ilościowego i jakościowego awifauny tych trzech odmiennych ekosystemów.

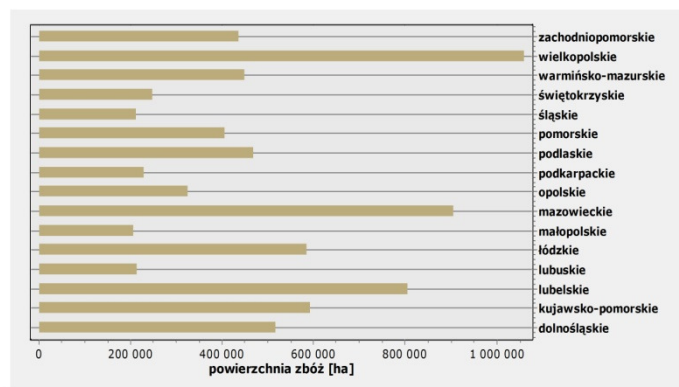
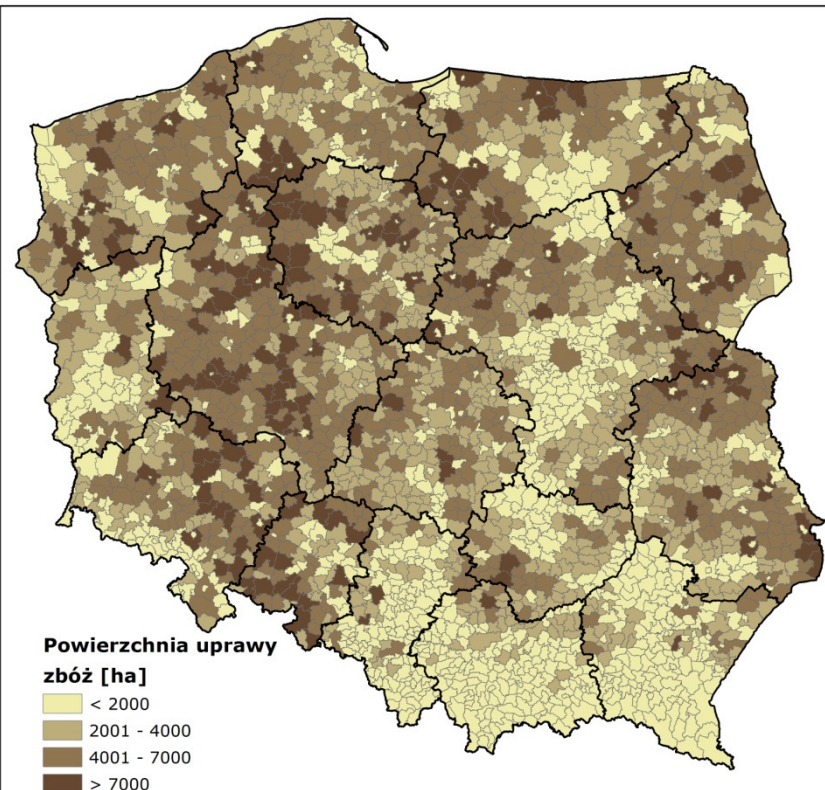
Liczebność stwierdzonych gatunków lęgowych plantacji wierzby i topoli oraz siedlisk brzeżnych w obiekcie Sadłowice

Lata 2010–2013	Wierzba, Topola	Rzepak	Jęczmień ozimy Pszenżyto ozime	Naturalny łęg topolowo-wierzbowy
Liczba gatunków	11	2	5	43
Liczba obserwacji	142	25	73	348

Zmiany w składzie i liczebności gatunkowej awifauny lęgowej na plantacji wierzby w okresie jej pierwszego czteroletniego cyklu produkcyjnego (Sadłowice, lata 2010-2013)

2010	2011	2012	2013
Skowronek Czajka Rybitwa rzeczna Rybitwa białoczelna Sieweczka rzeczna	Skowronek Pliszka żółta Bażant Cierniówka	Skowronek Cierniówka Potrzos Bażant Kuropatwa Pliszka żółta Łozówka Piecuszek	Skowronek Piecuszek Pierwiosnek Cierniówka Pliszka żółta Potrzos Łozówka Bażant Kuropatwa

