



UMCS

UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ W
LUBLINIE

Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej

Kierunek: **Geografia**

Specjalność: **Geografia społeczno-ekonomiczna**

Jacek Dobrowolski

**Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania
produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne
na przykładzie województwa lubelskiego**

SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF AGRICULTURAL
BIOMASS PRODUCTION FOR ENERGY PURPOSES
ON THE EXAMPLE OF LUBELSKIE VOIVODESHIP

Praca doktorska

napisana w Zakładzie Geografii Społeczno-Ekonomicznej

pod kierunkiem dr hab. Artura Myny

Lublin rok 2019

1	WSTĘP.....	4
1.1	ZDEFINIOWANIE I UZASADNIENIE WYBORU PROBLEMU BADAWCZEGO.....	4
1.2	CELE, HIPOTEZY I ZAKRES PRACY.....	5
1.3	MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE.....	7
1.4	METODY.....	12
2	PODSTAWY TEORETYCZNE	17
2.1	POJĘCIE BIOMASY I BIOPALIW	17
2.2	BIOMASA ROLNICZA I INNE RODZAJE BIOMASY ORAZ JEJ ATRYBUTY.....	21
2.3	BIOMASA A ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII.....	24
2.4	SPOSOBY POZYSKIWANIA ENERGII Z BIOMASY	27
2.5	KIERUNKI BADAŃ NAD BIOMASĄ ROLNICZĄ I JEJ ENERGETYCZNYM WYKORZYSTANIEM.....	34
2.6	POTENCJAŁ BIOMASY ROLNICZEJ I BIOPALIW W LITERATURZE	39
2.7	BADANIA WIEDZY, PREFERENCJI I OPINII ROLNIKÓW – WIODĄCE KONCEPCJE TEORETYCZNE	42
3	WYKORZYSTANIE BIOMASY NA CELE ENERGETYCZNE – UWARUNKOWANIA GLOBALNE, UNII EUROPEJSKIEJ I KRAJOWE	49
3.1	GLOBALNE UWARUNKOWANIA SPOŁECZNO-EKONOMICZNE I POLITYCZNE.....	49
3.2	WYKORZYSTANIE TRADYCYJNYCH PALIW A ŚRODOWISKO I ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII.....	54
3.3	POLITYKA PAŃSTWA WOBEC ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII.....	63
4	OBIEKTYWNE UWARUNKOWANIA PRODUKCJI BIOMASY ROLNICZEJ NA CELE ENERGETYCZNE W WOJEWÓDZTWIE LUBELSKIM	69
4.1	UWARUNKOWANIA PRZYRODNICZE.....	69
4.2	UWARUNKOWANIA SPOŁECZNO-EKONOMICZNE.....	74
4.3	KLASYFIKACJA POWIATÓW WEDŁUG OBIEKTYWNYCH UWARUNKOWAŃ PRODUKCJI BIOMASY ROLNICZEJ NA CELE ENERGETYCZNE.....	90
5	UWARUNKOWANIA PRODUKCJI BIOMASY ROLNICZEJ NA CELE ENERGETYCZNE W ŚWIETLE BADAŃ ANKIETOWYCH.....	100
5.1	CHARAKTERYSTYKA RESPONDENTÓW I GOSPODARSTW ROLNYCH.....	100
5.2	ZAGOSPODAROWANIE SŁOMY I JEJ NADWYŹKI WEDŁUG ANKIETOWANYCH	111
5.3	ROŚLINY ENERGETYCZNE – WIEDZA I PREFERENCJE ROLNIKÓW.....	122
5.4	BIOPALIWA – WIEDZA I MOŻLIWOŚCI ICH WYKORZYSTANIA PRZEZ ROLNIKÓW	133
5.5	GRUPY PRODUCENCKIE I SZKOLENIA – OPINIE ANKIETOWANYCH.....	159
5.6	KLASYFIKACJE POWIATÓW WEDŁUG SUBIEKTYWNYCH UWARUNKOWAŃ PRODUKCJI BIOMASY ROLNICZEJ NA CELE ENERGETYCZNE.....	165
6	POTENCJAŁ PRODUKCJI BIOMASY ROLNICZEJ NA CELE ENERGETYCZNE W WOJEWÓDZTWIE LUBELSKIM	173
6.1	POTENCJAŁ TECHNICZNY BIOPALIW STAŁYCH.....	173
6.2	POTENCJAŁ TECHNICZNY BIOPALIW PŁYNNYCH I GAZOWYCH.....	189
6.3	KLASYFIKACJA POWIATÓW WEDŁUG POTENCJAŁÓW BIOMASY ROLNICZEJ.....	193

7	POLITYKA ROZWOJU PRODUKCJI BIOMASY ROLNICZEJ I JEJ ENERGETYCZNEGO WYKORZYSTANIA – MODEL I REKOMENDACJE PRAKTYCZNE.....	197
7.1	CELE I PRZEWIDYWANE EFEKTY.....	197
7.2	PODMIOTY I INSTRUMENTY	203
7.3	OBSZARY RYZYKA	207
8	ZAKOŃCZENIE.....	209
9	SUMMARY	220
10	LITERATURA	221
11	WYKAZ RYCIN.....	233
12	WYKAZ TABEL.....	236
13	ZAŁĄCZNIK	237

1 Wstęp

1.1 Zdefiniowanie i uzasadnienie wyboru problemu badawczego

Bioenergia, według *Dictionary of energy* (Cleveland, Morris, 2006, s. 42), oznacza energię produkowaną z biomasy, w tym z produktów rolnych i odpadów z produkcji rolnej, a bioenergetyka obejmuje zarówno produkcję biopaliw stałych i płynnych, jak i gazowych. Produkcja biomasy rolniczej i jej energetyczne wykorzystanie stanowią element zrównoważonego rozwoju wiejskich obszarów problemowych, które w literaturze definiują Bański (1999, ss. 28-91), Fijałkowska i Jasiulewicz (2003, ss., 109-122). Wskazują oni atrybuty tego rodzaju obszarów: nadprodukcję w rolnictwie, wahania cen rynkowych produktów rolnych, słabą kondycję przedsiębiorstw rolnych, niewykorzystanie zasobów, a także nadmiar siły roboczej.

Problemy obszarów wiejskich można rozwiązać lub ograniczyć poprzez rozwój upraw energetycznych i ich wykorzystanie jako biopaliw (Fijałkowska i Jasiulewicz 2003, ss., 109-122 oraz Jasiulewicz 2004, ss. 177-184). Uprawa roślin energetycznych na gruntach odłogowanych, wykorzystanie poźniwnych ubocznych produktów rolnictwa oraz przetwórstwo biomasy na biopaliwa stanowią działania, które obok turystyki i przetwórstwa rolnego są najczęściej wymieniane jako sposoby aktywizacji obszarów wiejskich. Kiełczewski (2005, ss. 30-33) i Konieczny (2005, ss. 127-132) wskazują na możliwości zróżnicowania produkcji rolnej poprzez uprawę roślin z przeznaczeniem na biopaliwa, Spychalski (2005, ss., 84-88) rozpatruje biopaliwa w kontekście ekonomicznych i organizacyjnych uwarunkowań rozwoju gospodarstw rolnych, a Gostomczyk (2009c, ss. 179-197) podkreśla znaczenie biomasy rolnej i uprawy roślin energetycznych jako źródła surowców do wytwarzania bioenergii i miejsc pracy. Z kolei Jabłoński i Wnuk (2004, s. 248, 254) uwypuklają rolę biopaliw stałych na obszarach o słabo rozwiniętym przemyśle.

Energetyczne zagospodarowanie biomasy jest szeroko omawiane w literaturze, lecz zainteresowanie nią w małym stopniu przekłada się na wzrost udziału biopaliw w strukturze wytwarzanej energii (Faaji, deWit, 2008, *International...*, 2013), zarówno w skali globalnej, jak i krajowej czy regionalnej. Województwo lubelskie, położone we wschodniej Polsce, na peryferiach Unii Europejskiej, gdzie występują licznie wiejskie obszary problemowe, charakteryzuje się dużym potencjałem produkcji biomasy rolniczej, którą w małym stopniu wykorzystuje się na cele energetyczne. Biomasę rolniczą przeznacza się tu głównie na cele konsumpcyjne, paszę dla zwierząt gospodarskich i traktuje ją jako nawóz bądź pozostawia niezagospodarowaną jako uboczny produkt rolnictwa (Kościk B., Kowalczyk-Juśko A.,

Kościk K., 2008, Jasiulewicz, 2010).

W literaturze przedstawiane są głównie problemy agrotechniczne upraw roślin energetycznych, techniczne związane z wykorzystaniem biomasy i biopaliw na cele energetyczne oraz zagadnienia efektywności i skuteczności bioenergetyki. Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania produkcji biomasy i jej wykorzystania na cele energetyczne są rzadko prezentowane w literaturze (Moncada i in., s. 910), a nieliczne prace na ten temat opublikowali Gostomczyk (2005, 2009b) i Spychalski (2005). Chociaż zagospodarowanie biomasy na cele energetyczne ma najczęściej zasięg lokalny, to brakuje opracowań na temat uwarunkowań energetycznego wykorzystania biomasy na poziomie lokalnym: gmin i powiatów (Bieranowski, Piechocki, 2007). Władze publiczne odpowiedzialne za politykę energetyczną i zrównoważony rozwój, podobnie jak badacze, postrzegają rolników często instrumentalnie, jako dostawców biomasy pozbawionych własnych poglądów, opinii, wyobrażeń czy preferencji w rozwoju bioenergetyki (Rossi, Hinrichs, 2011).

Niniejsza praca wypełnia lukę w zakresie analizy społeczno-ekonomicznych (obiektywnych) uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne oraz uwarunkowań subiektywnych, które znajdują odzwierciedlenie w deklaracjach, preferencjach, wartościach, opiniach czy wiedzy rolników. Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania wykorzystania biomasy rolniczej na cele energetyczne analizowano jako system wielowymiarowych, wzajemnie powiązanych czynników. Klasyfikacje i przestrzenne zróżnicowanie między powiatami społeczno-ekonomicznych uwarunkowań produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania, stanowią „wartość dodaną” niniejszej pracy i wkład w rozwój geografii społeczno-ekonomicznej.

Motywy podjęcia tematu produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne jest także chaotyczna polityka państwa dotycząca rozwoju bioenergetyki oraz jej niekorzystne następstwa, jak na przykład spalanie drewna jako „odnawialnego” źródła energii (Horbaj, Kisley, 2006). W Polsce wsparcie uprawy roślin energetycznych przez państwo okazało się nieskuteczne (*Płatności...*, 2008). Dlatego też, w pracy przedstawiono model i sformułowano praktyczne rekomendacje dotyczące polityki rozwoju produkcji biomasy i upraw roślin energetycznych oraz ich energetycznego wykorzystania, co wzbogaca literaturę przedmiotu.

1.2 Cele, hipotezy i zakres pracy

Głównym celem pracy jest identyfikacja społeczno-ekonomicznych uwarunkowań produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne i przedstawienie ich przestrzennego

zróźnicowania, na przykładzie województwa lubelskiego, ze szczególnym uwzględnieniem cech rolników i charakterystyk gospodarstw. Sformułowano hipotezy badawcze, które odnoszą się do głównego celu pracy. Według pierwszej hipotezy społeczne i ekonomiczne uwarunkowania produkcji biomasy rolniczej i jej wykorzystania na cele energetyczne mają charakter obiektywny i subiektywny i są wzajemnie powiązane. Postawiono drugą hipotezę, że w gospodarstwach dużych, towarowych, lecz nie prowadzących chowu zwierząt, kapitałochłonnych, kierowanych przez osoby młode, wykształcone i czerpiące dochody z pracy poza rolnictwem, deklarowana skłonność rolników do uprawy roślin energetycznych i ich wykorzystania na cele energetyczne jest wyższa niż w gospodarstwach małych, subsystencyjnych, kierowanych przez rolników w podeszłym wieku i utrzymujących się tylko z rolnictwa. Sformułowano trzecią hipotezę, że wiedza rolników o roślinach energetycznych i wykorzystaniu biomasy na cele energetyczne jest niepełna i często fragmentaryczna.

Cel metodyczny pracy stanowi opracowanie metody szacowania potencjału biomasy na cele energetyczne, a aplikacyjny oszacowanie wolumenu biomasy w ujęciu przestrzennym oraz opracowanie modelu polityki rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania, a także rekomendacji praktycznych w tym zakresie.

Obszar badań obejmuje 175 gmin wiejskich i 23 gminy miejsko-wiejskie województwa lubelskiego, a zakres czasowy to dziesięć lat, od wejścia w życie ustawy o biopaliwach i biokomponentach ciekłych (Dz.U. 2006, nr 169, poz. 1199), co nastąpiło w dniu 1 stycznia 2007. W pracy zastosowano metodę dedukcji, a zatem poszczególne zagadnienia są prezentowane od ogólnych do szczegółowych. W rozdziale teoretycznym, drugiej po wstępie części pracy, zdefiniowano podstawowe pojęcia stosowane w jej części empirycznej oraz dokonano przeglądu literatury dotyczącej biomasy i jej energetycznego wykorzystania, a także przedstawiono koncepcje teoretyczne odnoszące się do badań wiedzy, preferencji i opinii rolników (uwarunkowań subiektywnych).

W rozdziale trzecim zaprezentowano globalne, europejskie i krajowe uwarunkowania wykorzystania biomasy na cele energetyczne i szerzej odnawialnych źródeł energii. W rozdziale czwartym ukazano społeczno-ekonomiczne oraz przyrodnicze uwarunkowania produkcji biomasy roślinnej i zwierzęcej na cele energetyczne w województwie lubelskim. Uwarunkowania tego typu, które odnoszą się do struktur zjawisk i procesów demograficznych, ekonomicznych i przyrodniczych, określono jako obiektywne. Opracowano klasyfikację, porządkując powiaty województwa lubelskiego według obiektywnych uwarunkowań energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej.

W rozdziale piątym, na podstawie wyników badań ankietowych rolników, przedstawiono subiektywne uwarunkowania produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne w województwie lubelskim. Analizie poddano deklaracje, opinie i wiedzę rolników na temat: wykorzystania słomy jako nawozu, występowania w gospodarstwie rolnym nadwyżek słomy i innej biomasy stałej, skłonności do upraw roślin energetycznych, wiedzy o tego typu roślinach, opinii na temat biopaliw, skłonności do zrzeszania się w celu produkcji biomasy na cele energetyczne oraz do udziału w szkoleniach o biopaliwach. Syntezę rozdziału stanowi klasyfikacja rolników według cech i charakterystyk ich gospodarstw oraz skłonności do uprawy roślin energetycznych i wykorzystania biomasy na cele energetyczne.

Rozdział szósty przedstawia wyniki obliczeń potencjału biopaliw stałych, płynnych i gazowych dla województwa lubelskiego. Zaprezentowano w nim także klasyfikację powiatów województwa lubelskiego według potencjałów biomasy rolniczej. W ostatnim rozdziale pracy, który poprzedza zakończenie, przedstawiono model polityki władz publicznych rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania. Ukazano założenia, cele, przewidywane efekty i obszary ryzyka, a także instrumenty polityki wsparcia uprawy roślin energetycznych i energetycznego wykorzystania biomasy.

1.3 Materiały źródłowe

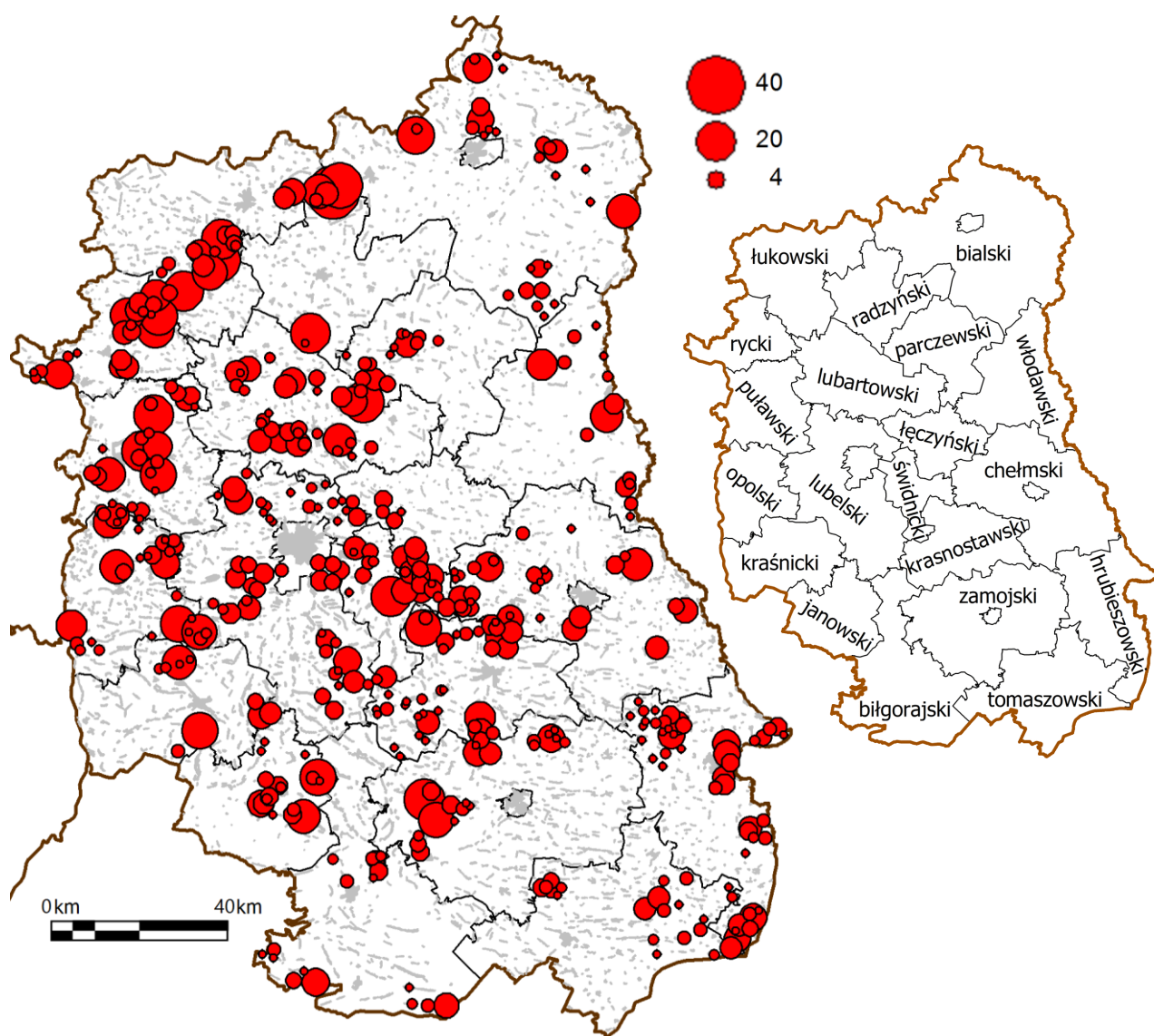
Materiały źródłowe, które wykorzystano w pracy, obejmują: literaturę, dane statystyki publicznej i Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz wyniki przeprowadzonych ankiet i wywiadów. Kwerendą literatury objęto blisko 340 pozycji, spośród których 64% stanowią publikacje w języku angielskim: artykuły i monografie. Dane dotyczące uwarunkowań produkcji biomasy rolniczej pozyskano z roczników statystycznych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) w Warszawie, wyników Powszechnego Spisu Rolnego z 2010 roku, Banku Danych Lokalnych (www.stat.gov.pl), opracowań Międzynarodowej Agencji Energetyki (IEA) i Biura Planowania Przestrzennego (BPP) w Lublinie, a także z przeprowadzonych badań ankietowych i wywiadów.

Ankieta składa się z 40 pytań (ułożonych w siedem grup tematycznych) i metryczki (kwestionariusz przedstawiono w formie załącznika). Na początku przeprowadzono badania pilotażowe w gminach powiatu lubelskiego, co umożliwiło weryfikację poprawności ankiety. Badania ankietowe wykonano wśród rolników zamieszkujących gminy wiejskie i miejsko-wiejskie województwa lubelskiego, w maju, czerwcu, październiku i listopadzie 2011 oraz maju 2012 roku, przy współudziale studentów odbywających ćwiczenia terenowe

z geografii społeczno-ekonomicznej. Dane ankietowe pozyskano dla lat, w których politykę rozwoju bioenergetyki prowadzono w warunkach funkcjonowania przepisów prawnych, wprowadzonych na mocy ustawy o biopaliwach i biokomponentach ciekłych (Dz.U. 2006, nr 169, poz. 1199). Innymi słowy, badania ankietowe przeprowadzono w warunkach umiarkowanie optymistycznego scenariusza wykonywanej krajowej polityki rozwoju bioenergetyki i rozwoju produkcji biomasy na cele energetyczne, podczas gdy obecne uwarunkowania na szczeblu krajowym, po wycofaniu się państwa z programów wsparcia rozwoju bioenergetyki, nie sprzyjają jej rozwojowi i energetycznemu wykorzystaniu biomasy rolniczej. Z wysokim prawdopodobieństwem można założyć, że gdyby badania ankietowe przeprowadzono w roku 2018 czy roku go poprzedzającym, w warunkach ziszczenia się pesymistycznego scenariusza polityki rozwoju bioenergetyki, deklaracje rolników co do uprawy roślin energetycznych i energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej byłyby na ogół bardzo negatywne. Zgromadzone w toku badań ankietowych dane uzupełniono o wywiady z ankietarami i rolnikami oraz sprawozdania ankietarów, które sporządzili po zakończeniu badań terenowych.

Gminy, w których przeprowadzono badania ankietowe, dobrano w sposób losowy (metoda losowania warstwowego, przy czym warstwy stanowiły powiaty i gminy). W 86 gminach przeprowadzono po co najmniej 10 ankiet, w pozostałych 25 po mniej niż 10 (ryc. 1). Jednostki, w których przeprowadzono ankiety są stosunkowo równomiernie rozmieszczone na obszarze województwa lubelskiego (ryc. 1). W analizowanej próbie reprezentowane są zatem wszystkie powiaty i makroregiony fizyczno-geograficzne województwa lubelskiego (Kondracki, 2009). Badania ankietowe przeprowadzono ogółem w 2442 gospodarstwach rolnych, położonych w gminach wiejskich i miejsko-wiejskich województwa lubelskiego. Częściowo bądź niepoprawnie wypełnione ankiety w trakcie badań pilotażowych w powiecie lubelskim, zostały odrzucone. Analizę uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne przeprowadzono więc ostatecznie na podstawie wyników 2 191 ankiet.

Gospodarstwa rolne, w których przeprowadzono badania ankietowe, stanowiły 1,15% gospodarstw powyżej 1 ha (0,85% ogółu gospodarstw rolnych w województwie lubelskim). Ich areał obejmował 1,89% powierzchni użytków rolnych w województwie (Użytkowanie... 2011, s. 59). Tylko 309 ankiet, 14,1% ogółu, przeprowadzono w gospodarstwach o powierzchni mniejszej niż 5 ha, gdyż w województwie lubelskim stopniowo wzrasta średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego, a małe gospodarstwa o powierzchni poniżej 5 ha charakteryzuje niska towarowość i system niesformalizowanych



Ryc. 1. Liczba przeprowadzonych ankiet według miejscowości.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań ankietowych (n=2 191).

dzierżaw gruntów (Gostomczyk 2009b, ss. 106-7). Respondentami byli zatem głównie rolnicy posiadający gospodarstwa o powierzchni 5 ha i większe, oferujący duże ilości biomasy w formie pozostałości poprodukcyjnych rolnictwa. Udział ankietowanych gospodarstw wzrasta w kolejnych klasach ich wielkości, wyrażonej średnią powierzchnią gospodarstwa (tab. 1). Na przykład, ankiety przeprowadzono wśród 0,42% gospodarstw o powierzchni od 3 ha do 4 ha i wśród 4,55% gospodarstw o powierzchni od 30 ha do 50 ha (tab. 1). Przeciętna powierzchnia gospodarstwa rolnego, które uczestniczyło w badaniu, wyniosła 14,3 ha, co stanowiło 169% średniej dla województwa lubelskiego (*Użytkowanie...* 2011, s. 58).

Ocenę reprezentatywności próby ankietowanych jednostek przeprowadzono przy

Tab. 1. Ankietowane gospodarstwa według powierzchni.