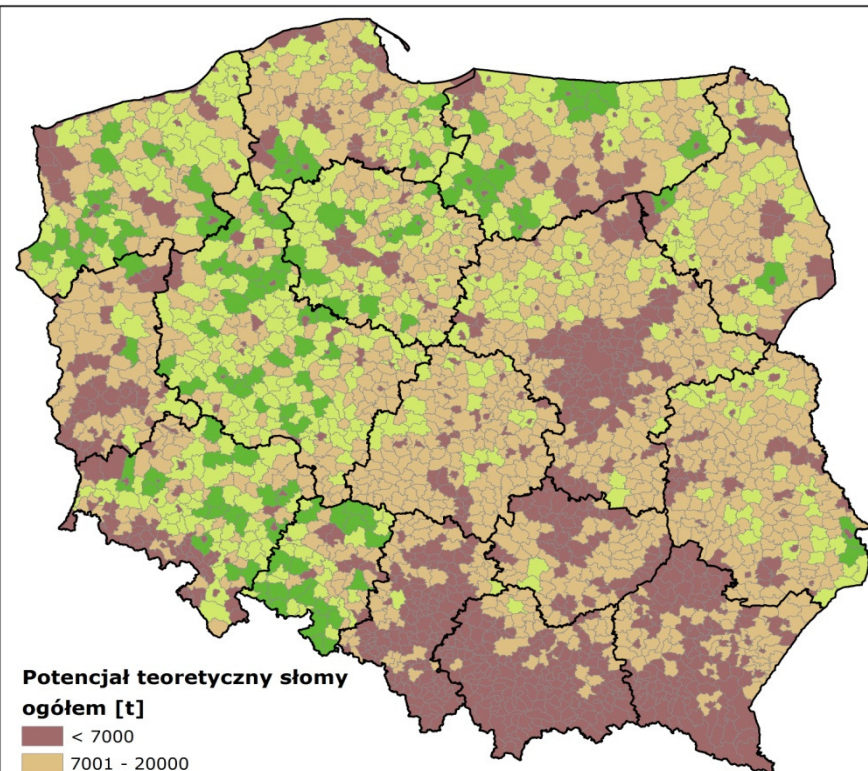
Źródło: opracowanie własne, czerwone nazwy gatunków dotyczą ptaków typowo rzecznych



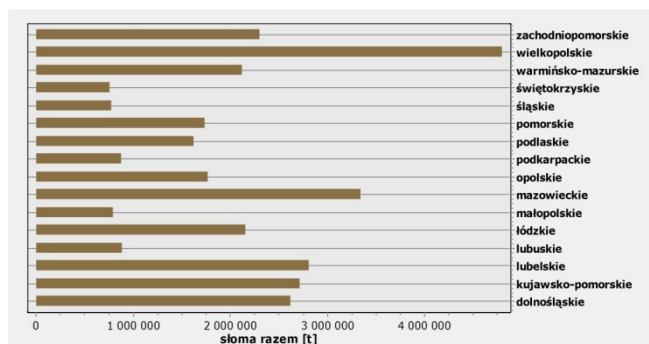
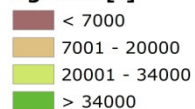
Produkcja biomasy stałej dla potrzeb energetyki i wpływ na emisje gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczenia biogenami

Wykorzystanie biomasy stałej do produkcji energii jest jednym z podstawowych kierunków rozwoju sektora odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce.