Powierzchnia ogólna gospodarstwa rolnego	Gospodarstwa			Powierzchnia gospodarstw		
	ogółem	ankietowane		ogółem	ankietowane	
	liczba	liczba	%	liczba	liczba	%
do 1 ha	67 376	0	0,00	47 091	0	0,00
1-2	34 193	24	0,07	66 942	36	0,05
2-3	27 027	54	0,20	85 207	122	0,14
3-4	22 491	95	0,42	97 325	314	0,32
4-5	18 831	136	0,72	102 403	576	0,56
5-7	27 851	465	1,67	196 881	2 633	1,34
7-10	24 936	421	1,69	241 267	3 334	1,38
10-15	18 107	391	2,16	247 257	4 455	1,80
15-20	7 026	223	3,17	134 023	3 666	2,74
20-30	5 233	164	3,13	137 344	3 762	2,74
30-50	2 724	124	4,55	112 891	4 403	3,90
ponad 50	1 455	94	6,46	188 620	8 009	4,25
Suma 1 ha i powyżej	189 874 ¹	2 191	1,15	1 657 251	31 310	1,89

Zródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet oraz *Użytkowanie gruntów, Powszechny Spis Rolny 2010*, GUS, Warszawa 2011, s. 57.

wykorzystaniu statystyki p testu na autokorelację przestrzenną (Moran's I^2). Gdy wartość statystyki p (metoda Monte Carlo) wynosi powyżej 0,1, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku przestrzennej autokorelacji danych. Wartość statystyki I wynosząca 0,113 wskazuje więc na bardzo niską (nieistotną statystycznie) dodatnią autokorelację. Zarówno dobór gmin do badań, jak i miejscowości na obszarze gmin, miał zatem charakter losowy (lub bardzo zbliżony do niego).

Błąd estymacji (e) określono przekształcając wzór na wielkość próby populacji skończonej (n):

$$n = \frac{P(1 - P)}{\frac{e^2}{Z^2} + \frac{P(1 - P)}{N}}$$

n – wielkość próby,

P – oszacowana proporcja w populacji,

e – błąd estymacji na podstawie próby,

Z – wartość rozkładu normalnego wynikająca z przyjętego poziomu ufności,

N – wielkość populacji.

Wielkością próby jest liczba wykonanych ankiet (2 191). Proporcja badanej cechy w populacji generalnej jest nieznaną. W celu uniknięcia niedoszacowania popełnianego błędu

¹ Bank danych lokalnych (BDL) GUS podaje liczbę 192 036 gospodarstw rolnych o powierzchni większej niż 1 ha i 68 252 gospodarstw o powierzchni poniżej 1 ha. Powierzchnia ogólna gospodarstw rolnych według BDL jest większa o 11 013 ha od danych zawartych w opracowaniu *Użytkowanie...* 2011.

² Obliczenia wykonane w programie GeoDa 1.6.6.1 – www.geodacenter.asu.edu.

zakłada się strukturę 50/50, która wywołuje maksymalny błąd (ϵ). Dla standardowego poziomu ufności $1-\alpha$ (0,95) wartość rozkładu normalnego wynosi 1,96. Populację generalną stanowią właściciele gospodarstw rolnych o powierzchni powyżej 1 ha. Według Powszechnego Spisu Rolnego 2010 na badanym obszarze obejmuje ona 189 874 rolników (*Użytkowanie...*, 2011, s. 57). Błąd losowy estymacji parametrów populacji generalnej na podstawie próby jest niski, wynosi 2,08%. Świadczy to o bardzo dobrej jakości (dużej dokładności) estymacji.

Reprezentatywność ankietowanej grupy gospodarstw rolnych badano także poprzez porównanie wielkości oszacowanych na tej podstawie wartości z danymi GUS. Areal gruntów w posiadaniu ankietowanych rolników stanowił 1,89% powierzchni użytków rolnych województwa w gospodarstwach powyżej 1 ha. Za pomocą proporcji można oszacować powierzchnie poszczególnych upraw i pogłowie zwierząt gospodarskich w województwie lubelskim. Obliczenia powierzchni upraw wykonano zgodnie ze wzorem:

$$P_u = \frac{P_{URW}}{P_{URa}} \sum_{i=1}^n P_i$$

Tab. 2. Powierzchnia upraw roślin w województwie lubelskim w 2011 r. – porównanie estymacji na podstawie ankiet z danymi GUS [tys. ha].

Nazwa uprawy	Gospodarstwa ankietowane	Województwo			Wielkość błędu	
		szacunek	dane GUS	porównanie szacunków z danymi GUS		
Pszenica	7,6	351,8	300,0	przeszacowane	+52	
Żyto	1,4	68,6	75,0	niedoszacowane	-6	
Jęczmień	2,1	98,7	130,0		-31	
Owies	1,0	49,4	70,0		-21	
Pszennyto	1,5	76,5	120,0		-43	
Mieszanki zbożowe	2,0	96,1	135,0		-39	
Zboże	3,6	178,7			nie dotyczy	+179
Gryka	0,2	12,2	9,0	przeszacowane	+2	
Suma błędu dla zbóż					+93	
Rzepak	1,9	90,9	37,5	przeszacowane	+53	
Buraki cukrowe	1,7	74,9	29,5		+45	
Ziemniaki	0,9	42,3	32,8		+10	
Łąki	1,1	54,7	205,2	mocno niedoszacowane	-151	
Kukurydza	1,3	62,4	38,0	przeszacowane	+24	
Warzywa	0,8	37,8	23,0		+15	
Sad	0,5	21,2	60,0	niedoszacowane	-38	
Len	0,0	0,5	1,1		-1	
Tytoń	0,2	9,4	7,5		+2	
Porzeczki	0,2	12,1	17,0		-5	
Truskawki	0,2	9,1	9,7		-1	
Maliny	0,4	18,3	14,3		przeszacowane	+5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet oraz *Wynikowy...* (2011).

* Oszacowano: zasiewy zbóż (poza gryką i kukurydzą) na podstawie *Wynikowy...* (2011) zgodnie z udziałem województwa lubelskiego w latach poprzednich, gryki na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego 2002, łąki – *Wynikowy...* (2011), a pozostałe na podstawie BDL (Bank Danych Lokalnych).

P_u – szacunkowa powierzchnia uprawy w skali województwa,
 P_{URW} – powierzchnia użytków rolnych w województwie (*Użytkowanie...*, 2011, s. 46),
 P_{URa} – powierzchnia gospodarstw rolnych w dyspozycji respondentów,
 n – liczba przeprowadzonych wywiadów ankietowych,
 P_i – powierzchnia upraw i-tej rośliny,

zaś obsady zwierząt gospodarskich stosując wzór:

$$O_z = \frac{P_{URW}}{P_{URa}} \sum_{i=1}^n O_i$$

O_z – szacunkowa obsada zwierząt gospodarskich w skali województwa,
 O_i – obsada i-tego gatunku/rodzaju.

Wyniki szacunków wykonanych z zastosowaniem powyższych wzorów przedstawiają tabela 2 i 3.

Tab. 3. Pogłowie zwierząt gospodarskich w województwie lubelskim – porównanie estymacji na podstawie ankiet z danymi GUS (2010) [tys. szt.].

Zwierzęta gospodarskie	Gospodarstwa ankietowane	Województwo (ze wzoru)	Województwo (GUS)	Ocena dopasowania wyników	Wielkość błędu
Bydło w tym krowy	9,3	491,8	369,8	przeszacowane	+122
	5,6	293,8	183,1		+111
Trzoda chlewna	22,2	1 177,6	902,0		+276
Drób	41,8	2 213,4	6 183,3*	niedoszacowane	-3970

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet oraz *Zwierzęta...* (2011).

*Średnia z czerwca i grudnia 2010 r.

Porównanie wielkości oszacowanych na podstawie próby z danymi GUS (tab. 2 i tab. 3), wskazuje zwłaszcza na różnice dotyczące powierzchni łąk (które rolnicy często pomijali w deklaracjach) oraz poszczególnych zbóż. Ankietowani podawali informacje zagregowane bez rozróżniania gatunków zbóż bądź dokonywali zaokrągleń, a więc przesunięć pomiędzy powierzchniami zasiewów poszczególnych zbóż.

1.4 Metody

Zgromadzone dane ankietowe, statystyki publicznej i pochodzące ze źródeł administracyjnych, poddano analizom statystycznym. Analizowano strukturę, dynamikę i rozkład przestrzenny zjawisk. Strukturę zjawisk badano za pomocą tabel przestawnych przy wykorzystaniu programu Microsoft Excel. Dokonano także pogłębionej charakterystyki grup ankietowanych według wieku, płci, wykształcenia, źródła dochodu i sposobu gospodarowania, przedstawiając graficznie badane struktury za pomocą diagramów. W

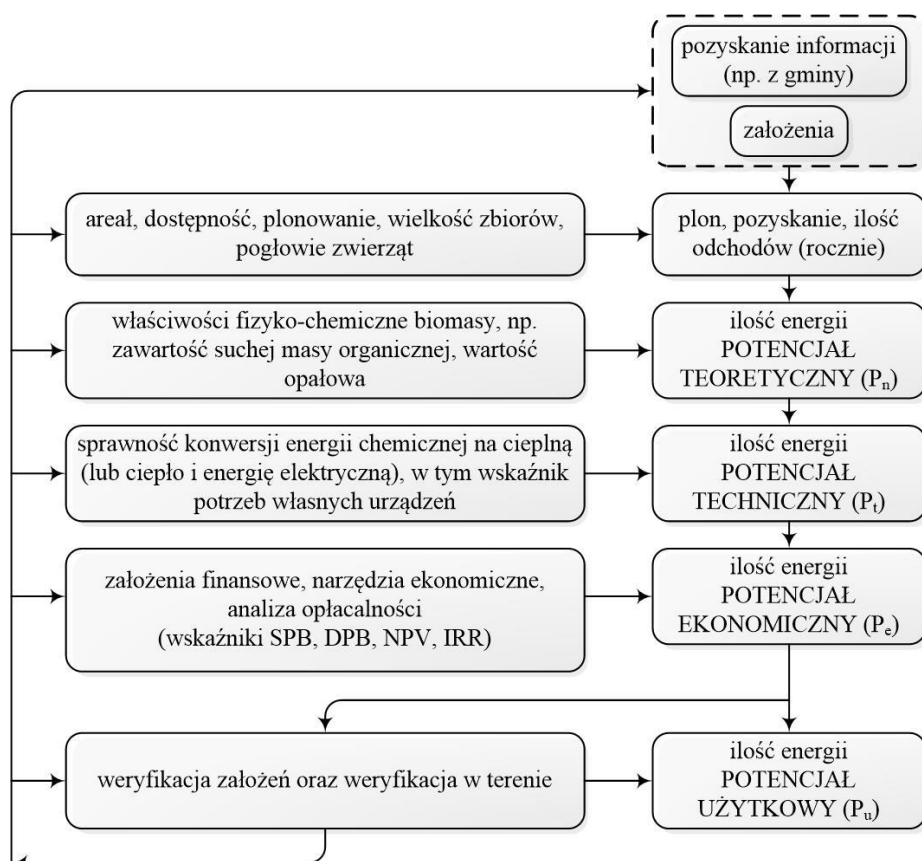
analizach struktur odznaczających się wielowymiarowością lub brakiem liniowości, zastosowano metodę punktową. Zmiany zjawisk w czasie określono przy wykorzystaniu indeksów dynamiki i analizy tendencji rozwojowej (trendu liniowego). Z kolei cele polityki rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania, określono za pomocą metody SMART.

Szczególny nacisk położono na analizy przestrzenne, stosując metody kartograficzne. Większość rycin, które zamieszczono w pracy, stanowią kartogramy i kartodiagramy, przy czym niektóre mapy wykonano metoda kropkową. Korzystano także z metod: sygnaturowej, zasięgów i chorochromatycznej. Współczynnik autokorelacji I-Moran'a wykorzystano jako miarę autokorelacji przestrzennej danych, które pozyskano w trakcie ankietowania.

Opracowano także własną metodę obliczania potencjału biomasy oraz klasyfikowania jednostek terytorialnych według ich atrakcyjności dla produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania. Aby ustalić potencjał techniczny biopaliw na cele energetyczne, substraty do ich produkcji podzielono na dwie grupy. Pierwsza objęła surowce do produkcji biopaliw stałych, na przykład słomę, a druga do produkcji biopaliw płynnych i gazowych. Algorytm szacowania zasobów biomasy, którą można przeznaczyć na cele energetyczne bez zakłócania produkcji żywności oraz produkcji paszy dla zwierząt i surowców dla przemysłu rolno-spożywczego, przedstawia rycina 2. Procedura obliczeń potencjału technicznego biopaliw stałych składa się z kilku etapów. Najpierw oszacowano potencjał teoretyczny stałych produktów ubocznych rolnictwa (sPUR), który pomniejszono poprzez zastosowanie określonych współczynników (które przedstawiono w tab. 4) i uzyskano potencjał techniczny sPUR. Oszacowano także potencjały techniczne siana z „nieujawnionych” łąk i roślin energetycznych, a w końcu obliczono sumę potencjałów technicznych: sPUR, siana i roślin energetycznych.

Potencjał teoretyczny sPUR stanowi masę produktów ubocznych związanych z uprawą roślin. W oszacowaniu zasobu słomy zbożowej i rzepakowej wykorzystano: powierzchnię uprawy zbóż i rzepaku, ich plonowanie z hektara, stosunek plonu słomy do ziarna oraz współczynniki jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Potencjał teoretyczny sPUR obliczono zgodnie z formułą:

$$sPUR_{teor} = \frac{P_w}{P_g} \sum_{i=1}^n P_{kz} \cdot Z_{kz} \cdot W_{kz} \cdot W_{jrpp} + \frac{P_w}{P_g} \sum_{i=1}^n P_l \cdot PU_l$$



Ryc. 2. Algorytm szacowania potencjału energetycznego.

Źródło: Siejka, Tańczuk, Trinczek, 2008, s. 169.

Tab. 4. Współczynniki Z_{kz} , W_{kz} , PU_1 produktów ubocznych uprawy roślin.

Gatunek	Z_{kz}	W_{kz}	PU_1	Gatunek	PU_1	Gatunek	PU_1
pszenica	3,29	0,85	2,80	gorczyca	2,00	wierzba energetyczna	7,00
jęczmień	2,94	0,90	2,70	aronia	1,00	łąka	4,20
żyto	2,27	1,35	3,10	porzeczki	1,00	las	2,00
pszenżyto	2,69	1,15	3,10	maliny	1,00	inne	2,00
mieszanki zbożowe	2,63	1,05	2,80	sad	1,50		
owies	2,32	1,05	2,40	warzywa	1,50		
zboże	2,70	1,00	2,70	chmiel	1,00		
rzepak	2,30	1,00	2,30	len	1,50		
gryka	1,20	1,00	1,20	tytoń	1,50		
				zioła	3,00		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gradziuk (2003a, s. 31 [za:] Harasim 1994, s. 56), Rabcewicz (2007, ss. 1-2), BDL GUS oraz wywiadów pogłębionych z czerwca 2010 przeprowadzonych we wschodniej części województwa lubelskiego.

$sPUR_{teor}$ – potencjał teoretyczny³ stałych produktów ubocznych rolnictwa,

P_w – powierzchnia użytków rolnych w województwie (*Użytkowanie...* 2011),

³ Teoretyczny tonaż biopaliw stałych nie uwzględnia zużycia części biomasy na ściólkę oraz paszę dla zwierząt, a także wykorzystania słomy do nawożenia gruntów.

P_g – powierzchnia gospodarstw rolnych w dyspozycji respondentów,
 n – liczba przeprowadzonych wywiadów,
 P_{kz} – powierzchnia uprawy k-tego zboża, gryki lub rzepaku,
 Z_{kz} – plonowanie z hektara k-tego zboża, gryki lub rzepaku,
 W_{kz} – stosunek plonu słomy do plonu ziarna k-tego zboża, gryki lub rzepaku,
 W_{jrpp} – wskaźnik zależny od jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej w gminie⁴
 P_l – powierzchnia upraw l-tej rośliny, np. krzewy jagodowe, jabłonie, zioła, czy łąki,
 PU_l – waga produktów ubocznych powstających przy uprawie 1ha l-tej rośliny.

Cele polityki rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania, określono za pomocą metody SMART. Z kolei w klasyfikacji zjawisk wykorzystano metodę Warda oraz k-średnich. Na procedurę klasyfikacji składały się:

1. agregacja danych na powiaty za pomocą tabel przestawnych,
2. określenie struktur odpowiedzi ankietowanych w obrębie powiatów,
3. standaryzacja danych,
4. usunięcie cech o poziomach zmienności poniżej 10%,
5. usuwanie zmiennych skorelowanych ze sobą na poziomie istotności $p < 0,05$, z preferencją dla cech o wysokich wartościach integralnej pojemności informacyjnej Hellwiga,
6. selekcja merytoryczna cech,
7. symulacja klasyfikacji w celu ostatecznego doboru zmiennych,
8. wybór liczby klas za pomocą przebiegu aglomeracji, metodą Warda
9. oraz klasyfikacja powiatów metodą k-średnich.

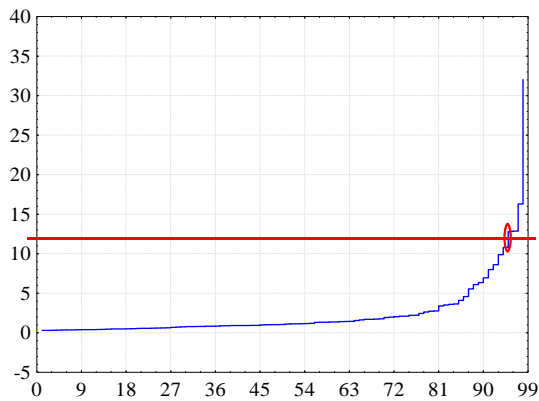
Agregację danych wykonano w programie Excel, a pozostałe analizy statystyczne w programie Statistica. Standaryzację danych zastosowano w celu osiągnięcia porównywalności zmiennych różnoimiennych oraz przeciwdziałania nadmiernemu eksponowaniu zmiennych o wysokich wartościach. Cechy redundantne usuwano wykorzystując: współczynnik zmienności cechy, tablice korelacyjne (przyjęto poziom istotności $p < 0,05$), wiedzę o analizowanych zmiennych oraz symulacje klasyfikacji.

Odległość euklidesową⁵ między powiatami obliczono metodą Warda⁶. Wykres przebiegu aglomeracji (ryc. 3) służył podziałowi dendrogramu (ryc. 4) na część „pnia” i „gałęzi”, by określić optymalną ilość grup klasyfikacji. Procedura obejmowała:

⁴ Wskaźnik wynosi 0,9, jeśli jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej zawiera się w przedziale od 50 punktów do 66 punktów, 1, gdy jrpp wynosi od 66 do 84 punktów, oraz 1,1, jeśli sięga od 84 do 104 punktów.

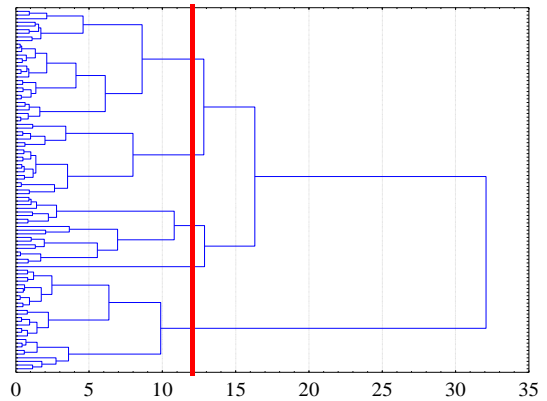
⁵ Inne metody stanowią odległości miejska, Czebyszewa, potęgowa czy kwadrat odległości euklidesowej.

⁶ Skupienia tworzą w taki sposób aby zminimalizować sumę kwadratów odchyleń wewnątrzgrupowych.



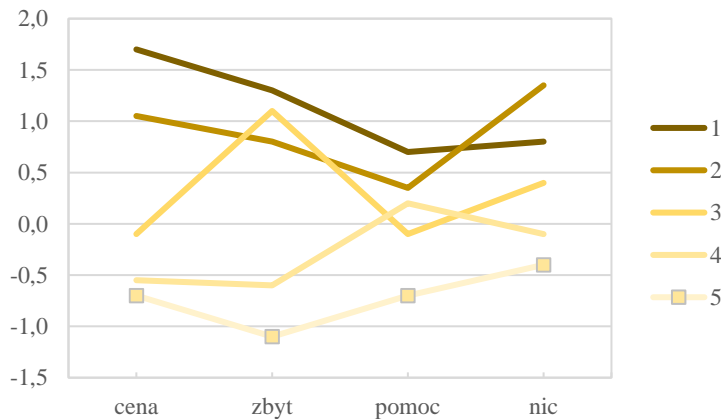
Ryc. 3. Wykres przebiegu aglomeracji na przykładzie badanych powiatów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 4. Dendrogram odległości wiązania na przykładzie badanych powiatów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 5. Wykres średnich dla grup/klas/skupień uzyskanych metodą k-średnich⁷.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

identyfikację pierwszego skoku funkcji aglomeracyjnej (por. owal w prawej części ryc. 3), odczyt wartości funkcji aglomeracyjnej (por. oś rzędnych na ryc. 3) oraz odczyt liczby gałęzi przecinanych przez linię wrysowaną na dendrogramie w miejscu ustalonym na podstawie analizy wykresu aglomeracji (ryc. 4). Właściwej klasyfikacji dokonywano metodą k-średnich⁸, tworząc liczbę klas, która wynikała z podziału dendrogramu (metoda Warda, ryc. 5).

⁷ Oś rzędnych wyskalowano liczbą odchyłeń standardowych od średniej dla danej cechy. Porównując poszczególne zmienne zwracano uwagę na wartość średnią populacji i do niej odnoszono uzyskane wyniki.

⁸ Metoda zakłada utworzenie k skupień aby minimalizować zmienności parametrów wewnątrz skupień i maksymalizować zmienności pomiędzy skupieniami, a zatem utworzyć skupienia/grupy, których wariancje (statystyki F) będą jak najbardziej istotne.

2 Podstawy teoretyczne

2.1 Pojęcie biomasy i biopaliw

W warunkach prób ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG – *Green House Gases*) coraz częściej zwraca się uwagę na biomasę jako źródło energii na skalę przemysłową. Problemy związane z wykorzystaniem biomasy są analizowane przez biologów, agrotechników, ekonomistów, geografów ekonomicznych czy inżynierów transportu. Pojęcie biomasa zostało wprowadzone przez biologów. Współcześnie Cleveland i Morris (2006, s. 41) definiują biomasę w aspektach: biologicznym i energetycznym jako organizmy żywe stanowiące źródło energii oraz substancje organiczne⁹ wykorzystywane do produkcji energii. W Encyklopedii Powszechnej PWN, na którą powołują się Gradziuk i Grzybek (2003, s. 19, Gradziuk, 2003a, s. 22), przez biomasę rozumie się *masę materii zawartą w organizmach zwierzęcych lub roślinnych*. Wyróżnia się biomasę świeżą (naturalną) i suchą (bezwodną), wyrażoną jako węgiel organiczny lub w jednostkach energii. Klass (2004, s. 193) odwołuje się do energetycznego pojęcia biomasy. Definiuje się ją jako niekopalne żywe lub martwe organizmy oraz materię organiczną zawierającą wewnętrzną energię chemiczną (Klass, 1998, s. xii, Sunggyu, 2007, s. 22, *Bioenergy project...*, 2007, s. 13, Merriam-Webster Online Dictionary).

Bogdanienko (1989, s. 232), Gradziuk, Grzybek (2001, s. 15), Kammen (2004, s. 386) oraz Lewandowski (2007, s. 323) wskazują na organiczne pochodzenie biomasy i jej powstawanie w procesie akumulacji energii. Szyszlak-Bargłowicz i Piekarski (2009, s. 29) dodają, iż substancje zaliczane do tej grupy zawierają węgiel, który nie podlegał zmianom fizykochemicznym. Bogdanienko (1989, s. 232) definiuje biomasę jako materię organiczną, która powstała głównie w wyniku procesu fotosyntezy. Zalicza do niej rośliny uprawiane na cele energetyczne na plantacjach, odpady z produkcji i przetwórstwa produktów roślinnych¹⁰, odchody zwierząt i odpady komunalne, traktując biomasę jako energię odnawialną. Podobnie Benett (2007, s. 46) i Traverso (2007, s. 86) zwracają uwagę na proces fotosyntezy, w trakcie którego CO₂ z atmosfery i H₂O przy udziale energii słonecznej są łączone przez rośliny by stworzyć cukry, a z nich tkanki organiczne. Biomasa może zatem być postrzegana jako energia słoneczna zakumulowana w wiązaniach chemicznych materii organicznej (Traverso, 2007, s. 86, *Bioenergy project...*, 2007, s. 13, Szecówka 2009, s. 16).

⁹ Odpady drewna i innych roślin z przemysłu i rolnictwa, organiczne odpady komunalne, odchody zwierząt oraz uprawiane rośliny.

¹⁰ Rolnictwa, przemysłu drzewnego i spożywczego.

Kuś i Smagacz (2004, s. 113 [za:] Gogół 2001) oraz Hanas (2005, s. 14 [za:] Gogół 2001) zaliczają biomasę do źródeł energii odnawialnej: promieniowania słonecznego, wiatru, wód płynących i energii geotermicznej. Jabłoński i Wnuk (2004, s. 248) definiują biomasę jako *substancję powstałą na drodze przemiany materii organizmów żywych*. Wśród źródeł biomasy wymieniają rośliny, zwierzęta i człowieka. Rośliny asymilują substancje do tworzenia tkanek z węglowodanów, zwierzęta pożywiają się roślinami, a człowiek wykorzystuje biomasę jako pokarm oraz surowiec dla przemysłu. Autorzy *Bioenergy project...* (2007, s. 13) marginalizują jednak znaczenie biomasy zwierzęcej, zwracając uwagę na proporcje pomiędzy akumulacją energii słonecznej w tkankach roślinnych i zwierzęcych.

Według W. Shepherd i D. Shepherd D (2003, s. 431) biomasa wykorzystana do produkcji energii staje się biopaliwem. Mowery (2001, s. 157) definiuje biopaliwa jako materię organiczną lub jej produkty wykorzystane do wytwarzania energii. Energia powstała z udziałem biopaliw określana jest mianem bioenergii, a rośliny wykorzystywane do produkcji biopaliw nazywane są energetycznymi. Denisiuk i Piechocki (2005, s. 18) zwracają uwagę, iż biomasa *może sama stanowić źródło energii* lub być przetworzona na inne biopaliwa. Gradziuk i Grzybek (2003, s. 20) wskazują na możliwość energetycznego wykorzystania biomasy w trakcie: *bezpośredniego spalania biopaliw stałych (np. drewno, słoma, osady pościekowe), przetwarzana na paliwa ciekłe (np. estry oleju rzepakowego, alkohol) bądź gazowe (biogaz rolniczy, biogaz z oczyszczalni ścieków, gaz wysypiskowy)*. Znaczącym źródłem biopaliw są odpady powstające w przemyśle i rolnictwie. Rogulska (2008, s. 151) używa określenia biopaliwa w znaczeniu paliw transportu, produkowanych z surowców organicznych. W praktyce jako źródła energii do napędzania pojazdów mechanicznych stosuje się wszystkie biopaliwa ciekłe i płynne. Na początku XXI wieku biodiesel, jako biopaliwo ciekłe, stanowił przedmiot ogromnego zainteresowania, podczas gdy biopaliwa stałe i gazowe nie przyciągnęły uwagi mediów i podmiotów funkcjonujących na rynku paliw. Biodiesel stał się wówczas synonimem biopaliwa. Z kolei w programach rozwoju biogazowni dużo mówiło się o biogazie, rzadko stosując określenie biopaliwa gazowe.

Gradziuk i Grzybek (2003, s. 20) określają biopaliwa jako źródło energii otrzymywane z biomasy rozumianej w ujęciu Dyrektywy UE. W Unii Europejskiej za biomasę uznaje się substancje roślinne i zwierzęce oraz powstałe z ich przetworzenia (Szurlej, 2005, s. 339, Grzybek, Gradziuk, 2006, s. 7). W Dyrektywie UE 2001/77/WE biomasę określono jako: biodegradowalne frakcje produktów, odpadów oraz resztek

pochodzących z rolnictwa (zarówno roślinnych, jak i pochodzenia zwierzęcego), leśnictwa i związanego z nim przemysłu, w tym biodegradowalną część odpadów przemysłowych i komunalnych (Gradziuk, 2003b, s. 22, Gradziuk, Grzybek, 2003, s. 20, Rechberger, Lotjonen, 2009, s. 6). W Polsce definicję biomasy według dyrektywy UE wprowadzono do ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz.U. z 2006 r. Nr 169, poz. 1199 z późn. zmianami). W ustawie podkreślono roślinne i zwierzęce pochodzenie biomasy, jej biodegradowalność oraz fakt, że stanowi efekt produkcji rolnej, leśnej bądź gałęzi przetwarzających produkty pochodzenia leśnego. Do tej kategorii zaliczono biodegradowalne odpady komunalne i przemysłowe, *a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, szczególnie surowce rolnicze* (Dz.U. z 2006 r. Nr 169, poz. 1199). W ustawie o biokomponentach i biopaliwach ciekłych z 2006 r., zdefiniowano je. Zalicza się do nich benzyny silnikowe z dodatkiem powyżej 5% biokomponentów lub ponad 15% eterów, olej napędowy z ponad pięcioprocentowym dodatkiem biokomponentów, ester, bioetanol, biometanol, dimetyloeter, olej roślinny, biogaz, biowodór (skroplony gaz przyjmuje postać płynną) i biopaliwa syntetyczne.

Denisiuk i Piechocki (2005, ss. 22-40) i Hanas (2005, ss. 14-23) pojęcia biomasy czy biopaliw traktują instrumentalnie, uznając je za niewymagające definiowania. Jabłoński i Wnuk (2004, s. 249 i dalsze), podobnie jak Soetaer i Vandamme (2009, ss. 1-8), także nie definiują pojęcia „biopaliwa”, podając jedynie ich przykłady. Do biopaliw należą według nich produkty i odpady z rolnictwa i leśnictwa, odpady i ścieki komunalne oraz torf i rośliny wodne. Tabak (2009, s. 185) wskazuje na niekopalny charakter surowców, z których otrzymuje się biopaliwa. Według Moweryego (2001, s. 157) kwestią dyskusyjną jest więc uwzględnienie w biopaliwach torfu, zwłaszcza, że niektórzy badacze określają torf jako: *niekopalny* lub *o względnie współczesnym pochodzeniu* (Cleveland i Morris, 2006, 41, Klass, 2004, 193). Uwzględnienie wśród biopaliw roślin wodnych (w tym alg; Klass, 1998, s. 39) jest zaś uzasadnione ze względu na możliwości ich wykorzystania w produkcji biopaliw wyższych generacji, zwłaszcza trzeciej i czwartej¹¹ (en.wikipedia.org).

Badacze, którzy twierdzą, że biomasa powinna być wykorzystywana głównie w procesach bezpośredniego spalania, nie używają określenia biopaliwo. Stawiają znak równości między oboma pojęciami. Zwolennicy przetwarzania biomasy wyróżniają zaś biopaliwa płynne (ciekłe) i gazowe albo używają określenia biopaliwa, sugerując, że są one tylko w stanie płynnym, jak benzyna i olej napędowy, nie zauważając biopaliw stałych i gazowych. Tego rodzaju podział występuje w pracy Denisiuka i Piechockiego (2005, s. 21),

¹¹ Podział ze wskazaniem pierwszej i drugiej generacji funkcjonuje w *Biofuels for...* (2007, s. 155).

gdzie biomasa równa się biopaliwom stałym, biopaliwa biopaliwom płynnym, a biogaz biopaliwom gazowym.

Jabłoński i Wnuk (2004, ss. 248-332) podkreślają rolę biopaliw płynnych w stosunku do pozostałych. Według niego wśród biopaliw występują biomasa, biopaliwa płynne i biogaz. Bujakowski (2005, s. 8-11) i Kata (2006, s. 32) traktują biomasę i biogaz równorzędnie. Kata (2006, s. 32) błędnie utożsamia biomasę z biogazem wysypiskowym, z oczyszczalni ścieków oraz rozkładu cząstek roślinnych i zwierzęcych, gdyż biomasa jest określeniem nadrzędnym. Jabłoński i Wnuk (2004, ss. 248-332) wskazują na znaczenie biopaliw płynnych: alkoholi oraz biodiesla (Jabłoński, Wnuk, 2004, ss. 293-96, ss. 302-18). Kryłowicz i in. (2008, ss. 13-21), którzy wymieniają formy wykorzystania biomasy poprzez jej współspalanie w postaci stałej z węglem jako paliwa płynnego i paliwa gazowego, wskazują na typy biopaliw, nie używając tego określenia. Biomasa w znaczeniu biologicznym może występować więc w trzech stanach skupienia, a w ujęciu energetycznym tylko w stanie stałym i płynnym, gdyż działania prowadzone w celu pozyskania biomasy gazowej polegają na jej przetworzeniu, co wiąże się z pojęciem biopaliwa.

Problemy w definiowaniu biomasy pogłębiły się wraz z dyskusją na temat świadectw pochodzenia (zielonych certyfikatów¹²), przedstawianych przez elektroenergetykę zawodową do umarzania Urzędowi Regulacji Energetyki. Bezpośrednie spalanie biomasy, a ściślej mówiąc biopaliw stałych, doprowadziło do niewłaściwego jej definiowania. Zamiast biopaliw stałych, ciekłych i gazowych, często występuje triada pojęć: biomasa, biopaliwa ciekłe i biogaz lub biomasa, biopaliwa, biogaz. Niektórzy badacze zwracają uwagę na charakter energii uzyskiwanej podczas przetwarzania biomasy, dodając przedrostek *bio*. Bioenergia według Kammena (2004, s. 385) pochodzi z roślin celulozowych lub surowca uzyskiwanego z roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych użytkowanych jako paliwo. Zamienia się energię słońca, zgromadzoną pierwotnie w organizmie żywym poprzez proces fotosyntezy, na ciepło, prąd elektryczny lub paliwa płynne. Z kolei Hanas (2005, ss. 14-23) wprowadza zamiast biopaliw określenie ekopaliwa stałe i płynne, nie wspominając o gazowych. Według niego pojęcie ekopaliwa nie powinno być traktowane równoznaczne z biopaliwami. Ekopaliwa mogą powstawać na bazie substancji ropopochodnych, z dodatkiem biopaliw. Szurlej (2005, s. 343) proponuje aby do biopaliw zaliczać tylko substancje w całości pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Propozycja jest logiczna, chociaż koliduje z definicją zastosowaną w ustawie o biokomponentach i biopaliwach płynnych.

¹² Termin szerzej opisany w studium przypadku w rozdziale 3.3.

Generalnie, pojęcie biopaliwa najczęściej rozumiane jest na trzy sposoby. W wąskim ujęciu sprowadza się je do biodiesla i bioetanolu, ze względu na ich dominujące znaczenie nad innymi paliwami płynnymi produkowanymi z biomasy. Na przykład, Koplów (2007, s. 1) i Traverso (2007, s. 90) używają określenia biopaliwo w bardzo wąskim (wręcz mylnym) znaczeniu. Wskazują oni, iż biopaliwo stanowi etanol lub biodiesel i nic więcej. Większość badaczy nie pomija jednak innych paliw płynnych, np. paliwa Fishera-Tropscha (Lewandowski, 2007, ss. 328-29, Tietjen (2007, s. 377)). Niektórzy w szerokim ujęciu do biopaliw zaliczają także biogazy: metan oraz wodór wyprodukowane z biomasy (Tietjen 2007, s. 377). W najszerszym rozumieniu biopaliw, uznaje się za nie każdą biomasę wykorzystaną do produkcji energii, dzieląc je według stanu skupienia, na stałe, ciekłe i gazowe (Annamalai i in., 2007, s. 378).

2.2 Biomasa rolnicza i inne rodzaje biomasy oraz jej atrybuty

Dyrektywa 2001/77/WE o promocji na rynku międzynarodowym energii elektrycznej produkowanej z odnawialnych źródeł energii, której ustalenia uwzględniono w prawie w wielu państwach, ujednoliciła podział biomasy ze względu na jej pochodzenie. Źródłem biomasy może być: rolnictwo (biomasa rolnicza), leśnictwo i gałęzie przemysłu pokrewne leśnictwu (biomasa leśna/drzewna), inny przemysł niż drzewny (biomasa przemysłowa) oraz gospodarka komunalna (biomasa metabolizmu społecznego). Tego typu podział stosuje Traverso (2007, s. 87), przy czym uwzględnia on szeroko przemysł jako źródło biomasy. Tabak (2009, s. 5) klasyfikuje biopaliwa według kryterium pochodzenia, na: leśne, rolnicze oraz bazujące na odpadach przemiany społecznej (*urban-waste based biofuels*).

Biomasa rolnicza obejmuje rośliny uprawne, zarówno energetyczne jak i inne, pozostałości po uprawie roślin, a więc uboczne produkty rolnictwa (zwłaszcza słomę, masę materii pochodzenia zwierzęcego, jak obornik) oraz drewno z prześwietlania sadów, a także powstaje w wyniku metabolizmu (jej źródło stanowią mikroorganizmy)¹³. Biomasa rolnicza ma więc pochodzenie roślinne bądź zwierzęce (Solińska i Soliński 2003, s. 60, Szurleja 2005, s. 339), w tym metaboliczne. Według zastosowania, rośliny uprawne klasyfikuje się na: alimentacyjne (cukrodajne, miododajne, owoce, warzywa, zbożowe), pseudoalimentacyjne (przyprawowe i używki, np. tytoń), przemysłowe (drzewne, garbnikodajne, kauczukodajne, lecznicze, oleiste, oleiste i włókniste), pastewne, rekultywacyjne (berberys czy wierzba), ozdobne i energetyczne (wierzba energetyczna czy

¹³ Węglarzy i Stekla (2007, s. 7) oprócz organizmów roślinnych i zwierzęcych wymieniają mikroorganizmy.

trawa słoniowa). Przyczyną „zawłaszczania” niektórych roślin do produkcji biopaliw jest uniwersalny charakter roślin (np. burak pastewny może służyć jako pasza lub substrat do produkcji biogazu), niedostateczna podaż biomasy roślin energetycznych w warunkach wzrostu zapotrzebowania na nią, jej niska cena (1 tona ziarna na paszę osiąga niższą cenę niż węgla kamiennego).

Wykorzystanie rzepaku czy innych roślin oleistych na cele energetyczne ogranicza podaż konsumpcyjnych olejów roślinnych. Konfliktów na tym tle można unikać wykorzystując do produkcji energii wyłącznie rośliny energetyczne, odpady z produkcji rolnej (roślinnej oraz zwierzęcej), leśnej, a także odpady bytowe (Harvey, 2010, ss. 175-84). Innym rozwiązaniem może być zakaz międzynarodowego handlu biomasą czy obowiązek lokalnego zużywania biomasy na cele energetyczne, tak by nie dochodziło do „wyprowadzania” jej zasobów z państw nisko rozwiniętych gospodarczo i wzrostu jej ceny¹⁴. W celu oceny oddziaływania na otoczenie biopaliwa bada się od początku uprawy surowca do jego energetycznego wykorzystania, zgodnie z koncepcją cyklu życia (LCA – life cycle assessment – *America's...*, 2009, ss. 301-02). Z pozytywnym efektem oceny LCA wiąże się pojęcie gospodarki zrównoważonej i biopaliw drugiej generacji, wytwarzanych z biomasy, która nie stanowi konkurencji dla wyżywienia ludności (Eisentraut, 2010). Przykład stanowią rośliny rekultywacyjne, które spełniają swoją funkcję i jednocześnie dostarczają biomasy na cele energetyczne.

Najczęściej przywoływane klasyfikacje dotyczą stanu skupienia i pochodzenia materii uznawanej za biomasę i biopaliwa. Cleveland i Morris 2006, s. 41) podobnie jak Klass (2004, s. 193) zwracają uwagę na niegeologiczne pochodzenie biomasy i opowiadają się za jej trójpodziałem na: stałą, płynną i gazową. Trójpodział biopaliw jest również powszechnie akceptowany przez badaczy, od ekonomistów (Jabłoński, Wnuk, 2004, s. 248-332) po zootechników (Węglarz, Stekla, 2007, ss. 6-7). Tego rodzaju podział stosują: Gradziuk i Grzybek 2003, s. 20, Shepherd, Shepherd, 2003, 431, Jabłoński, Wnuk, 2004, s. 248 i s. 282, Fijałkowska 2005, s. 61, Szurlej 2005, s. 340, Węglarzy i Stekla, 2007, ss. 6-7, Rosillo-Calle, 2007b, s. 12, Annamalai i in. 2007, ss. 479-85, Szyszlak-Bargłowicz, Piekarski, 2009, s. 30). Do pierwszego typu biopaliw należą: drewno, słoma i osady ściekowe, do drugiego estry oleju rzepakowego, a trzeci obejmuje biogaz rolniczy, biogaz z oczyszczalni ścieków oraz gaz wysypiskowy. Metan atmosferyczny stanowi biomasę gazową.

¹⁴ Instytut Badań nad Międzynarodową Polityką Żywnościową szacuje, że w ostatniej dekadzie wsparcie produkcji biopaliw miało 30% udział we wzroście cen zbóż (Meeusen, 2010, s. 264).

Według Gradziuka i Grzybek (2003, ss. 20-1) źródła biomasy obejmują drewno i odpady z przemysłu drzewnego, rośliny energetyczne, nasiona roślin oleistych, ziemniaki i zboża oraz organiczne pozostałości i odpady, jak: słoma, gnojowica i obornik, odpady z przemysłu rolno-spożywczego, organiczne odpady komunalne (Tytko, 2009, s. 249) i przemysłowe (na przykład przemysłu celulozowo-papierniczego). Gradziuk (2002, s. 28-9) oraz Gradziuk i Grzybek (2001, ss. 15-16, 2006, s. 6) stosują zatem ekstensjonalną definicję, wskazując na biomasę pochodzenia leśnego i biogaz z fermentacji odpadów roślinnych i zwierzęcych. Gradziuk (2003b, s. 23) oraz Gradziuk i Grzybek (2003a, ss. 20-1) przedstawiają zatem złożony schemat podziału biomasy pod względem pochodzenia na: połowę produkcję roślinną, odpady rolnicze, odpady przemysłu rolno-spożywczego, odpady z gospodarstw domowych i gospodarki komunalnej, odpady drzewne z leśnictwa, odpady z przemysłu drzewnego i celulozowo-papierniczego, produkty z plantacji celowych, odpady z produkcji zwierzęcej oraz z gospodarki komunalnej. Nieco prościej, chociaż w nietypowy sposób klasyfikują ją Shepherd i Shepherd (2003, s. 431), którzy wyróżniają: naturalną wegetację, plantacje drzew energetycznych, rośliny energetyczne, odpady oraz biomasę z wód.

Tabak (2009, s. 5) proponuje podział biopaliw na tradycyjne i współczesne (także Ohadi, Jianwei, 2007, s. 32). Tradycyjnymi paliwami są: drewno, węgiel drzewny, słoma czy siano. Tabak (2009, s. 8) dzieli biopaliwa także na:

- pierwszorzędne (np. drewno, resztki i odpady roślin uprawnych),
- drugorzędne, produkowane przez człowieka oraz na odpady pozostające po przetworzeniu biomasy (np. etanol, biodiesel, ług czarny, trociny)
- trzeciorzędne na obszarach zurbanizowanych, które gdyby nie zostały spalone i przetworzone w energię, stanowiłyby problem jako odpady (z budów i rozbiórek domów, komunalne czy gaz ze składowisk odpadów).

Z podziałem biopaliw Tabaka (2009, s. 5) wiąże się wyróżnianie ich generacji, od pierwszej do czwartej (en.wikipedia.org). Biopaliwa pierwszej generacji obejmują bioalkohole, zielony diesel, biodiesel, olej roślinny, tioetery, biogaz, syngas i biopaliwa stałe. Biopaliwa drugiej generacji powstają z roślin niekonsumpcyjnych, biomasy odpadowej, słomy, drewna i roślin energetycznych. Niektóre z nich tworzone są w technice biomasa – ciecz, gdzie dochodzi do przetworzenia w paliwo całości rośliny, a nie tylko ziarna (Londo, 2008, s. 5, Michalski, 2009, s. 14). Biopaliwa trzeciej generacji obejmują paliwo z alg, olej lub etanol. Czwarta generacja biopaliw nie posiada jeszcze definicji, chociaż wskazuje się metody ich uzyskiwania: pirolizę, gazyfikację, technologia *solar-to-*

fuel oraz genetyczne manipulacje organizmami. Z kolei Szurlej (2005, s. 340) klasyfikuje biomasę według stopnia jej przetworzenia (energetyczne surowce pierwotne, np. drewno, słoma oraz energetyczne surowce przetworzone, np. biogaz, bioetanolu).

Wielu badaczy zwraca uwagę na atrybuty odróżniające biopaliwa od innych źródeł energii. Silveira (2005, s. 3) wskazuje na wykorzystywanie biopaliw jako źródła energii od początków cywilizacji. Infeld i Rowley (2003, ss. 65-6) podkreślają, że biopaliwa są jedynymi źródłami energii odnawialnej zawierającymi węgiel, mają podobną charakterystykę co paliwa kopalne, można je przechowywać i wykorzystywać zgodnie z zapotrzebowaniem. Charakteryzują się one słabym skondensowaniem energii w jednostce masy, co stanowi ograniczenie ich transportu. Dla Gradziuka i Grzybek (2001, s. 15) istotniejsze od samej natury biomasy są jej korzyści w stosunku do innych źródeł energii: wysoka ranga jako potencjalnego źródła energii na świecie, niska emisja SO₂ w stosunku do paliw kopalnych, bilans dwutlenku węgla równy zero, „tworzenie” miejsc pracy na obszarach wiejskich w sytuacji nadprodukcji żywności i bezrobocia¹⁵, wielość sposobów przetworzenia oraz kaloryczność równa połowie tony dobrego węgla kamiennego, przy plonach na poziomie 10-12 t/ha¹⁶. W przyszłości sprzeczności między wyżywieniem a pozyskaniem biomasy na cele energetyczne nie będą występować, pod warunkiem, że wzrośnie areał gruntów rolnych (do 2030 r. na świecie spodziewany jest ich przyrost o 300 mln ha) i produktywność rolnictwa, a mięso przeżuwaczy zastąpi mięso drobiowe i wieprzowe (Berndes, 2006, s. 8, Hazell, Evans, 2011, s. 386-87).

2.3 Biomasa a odnawialne źródła energii

Na początku XXI w. nastąpiła fala wzrostów cen paliw (Berck, Roberts, 2001, s. 136). Zapotrzebowanie na energię będzie nadal prawdopodobnie zwiększało się, podobnie jak niepewność sytuacji politycznej na Bliskim Wschodzie, a zatem należy szukać rozwiązań wspomagających tradycyjne źródła energii i zastępować je. Alternatywę dla paliw kopalnych stanowią: energia nuklearna i odnawialne źródła energii. Chociaż nie można całkowicie zrezygnować z paliw kopalnych, zasadne jest położenie większego nacisku na inne źródła energii by zmniejszyć popyt na ropę naftową, gaz ziemny i węgiel. Paliwa kopalne zalicza się bowiem do nieodnawialnych źródeł energii (Priest, 2001, s. 1005).

¹⁵ W latach 2005 – 2007 nastąpił drastyczny wzrost cen przypisywany energetycznemu wykorzystaniu biomasy. Niektórzy badacze kwestionują tę tezę (Mueller i in., 2011, ss. 1623-31, Hochman i in., 2014, ss. 109-14).

¹⁶ Pod warunkiem wprowadzenia wielohektarowych monokultur, obcych, często inwazyjnych gatunków oraz odpowiedniego nawożenia, co pogarsza bilans CO₂.

Według *Dictionary...*(2006) alternatywnym źródłem energii jest każde, które przez ostatnie stulecie nie było podstawą rozwoju gospodarczego. Energia słońca, planet i geotermalna, stanowią niekonwencjonalne i alternatywne źródła energii dla paliw kopalnych, hydroenergetyki i energii nuklearnej (choć hydroenergetyka niekiedy jest wyłączana z tej grupy). W literaturze występuje także pojęcie dojrzałe źródła energii odnawialnej, za które uznaje się biopaliwa, z wyłączeniem drewna przerabianego przemysłowo, odpadów z przeróbki warzyw i zwierząt oraz tradycyjnej hydroenergetyki (Priest, 2001, s. 1005).