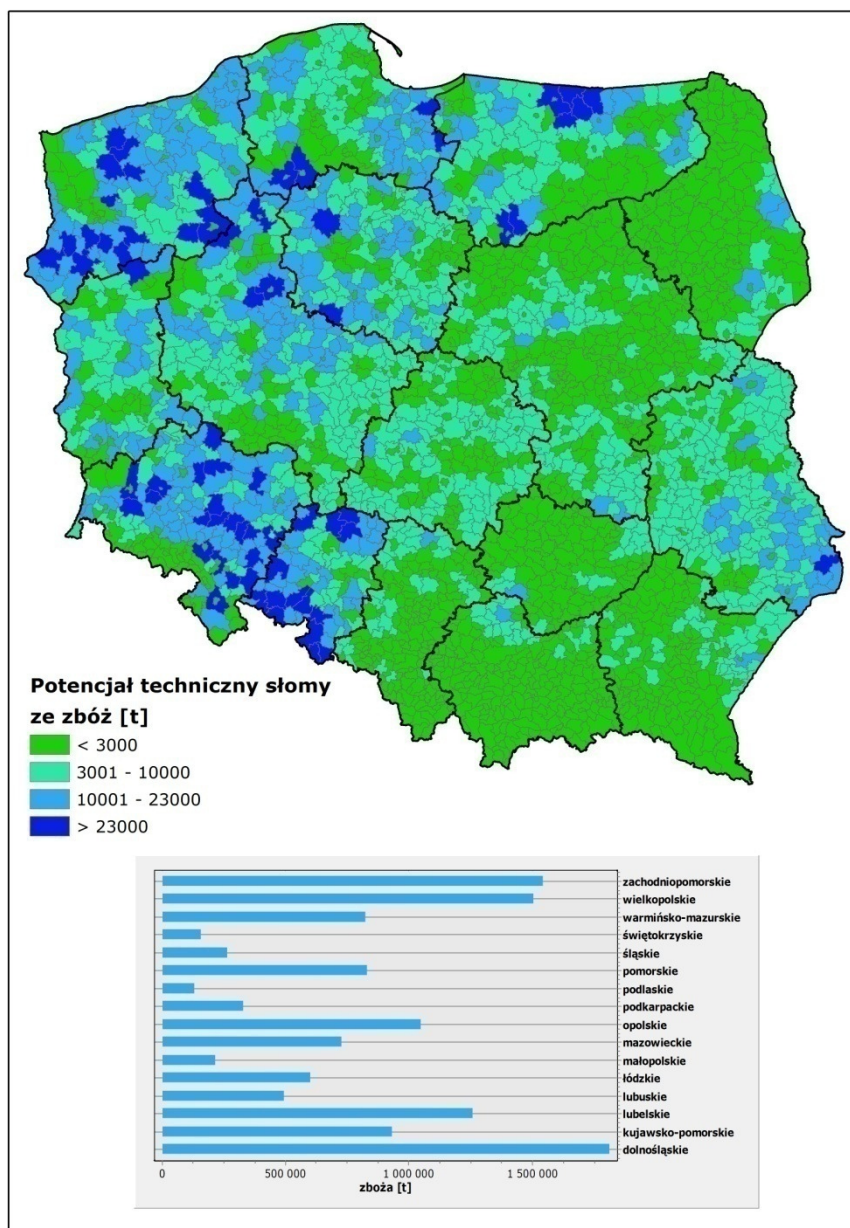
Na tle warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych scharakteryzowano regiony o różnym udziale zbóż w powierzchni zasiewów.