Klasyczną definicję energii odnawialnej i odnawialnego źródła energii podaje Priest (2001, s. 1005). Według niego są to zasoby, które mogą się odnowić w czasie równym życiu człowieka, tak aby można było je ponownie spożytkować. Bogdanienko (1989, s. 23) określa atrybuty odnawialnych źródeł energii, które są praktycznie niewyczerpalne (nieustannie uzupełniane w procesach naturalnych), stanowią źródło energii cieplnej i elektrycznej i mogą być stosowane jako paliwa silnikowe, przy czym na ogół nie zanieczyszczają środowiska. Choć ich dostępność w skali globalnej nie jest jednakowa, to występują powszechnie. Do tej kategorii zalicza także część odpadów komunalnych i przemysłowych nadających się do przetworzenia energetycznego. Gradziuk i Grzybek (2001, ss. 10-16) oraz Kuś i Smagacz (2004, s. 113) wśród oze wymieniają energię: słoneczną, wiatru, wody (powinno być spadku wód), geotermalną i biomasy. Lewandowski (2007, s. 68) podaje jeszcze grawitację wywołującą pływy wód oraz rozpad izotopów (w miejsce energii geotermalnej).

Tabela 5 przedstawia podział odnawialnych źródeł energii oraz możliwości technicznej zamiany energii pierwotnej na inne, prostsze formy. Największy zasób energii dostarcza Słońce, którego przewaga uwidacznia się zarówno w wartościach bezwzględnych (Lewandowski, 2007, s. 67), jak i w zróżnicowaniu naturalnych procesów przemiany energii. Ilość energii, którą można pozyskać bezpośrednio z promieniowania słonecznego i wnętrza Ziemi, jest porównywalna. Każde z tych źródeł może dostarczyć jej tyle, co jedna trzecia biomasy. Z technicznego punktu widzenia największą ilość energii można odzyskać z biomasy, następnie z rzek i wiatru, które łącznie stanowiłyby ten sam zasób energii co biomasa. Znaczenie może mieć także energia termiczna mórz i oceanów, gdzie zgromadzona jest jedna szósta zakumulowanego zasobu oze. Możliwości pozyskania energii z pływów w porównaniu z innymi źródłami są niewielkie (Bogdanienko, 1989, ss. 23-4).

Źródła odnawialne mają charakter rozproszony. Można zatem uniknąć globalnych sytuacji kryzysowych, które powodują szoki podaży ropy naftowej (gwałtowne ograniczenie jej podaży) czy awarie reaktorów atomowych. Przykładem może być eksplozja

Tab. 5. Odnawialne źródła energii – procesy przemian i formy energii.

Pierwotne źródła energii		Naturalne procesy przemiany energii	Techniczne procesy przemiany energii	Forma uzyskanej energii
Słońce	woda	parowanie, topnienie lodu i śniegu, opady	elektrownie wodne	energia elektryczna
	wiatr	ruch atmosfery	elektrownie wiatrowe	energia cieplna i elektryczna
		energia fal	elektrownie falowe	energia elektryczna
	promieniowanie słoneczne	prądy oceaniczne	elektrownie wykorzystujące prądy oceaniczne	energia elektryczna
		nagrzewanie powierzchni Ziemi i atmosfery	elektrownie wykorzystujące ciepło oceanów	energia elektryczna
			pompy ciepła	energia cieplna
		promieniowanie słoneczne	kolektory i ciepłe elektrownie słoneczne	energia cieplna
			fotowoltaika i elektrownie słoneczne	energia elektryczna
	biomasa	produkcja biomasy	fotoliza	paliwa
			ogrzewanie i elektrownie ciepłe	energia cieplna i elektryczna
Ziemia	rozpad izotopów	źródła geotermalne	ogrzewanie i elektrownie geotermalne	energia cieplna i elektryczna
Księżyc	grawitacja	pływy wód	elektrownie pływowe	energia elektryczna

Zródło: Lewandowski W., 2007, *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wyd. Nauk.-Tech., s. 68.

i wyciek ropy z platformy wiertniczej Deepwater Horizon w Zatoce Meksykańskiej (kwiecień 2010 r.) oraz głośne awarie reaktorów atomowych (Doman, 2004, s. 12): Three Mile Island (Stany Zjednoczone, marzec 1979 r.), Czarnobyl (Ukraina, kwiecień 1986 r.) i Fukushima (Japonia, marzec 2011 r.). Pierwszą z wyżej wymienionych katastrof określono jako poziom 5, a pozostałe 7, w siedmiostopniowej skali INES (International Nuclear Event Scale). Koszty awarii w Stanach Zjednoczonych wyniosły 2,7 mld, a na Ukrainie 6,7 mld dolarów amerykańskich (z roku 2006).

Przewaga odnawialnych źródeł energii nad konwencjonalnymi polega także na tym, że mają charakter zrównoważony. W porównaniu z paliwami kopalnymi, rafinacja, transport i zużycie na przykład biopaliw, generują znacząco mniejsze obciążenia dla środowiska niż węgiel kamienny czy brunatny (*Biofuels...*, 2007, s. 218). Odnawialne źródła energii są: powszechnie dostępne, a więc w każdym miejscu na Ziemi możliwe jest skorzystanie z nich, zróżnicowane, co oznacza możliwość ich dopasowania do warunków lokalnych oraz niewyczerpalne. Pozwalają zmniejszyć zależność bądź uniezależnić się od zewnętrznych dostawców surowców energetycznych i energii, zróżnicować źródła energii krajowych systemów energetycznych i dokonać redystrybucji dochodów, gdyż zyski z produkcji oze często trafiają na obszary wiejskie (Langeveld, Sanders, 2010, ss. 7-10). Nie oznacza to, iż tego typu źródła nie powodują konfliktów przestrzennych, które najczęściej wywołuje

rozwój farm wiatrowych i biogazowni (Ghassemi, 2011, s. 4).

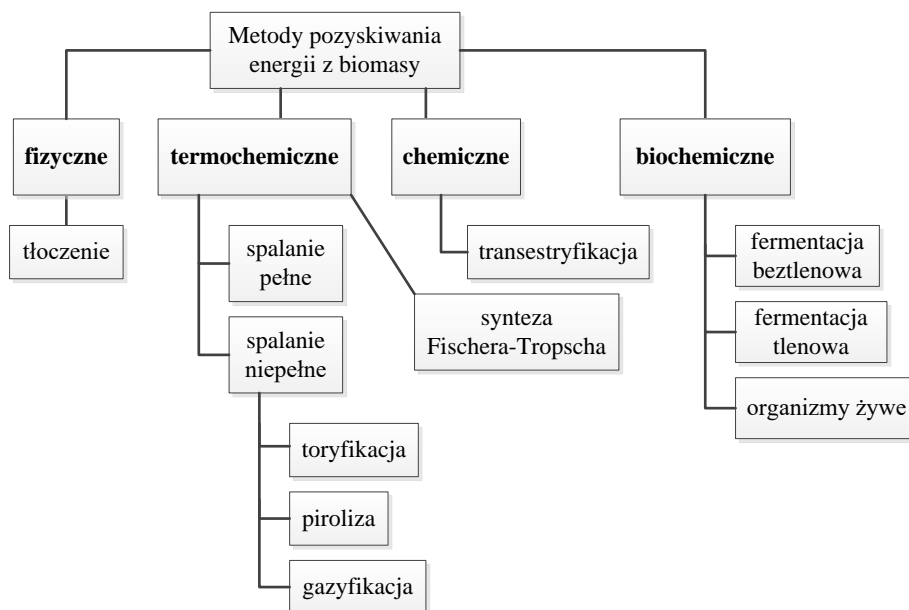
Wśród odnawialnych źródeł energii największe znaczenie ma biomasa, której spalanie stanowi główny sposób jej konwersji w energię (Faaij, 2004, ss. 175-76). W krajach rozwiniętych gospodarczo w ten sposób uzyskuje się od 9% do 13% energii, w rozwijających się od 20% do 30%, chociaż są takie, gdzie biomasa pokrywa ponad 50%, a nawet do 90% zapotrzebowania na energię. Im niższy poziom rozwoju tym większa część biopaliw stałych jest spalana niekomercyjnie, a więc trudniej ustalić faktyczne ich zużycie.

2.4 Sposoby pozyskiwania energii z biomasy

Istnieje wiele sposobów wykorzystania biomasy jako biopaliwa, do których należą metody termochemiczne, chemiczne, biochemiczne i fizyczne (ryc. 6). Najstarszym i najbardziej rozpowszechnionym sposobem jest spalanie lub termiczna obróbka, najczęściej drewna, do postaci węgla drzewnego. Inne rozwiązania obejmują: fermentację cukrów prostych i złożonych w produkcji etanolu, pirolizę, dzięki której uzyskuje się metanol, mechaniczne wyciskanie oleju z nasion w celu jego bezpośredniego użycia w silnikach Diesela, fermentację biomasy przez bakterie produkujące biogaz o dużej zawartości metanu oraz zgazowanie drewna w celu uzyskania paliwa do pojazdów lub maszyn. Bieranowski i Piechocki (2007, ss. 21-28) przedstawiają różne metody wykorzystania biomasy.

Spalanie biomasy można zdefiniować jako całkowite jej utlenienie lub egzotermiczną reakcję pomiędzy zawartym w niej tlenem a wodorowęglanami. Proces jest skomplikowany, ponieważ przebiega kilkustopniowo. Najpierw dochodzi do suszenia, pirolizy i gazyfikacji biomasy, następnie następuje jej pełne spalanie. Im większy poziom wilgotności tym większa ilość energii zostaje zużyta do wysuszenia biomasy. Drewno, wióry, plewy zbóż, kolby kukurydzy i inne odpady rolne mogą być spalane w przystosowanych do tego kotłach. Ciepło spalania większości biomasy wysuszonej powietrzem zawiera się w granicach 15 MJ/kg - 19 MJ/kg. Jeśli poziom wilgotności biomasy przekracza 60%, spalanie nie może mieć miejsca (Faaij, 2004, s. 176, Basu, 2010, s. 11).

Z uwagi na znikomą zawartość pyłu i siarki (w większości rodzajów biomasy ich udział wynosi poniżej 1% , a nawet 0,01%) stosuje się także jej współspalanie z węglem, który zawiera szkodliwe substancje, takie jak: związki siarki, azotu i metale ciężkie. W powstałej mieszaninie biomasy z węglem stężenie siarki ulega obniżeniu, a więc ich spalanie nie jest obciążone kosztami odsiarczania. Zaoszczędzone środki można przeznaczyć na rozwój technologii uprawy, pozyskania biomasy i jej energetycznego zagospodarowania (Lewandowski, 2007, s. 328). W praktyce drastyczny spadek ceny zielonych certyfikatów



Ryc. 6. Metody pozyskiwania energii z biomasy.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Basu (2010, s. 9).

(w 2013 roku o 40% w stosunku do lat wcześniejszych) przejściowo wyeliminował ten mechanizm¹⁷. Wskazuje na to porównanie ilości energii wyprodukowanej w Polsce w procesie współspalania: 5,7TWh w 2012 r. i tylko 0,2 TWh w 2013 r. (Piszczatowska, 2013).

Toryfikację określa się jako proces termicznej obróbki biomasy w temperaturze od 250 °C do 290 °C, pod ciśnieniem zbliżonym do atmosferycznego, bez dostępu tlenu. Biomasa ulega wówczas mineralizacji, część związków rozpada się, a w pozostałych dochodzi do skrócenia łańcuchów polimeryzacyjnych. Powstały produkt jest kruchy i hydrofobowy, łatwo go więc peletyzować lub brykietować, nie poddaje się wpływom patogenów i posiada wyższą gęstość energetyczną niż wejściowa biomasa. (Dubas, 2009, ss. 247-48, Basu, 2010, ss. 13-14). Piroliza stanowi proces zachodzący w podobnych warunkach co toryfikacja, przy czym różnica polega na zastosowaniu wyższej temperatury niż w toryfikacji. Produktami są węgiel drzewny, olej (popirolityczny, ang. biocrude) oraz gaz o niskiej wartości kalorycznej. Ich proporcje zależą od rodzaju wsadu, użytego urządzenia oraz szczegółów przebiegu pirolizy (Ong Lim, Sims, 2004, s. 121, Lee, 2007, s. 388). Niektórzy badacze nie korzystają jednakże z pojęcia toryfikacji i określają pirolizę jako wszystkie procesy termicznej obróbki biomasy w warunkach beztlenowych. Przez pirolizę niskotemperaturową (250 °C – 290 °C) rozumie się zatem toryfikację, piroliza średnotemperaturowa (450 °C – 600 °C) to piroliza właściwa, podczas gdy pirolizę

¹⁷ 1 XII 2011 r. ceny zielonych certyfikatów wynosiły 285,13 PLN. Od tego czasu przez ponad rok obserwowano systematyczny spadek ich wartości do poziomu 100,00 PLN. Latem 2013 ich cena osiągnęła 150 PLN.

wysokotemperaturową (pow. 750 °C) definiuje się jako gazyfikację. W ich rozróżnieniu ważne jest także tempo przebiegu procesów termicznych. Toryfikacja i gazyfikacja są związane z wolnym podgrzewaniem, a zatem długim czasem zgazowywania (Ong Lim, Sims, 2004, s. 121), podczas gdy piroliza oznacza szybkie podgrzewanie i skrócony czas przebywania surowca w pirolizatorze.

Gazyfikacja, podobnie jak toryfikacja i piroliza, polega na termicznym rozpadzie materii organicznej. Różnicę stanowi wykorzystanie w procesie gazyfikacji ograniczonych ilości utleniaczy: tlenu, wody (pary wodnej), dwutlenku węgla lub mieszaniny tych gazów. Ilość tlenu wykorzystana w tym procesie nie przekracza 30% objętości potrzebnej do pełnego spalania. Końcowym efektem jest mieszanina gazów zawierająca wodór, węgiel oraz tlenek węgla, metan, dwutlenek węgla, parę wodną i śladowe ilości innych wodorowęglanów niż metan. Jeśli utleniaczem jest powietrze, a produkt gazyfikacji określa się jako gaz generatorowy. Jeśli utlenianie powoduje tlen lub para wodna, produkt gazyfikacji stanowi gaz syntezowy (Ong Lim, Sims, 2004, s. 111).

Z kolei olej wytłoczony z roślin (SVO – straight vegetable oil) może być użyty do napędu silników wysokoprężnych. SVO posiada bardzo dobry współczynnik zwrotu energii, przez który rozumie się ilość energii uzyskanej ze spalania w stosunku do zużytej na wyprodukowanie biomasy. Wykorzystanie SVO w porównaniu do paliw tradycyjnych charakteryzuje się jednak: wyższą emisją wodorowęglanów, tlenku węgla i cząstek stałych, pozostawianiem osadów w komorze spalania, zapychaniem przewodów paliwowych oraz wyższą lepkością paliwa niż tradycyjny diesel (Rapier, 2008, s. 156). Ze względu na obawy o wpływ SVO na trwałość i sprawność silników, najczęściej stosuje się biopaliwo uzyskane z olejów roślinnych metodą chemiczną, poprzez transestryfikację, czyli reakcję estrów z alkoholami, kwasami lub innymi estrami. Podczas produkcji biodiesla zachodzi hydroliza tłuszczu (roślinnego lub zwierzęcego) i estryfikacja kwasów tłuszczowych metanolem. Reakcja jest odwracalna, dlatego dodawany jest metanol. Wymagany jest także silny katalizator w postaci wodorotlenku sodu lub potasu. Wykorzystanie biodiesla do napędzania silników powoduje spadek emisji wodorowęglanów, tlenku węgla oraz cząstek stałych w spalinach. Następuje jednakże wzrost emisji tlenków azotu o 5% – 13%. Na podstawie analizy cyklu życia biodiesla przeprowadzonej przez amerykańskie Narodowe Laboratorium do spraw Energii Odnawialnej stwierdzono, że z jednej jednostki paliw kopalnych można wyprodukować 3,2 jednostki biodiesla.

Do niekorzyści związanych z wykorzystaniem biodiesla zalicza się (Schumacher, Gerpen, Adams, 2004, ss. 155-60): wyższy koszt produkcji niż paliw tradycyjnych,

zależność jakości paliwa od tego, czy transestryfikacja została zakończona, niższą o 8%, w stosunku do paliw tradycyjnych, zawartość energetyczną, ograniczoną stabilność, gdyż po sześciu miesiącach ulega on stopniowemu rozkładowi, większą wrażliwość na niskie temperatury, podwyższoną emisję tlenków azotu, skłonność do reakcji z niektórymi tworzywami sztucznymi oraz miedzią i cynkiem i rozpuszczanie zanieczyszczeń nagromadzonych w zbiorniku paliwa.

Synteza Fischera-Tropscha, która stanowi reakcję chemiczną tworzenia paliw płynnych z mieszaniny tlenku węgla i wodoru (gazu syntezowego) jest określana mianem BTL (biomass-to-liquids). Substrat, gaz syntezowy uzyskuje się w trakcie pirolizy biomasy lub innej materii zawierającej węgiel. Katalityczna synteza polega na reakcji tlenku węgla z cząsteczkami wodoru w temperaturze 200 °C – 250 °C, przy ciśnieniu 25-60 atmosfer (Zwart, van Ree, 2009, s. 98). Zaletą syntezy F-T jest możliwość zagospodarowania każdego rodzaju biomasy oraz produkcja wyjątkowo czystego paliwa bez dodatków siarki oraz węglowodorów aromatycznych (Rapier, 2008, s. 160-61).

Etanol może być produkowany metodami biochemicznymi poprzez fermentację tlenową i beztlenową oraz przez organizmy żywe. Proces biologiczny polega na rozwoju w środowisku beztlenowym mikroorganizmów żywiących się cukrami. Jako źródło cukrów służą kukurydza, ziemniaki, jęczmień, tapioka lub trzcina cukrowa, choć może być nim także celuloza. Przed fermentacją większość z surowców jest poddawana hydrolizie. Do produkcji etanolu na dużą skalę wykorzystuje się melasę (półprodukt przemysłu cukrowego), kolby kukurydzy oraz sok z trzciny cukrowej. Melasa, zawiera metale hamujące rozwój bakterii, a kolby kukurydzy i sok z trzciny cukrowej charakteryzują się niską efektywnością ekonomiczną produkcji etanolu. Biomasa całych roślin mogłaby być surowcem, nie ma jednak szczepu bakterii, który umożliwiłby produkcję z niej etanolu na dużą skalę przy niskich kosztach (Chandraraj, Gunasekaran, 2004, ss. 327-28).

Etanol posiada wiele zalet jako paliwo do napędzania silników pojazdów: służy jako utleniacz (ogranicza zawartość tlenku węgla oraz ozonu w spalinach), charakteryzuje się niską toksycznością w stosunku do innych paliw (Wyman, 2004, s. 543), odznacza się mniejszą zdolnością parowania niż benzyna (w mniejszym stopniu wpływa na formowanie smogu), ma podwyższoną liczbę oktanową paliwa, przeciwdziałając przedwczesnemu zapłonowi i „stukom silnika” (Chandraraj, Gunasekaran, 2004, s. 335) i stanowi alternatywę dla benzyny (zmniejsza zależność energetyczną od importu ropy). Do słabych stron etanolu należą jego niższa wartość energetyczna (częściowo kompensowana wyższą wartością oktanową) oraz zwiększona w procesie spalania emisja tlenków azotu, węglowodorów

aromatycznych i aldehydów (Sorensen, 2004, ss. 508-09).

Biogaz podobnie jak bioetanol powstaje podczas fermentacji beztlenowej. Substraty wykorzystywane do produkcji biogazu mogą obejmować: odpady i pozostałości z uprawy zbóż, warzyw, roślin bulwiastych, cukrowych, skrobiowych i ich przetwórstwa, a także rośliny strączkowe, oleiste, odpady z gorzelni, winnic i browarów, rośliny energetyczne, mleko i odpady mleczarskie, jaja, odpady drobiarskie oraz z przemysłu rybnego (Singh D., Singh P., 2004, s. 56). Biomasa, odchody zwierząt, rośliny uprawne bądź odpady z ich przeróbki, są rozkładane przez mikroorganizmy na metan, dwutlenek węgla, wodę, minerały, biomasę mikroorganizmów i osad organiczny. Warunkiem prawidłowego przebiegu procesu jest by wsad nie zawierał więcej niż 15% suchej masy (Zwart, Langeveld, 2010, s. 183). Optimum temperatury fermentacji zależy od substratu i używanego szczepu bakterii. Wyróżnia się trzy typy fermentacji: psychrofilną (w temperaturze 10 °C – 20 °C), mezofilną (30 °C – 40 °C) i termofilną (50 °C – 60 °C). Pierwsza z wyżej wymienionych jest stosowana najrzadziej, ponieważ przebiega powoli i dostarcza stosunkowo małych ilości gazu. Drugą, ze względu na stabilność procesu i niskie koszty, najczęściej wprowadza się na farmach. Trzecia z uwagi na potrzebę zapewnienia podwyższonej temperatury i szybki, lecz łatwo ulegający zakłóceniom przebieg fermentacji, znajduje zastosowanie w zakładach przemysłowych (Zwart, Langeveld, 2010, s. 181).

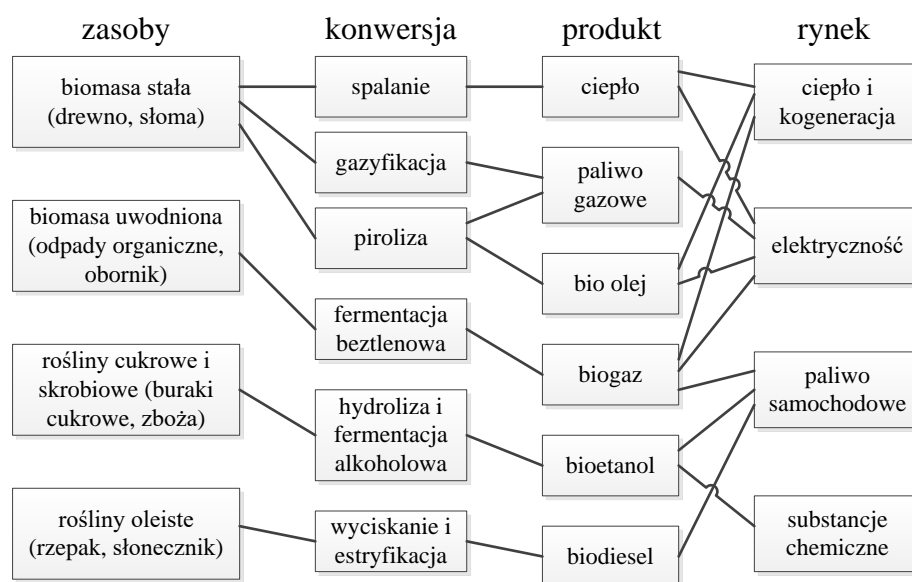
Produkcja biogazu przebiega czterostopniowo. Składają się na nią:

- hydroliza, czyli rozkład polimerów organicznych do związków o prostszej budowie,
- acidogeneza, podczas której z produktów hydrolizy wytwarzane są kwasy karboksylowe,
- acetogeneza, gdy z glukozy lub dwutlenku węgla i wodoru powstaje octan,
- metanogeneza, w toku której z octanu lub redukcji dwutlenku węgla wodorem, powstaje metan (Zwart, Langeveld, 2010, s. 182).

Biogaz może być wpuszczony do sieci przesyłowej lub zużyty w instalacjach kogeneracyjnych, wytwarzających prąd i ciepło. Przed dostarczeniem do sieci przesyłowej wymagane jest wysuszenie gazu, ponieważ zawiera zbyt dużo pary wodnej, a także usunięcie z niego siarkowodoru i dwutlenku węgla oraz jego skompresowanie. Niezbędna jest więc budowa drogiej infrastruktury przyłącza do sieci przesyłowej. Z kolei kogeneracja wymaga wysuszenia gazu oraz usunięcia siarkowodoru powodującego korozję. Powstaje także problem zagospodarowania nadmiaru ciepła powstającego w trakcie wytwarzania prądu (na obszarach wiejskich może być to problem). Cennym odpadem z produkcji biogazu jest osad pofermentacyjny, który wykorzystuje się jako nawóz. W niektórych krajach jego

wykorzystanie jest obwarowane spełnieniem norm odnoszących się do substratów, które służą do produkcji biogazu (Zwart, Langeveld, 2010, s. 189-90).