**Potencjał teoretyczny słomy
ogółem [t]**



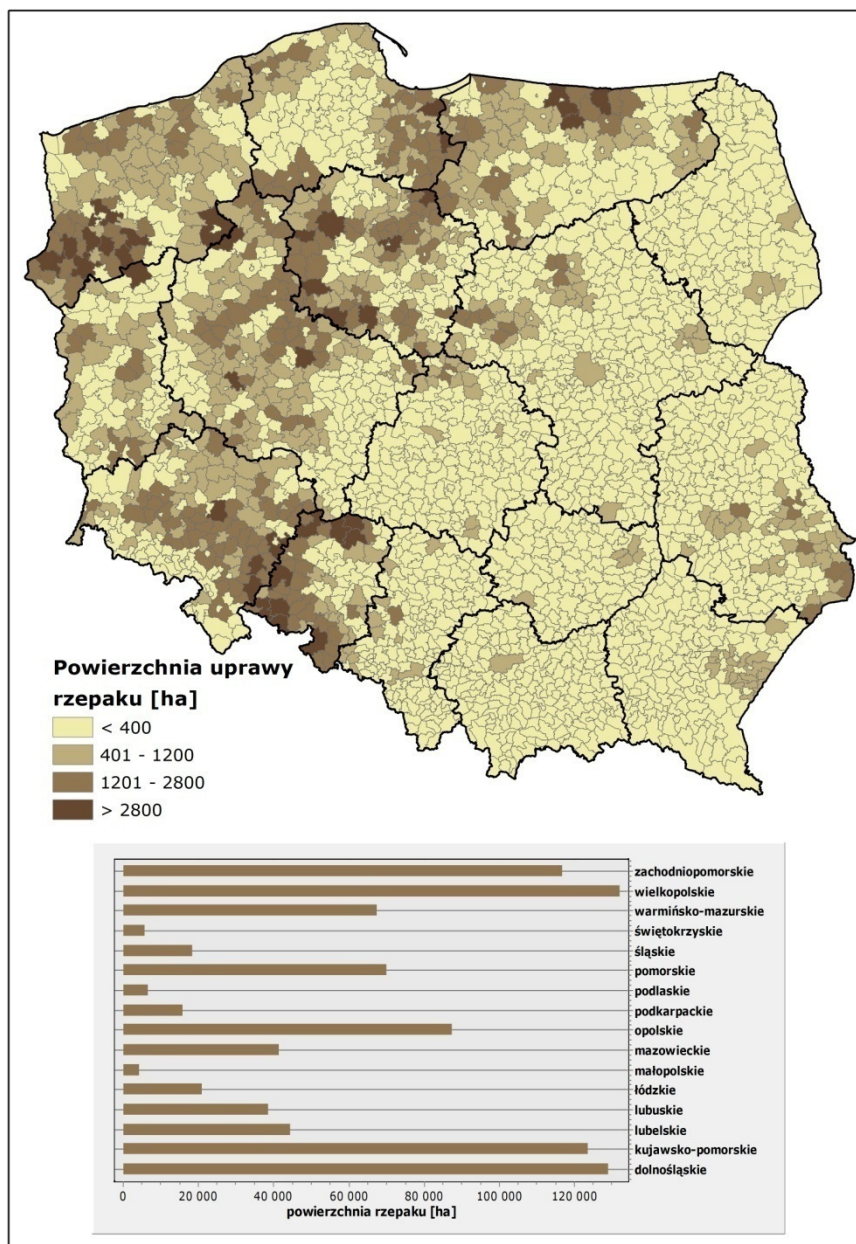
**Potencjał teoretyczny
słomy zbóż
29 723 tys. ton**