Do korzyści produkcji biogazu należy brak emisji gazów cieplarnianych, które powstają podczas wytwarzania energii z paliw kopalnych, możliwość zastosowania wielu rodzajów biomasy jako wsadu do bioreaktora, poprawa zarządzania odpadami organicznymi i powstałymi podczas chowu zwierząt, ograniczenie zapotrzebowania na nawozy mineralne, możliwość wyboru skali przedsięwzięcia (od mikro- do megainstalacji) i produkcja gazu na składowiskach odpadów. Fermentacja beztlenowa biomasy pozwala na wzbogacenie gleby nieprzetrawionymi składnikami odżywczymi w postaci ligniny, co ogranicza potrzebę stosowania dużych ilości nawozów. Pod tym względem produkcja biogazu przewyższa inne techniki konwersji biomasy. Do słabych stron biogazu zalicza się „wrażliwość” procesu produkcyjnego na zmiany substratów. Wiąże się z tym wyraźny wzrost kosztów budowy instalacji o wysokiej sprawności. Problemem jest długi proces rozruchu instalacji (Weiland, Verstraete, van Haandel, 2009, ss. 193-94, Stametelatou, Antonopoulou, Lyberatos, 2011, s. 272-73). Może dochodzić do niekorzystnych zmian krajobrazu obszarów wiejskich poprzez wprowadzanie monokultury upraw. Sposoby przetwarzania i wykorzystania biomasy jako biopaliwa przedstawia rycina 7.



Ryc. 7. Procesy konwersji biomasy w energię użyteczną.

Źródło: Traverso A., *Biomass*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of engineering and technology*, vol. 1, CRC Press, Boca Raton, 2007, s. 89; zmienione.

Pozyskiwanie biopaliw z prostych organizmów żywych, jak glony (algi) oraz bakterie, stanowi alternatywę dla paliw kopalnych. Mikroalgi są mikroskopijnymi organizmami fotosyntetyzującymi, które żyją zarówno w wodzie słodkiej, jak i słonej. Ich

prosta budowa oraz przebywanie w środowisku zapewniającym dostęp do wody, CO₂ i składników odżywczych, powoduje, że są bardzo wydajne w zamianie energii słonecznej na biomasę. Brak korzeni i pędów także sprzyja poprawie ich wydajności (Gouveia, 2011, s. 2).

Głównymi zaletami wykorzystania alg są:

- wysoka efektywność konwersji promieniowania słonecznego (3%-8% względem 0,5% przez rośliny lądowe) przekładająca się także na tempo ich wzrostu i wysokie plony alg z hektara (Asplund, 2004, ss. 293-94, Scragg, 2009, s. 53, Frazao i in., 2010, s. 103, Gouveia, 2011, s. 3),
- różnorodne efekty produkcji: protony i elektrony (wodór – bio-H₂), cukry proste i skrobia (bioetanol), olej (biodiesel), biomasa-do-paliw płynnych oraz biometan (Asplund, 2004, ss. 293-94, Francis, 2010, s. 143, Schneider i in, 2012, s. 3),
- zdolność do wzrostu w środowisku wodnym (większa łatwość zagospodarowania w stosunku do gleby), także w wodzie słonej (mniejsza presja na zasoby wody słodkiej), a nawet w ściekach, co oznacza korzyści oczyszczania wód (Asplund, 2004, ss. 293-94, Martinez, Dubinsky, 2004, ss. 325-95, *Biofuels...*, 2007, s. 35, El Bssam, 2010, s. 102, Huesemann i in., 2010, ss. 166-68, Gouveia, 2011, s. 3, *Technology...*, 2011, s. 14, Formighieri, Bassi, 2012, ss. 349, Schneider i in, 2012, s. 5),
- możliwość zagospodarowania gruntów marginalnych i brak konkurencji z działalnością rolniczą (Tabak, 2009, ss. 92-93, Scragg, 2009, s. 53, El Bssam, 2010, s. 103, Francis, 2010, s. 138, Huesemann i in., 2010, ss. 166-68, Gouveia, 2011, s. 3, *Technology...*, 2011, s. 14, Formighieri, Bassi, 2012, ss. 349, Schneider i in, 2012, s. 4),
- całoroczna produkcja z częstymi zbiorami (Tabak, 2009, ss. 92-93, Nersesian, 2010, ss. 89-91, Gouveia, 2011, s. 3, Formighieri, Bassi, 2012, ss. 349),
- możliwość wprowadzenia w stan stresu, który powoduje wzrost koncentracji produktów przemiany materii: tłuszczy, skrobi lub innej biomasy (Martinez, Dubinsky, 2004, ss. 325-95, Gouveia, 2011, s. 3),
- łatwość dostosowania hodowli do zapotrzebowania na biomasę oraz umiejętności hodowców (Gouveia, 2011, s. 3),
- wysoka zdolność do przechwytywania (sekwestracji) CO₂ (*Biofuels...*, 2007, s. 35, Scragg, 2009, s. 53, Demirbas A., Demirbas M., 2010, s. 105, Francis, 2010, s. 139, Gouveia, 2011, s. 3, Formighieri, Bassi, 2012, ss. 348),

- redukcja tlenków azotu w produkowanym z alg paliwie (Demirbas A., Demirbas M., 2010, s. 105, Gouveia, 2011, s. 3),
- niskie obciążenie środowiska (Gouveia, 2011, s. 3),
- dostarczanie produktów ubocznych (białka, polisacharady, barwniki, biopolimery, karma dla zwierząt, czy nawozy), zwiększających wartość dodaną (Martinez, Dubinsky, 2004, ss. 325-95, Frazao i in., 2010, s. 104, Jacob-Lopes, Franco, 2010, s. 141).

Słabe strony „uprawy” alg obejmują: brak postępu w zwiększaniu wydajności chowu alg z hektara (Huesemann i in., 2010, ss. 166-68), duże zapotrzebowanie na nawóz i wodę, zagrożenia ze strony dzikich szczepów alg, mogących zdominować szczepy udomowione, ograniczając produkcję (Aswathanarayana, 2010, ss. 32-33), uciążliwy i energochłonny zbiór dojrzałych alg (Pimentel, 2008a, ss. 499-500) oraz duże zapotrzebowanie na grunty mimo większej wydajności niż roślin uprawnych: zagospodarowanie emisji CO₂ z elektrowni o mocy 800 MW wymagałoby instalacji z hodowlą alg zajmującą powierzchnię 100 km² (Schubert, 2009, s. 142).

Proponuje się jednak rozwiązania, które mają przewyciężyć problemy związane z uprawą alg (Harvey, 2010, ss. 197-98), przy czym prace badawcze dotyczą głównie produkcji biodiesla z alg (MacIntosh, 2005, s. 141-43, Demirbas A., Demirbas M., 2010, ss. 139-55, Dufour i in., 2011, ss. 438-41, Kaur i in., 2011, ss. 169-72, Kurevija, Kukukj, 2011, ss. 502-509, Cheng, Wang, 2013, ss. 359-60), sekwestracji CO₂ na skalę przemysłową (Scragg, 2009, ss. 53-54, 2010, Mahalec i in., ss. 497-504, Nersesian, 2010, ss. 89-90, Hordeski, 2011, s. 136-137, Reed, 2012, s. 1180) i produkcji wodoru (Schubert i in., 2009, s. 142). Powstają instalacje przemysłowe, w których prowadzi się prace zmierzające do obniżenia kosztów produkcji biopaliw z alg (Asplund, 2004, s. 294, *America's...* 2009, ss. 252-53, Huesemann, 2010, ss. 179-80, Griffiths i in. 2011, ss. 188-94), gdyż baryłka ropy z alg kosztuje nadal więcej niż ropy naftowej kopalnej – 250-350 dolarów w 2005 r. (McIntosh, 2005, s. 143).

2.5 Kierunki badań nad biomasą rolniczą i jej energetycznym wykorzystaniem

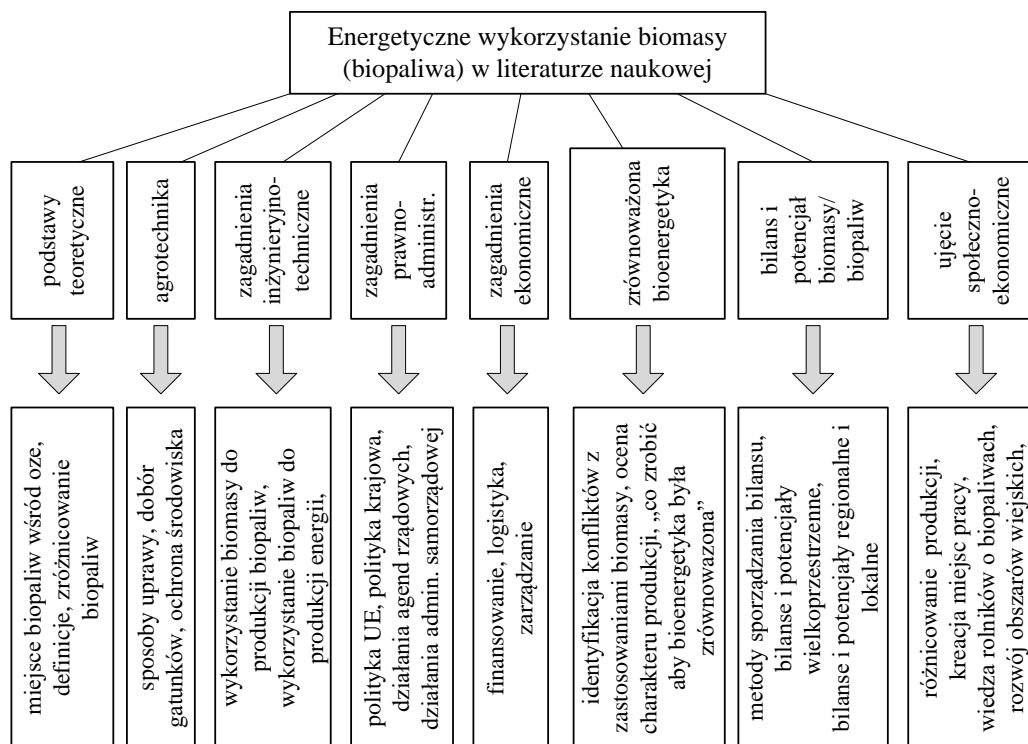
Problematyka biomasy i biopaliw jest obecna w nauce od kilku dziesięcioleci. Przykładem mogą być Niemcy, gdzie podczas II wojny światowej opracowano projekty służące wykorzystaniu biomasy do produkcji paliw płynnych, czy Republika Południowej Afryki w czasach apartheidu, gdy nałożono embargo na dostawy paliw do tego kraju (Spiegel, McArthur, Norton, 2009, s. 55, Graetz, 2011, s. 93). Wzrost zainteresowania

zagadnieniami biopaliw obserwuje się w okresach kryzysów paliwowych (np. połowa lat 70. XX wieku) i dużych wzrostów cen paliw kopalnych (pierwsza dekada XX wieku). W ciągu ośmiu dekad XX wieku ludzkość wykorzystała dwukrotnie więcej energii niż przez 1900 poprzednich lat (Bogdanienko, 1989, s. 10). Wykładniczy przyrost zapotrzebowania na energię, może oznaczać, że świat zostanie postawiony przed poważnym problemem zaspokojenia rosnących potrzeb energetycznych. Biopaliwa mogą zatem zmniejszyć problem niedoboru paliw i energii.

Energetyczne wykorzystanie biomasy rolniczej, które nie jest problemem nowym, wymaga integracji wiedzy nauk przyrodniczych, społecznych, ekonomicznych, rolniczych i inżynierjno-technicznych. Zróżnicowanie badań nad energetycznym wykorzystaniem biomasy ukazuje rycina 8. Do ważniejszych tego typu analiz należą:

- ocena zasobów energetycznych biomasy rolniczej (potencjału teoretycznego, technicznego i ekonomicznego) oraz znaczenia biopaliw w bilansie energetycznym (Gradziuk, 2003a, ss. 22-59; Lechicki i in., 2006, ss. 103-119),
- ocena możliwości uprawy roślin z przeznaczeniem na biopaliwa jako alternatywnego kierunku produkcji rolnej (Banak, 2006; Faber, Kuś, 2007, ss. 139-49; Gradziuk, 2003b, ss. 8-27; Jasiulewicz, 2004, ss. 177-83),
- dobór roślin energetycznych w zależności od warunków środowiskowych (Kole i in., 2012; Pandey, 2009),
- techniki konwersji biomasy rolniczej na cele energetyczne (współspalanie, produkcja biodiesla, biogazu; Annamali i in., 2007, 476-97; Capehart, 2007; Dewulf, Van Langenhove, 2006; Singh, Singh, 2004, ss. 53-62; Zwart, van Ree, 2009, ss. 95-116),
- badania uwarunkowań prawnych w procesie produkcji biopaliw, w tym polityki energetycznej UE, roli administracji publicznej oraz jednostek samorządu terytorialnego (Bruns i in., 2011; Rowlands, 2005, ss. 62-82),
- finansowanie inwestycji związanych z produkcją biopaliw (Scragg, 2009; Żelazowska, 2004, ss. 15-18),
- ograniczanie kosztów produkcji, transportu i wykorzystania biomasy (Aurelio, Bernardes, 2011; *Biofuels...*, 2008; Kurka i in., 2012, ss. 366-79).

Podstawowych informacji o energetycznym wykorzystaniu biomasy dostarczają słowniki i prace o charakterze encyklopedycznym. Tego typu źródła wskazują na znaczenie biopaliw/bioenergetyki wśród odnawialnych źródeł energii lub szerzej energetyki. Cleveland i Morris (2006) z zespołem przedstawiają ponad 8100 haseł dotyczących energii, wzbogaconych o przeszło 100 esejów, w tym o energii z biomasy i paliwach alternatywnych.



Ryc. 8. Energetyczne wykorzystanie biomasy w literaturze naukowej.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bański (1999), Bogdanienko (1989), Cleveland (2004), van Dam i in. (2007); Denisiuk, Piechocki (2005); El Bassam (2010), Faaij (2004), Gostomczyk (2005, 2009c), Gradziuk (2004); Grzybek, Gradziuk (2006); Hordeski (2011); Jabłoński, Wnuk (2004); Jasiulewicz (2010a, 2011), Kammen (2004), Klass (1998); Kościak i in. (2008); Kuś (2004), Lewandowski (2007); Ngo, Natowitz (2009); Quaschnig (2010); Rosillo-Calle i in. (2007); Siejka i in. (2008); Soetaert, Vandamme (2008); Zumerchick (2001).

Do często poruszanych zagadnień należą: spalanie biomasy, substancje chemiczne pochodzące z biomasy, biopaliwa, energia odnawialna z biomasy, gazyfikacja, wpływ energetycznego wykorzystania biomasy na obieg węgla i emisję gazów cieplarnianych oraz ocena jej zasobów (Zumerchick, 2001a, Cleveland, 2004, Pandey, 2004, Kreith, Goswami, 2005, Capehart, 2007). Zagospodarowanie biomasy na cele energetyczne stanowi także przedmiot analiz o charakterze biotechnologicznym (Padley, 2004) oraz dotyczących globalnego ocieplenia i zmian klimatycznych (Philander, 2012) oraz zrównoważonego rozwoju (Meyers, 2012).

Biomasę rolniczą, biopaliwa i bioenergetykę na ogół przedstawia się na tle konwencjonalnych i niekonwencjonalnych oraz odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii. Holistyczne ujęcie prezentują Fay, Golomb (2002), Shepherd W., Shepherd D. (2003), Ngo, Natowitz (2009), Nersesian (2010) i Armaroli, Balzani (2011). Zagadnienia bioenergetyki są omawiane również w kontekście niekonwencjonalnych źródeł energii (atom plus odnawialne źródła energii) lub źródeł odnawialnych (Bogdanienko, 1989, Sorensen, 2004, Twidell, Weir, 2006, Andrews, Jelley, 2007, Lee, Speight, Loyalka, 2007, Lewandowski, 2007, Harvey, 2010, Quaschnig, 2010, Nelson, 2011). Niektórzy

ograniczają badania do wybranych zagadnień odnawialnych źródeł energii, jak Pimentel (2008b), który odnosi się do biopaliw, energii słonecznej i wiatru, czy Lorenzini, Biserni i Flacco (2010), analizujący produkcję energii cieplnej z biomasy i promieniowania słonecznego. W Polskiej literaturze odnawialne źródła energii przedstawiają Gradziuk i Grzybek (2003) oraz Jabłoński i Wnuk (2004).

Wśród publikacji prezentujących podstawy bioenergetyki istotny udział mają opracowania dotyczące biopaliw. Badacze przedstawiają zagadnienia związane z pozyskaniem energii z materii organicznej (Soetaert, Vandamme, 2009, Tabak, 2009, Scragg, 2009, Gouveia, 2011) oraz problemy agrotechniczne i przyrodnicze uwarunkowania produkcji biopaliw. Przedmiotem badań jest dobór gatunków roślin energetycznych w zależności od warunków klimatycznych i siedlisk glebowych (Pandey, 2009, El Bassam, 2010, Kole, Joshi, Shonnard, 2012) oraz ocena zmian jakości gleb pod wpływem uprawy roślin energetycznych (Lal, Stewart, 2010). Niektórzy analizują problemy biopaliw w aspektach: technicznym, ekonomicznym oraz zrównoważonej gospodarki rolnej (Hood, Nelson, Powell, 2011).

W inżynierijno-technicznym nurcie badań większość opracowań dotyczy czterech grup zagadnień. Pierwszą stanowi wyjaśnianie, aparatem pojęciowym chemii organicznej i/lub nauk technicznych, miejsca biomasy wśród pozostałych źródeł energii, zarówno odnawialnych, jak i nieodnawialnych (Rosa, 2005, 2009). Wielu badaczy skupia się na opisie i udoskonaleniu dostępnych metod konwersji biomasy (uwarunkowania techniczne): fizycznych, termicznych, biochemicznych, syntetycznych i mikrobiologicznych (Klass, 1998, Demirbas, 2010, Vertes, Qureshi, Blaschek, Yukawa, 2010, Crocker, 2010, Fang, 2013). Inni prezentują monografie jednej z metod konwersji, np. produkcji biogazu (Deublein, Steinhauser, 2008), spalania i współspalania (Loo, Koppejan, 2008, Spliethoff, 2010, Grammelis, 2011), gazyfikacji i pirolizy (Basu, 2010) czy produkcji biopaliw z alg (Demirbas A., Demirbas F., 2010).

Przegląd polityki dotyczącej biopaliw w Europie, zwłaszcza w Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych, przedstawia Lauber (2005), zaś Nersesian (2007) prezentuje tego rodzaju politykę w krajach rozwijających się i w skali ogólnoswiatowej. Hordesky (2011) i Scheer (2012) zwracają uwagę na trendy efektywności wykorzystania energii (uwarunkowania ekonomiczne). Znaczna grupa badaczy stoi na stanowisku, że poszczególne państwa lub instytucje międzynarodowe powinny „roztaczać parasol ochronny” nad nowatorskimi rozwiązaniami technologicznymi w dziedzinie odnawialnych źródeł energii. Twarde reguły rynkowe uniemożliwiają bowiem wdrożenie tego rodzaju

metod pozyskania energii. Zakłada się, iż po przewyżczeniu ograniczeń progowych, efekty skali spowodują zadowalającą poprawę wyników ekonomicznych projektów energetycznego wykorzystania oze. IEA (Międzynarodowa Agencja Energetyki) prowadzi stały monitoring trendów rynkowych i polityki jej członków w zakresie wykorzystania energii odnawialnej (*Renewable energy...*, 2004, *Biofuels. Linking...*, 2008). Eksperti organizacji oceniają także potencjalne znaczenie bioenergetyki w zaspokojeniu zapotrzebowania na energię (*Potential contribution...*, 2007). W polskiej i zagranicznej literaturze rzadko porusza się zagadnienia społecznych uwarunkowań produkcji i energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej oraz wpływu struktur społeczno-gospodarczych na możliwości produkcji biopaliw. Jednymi z niewielu prac w tej dziedzinie jest opracowanie Gostomczyka (2005, ss. 45-58).

Krytyka energetyki wykorzystującej biomasę często wynika z ekonomicznej oceny tego typu przedsięwzięć. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych przy jednoczesnym obniżeniu kosztów pozyskania energii. W wielu państwach ocenia się efektywność nowych technologii odnawialnych źródeł energii (Aswathanarayana, Harikrishnan, Thayyib Sahini, 2010, Aurelio, Bernardes, 2011) oraz narzędzi polityki stymulujących ich wykorzystanie (Koplow, 2007). Ważnym kierunkiem badań są prace nad komercjalizacją technologii drugiej i trzeciej generacji w pozyskiwaniu energii ze źródeł odnawialnych (Asplund, 2004, Ryder, 2011).

Kwestie techniczne, ekonomiczne i stosowana polityka wsparcia odnawialnych źródeł energii, wiążą się z działaniami mającymi na celu zrównoważony rozwój bioenergetyki. Odejście od pozyskiwania energii z paliw kopalnych nie może prowadzić bowiem do pogorszenia stanu środowiska przyrodniczego i jakości życia. Badacze wskazują na potrzebę produkcji energii z biomasy w sposób zrównoważony, np. poprzez wprowadzenie certyfikacji biopaliw (*Biofuels. Linking...* 2008). Zespół IEA opisuje preferowaną ścieżkę rozwoju technologii na rzecz wykorzystania biopaliw w *Technology roadmap...* (2011). Wpływ polityki wspierającej odnawialne źródła energii na gospodarkę i środowisko przedstawiają Khann, Scheffran i Zilberman (2011). Politykę UE formułowaną w reakcji na zmiany klimatyczne obszernie charakteryzuje Jaggard (2007). Działania podejmowane w Europie na rzecz osiągnięcia 20% udziału odnawialnych źródeł energii w strukturze produkcji energii w 2020 roku, naświetla zespół EREC (European Renewable Energy Council, 2010). W obrębie UE liderem pod tym względem są Niemcy (Brunst i in., 2011). Inne kraje w mniejszym lub większym stopniu kopiuje niemieckie rozwiązania lub przystosowują je do swoich uwarunkowań produkcji biomasy (Moore, Smith, 2007). W

Stanach Zjednoczonych mniejszą uwagę zwraca się na redukcję emisji gazów cieplarnianych, a znacznie ważniejszym problemem jest wyczerpywanie się zasobów paliw kopalnych (Shapiro, 2009, Graetz, 2011) i wykorzystanie czystych źródeł energii (McNerney, Cheek, 2012). Wśród badaczy nie brakuje także głosów stanowczo opowiadających się przeciwko idei wykorzystania biomasy na cele energetyczne (Giampietro, Mayumi, 2009).

Niemieccy badacze wskazują na szczególną rolę zrównoważonego rozwoju bioenergetyki (Schubert, 2009) i wdrażania projektów bioenergetycznych (*Sustainable bioenergy...*, 2007, *Bioenergy project...*, 2007, Eisentraut, 2010). Dziewięcioosobowy zespół Niemieckiej Rady Doradczej do spraw Globalnego Ocieplenia (WBGU) wskazuje na ograniczenia o charakterze społecznym i środowiskowym wobec bioenergetyki określanej mianem zrównoważonej. Biomasa posiada bowiem zastosowania ważniejsze niż produkcja energii. Powstają międzynarodowe zespoły zajmujące się tego typu zagadnieniami (Galarraga, Gonzalez-Eguino, Markandya, 2011), adaptujące narzędzia analiz do badania roli bioenergetyki w zrównoważonym rozwoju (Finkbeiner, 2011). Hester i Harison (2003) oceniają koszty pozyskania energii ze źródeł „zrównoważonych”, związane z tym szanse i ograniczenia, a także przedstawiają wskaźniki służące określeniu poziomu zrównoważenia działań związanych z bioenergetyką. Dewulf i Van Langenhove (2006) odnoszą tego rodzaju wskaźniki do: analizy cyku życia, cyklu paliwowego i przepływów materiałowych, bilansu energii netto, śladów ekologicznych, pojemności środowiskowej oraz indeksu zrównoważenia rozwoju.

2.6 Potencjał biomasy rolniczej i biopaliw w literaturze

Prognozowanie dostępności zasobów biomasy i określanie jej potencjału stanowi jedną z ważniejszych gałęzi wiedzy o biopaliwach. Ustalenie ilości energii, którą można pozyskać z biomasy jest wyzwaniem, gdyż stanowią je zasoby o niejednorodnym charakterze. Zróżnicowane biomasy przejawia się w jej pochodzeniu i stopniu przetworzenia (nieprzetworzona, pozostałości poprodukcyjne oraz odpady). Bez określenia ilości dostępnej biomasy¹⁸ nie jest możliwe planowanie inwestycji związanych z jej energetycznym wykorzystaniem. Uwzględnienie ograniczeń pozwala przejść od hipotetycznych wielkości potencjału biomasy do rzeczywistych. Literatura dotyczy potencjałów biomasy na poziomie

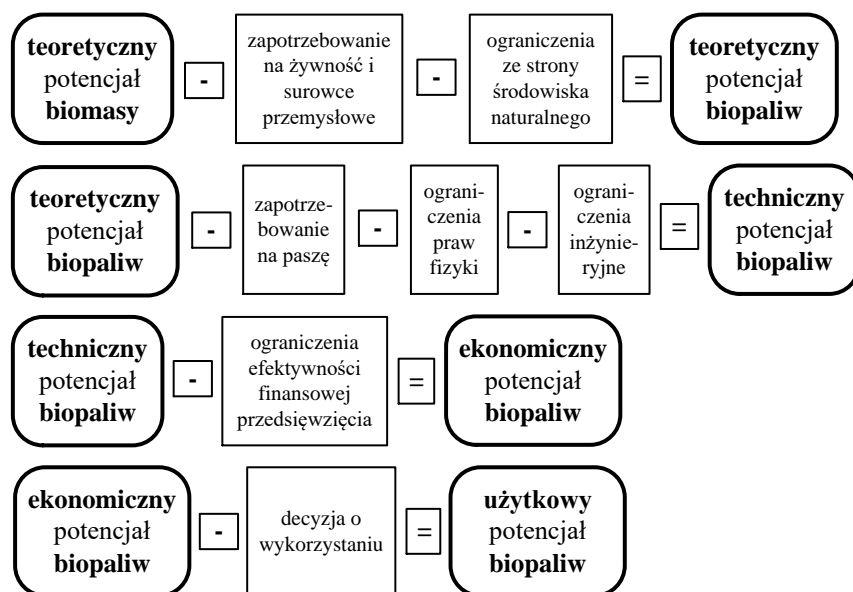
¹⁸Rosillo-Calle z zespołem (2007a) prezentuje koncepcje bilansu biomasy leśnej, nieleśnej i biopaliw drugorzędnych. Za biopaliwa pierwszorzędne przyjmuje przetworzoną mechanicznie biomasę stałą pochodzenia leśnego i rolniczego, do drugorzędnych zalicza biopaliwa płynne i gazowe, które powstały z biomasy w procesach przemian chemicznych lub bardziej skomplikowanych procesach niż mechaniczne.

globalnym (Berndes, van den Broek, Hoogwijk, 2003, ss. 1-28, Parikka, 2004, ss. 613-620 i Eichhout i in. 2005, ss. 225-257), kontynentów (Ericsson, Nilsson 2006, ss. 1-15, Dam i in. 2007, ss. 345-366), państw (Fischer i in., 2007; Faaij, de Wit 2008), jak i innych płaszczyznach, (Fung i in. 2002, ss. 223-236; Horbaj i Kisely 2006, ss. 77-82), także poziomie regionalnym i lokalnym¹⁹.

W literaturze najczęściej wyróżnia się trzy typy potencjału biomasy rolniczej: teoretyczny nazywany także biologicznym oraz techniczny i ekonomiczny. Na potrzeby bioenergetyki pojęcie potencjału teoretycznego, technicznego, ekonomicznego i użytkowego biomasy definiują Siejka, Tańczuk i Trinczek (2008, ss. 167-174) oraz Gostomczyk (2008, s. 98). Kolejne z wymienionych kategorii mają coraz węższy zakres. Potencjał teoretyczny można utożsamiać z możliwościami produkcyjnymi rolnictwa (Voivontas, 2001, s. 103). Zapotrzebowanie na żywność i paszę, niedoskonałość technik gromadzenia biomasy, ograniczona efektywność konwersji paliw na energię oraz inne czynniki powodują, że pojęcie to ma znaczenie teoretyczne. Przy szacowaniu potencjału technicznego biomasy uwzględnia się sprawność dostępnych maszyn i urządzeń (ryc. 9), a określając potencjał ekonomiczny bierze się pod uwagę: ceny paliw, daniny na rzecz państwa, finansowanie zewnętrzne, otoczenie mikro- i makroekonomiczne oraz inne czynniki wpływające na opłacalność przedsięwzięcia (Kościk B., Kowalczyk-Juśko, Kościk K., 2008, ss. 3-4, Siejka, Tańczuk, Trinczek, 2008, s. 168). Niektórzy badacze szacują także dostępny potencjał biomasy jako strumień energii, który jest faktycznie wykorzystany na cele energetyczne (Siejka, Tańczuk, Trinczek, 2008, 168). Siejka, Tańczuk i Trinczek (2008, s. 169) przedstawiają algorytm obliczania wielkości potencjału energetycznego (ryc. 9).

W Polsce badacze początkowo szacowali potencjał stałych produktów ubocznych rolnictwa, szczególnie słomy zbóż oraz rzepaku (Grzybek, Kowalczyk, 2001, ss. 31-45, Gradziuk, 2001a, ss. 54-61, Gradziuk, Grzybek, Kowalczyk, 2003, ss. 87-124). Ważny aspekt badań stanowiło szacowanie cząstkowych potencjałów biomasy: słomy, roślin oleistych, energetycznych, surowców do produkcji alkoholu czy odpadów z rolnictwa wykorzystywanych do produkcji biogazu (Dubas, 2003, ss. 56-75, Grzybek, Gradziuk, 2006, ss. 28-48, Grzybek, Ludwicka, 2008, ss. 5-12). Grzybek (2004, ss. 46-50) przedstawia optymistyczną prognozę areału upraw w Polsce wierzby, ślazu i miskantusa, razem z trawami (rok 2006 i 2009). Faber, Kuś i Madej (2006, ss. 195-210) szacują powierzchnię gruntów niezbędną do produkcji surowców roślinnych na cele energetyczne (podobnie Faber

¹⁹Przykład stanowią opracowania dla gminy Miechów (Plichta, Wróbel-Mierzwa, 2003) w województwie małopolskim i Sosnowica w lubelskim (*Bilans...* 2007, ss. 37 – 87).



Ryc. 9. Teoretyczny potencjał biomasy rolniczej a różne kategorie potencjału biopaliw.
Źródło: Opracowanie własne.

i Kuś 2007, ss. 139-149 oraz Faber 2008, ss. 36-38, którzy skupiają się głównie na uprawie rzepaku). Grunty pod uprawę roślin z przeznaczeniem na cele energetyczne stanowi przedmiot analiz Jasiulewicza (2009, ss. 151-159), który prezentuje także przestrzenne zróżnicowanie produkcji biopaliw (2010a, 2010b, ss. 89-100). Trojanowska (2009, ss. 79-87) analizuje potencjał energetyczny biomasy (słoma czy rośliny energetyczne) dla potrzeb planowania energetyki w ujęciu wojewódzkim. Zarys potencjału produkcji biopaliw gazowych (biogazu) przedstawiło także Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (2009, ss. 5-10). Produkcję i wykorzystanie słomy na obszarze Polski w latach 1975 – 2000 charakteryzuje Gradziuk (2001b, ss. 17-22, 2003a, ss. 28-44)²⁰, zaś w latach 2002 – 05 Kopiński, Kuś i Madej (2006, ss. 211-226)²¹. Analizy Gradziuka (2001b) dla lat 2001 – 2005 uaktualnił Gostomczyk (2009a, ss. 110-111). W opracowaniu z 2006 roku Grzybek i Gradziuk (ss. 28-48) rozwijają zagadnienia dotyczące typów biomasy: aktualizują bilans słomy (1995 – 2005), prezentując także metodykę szacunków (Gradziuk, 2003b, ss. 31-33, 2006, s. 34). Gradziuk (2001b, ss. 17-22, 2003, ss. 39-43) oraz Grzybek i Gradziuk (2006, ss. 33-37) przedstawiają bilans słomy w Polsce według województw, zakładając, że jej dostępne zasoby zależą od wielkości jej produkcji i zapotrzebowania na nią. Według Gradziuka (2001b, s. 18) wielkość produkcji słomy zależy od powierzchni upraw, gatunku roślin i nawożenia, przy czym wprowadzenie do uprawy odmian zbóż sztynno-

²⁰ Gradziuk (2004, ss. 127 – 142) przedstawia podobne opracowanie dla lat 1999 – 2001.

²¹ Gradziuk przedstawia dane dla Polski w poszczególnych latach oraz dla województw, gdzie wykorzystuje średnią z lat 1999 – 2000. Kopiński, Kuś i Madej posługują się średnią z badanych lat dla Polski i województw.

krótkosłomowych spowodowało zmniejszenie stosunku plonu słomy do ziarna. Nadal przyjmowano jednak relację 1:1, gdyż brak informacji o produkcji słomy powodował konieczność przyjęcia założeń upraszczających.

Produkcja energii nie jest podstawowym sposobem zagospodarowania materii organicznej. Najwięcej kontrowersji wzbudza przeznaczanie na cele energetyczne biomasy, którą można wykorzystać jako pożywienie dla ludzi (rośliny alimentacyjne) i zwierząt (rośliny pastewne). W 2011 roku rośliny zbożowe i oleiste, które często są przeznaczane na biopaliwa, stanowiły 81% powierzchni wszystkich upraw na świecie (faostat.fao.org). W państwach rozwiniętych gospodarczo wzrost cen ziarna zbóż (konsumpcyjnych i paszowych) i roślin oleistych powoduje wzrost wydatków konsumentów, podczas gdy w krajach rozwijających się powiększa sferę ubóstwa, a w najbiedniejszych powoduje głód, a nawet śmierć ludzi (Hazell, Evans, 2011, s. 385). Konflikty na innych płaszczyznach niż biopaliwa-żywność w literaturze opisywane są ogólnie lub w ogóle pomijane (Hall, De Groot, 2005, ss. 17-21, *Sustainable...*, 2007, ss. 31-34, Giampietro, Mayumi, 2009, ss. 3-5). Problem energetycznego zagospodarowania biomasy jest analizowany pod względem zapotrzebowania na grunty i zmian sposobu użytkowania gruntów (*Biofuels...*, 2007, ss. 198-207, *America's...*, 2009, s. 310, Schubert, 2009, ss. 29-30, Kulshreshtha, 2011, ss. 150-51). Najważniejsza jest produkcja żywności i pasz, następnie wytwarzanie włókien naturalnych czy materiałów budowlanych, a dopiero pozostałe zasoby mogą zostać zagospodarowane na cele energetyczne. Rozważania o pozyskaniu energii z całości materii organicznej wyprodukowanej na świecie są zatem czysto hipotetyczne (ryc. 9).

2.7 Badania wiedzy, preferencji i opinii rolników – wiodące koncepcje teoretyczne

Produkcja biomasy, szerzej produkcja rolna, stanowi przykład rynku doskonale konkurencyjnego (Pietras, 2005, ss. 175-176), z wieloma kupującymi i sprzedającymi, homogenicznością produktu, swobodą wejścia na rynek i wyjścia z niego oraz doskonałą informacją o cenach (w warunkach powstawania energetycznego kierunku produkcji rolnej informacja o cenach biomasy na cele energetyczne jest jednak ograniczona, a więc można mówić o subryнку o ograniczonej konkurencji). W naukach ekonomicznych występuje pojęcie homo oeconomicus, które wprowadził J.S. Mill. Odnosi się ono do hipotetycznej jednostki, która dysponuje pełną wiedzą i informacjami o szansach i ograniczeniach i podejmuje racjonalne decyzje. Jest ona egoistyczna, nastawiona na maksymalizację indywidualnych korzyści uzyskiwanych poprzez transakcje rynkowe. Jako konsument dąży

do maksymalizacji użyteczności, a jako producent do maksymalizacji zysku (Stępień, Szarzec, 2007, ss. 13-17; Mullainathan, Thaler, 2015, s. 1094).

Zachowania jednostek, także rolników wyjaśnia także teoria racjonalnego wyboru, która dominuje w paradygmacie mikroekonomii. Podstawą jest twierdzenie o zagregowanych zachowaniach grupy jako rezultacie zachowań pojedynczych podmiotów, które podejmują indywidualne decyzje. Racjonalne wybory, które są celowe, rozważne, konsekwentne i niezależne, przeciwstawia się zachowaniom przypadkowym, impulsywnym, warunkowym i naśladowczym. Racjonalność wyborów wynika z doskonałej wiedzy podmiotów o alternatywach i ograniczeniach związanych z dokonywanymi wyborami. Wiedza o alternatywach i preferencje z nimi związane pozwalają stworzyć spójny ranking, w którym co najmniej jedna alternatywa ma wartość maksymalną. Uwzględniając większą ilość czynników niż w teorii racjonalnego wyboru, sformułowano stwierdzenie, że ocena alternatyw występujących w różnych okresach wymaga ich dyskontowania w czasie (Bridge, 2009, ss. 100-1, Green, 2002; Zey, 2015, ss. 892-3). Uwzględnienie zaś w analizach czynnika losowego, oprócz wiedzy o alternatywach i preferencji z nimi związanych, stanowi założenie teorii użyteczności oczekiwanej. Zgodnie z nią podmioty mniej lub bardziej świadomie kierują się funkcją użyteczności opisaną na zbiorze alternatyw. Wybory pomiędzy zdarzeniami o charakterze losowym dokonywane są tak by maksymalizować wartość oczekiwaną funkcji użyteczności. W teorii oczekiwanej użyteczności bierze się pod uwagę podejście do ryzyka, jego poszukiwanie lub unikanie go (Craig, 2003).

Jednakże, uwzględniając czynniki psychologiczne, jednostka często podejmuje nieracjonalne decyzje. Jest podatna na emocje, reklamę czy uwarunkowania kulturowe, popełnia także błędy poznawcze, a zatem określa się ją jako *homo sapiens oeconomicus*. W teorii ograniczonej racjonalności podkreśla się, iż jednostka podejmująca decyzje niejednokrotnie rozstrzyga tak złożone problemy, że jej zdolności do określenia oczekiwanej użyteczności są niewystarczające. Dzieje się tak, gdy zasoby czasu, pracy i intelektu jakimi dysponuje decydent, są niewystarczające i występuje potrzeba podejmowania decyzji w innych sprawach. „Przeciążenie decyzyjne” z niewystarczającymi zasobami intelektualnymi ogranicza racjonalność decydenta, skłania go do poszukiwań rozwiązania częściowo racjonalnego i zadowalającego, a nie optymalnego. Optymalizacja zastępowana jest wówczas heurystyką, skrótami myślowymi, które mają umożliwić dokonanie wyboru (Bendor J., 2015, ss. 773-6, Buskens V., 2015, ss. 901-2; Seten, 1999, ss. 2-5).

Pojęcie ograniczonej racjonalności znajduje szerokie zastosowanie w analizach wyborów dokonywanych przez rolników. Powszechnie twierdzą oni, że zajmują się

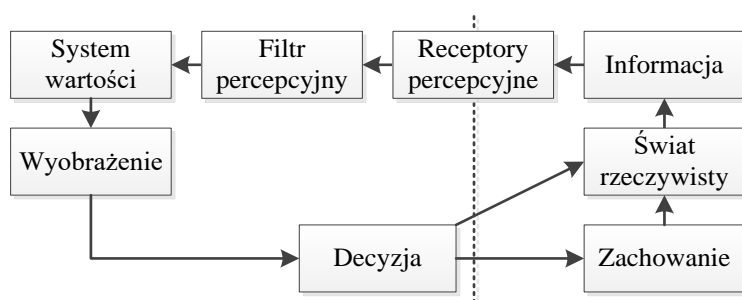
wyłącznie produkcją żywności, lecz jednocześnie chętnie korzystają z dotacji by wytwarzać biopaliwa lub produkować energię ze źródeł odnawialnych (Frantal, Prousek, 2016, ss. 27-32). Podmioty na rynku, które dążą do maksymalizacji zysku, wykorzystują dostępne, ograniczone informacje (Clark i in., 2009, ss. 160-1; Moncada i in., 2017, s. 903), niejednokrotnie zachowując się oportunistycznie (Altman, Johnson, 2008, s. 30). Tego rodzaju mechanizm wyjaśnia złożone zjawiska, także te związane z bioenergetyką (Moncada i in., 2018, s. 622). Pojęcie ograniczonej racjonalności występuje w modelu złożonych systemów adaptacyjnych (Complex Adaptive Systems), które opisują powstawanie systemów i ich adaptację do zmieniających się warunków, uczenie się oraz ograniczoną racjonalność, jednocześnie niejako kwestionując optymalizację funkcji systemów (Moncada i in., 2017, s. 910).

Teoria perspektywy wyjaśnia decyzje podejmowane w warunkach ryzyka. W założeniach pozostaje w sprzeczności z teorią racjonalnego wyboru i użyteczności oczekiwanej, prezentując zbiór odstępstw od nich. Według teorii perspektywy jednostka preferuje działania, które przyniosą mniejszy lecz pewny zysk niż wyższy, a niepewny zysk. Wśród działań mogących prowadzić do strat, preferowane są związane z ryzykiem, a nie zakładające niskie straty (Kahneman, Tversky, 1984, ss. 341-342). Ważnym założeniem teorii jest, iż ludzie skupiają się na różnicach, a nie podobieństwach, stąd sposób sformułowania problemu decyzyjnego implikuje jego rozwiązanie. Innymi słowy, poprzez zmianę sposobu przedstawienia problemu można doprowadzić u decydenta do niespójności preferencji (Kahneman, Tversky, 1984, ss. 343-346). Proces podejmowania decyzji w teorii perspektywy jest dwuetapowy. W pierwszym dochodzi do edycji, w drugim do oceny. Edycja obejmuje analizę możliwych decyzji za pomocą technik upraszczających (heurystyka). Ustala się punkt odniesienia, który służy do oceny decyzji w aspekcie zysków lub strat, upraszcza się złożone struktury i pomija mało prawdopodobne scenariusze, separuje się zdarzenia pewne od obarczonych ryzykiem i pomija wszystko co wspólne, by porównywać różnice. W fazie oceny jednostki „obliczają” użyteczność każdego z rozstrzygnięć, biorąc pod uwagę ich prawdopodobieństwo. Użyteczności są porównywane z subiektywnie ustalonym punktem odniesienia, przy czym istotne są wartości względne (Heukelom, 2015, ss. 263-5; Kahneman, Tversky, 1979, ss. 274-275).

Pojęcie ograniczonej racjonalności przeniesiono z ekonomii do geografii behawioralnej. Stwierdzono, że na przykład, szwedzcy farmerzy, dysponujący niepełną wiedzą i niechętnie podejmujący decyzje w warunkach niepewności, osiągnęli wyniki znacznie poniżej swoich możliwości. Poszukiwali zatem rozwiązania zadowalającego, a nie

optymalnego (Walmsley, Lewis 1997, s. 17 [za:] Wolpert 1964). Według Johnstona (1979), *proces wyboru jest w zamierzeniu tylko częściowo racjonalny i przebiega zawsze w warunkach niepełnej i przypuszczalnie niedokładnej informacji, ocenianej według ustalonych uprzednio kryteriów, odzwierciedlających zarówno doświadczenie danej osoby, jak i jej życzenia* (Walmsley, Lewis 1997, s. 17 [za:] Johnston 1979). Powyższe stwierdzenie można odnieść także do ryzyka i zagrożeń związanych z podjęciem się przez rolnika uprawy roślin energetycznych, w warunkach ciągłych zmian reguł prawnych, ekonomicznych i finansowych, dotyczących energetycznego wykorzystania tego typu roślin.

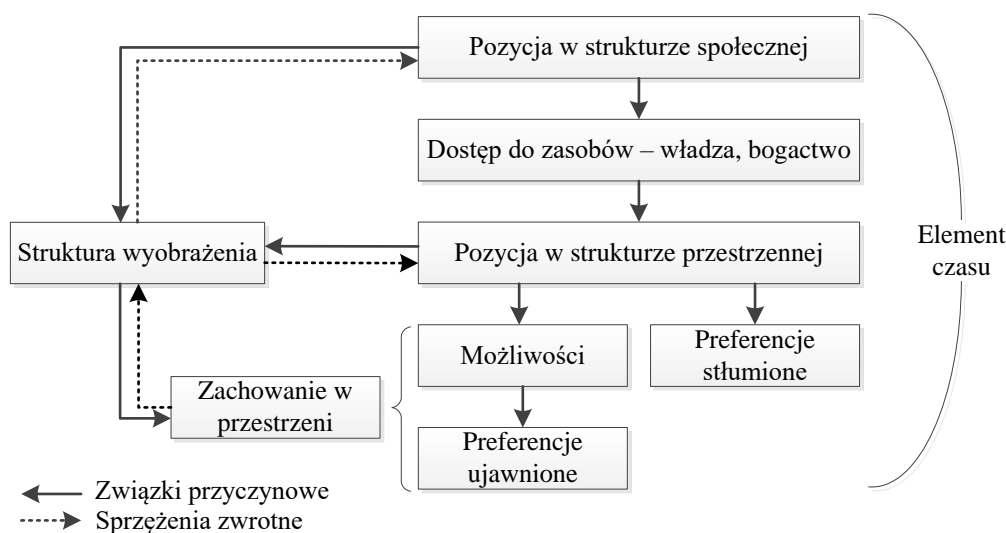
W analizie zachowań właścicieli gospodarstw rolnych istotne znaczenie ma zatem schemat percepcji środowiska i zachowania opracowany na gruncie geografii behawioralnej (ryc. 10). Rzeczywistość dostarcza informacji, które są odbierane i przekształcane za pomocą niedoskonałego aparatu poznawczego. Dochodzi do ich filtrowania z wykorzystaniem zmysłów i doświadczeń społeczno-kulturowych. Po kilkukrotnych modyfikacjach danych wejściowych powstają wyobrażenia o pierwotnym kształcie rzeczywistości. Dopiero na podstawie takich wyobrażeń podejmowane są decyzje, przy wykorzystaniu najlepszych z możliwych danych wejściowych. Geografowie behawioralni zwracają uwagę także na wpływ pozycji jednostki w strukturach społecznej i przestrzennej oraz jej preferencje (ryc. 11). Wyrazisty przykład stanowią zamożni rolnicy, którzy chętnie podejmują ryzyko poszukując wyższych stóp zwrotu z inwestycji, ponieważ w daną działalność angażują relatywnie małą część swoich zasobów.



Ryc. 10. Percepcja środowiska i zachowanie się jednostki.

Źródło: Walmsley, Lewis 1997, s. 18 [za:] Downs 1970.

W rolnictwie wybory rolników odnoszą się także do innowacji (Brown, 2015, s. 409), jak podejmowanie uprawy nieznanymi roślinami energetycznymi. Innowacja dotyczy sposobu w jaki nowa technologia, technika lub produkt przechodzi od fazy tworzenia do upowszechnienia. W zakresie znanych technologii, technik lub produktów, dyfuzja innowacji występuje, gdy są one stosowane w nowych obszarach. Według Hagerstranda



Ryc. 11. Uwarunkowania ludzkiego zachowania się.

Źródło: Walmsley, Lewis 1997, s. 29 [za:] Eyles 1971.

(1952 [za:] Brown, 2015, s. 173) i Rogersa (1983, s. 5) dyfuzja innowacji jest procesem rozłożonym w czasie, w którym jednostki (członkowie systemu społecznego) przekazują pomiędzy sobą innowację za pośrednictwem określonych kanałów komunikacji, na przykład mediów. System społeczny stanowi zbiór powiązanych ze sobą jednostek zaangażowanych w rozwiązanie problemu w celu osiągnięcia wspólnego celu. Innowacją może być pomysł, działanie lub przedmiot postrzegany jako nowy przez osobę lub grupę go stosującą. Kanały komunikacji obejmują sposoby, dzięki którym informacja przekazywana jest pomiędzy jednostkami. Ważnym pojęciem w teorii dyfuzji innowacji jest również tempo adaptacji innowacji będące względną prędkością, z jaką są przyjmowane przez członków systemu społecznego (Rogers, 2015, ss. 378-80).