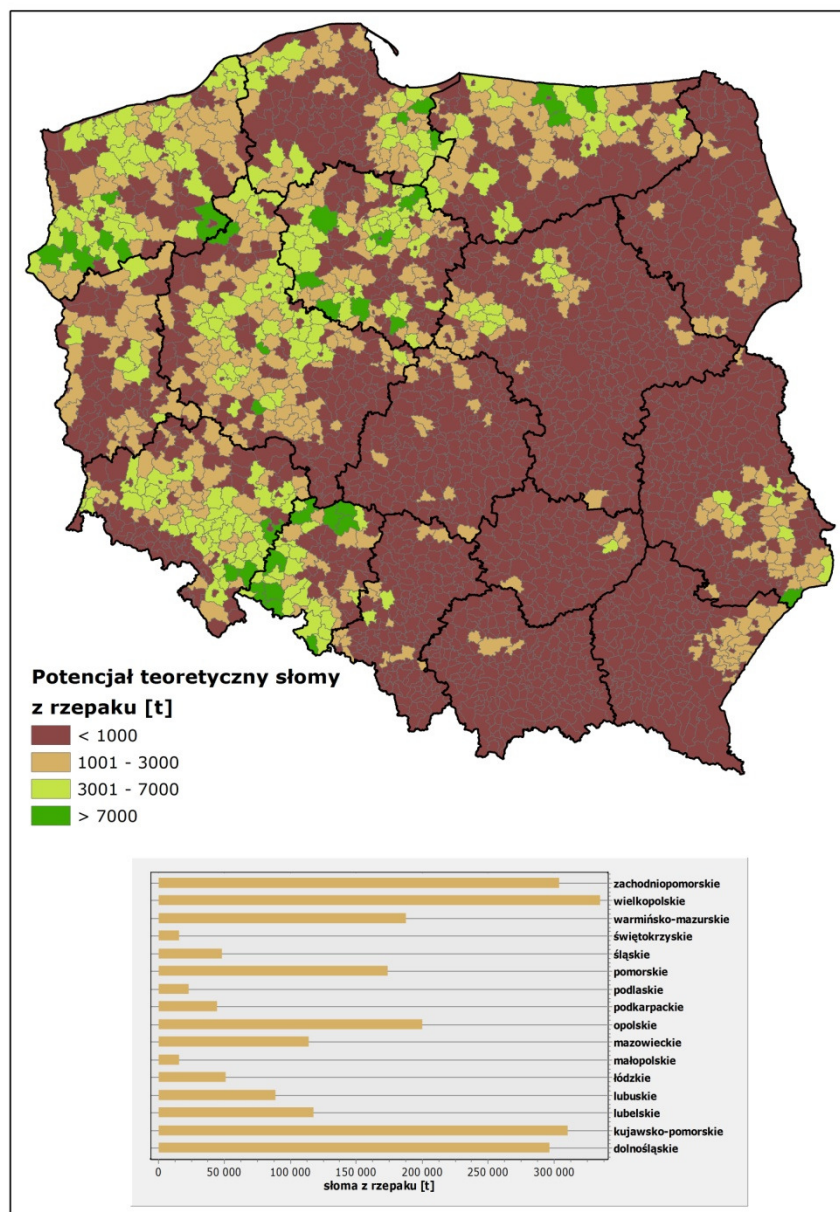
W kalkulacjach potencjału technicznego uwzględniono wykorzystanie słomy na potrzeby konserwacji gleby oraz na zaopatrzenie produkcji zwierzęcej (pasza, ściółka).

Nadwyżki słomy zbóż możliwe do wykorzystania na cele energetyczne.

12,5 mln ton



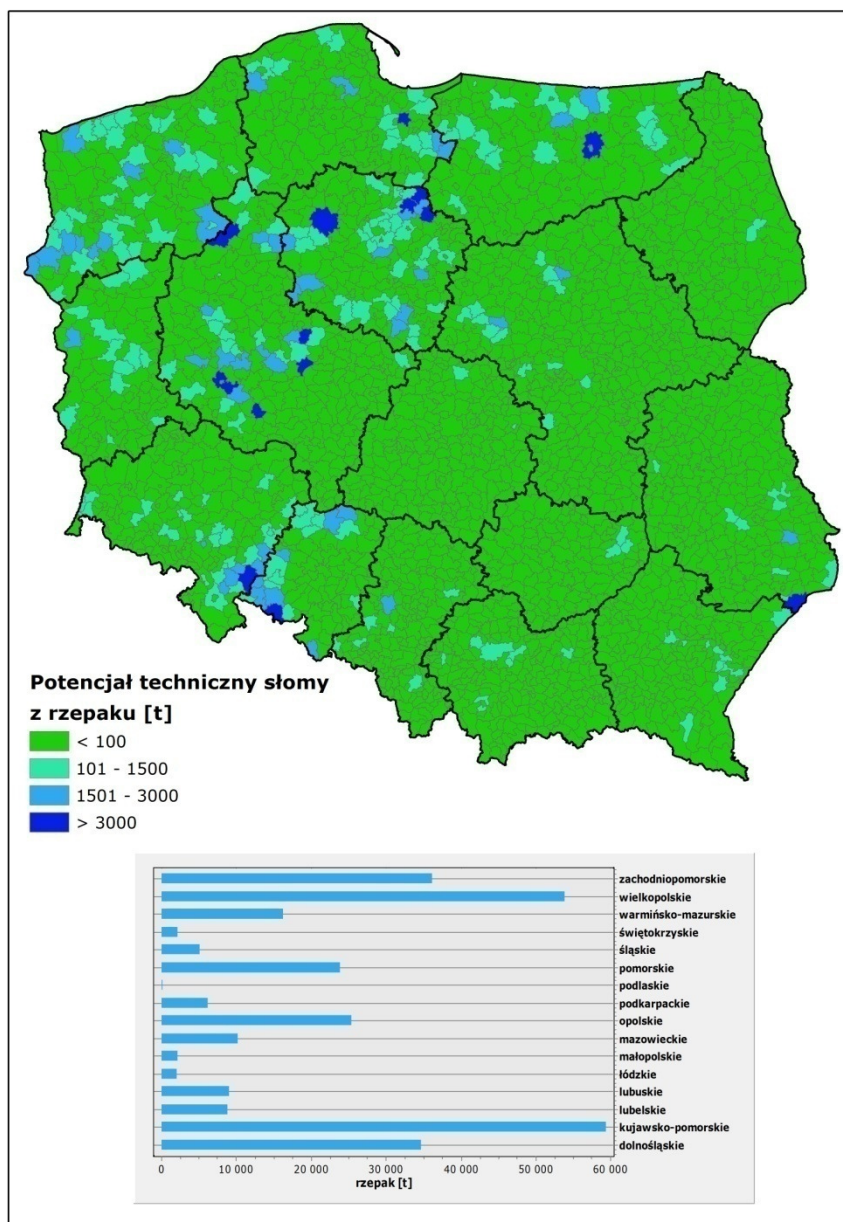
Surowcem pochodzenia rolniczego, który z powodzeniem może być wykorzystywany na cele energetyczne jest słoma pochodząca z uprawy roślin oleistych, głównie rzepaku i rzepiku.



Czynnikami limitującymi wielkość produkcji rzepaku są: jakość gleb (około 33% gleb słabych), niebezpieczeństwo wymarzania zwłaszcza w północno-wschodnich rejonach kraju oraz duży udział gospodarstw drobnych w Polsce południowo-wschodniej.

Potencjał teoretyczny słomy z upraw oleistych wyniósł

około 2 325 tys. ton.



Potencjał techniczny słomy z upraw roślin oleistych możliwy do zagospodarowania na cele energetyczne wyniósł

285 tys. ton.

Oszacowany potencjał techniczny jest mocno zróżnicowany regionalnie, co wynika z rejonizacji produkcji rzepaku.

Realizacja celów krajowej polityki energetycznej wymagać będzie uruchomienia produkcji biomasy z upraw celowych (wierzby, miskanta i ślazuwca pensylwańskiego).

Wyznaczono ceny biomasy zapewniające opłacalność i konkurencyjność wieloletnich upraw energetycznych, w tym premii kompensujących ryzyko związane z podjęciem nowej gałęzi produkcji przez rolników. Oszacowano ceny biomasy w zależności od typu produkcji rolniczej.

Mediany cen końcowych biomasy w zł GJ⁻¹ z uwzględnieniem typów produkcji rolniczej

	Wierzba	Miskant	Ślazuwec	Wierzba Eko-Salix
K-1 roślinna	22,13	21,67	27,98	27,04
K-2 wielokierunkowa	19,35	19,68	25,31	23,58
K-3 bydło	26,07	24,85	32,26	33,84
K-4 trzoda chlewna	24,49	23,63	30,27	31,85