W modelu innowacji zakłada się pięć etapów. Na etapie „wiedzy”, jednostka, na przykład rolnik, zdaje sobie sprawę z występowania innowacji i zdobywa wiedzę o tym na czym ona polega. W trakcie „perswazji” dochodzi do kształtowania korzystnej lub niekorzystnej opinii o innowacji. Etap „decyzji” obejmuje okres, gdy jednostka rozważa przyjęcie lub odrzucenie innowacji. „Wdrożenie” wiąże się ze stosowaniem innowacji. „Potwierdzenie” zachodzi, gdy poszukuje się poparcia słuszności decyzji o implementacji innowacji (Brown, 2015, s. 407; Rogers 1983, ss. 164-65). Rolników można podzielić na grupy według szybkości z jaką reagują na pojawienie się innowacji. Każda z nich posiada określone cechy: innowatorzy są światli, skłonni do ryzyka, zamożni i introwertyczni, wczesni naśladowcy mają dobry kontakt ze społecznością, często upowszechniają swoją opinię w społeczności, są dobrze wykształceni. „Wczesna większość” posiada przeciętne dochody i wykształcenie oraz odznacza się konserwatywnymi poglądami, podczas gdy

„późna większość” jest sceptycznie nastawiona do innowacji, ma niskie dochody i niskie wykształcenie. „Maruderzy”, którzy wdrażają innowacje jako ostatni, posiadają niskie dochody, ich średnia wieku często jest najwyższa, są słabo wykształceni i silnie przywiązani do tradycji (Roggers 1983, ss. 248-250).

Aby możliwa była przestrzenna dyfuzja innowacji, powinny wystąpić określone warunki, a zwłaszcza powstać innowacja, której charakterystyka pozwala na jej dyfuzję. Miejsce powstania innowacji powinno być w stanie wyemitować ją na zewnątrz, co najmniej na obszary ościenne. Poza miejscem powstania innowacji niezbędne są tereny chłonne, nastawione na przyjęcie nowych rozwiązań, co sprzyja szybkiemu rozprzestrzenianiu się innowacji. Ostatnim elementem jest siła szerząca innowację, na tyle duża i długotrwała by przerwanie procesu dyfuzji było mało prawdopodobne. Dyfuzja innowacji może przebiegać w formie ekspansji na obszary sąsiadujące, chociaż innowacje mogą być przeniesione do oddalonych regionów. Ekspansja odbywa się w drodze kontaktów bezpośrednich (zarażanie innowacjami) lub poprzez przepływ informacji (kaskadowy typ dyfuzji; Brown, 2015, s. 407). Przeniesienie innowacji do oddalonych regionów zwykle wynika z migracji jednostek będących „nośnikiem” informacji o innowacji. Proces rozprzestrzeniania innowacji zależy od trzech typów jednostek określanych jako: liderzy opinii, agenci zmian oraz wspierający zmianę. Agent zmian ma wywołać potrzebę zmiany u osoby, na którą wpływa, stworzyć związek polegający na wymianie informacji, określić problemy klienta, stworzyć u niego zamiar zmiany, przetworzyć zamiar na działanie, zadbać o wdrożenie innowacji i zapobiec jej porzuceniu, by w końcu klient nie potrzebował wsparcia agenta zmian i usamodzielniał się w stosowaniu danej innowacji (Rogers 1983, ss. 313-316).

Do przestrzennej dyfuzji najczęściej dochodzi poprzez „sąsiedzkie” zarażanie innowacjami. Prawdopodobieństwo kontaktu między źródłem innowacji a jej potencjalnym odbiorcą gwałtownie spada wraz ze wzrostem odległości. Im większa jednostka osadnicza, tym mocniejszy impuls dyfuzji innowacji, stąd duża liczba innowacji rozprzestrzenia się od obszarów zurbanizowanych, zwłaszcza dużych miast, przez średniej wielkości jednostki osadnicze, do miasteczek i wsi. Proces dyfuzji przestrzennej innowacji może zostać zahamowany, zniekształcony lub nawet zatrzymany przez bariery przestrzenne. Brak barier przestrzennych nie gwarantuje dyfuzji, bowiem może wystąpić opór społeczny wynikający z uznawanych przez społeczność wartości lub opór ekonomiczny będący następstwem praktycznych przeszkód. Im większy opór wobec innowacji, tym większa ilość informacji o innowacji jest niezbędna aby doszło do dyfuzji innowacji (Brown, 2009, ss. 173-4)

Innowacje zwykle rozprzestrzeniają się z punktu, w którym powstały w trakcie

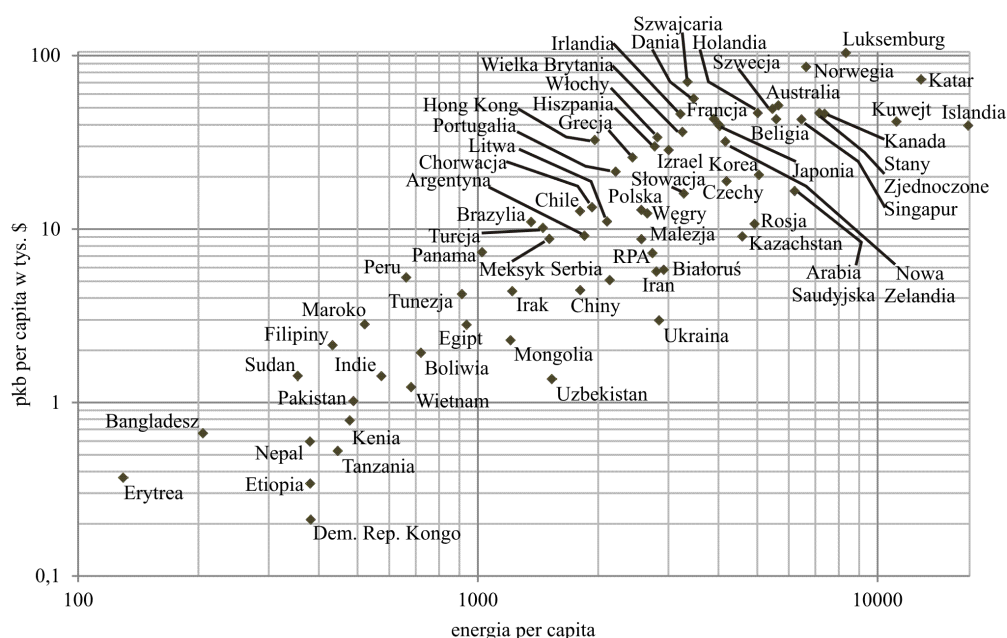
czteroetapowego procesu. W „pierwotnym” etapie innowacja zyskuje akceptację w obszarze, z którego pochodzi. Następuje różnicowanie pomiędzy obszarami, które przyjęły innowację i pozostałymi. Na etapie „ekspansji” innowacja gwałtownie rozprzestrzenia się na kolejne obszary. Różnice pomiędzy obszarem powstania innowacji, a pozostałymi ulegają stopniowemu zmniejszeniu. Na etapie „zagęszczania” tempo przyswajania innowacji zaczyna maleć. Czwarty etap „wysycenia” wiąże się z maksymalnym zasięgiem innowacji, gdy tempo nowych wdrożeń spada lub niejako gaśnie (Brown, 2009, s. 174).

Zagadnienia dyfuzji innowacji w obszarze bioenergetyki w kontekście ograniczonej racjonalności oraz oportunistów rolników, analizowali Frantal i Prousek (2016, ss. 27-32). Znaczenie finansowania i podmiotów finansujących dla określenia kierunku rozwoju innowacji w produkcji energii ze źródeł odnawialnych, przedstawili Mazzucato i Semieniuk (2018, ss. 8-22). Junginger i in. (2005, s. 402) zwrócili uwagę na proces nauki poprzez interakcję, prowadzący do dyfuzji wiedzy w sektorze biomasy drzewnej, dzięki poprawie interakcji między instytucjami badawczymi, przemysłem, użytkownikami końcowymi oraz decydentami. McCormic i Kaberger (2007, s. 446) podkreślili zaś, iż kluczowe dla wprowadzenia do uprawy roślin energetycznych jest rozłożenie ryzyka na wiele podmiotów. Według nich kontakty pomiędzy rolnikami i lokalnymi producentami energii, z udziałem władzy lokalnej, są niezbędne do stworzenia klimatu zaufania. Zidentyfikowali oni pięć barier utrudniających rozwój produkcji energii ze źródeł odnawialnych, w tym bioenergetyki. Obejmują one: nadwyżki energii elektrycznej z paliw kopalnych, problemy finansowe szczególnie dotyczące sektora badań i rozwoju, obawy użytkowników nieposiadających doświadczenia w wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych, brak skutecznego egzekwowania polityki związanej z bioenergetyką, ograniczona wiedza o uprawie i zbiorach roślin energetycznych (McCormic, Kaberger, 2007, ss. 447-8). McCormic i Kaberger (2007, s. 448) przeprowadzili analizę opracowań identyfikujących bariery dyfuzji bioenergetyki w Europie, Juniger i in. (2008, s. 672) badali przykład Holandii, a Madlener i Vogtli (2008, s. 824-5) Bazylei w Szwajcarii. Identyfikacja barier stanowi pierwszy etap przezwycięzania oporów dyfuzji innowacji. Przezwycięzaniu barier sprzyja modelowe zarządzanie dyfuzją innowacji w bioenergetyce (Lancker i in., 2016, s. 60-9). Jest ono tym bardziej istotne, gdyż produktywność innowacji w bioenergetyce, mierzona liczbą zgłaszanych patentów, maleje (Arnold i in., 2019, s. 54-62). Należy zatem upowszechniać dotychczasowe osiągnięcia sektora badawczo-rozwojowego wśród rolników.

3 Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne – uwarunkowania globalne, Unii Europejskiej i krajowe

3.1 Globalne uwarunkowania społeczno-ekonomiczne i polityczne

Zwiększające się zapotrzebowanie na energię wiąże się z rozwojem ludzkości (Ngo, Natowitz, 2009, ss. 10-11). Klass (1998, s. 6), Ngo i Natowitz (2009, s. 13) wskazują na wysoką dodatnią korelację pomiędzy produktem krajowym brutto jako miarą poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego i zużyciem energii (por. ryc. 12). Różnica między „bogatymi” a „biednymi” państwami dotyczy zużywanej energii na jednostkę nowo wytworzonych dóbr i usług (Battles, 2001, s. 461-62, Goldemberg, 2004, s. 803-06). Państwa wysoko rozwinięte gospodarczo, które stosują efektywne techniki i technologie, potrzebują mniejszych nakładów aby osiągnąć ten sam efekt gospodarczy, co państwa rozwijające się. Wiele państw rozwijających się (Indie, Indonezja, Brazylia czy Pakistan) weszło jednak w fazę uprzemysłowienia (Doman, 2004, s. 12, Ngo, Natowitz, 2009, ss. 11-12) przy gwałtownym wzroście liczby ludności (tab. 6), co oznacza globalny wzrost zużycia energii. Innymi słowy, duża liczba ludności zamieszkującej kraje ze zużyciem energii do 1 toe²² na 1 mieszkańca wskazuje, że nastąpi znaczny wzrost zapotrzebowania na nią i jej zużycia.



Ryc. 12. Związek PKB i zużycia energii w wybranych krajach świata w 2010 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Banku Światowego, dostęp: 15.07.2013 i Goldemberga, 2004, s. 803.

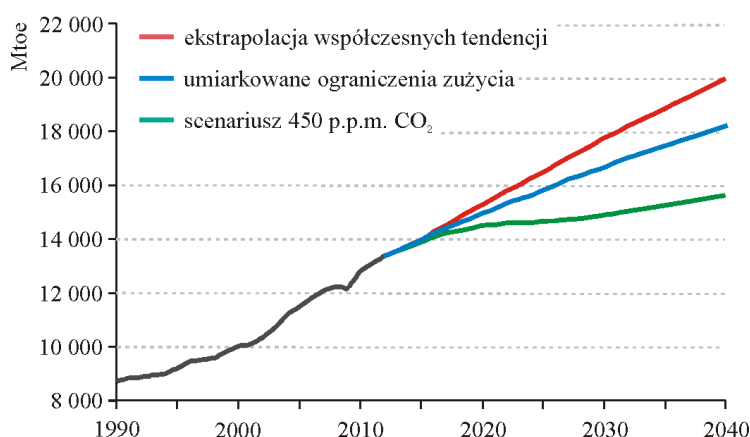
²² Toe - jednostka energii stanowiąca równowartość jednej tony ropy naftowej o wartości opałowej 10 000 kcal/kg (1 toe = 11,63 MWh lub 41,868 GJ).

Tab. 6. Zmiany liczby ludności świata w latach 1980 – 2035.

Rok	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Liczba ludności	4,44	4,85	5,31	5,74	6,13	6,52	6,93	7,35	7,76	8,14	8,50	8,84

Źródło: UN Population Division, esa.un.org dostęp 28 września 2016 r.

Zakłada się, że w 2020 roku świat będzie potrzebował prawdopodobnie ponad 3 razy więcej energii niż w 1970 roku (Zumerchick, 2001b, s. 295). Międzynarodowa Agencja Energetyczna przedstawia trzy scenariusze wzrostu zużycia energii: kontynuacji trendu, realizacji obietnic redukcji emisji gazów cieplarnianych zgodnie z deklaracjami rządów państw oraz hamowania emisji gazów cieplarnianych, tak by stężenie CO₂ nie przekroczyło poziomu 450 p.p.m²³ (*World energy...*, 2014, s. 55). W latach 2012-2040 średnie roczne wzrosty zużycia energii wyniosłyby zatem odpowiednio: 1,5% 1,1% i 0,6%, zaś do 2040 r. zużycie energii wzrosłoby o: 50%, 37% i 17% (ryc. 13). Próby zmniejszenia do 2040 r. tempa przyrostu zużycia energii pierwotnej do wartości poniżej 1% rocznie, stanowią zatem bardzo ambitny cel.



Ryc. 13. Zużycie energii na świecie według trzech scenariuszy do 2040 r. [Mtoe].

Źródło: *World energy outlook 2014*, IEA/OECD, s. 55.

Intensywne wykorzystywanie paliw kopalnych skłania wielu badaczy do ogłaszania wyczerpywania się rezerw tego rodzaju surowców (Spiegel, McArthur, Norton, 2009, ss. 7-8; Wilson, Burgh, 2008, ss. 158-59), chociaż teza ta ma swoich przeciwników (Zittel, Schindler, 2005, ss. 21-35, Quaschnig, 2005, ss. 9-10). Pierwsi powołują się na odkrycia nowych złóż, drudzy wskazują na osiągnięcie szczytu produkcji przemysłowej. W ciągu 30 lat udokumentowane złoża ropy naftowej i gazu ziemnego zwiększyły się 2,5-krotnie i przy dzisiejszym poziomie wydobywania powinny wystarczyć na ponad 50 lat (tab. 7). Eksploatacja

²³ 450 p.p.m (*parts per milion* – jednostek na milion) to ilość, która spowoduje wzrost średniej temperatury globu o nie więcej niż 2°C w stosunku do roku bazowego

Tab. 7. Udokumentowane zasoby ropy naftowej oraz gazu ziemnego na świecie.

Paliwo	1980	1990	2000	2017	R/P 2017
ropa naftowa [mld baryłek]	683,4	1027,5	1300,9	1696,6	50,2
gaz ziemny [bln m ³]	71,6	109,4	139,3	193,5	52,6

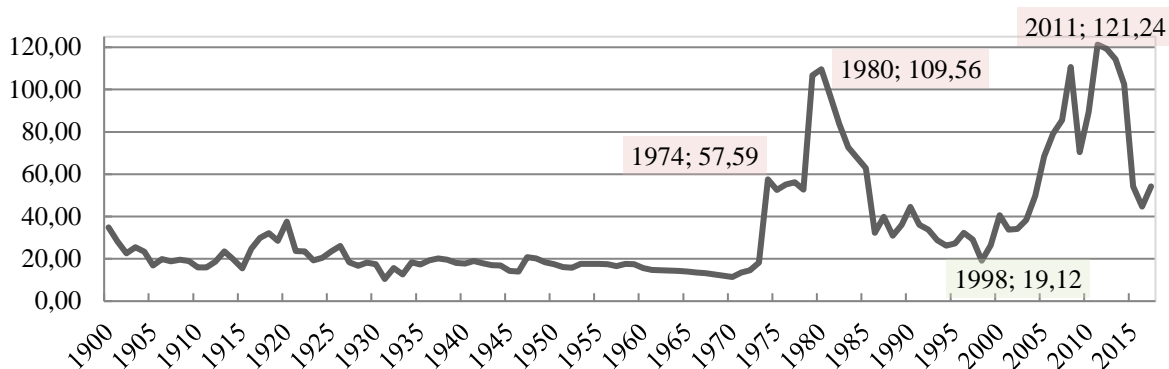
Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Statistical review of world energy 2018*, bp.com dostęp 5.10.2018. R/P – wskaźnik rezerw oznacza liczbę lat, na którą wystarczą zasoby przy obecnym poziomie produkcji.

węgla kamiennego może trwać nawet 134 lata (*Statistical...*, 2018). Zmniejsza się jednak ilość łatwo dostępnej ropy naftowej i gazu ziemnego, co prawdopodobnie wpłynie na wzrost ich cen. Potrzebne są nowe technologie pozyskania surowców ze złóż odległych od obszarów ich wykorzystania, narażonych na ryzyko niestabilności politycznej czy zagrożonych konfliktami zbrojnymi (Spiegel, McArthur, Norton, 2009, ss. 7-8, Solomon, 2004, ss. 27-30). Problemem jest także koncentracja zasobów surowców energetycznych w określonych regionach, co wiąże się zarówno z większym ryzykiem wahań cen (działania kartelu OPEC), jak i spadkiem bezpieczeństwa energetycznego (na przykład działania Rosji w stosunku do Ukrainy – Bulkin, 2003, ss. 9-11, Ngo, Natowitz, 2009, ss. 17-18, 33-34).

Ważna jest nie tylko ilość, lecz także jakość i struktura źródeł energii. Współcześnie dominującą rolę odgrywają wśród nich: ropa naftowa (34%), gaz ziemny (23%) i węgiel kamienny (28%) (*Statistical...*, 2018). Mniejsze, chociaż istotne, znaczenie mają: hydroenergetyka (7%), energetyka jądrowa (4%) oraz źródła odnawialne inne niż hydroenergetyka, z udziałem 4% (Ngo, Natowitz, 2009, ss. 14, *International...*, 2011). Zmiany uwarunkowań ekonomicznych i politycznych mogą zmniejszyć stopień zaspokojenia potrzeb energetycznych państw²⁴. Z przyczyn politycznych i ochrony środowiska w wielu państwach odchodzi się od wykorzystania węgla kamiennego, a naciski społeczne prowadzą do rezygnacji z wykorzystania energii nuklearnej (na przykład Niemcy i Japonia). W ostatniej dekadzie na znaczeniu zyskują natomiast gaz ziemny i odnawialne źródła energii (Doman, 2004, ss. 12-13).

Dla surowców, także energetycznych, charakterystyczne są długie okresy wzrostu ich cen, po których następują lata niskich cen surowców. W pierwszych kilku dekadach XX wieku ceny ropy naftowej nie ulegały dużym wahaniom (ryc. 14). Kryzys paliwowy lat 70. i rewolucja irańska (1979) dowiodły ogromnego znaczenia państw eksporterów ropy. Po gwałtownych wzrostach, jej ceny spadły, lecz przez kolejnych 15 lat kształtowały się na wysokim poziomie i wykazywały większe amplitudy wahań (na przykład w warunkach wojny w Zatoce Perskiej w 1990 roku) niż przed 1973 rokiem. Przez ostatnie

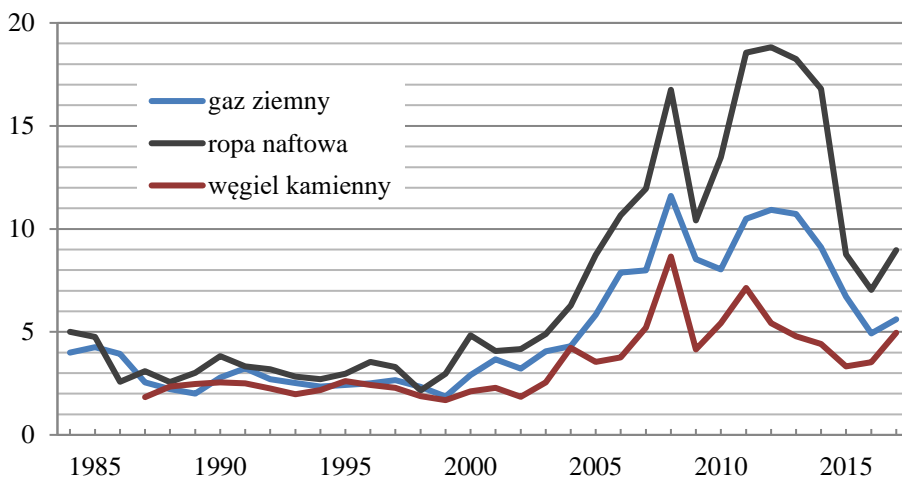
²⁴ Przykład stanowi Polska, gdzie w przyszłości wykorzystanie złóż węgla kamiennego może wiązać się z wydatkami na zakup emisji CO₂ w związku ze zobowiązaniami UE.



Ryc. 14. Zmiany ceny ropy naftowej (1900 – 2017) [USD].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Statistical review of world energy 2018*, bp.com dostęp 28.10. 2018.

10 lat ceny ropy ponownie notowały wartości obserwowane w trakcie kryzysu z lat 70. XX w. (wojna w Iraku i Afganistanie²⁵). Pozostałe paliwa kopalne w dużym stopniu „naśladowały” ten trend (ryc. 15, Ngo, Natowitz, 2009, ss. 39-41). W przyszłości można spodziewać się wzrostu cen paliw w związku ze stopniowym przechodzeniem od tanich złóż do drogich, w trudno dostępnych miejscach.



Ryc. 15. Zmiany cen gazu ziemnego, ropy naftowej i węgla kamiennego [USD/1 mln BTU²⁶].

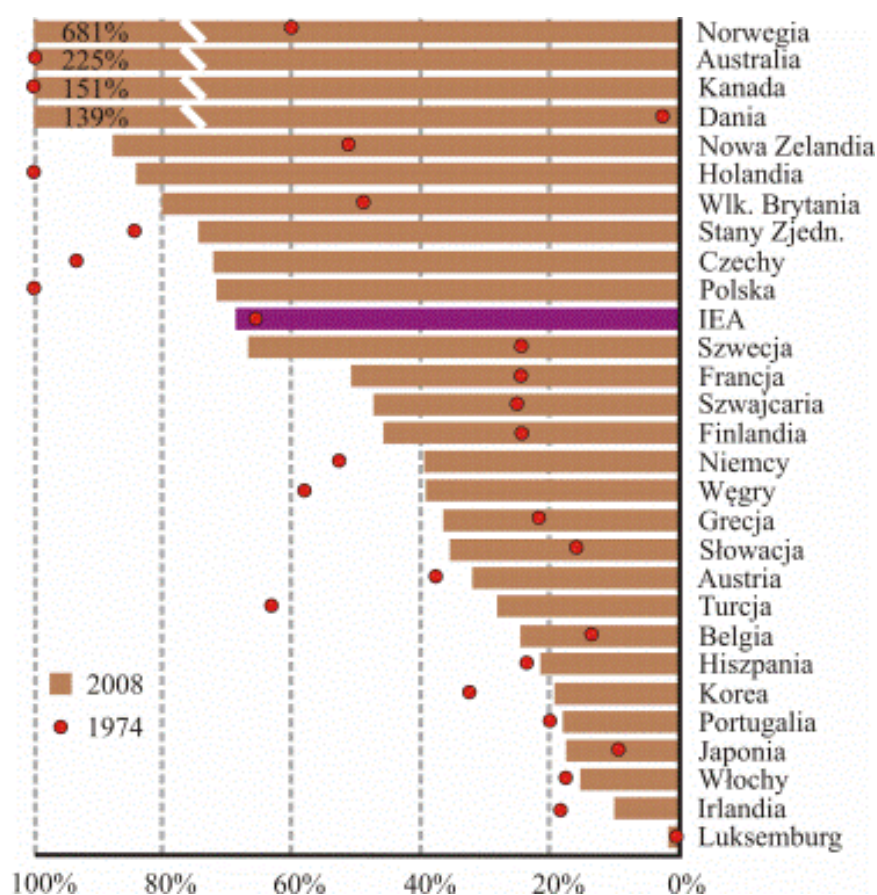
Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Statistical review of world energy 2018*, bp.com dostęp 28.10.2018. Gaz ziemny – średnia cena importu w Niemczech, ropa naftowa – średnia cena importu dla państw OECD, węgiel kamienny – cena rynkowa w Europie Północno-Zachodniej.