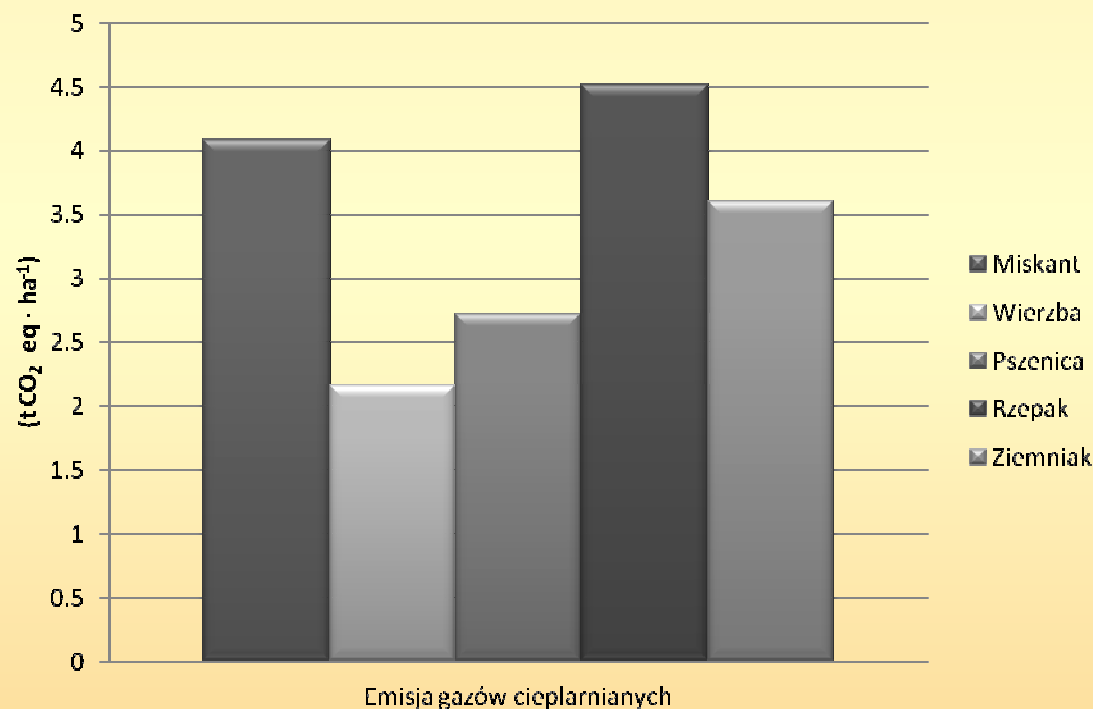
Oszacowane ceny biomasy stanowiły podstawę wyznaczenia potencjału ekonomicznego produkcji biomasy z upraw energetycznych w Polsce.

Skumulowana produkcja biomasy dla wybranych cen końcowych łącznie w skupieniu gmin z dominującą produkcją roślinną (K-1) i wielokierunkową (K-2)

Cena zł/GJ	Wierzba, 1000 t	Miskant, 1000 t	Ślazieriec, 1000 t	Wierzba Eko-Salix, 1000 t	Razem, 1000 t
≤ 17	41	11	-	66	117
≤ 20	234	414	-	303	951
≤ 23	441	894	528	678	2 541
≤ 26	558	1 124	2 227	1 179	5 088
≤ 29	658	1 271	3 915	1 377	7 221
≤ 32	693	1 318	4 872	1 669	8 552

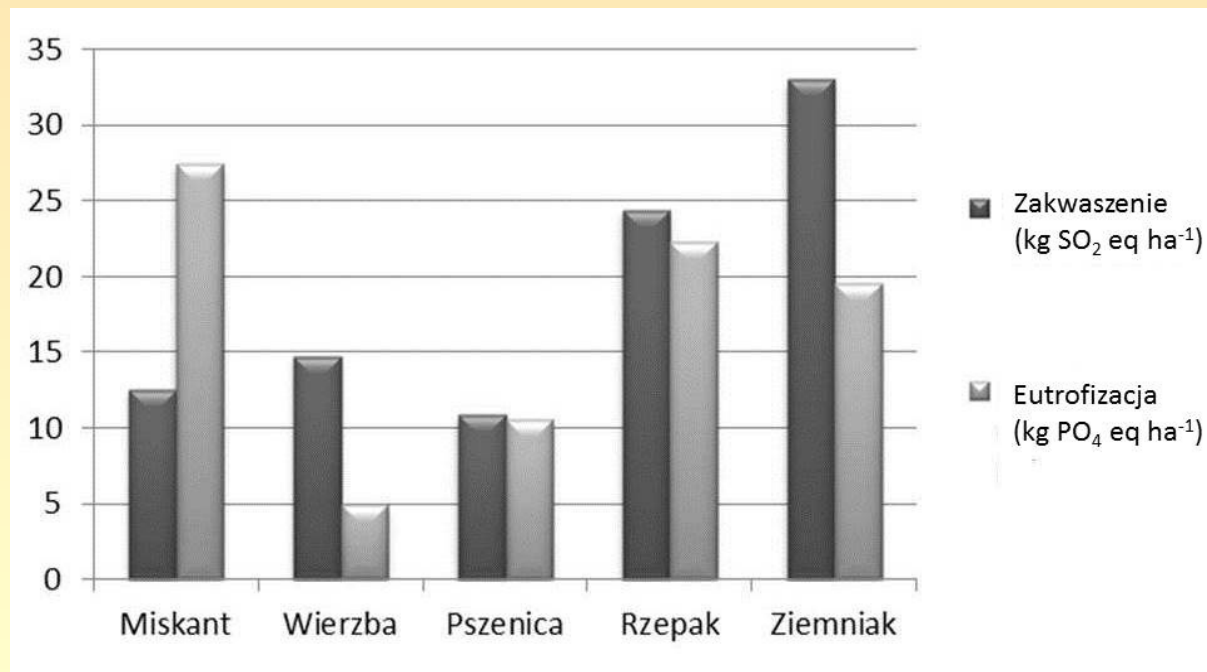
Na podstawie wytycznych Komisji Europejskiej oraz bazy danych o rolniczej przestrzeni produkcyjnej, przeprowadzono modelowanie skutków środowiskowych związanych z rozwojem upraw energetycznych w zakresie emisji gazów cieplarnianych oraz zagrożenia zanieczyszczeniem wód biogenami.

Emisja gazów cieplarnianych ($\text{t CO}_2 \text{ eq} \cdot \text{ha}^{-1}$)



Najwyższą emisją gazów cieplarnianych charakteryzował się rzepak, co wynikało z wysokich wymagań nawozowych tej rośliny.

Emisje gazów wpływających na zakwaszenie oraz eutrofizację środowiska



Największym wpływem na zakwaszenie charakteryzuje się uprawa ziemniaka co wynika z wysokiego nawożenia oraz z faktu, że gleba pod uprawą tej rośliny podatna jest na zwiększone wymywanie kationów zasadowych, zwłaszcza wapnia i magnezu.

Główną przyczyną eutrofizacji jest wzrastający ładunek pierwiastków biogennych, przede wszystkim fosforu. Większa ilość tego biogenu związana jest z intensyfikacją nawożenia oraz wzrostem erozji w zlewni. Wzrost dopływu azotu, drugiego z biogenów, związany jest ze wzrastającą emisją tlenków azotu do atmosfery.

Największy wpływ na eutrofizację wywarła uprawa miskanta, najmniejszy zaś uprawa wierzby.

Wymierne rezultaty realizacji zadań

„Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pochodzenia rolniczego i ich wpływ na środowisko”, Studia i Raporty IUNG-PIB, 2014, 39(13)

Jarosz Z., Faber A., Syp A. Ocena zmian wielkości emisji gazów cieplarnianych po zmianie profilu gospodarstwa z konwencjonalnego na ekologiczny. Woda Środowisko Obszary Wiejskie, T. 13, 4(44), 43-54.

Jarosz Z., Faber A., Borzęcka-Walker M., Pudełko R. Szacowanie i regionalizacja potencjału biomasy ubocznej z produkcji zbóż. Roczniki Naukowe SERiA, 2014, XVI, z. 2: 98-102.

Jarosz Z., Pudełko R., Borzęcka-Walker M., Faber A. Regionalizacja potencjału biomasy ubocznej z produkcji roślin oleistych. Roczniki Naukowe SERiA, 2014, XVI, z. 3: 99-103.

Warsztaty naukowe „Ocena skutków środowiskowych produkcji i wykorzystania biomasy”:

- Ocena potencjału biomasy odpadowej i ubocznej oraz skutki środowiskowe produkcji i wykorzystania biomasy,**
- Ocena użytkowania systemów rolno-leśnych w aspekcie zrównoważonej produkcji biomasy energetycznej i bezpieczeństwa żywnościowego.**

Udział w konferencjach krajowych i zagranicznych.



Dziękuję za uwagę