Sektor paliwowo-energetyczny ma strategiczne znaczenie, gdyż gospodarka każdego kraju wymaga stałego dostępu do surowców energetycznych i energii. Zwiększane są wydatki na poszukiwania, wydobywanie, przetwarzanie i dystrybucję surowców energetycznych

²⁵ Na początku XXI wieku wystąpił nieoczekiwany wzrost zapotrzebowania na paliwa, a przyrost nowych mocy produkcyjnych okazał się niewystarczający (*Energy...* 2010, ss. 23-24).

²⁶ BUT (british thermal unit) – ilość energii potrzebna do podgrzania 1 funta wody o 1°F.

(Zumerchick, 2001c, s. 582). Ciągłość dostaw paliw i energii gwarantuje bowiem bezpieczeństwo energetyczne, które staje się ważnym składnikiem ogólnie rozumianego bezpieczeństwa (ryc. 16). Większość państw pozyskuje i przetwarza jak największą część surowców energetycznych na swoim terytorium i próbuje zapewnić sobie dostęp do jak największej liczby dostawców (dywersyfikacja dostaw). Preferowani są „zaprzyjaźnieni” dostawcy, którzy nie zakłócą funkcjonowania gospodarki, a IEA zobowiązuje swoich członków importerów ropy naftowej, do utrzymywania jej zapasów równoważnych co najmniej 90-dniowemu importowi netto²⁷ (IEA..., 2009, s. 66). Celem jest ograniczenie skutków szoków podaźowych, gdy światowi dostawcy surowców energetycznych (głównie państwa OPEC, także Rosja²⁸) gwałtownie ograniczą dostawy ropy, dla doraźnych zysków, czy też z powodów politycznych. Francja stanowi wyrazisty przykład zmniejszenia ilości wykorzystywanej ropy naftowej na rzecz energii atomowej (Reynolds, 2001, s. 663-65, Ngo, Natowitz, 2009, s. 22).



Ryc. 16. Samowystarczalność energetyczna członków IEA w 2008 roku.

Źródło: IEA scoreboard 2009. 35 key energy trends over 35 years, OECD/IEA, Paris, 2009, s. 65.

²⁷ W kwietniu 2013 roku zapasy europejskich państw członków IEA sięgały 130 dni (iea.org, dostęp 15.07.2013).

²⁸ Rosja ograniczyła, a nawet wstrzymała dostawy gazu dla Ukrainy jesienią 2005 roku (*Biofuels* 2007, s. 105).

Największymi zasobami ropy naftowej dysponują państwa OPEC, a wraz z wyczerpywaniem się mniejszych złóż, rola głównych dostawców ropy i gazu ziemnego wzrasta. Dlatego też, jest mało prawdopodobne, aby w najbliższych latach ropa była stabilnym i bezpiecznym źródłem energii. Złóża gazu ziemnego odznaczają się większym rozproszeniem niż ropy naftowej (*Statistical...*, 2018, *Biofuels*, 2007, s. 105). Z punktu widzenia Europy Wschodniej, Rosję i niektóre kraje postsowieckie można nazwać hegemonem tego rynku (Ngo, Natowitz, 2009, s. 22), a politycznie motywowana realizacja projektów Nord Stream poddaje w wątpliwość ekonomiczną zasadność budowy gazociągu łączącego Azerbejdżan z systemem europejskim gazociągów.

3.2 Wykorzystanie tradycyjnych paliw a środowisko i odnawialne źródła energii

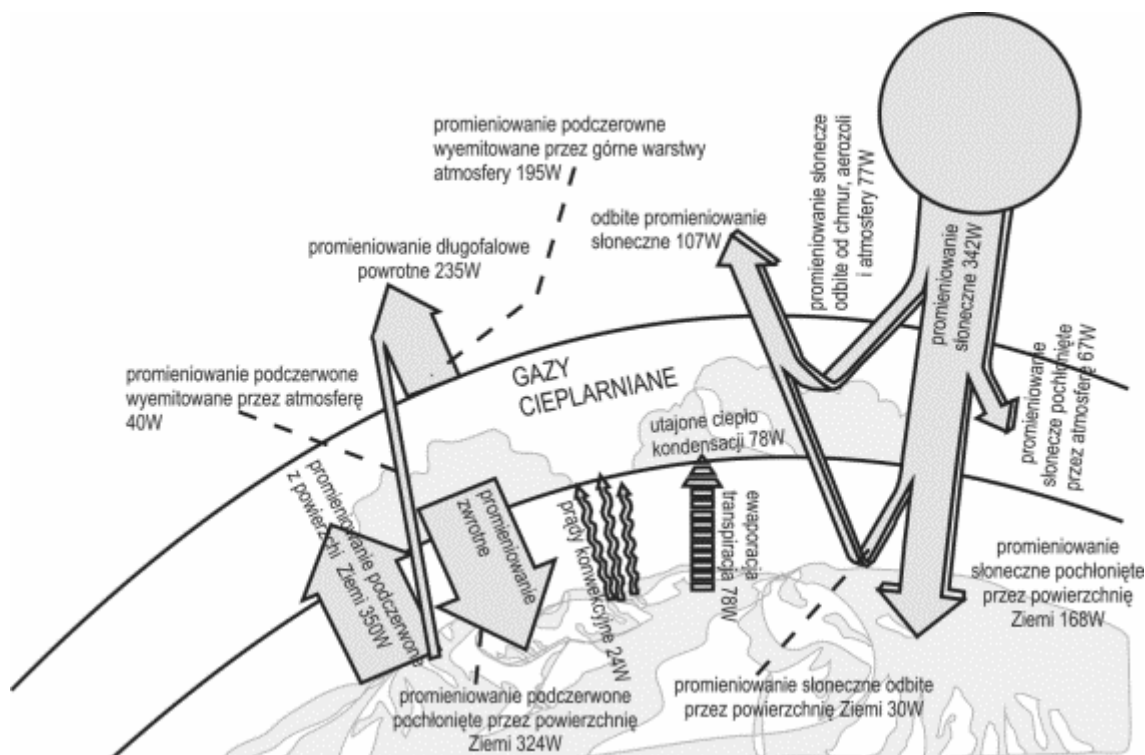
Spalanie paliw kopalnych powoduje emisję substancji zanieczyszczających powietrze: tlenków siarki (SO_x), tlenków azotu (NO_x), tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO_2) oraz wodorowęglanów (CH_x), głównie metanu (CH_4). Składniki stałe emisji obejmują sadze (cząstki węgla o rozmiarach mniejszych niż 1 mm) oraz śladowe ilości metali ciężkich (Shepherd, Shepherd, 2003, ss. 56-57). Podczas spalania paliw produkowanych z ropy powstają dioksyne, fluorowodorki, chlor, benzen, duże i małe cząstki stałe oraz ołów (*Biofuels...*, 2007, s. 216). Działalność człowieka wiąże się z emisją dużej ilości spalin samochodowych lub pochodzących z instalacji przemysłowych, np. przemysłu paliwowo-energetycznego.

Tlenek węgla reaguje z tlenem przez co powstaje ozon (O_3) uszkadzający liście roślin oraz płuca człowieka i zwierząt. Wdychany bezpośrednio uniemożliwia proces oddychania. Jest zagrożeniem dla ludzi cierpiących na choroby układu krążenia. Benzen ma właściwości rakotwórcze. Tlenki azotu w połączeniu z wodą przekształcają się zaś w kwas azotowy (kwaśne deszcze), który niszczy budowle i tkanki roślinne oraz wymywa składniki odżywcze z gleby. Długotrwałe wysokie stężenia SO_2 w powietrzu atmosferycznym wywołuje choroby dróg oddechowych, zwłaszcza astmę i raka, a także choroby serca. Ołów jest neurotoksyną szczególnie niebezpieczną dla dzieci (*Biofuels...*, 2007, 219). Zanieczyszczenia powietrza, w takim kraju jak Holandia (16,5 mln ludności) rocznie powodują zgony od 1500 do 4000 mieszkańców oraz 30 000 przypadków astmy. Cząsteczki powstałe z tlenków siarki, azotu i wodorowęglanów przyczyniają się do tworzenia ozonu i ograniczają widoczność (smog). Intensywne rozpraszanie światła przez cząstki o średnicy 0,1 do 2 μm powoduje ograniczenie widoczności nawet do 500 m, zwłaszcza przy dużej

wilgotności powietrza (Slanina, 2001, ss. 49-52). Emisja H_2O , CO_2 , N_2O , O_3 , chlorofluorowęglanów i heksafluorku siarki, może powodować zwiększone przechwytywanie promieniowania podczerwonego przez atmosferę i prowadzić do wzrostu temperatury (Cleveland, Morris, 2006, s. 196).

Próby określenia paliwa kopalnego, które generuje najmniejsze obciążenia dla środowiska, nie dają niejednoznacznej odpowiedzi. Spalanie gazu ziemnego wywołuje o 40%-50% mniejszą emisję CO_2 niż węgla i 25%-30% ropy naftowej, lecz jednocześnie wiąże się ze stratami przesyłowymi od 2% do 4%. CH_4 jest 23 razy bardziej sprawny jako gaz cieplarniany niż CO_2 , lecz korzyści z jego wykorzystania nie są oczywiste. Przy wydobyciu węgla kamiennego ulatnia się CH_4 , który niekorzystnie wpływa na atmosferę. W latach 90. XX w. szacuje się, że było go 4 Mt rocznie z kopalni odkrywkowych i 44 Mt z podziemnych. Emisje antropogeniczne są 1,7 razy większe niż naturalne, pochodzące z bagien, terenów zalewowych, mórz czy pożarów (Ngo, Natowitz, 2009, ss. 48-49).

Według wielu badaczy wytwarzanie paliw i energii (proces antropogeniczny) oraz naturalny proces emisji CO_2 powodują podniesienie temperatury atmosfery (efekt cieplarniany – ryc. 17), a energetyka zajmuje pierwsze miejsce wśród antropogenicznych źródeł gazów cieplarnianych w atmosferze (Quaschnig, 2005, s. 13, Staudt, Hultman, 2007, s. 763). Największą uwagę zwraca się zatem na emisję CO_2 , gdyż w jej redukcji upatruje się szans na ograniczenie efektu cieplarnianego.



Ryc. 17. Mechanizm efektu cieplarnianego.
Źródło: Green, 2001, s. 239.

W 1985 roku w Villach w Austrii odbyła się konferencja dotycząca „*Ocena roli dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych w zmianach klimatu [...]*”. Ekspertcy wystosowali apel do decydentów o wypracowanie środków zaradczych przeciwko zmianom klimatycznym. W Raporcie Brundtland po raz pierwszy pojawił się głos o potrzebie wprowadzenia ograniczeń emisji w skali międzynarodowej (Bruns i in., 2011, ss. 23-24). W 1988 r. na konferencji w Toronto wskazano konkretne działania na rzecz ochrony klimatu: redukcję emisji gazów cieplarnianych o 50% do 2050 r., poprawę wykorzystania energii o 10% do 2005 r. i spadek emisji CO₂ o 20%. World Meteorological Organization (WMO) i United Nations Environment Programme (UNEP) powołały Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), zespół fachowców dyskutujących nad zagadnieniami globalnego ocieplenia. IPCC stało się znane ze swoich raportów (Rowlands, 2005, s. 65). Pierwszy z nich podkreślał zauważalne zmiany klimatu, wiążąc je z emisją gazów cieplarnianych. W raporcie sformułowano zadania na rzecz ochrony klimatu i zaproponowano poziomy redukcji CO₂. Blisko 140 krajów podjęło negocjacje nad ustanowieniem w prawie międzynarodowym wiążących zobowiązań w zakresie ochrony klimatu (Bruns i in., 2011, ss. 24-25).

Pomiędzy lutym 1991 a majem 1992 r. komitet powołany przez ONZ opracował Konwencję Ramową w sprawie Zmian Klimatu (UN FCCC). Podpisało ją większość uczestników szczytu w Rio (1992). Na konferencji potencjał wykorzystania odnawialnych źródeł energii został przedstawiony nie tylko jako opcja zrównoważonego rozwoju, lecz jako element przeciwdziałania zmianom klimatu. W 1995 roku IPCC opublikowało drugi raport klimatyczny, w którym nacisk położono na antropogeniczne zmiany klimatu oraz potrzebę politycznej akcji przeciwdziałania tego typu zmianom (Grover, 2012, s. 779). Ważniejsza była wówczas efektywność wykorzystania energii niż substytucja tradycyjnych paliw przez odnawialne źródła energii (Rowlands, 2005, s. 66). Dokument stał się dla poszczególnych państw punktem odniesienia w określeniu poziomu redukcji CO₂. Na konferencji w Genewie (lipiec 1996) ministrowie państw sygnatariuszy Konwencji Ramowej zadeklarowali, że poziomy redukcji emisji gazów cieplarnianych powinny zostać zapisane w przepisach prawa (Bruns i in., 2011, ss. 25-26).

Trzecia konferencja stron Konwencji Ramowej z Kioto (grudzień 1997) była najważniejszą. Na podstawie drugiego raportu IPCC opracowano protokół, w którym określono docelowe redukcje CO₂. Protokół, który stanowił uzupełnienie Konwencji Ramowej, zawierał cele redukcji sześciu gazów cieplarnianych i częściowo prawnie wiążące środki redukcji emisji gazów cieplarnianych. Wprowadzono handel emisjami, Clean

Development Mechanism (CDM) oraz Joint Implementation. Państwa rozwinięte gospodarczo mogły inwestować w technologie ograniczające emisje gazów cieplarnianych tam, gdzie było to tańsze, najczęściej w krajach rozwijających się (Green, 2001, s. 249, Volpi, 2005, s. 90). Poszczególne kraje UE zobowiązały się do redukcji gazów cieplarnianych w latach 2008 - 2012 o 8% w stosunku do emisji z 1990 roku (Asplund, 2004, s. 302). Po ratyfikacji protokołu przez Rosję wszedł on w życie w lutym 2005 (Rowlands, 2005, s. 65, Bruns i in., 2011, ss. 26-27). Chiny czy Indie, które emitują bardzo duże ilości gazów cieplarnianych, pozostały jednak poza protokołem z Kioto (Green, 2001, s. 249, Asplund, 2004, ss. 57-58).

Trzeci raport klimatyczny IPCC (2001) zawierał wyniki badań opinii publicznej wskazujące na akceptację wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Przedstawiono w nim ekonomiczne skutki zmian klimatu. Czwarty raport IPCC (2007) potwierdził korelację między emisją CO₂ i zmianami klimatycznymi. Promocję odnawialnych źródeł energii kontynuowano w trakcie międzyrządowej konferencji w Bonn (2004), gdzie opracowano Międzynarodowy Plan Działania (Volpi, 2005, ss. 91-93). Sukcesy Niemiec posłużyły jako model dla wsparcia produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Na następnej konferencji (Kopenhaga, czerwiec 2005), utworzono Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21), światową sieć skupiającą rządy, organizacje międzynarodowe i przedstawicieli społeczeństwa (Bruns i in., 2011, ss. 27-28). Na pierwszym spotkaniu sieci, które odbyło się w Pekinie (International Renewable Energy Conference, 2005), szczególny nacisk położono na międzynarodową współpracę w upowszechnieniu odnawialnych źródeł energii w krajach rozwijających się. W Waszyngtonie wspólnie z reprezentantami międzynarodowych pozarządowych organizacji oraz przedstawicielami świata biznesu opracowano i przyjęto 145 inicjatyw zmierzających do zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii (Bruns i in., 2011, s. 28).

W 2007 roku szczyt grupy G8 w Heilgendamm w całości poświęcono ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych oraz upowszechnianiu wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Nie przełożyło się to jednak na podjęcie konkretnych działań, które odłożono do następnej rundy negocjacyjnej na konferencji klimatycznej w Bali. Japonia, Kanada i UE opowiedziały się za 50% redukcją emisji CO₂ do 2050, lecz nie były w stanie zgodzić się co do roku bazowego. Rosja i Stany Zjednoczone wyraziły sprzeciw wobec ich zdaniem zbyt drastycznej deklaracji ograniczenia emisji CO₂. Państwa G8 zdecydowały o rozpoczęciu negocjacji nad kolejnym traktatem po Kioto (post-Kyoto treaty, grudzień 2007) i ich zakończeniu do 2009 r. Główny przedmiot światowej konferencji stanowiły negocjacje nad

protokołem uzupełniającym do protokołu z Kioto. Konkretnie zobowiązania w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych dotyczyły tylko stron konwencji z Kioto (Stany Zjednoczone jej nie ratyfikowały), jednak nie osiągnięto konsensusu.

W grudniu 2009 roku w Kopenhadze odbyła się 15 konferencja stron konwencji ramowej w sprawie zmian klimatu. Wypracowano konsensus na zasadzie minimum, przy czym ustalenia nie miały formy wiążącej, ani prawnie, ani politycznie. Brak konkretnych ustaleń spowodował, iż grupa krajów rozwijających się odrzuciła kompromis (Bruns i in., 2011, s. 30). Na konferencji w Cancun w Meksyku (listopad 2010) uczestnicy wezwali do powołania zielonego funduszu (zasilanego rocznie kwotą 100 mld dolarów) oraz centrum technologii klimatycznych. W Durbanie (2011 r.) ustalono, że kompromis w sprawie zasad redukcji emisji CO₂ powinien zostać osiągnięty do 2015 i zacząć obowiązywać od 2020 r. Nastąpił postęp w sprawie zielonego funduszu klimatycznego, gdyż ustalono ramy jego działania. W Doha (2012) przyjęto Doha Climate Gateway, uzupełnienie do protokołu Kioto, na mocy którego wprowadzono piętnastoprocentowe redukcje emisji gazów cieplarnianych w latach 2012 - 2020. Wielu ważnych „graczy”, zarówno kraje rozwinięte gospodarczo, jak i rozwijające się, znalazło się jednak poza systemem z Kioto. W Paryżu (2015 r.) podjęto mglistą deklarację o obniżeniu produkcji dwutlenku węgla „tak szybko jak to możliwe” (Ghezloun i in., 2017, s. 11). Państwa zobowiązały się do wyznaczenia sobie celu redukcji emisji dwutlenku węgla, lecz nie wprowadzono mechanizmu pozwalającego go egzekwować (system *name and shame*). Z kolei konferencja w Marrakeszu (2016) dotyczyła technicznych kwestii porozumienia paryskiego (Ghezloun i in., 2017, s. 15). W Bonn (2017), po deklaracji Prezydenta Stanów Zjednoczonych Donalda Trumpa o wycofaniu ich z porozumienia paryskiego, przyjęto jednak wytyczne dotyczące wdrażania porozumienia (potocznie *Paris rulebook*; Timperley, 2017).

Niekorzystny wpływ substancji powstających w toku spalania paliw kopalnych na klimat jest niekiedy kwestionowany (zwłaszcza przez Stany Zjednoczone), gdyż niektórzy badacze za najważniejszy gaz cieplarniany uznają parę wodną (Wilson, Burgh, 2008, ss. 15-20). Twierdzą oni że udział metanu, tlenku siarki czy tlenku azotu w ogólnej ilości gazów jest na tyle mały, że w skali świata ich znaczenie w podwyższaniu temperatury atmosfery można pominąć. Wskazują także, że w latach 90. XX w. i na początku XXI w. w państwach przemysłowych zanotowano wyraźny spadek emisji tlenku siarki (Wilson, Burgh, 2008, ss. 20-24).

Wysokie ceny tradycyjnych paliw i zagrożenie bezpieczeństwa energetycznego

państw²⁹ stanowią bodziec do postępu technicznego, oszczędzania energii i wykorzystania jej alternatywnych źródeł, także odnawialnych. W Stanach Zjednoczonych w ciągu 30 lat zapotrzebowanie przeciętnej lodówki na energię spadło czterokrotnie (Rosenfeld, McAuliffe, Wilson, 2004, s. 374). W mniejszym stopniu proces ten dotyczył także takich urządzeń, jak: piece gazowe i klimatyzatory. Podczas kryzysu ekonomicznego lat 70. XX wieku konsumenci przesiedli się z „paliwożernih”, dużych samochodów do mniejszych i oszczędniejszych oraz zaczęli dłużej eksploatować swoje pojazdy (Medlock, 2004, s. 77). Poprawa efektywność wykorzystania energii jako remedium na wzrost cen paliw kopalnych ma jednak swoje granice. Do 2035 r. zakłada się znaczący wzrost emisji CO₂ na świecie (tab. 8).

Tab. 8. Emisja CO₂ w wybranych krajach, regionach i na świecie [mln m³].

Region/kraj	2008	2015	2035	2008-35 [%]
OECD				
OECD Ameryki	6925,7	6772,69	7771,79	12,2
Stany Zjedn.	5838	5679,9	6310,9	8,1
Kanada	595,1	569,19	678,99	14,1
Meksyk/Chile	492,6	523,6	781,89	58,7
OECD Europe	4345,1	4115,01	4257,42	-2,0
OECD Asia	2201,4	2143,18	2293,74	4,2
Japonia	1215,4	1124,98	1087,03	-10,6
Korea Południowa	521,8	552,56	678,49	30,0
Australia/Nowa Zelandia	464,2	465,64	528,22	13,8
OECD łącznie	13472,2	13030,9	14323	6,3
non-OECD				
non-OECD Europa i Eurazja	2831,9	2802,58	2963,86	4,7
Rosja	1662,9	1648,25	1747,25	5,1
inne	1169	1154,33	1216,61	4,1
non-OECD Azja	10099,6	13238,3	19687,7	94,9
Chiny	6800,5	9386,13	13440,7	97,6
Indie	1461,6	1802,2	3036,14	107,7
inne	1837,5	2050,02	3210,89	74,7
Bliski Wschód	1580,7	1889,12	2658,81	68,2
Afryka	1077,9	1209,01	1734,75	60,9
Ameryka Środkowa i Wschodnia	1127,9	1286,89	1851,69	64,2
Brazylia	422,6	527,83	873,74	106,8
inne	705,3	759,05	977,95	38,7
non-OECD łącznie	16718	20426	28896,9	72,8
świat łącznie	30190,2	33456,8	43219,8	43,2

Zródło: Opracowanie własne na podstawie: *International energy outlook 2011*, U.S. Energy Information Administration, eia.gov dostęp 15 lipca 2013 r. oraz *CO₂ emissions from fuel combustion*, IEA/OECD, Paryż, 2010.

2008 r. dane rzeczywiste, 2015 r. i 2035 r. projekcja.

Ograniczenie ilość gazów cieplarnianych (zwłaszcza CO₂) w atmosferze wymaga

²⁹ Bliski Wschód, gdzie znajduje się większość udokumentowanych złóż ropy naftowej od wielu lat jest obszarem konfliktów (McNerney, Cheek, 2012, ss. 128-29).

zwiększenia efektywności wykorzystania energii i wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Innymi słowy odnawialne źródła energii są sposobem na pokrycie rosnącego zapotrzebowania na energię, który nie wpływa na zamiany klimatu (2005, Quaschnig, ss. 19-20). Ze względu na niestabilność oraz wyższe koszty pozyskania energii ze źródeł odnawialnych niż paliw kopalnych, nie należy spodziewać się porzucenia tradycyjnych źródeł energii. Żadne z odnawialnych źródeł energii nie rozwiąże problemu globalnego ocieplenia, dlatego też powinny być one wykorzystywane od najtańszych i do drogich (Golomb, 2007, s. 724-25). W związku ze wzrostem ilości CO₂ i N₂O w atmosferze, przyrosty biomasy będą większe niż obecnie (Schimel, 2004, s. 619, Wilson, Burgh, 2007, s. 13), chociaż prognozy globalnych zmian klimatu mogą okazać się scenariuszami zbyt pesymistycznymi. Ponadto zasoby biomasy są ograniczone, a więc konieczne jest racjonalne ich wykorzystanie na tyle, na ile jest to możliwe (Golomb, 2007, ss. 725).

Wsparcie wykorzystania odnawialnych źródeł energii wykazuje ścisły związek z celami, które Unia Europejska (UE) sformułowała w przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. W 1991 roku Parlament UE wskazał, że wsparcie dla energii odnawialnej powinno być tej samej wielkości co kwota przeznaczana na badania nad energią atomową, lecz tego rodzaju wytycznych nie przełożono w prawo. Parlament UE powołał trzy programy wsparcia innych form energii niż nuklearna (Gradziuk, Grzybek, 2001, s. 9, Jabłoński, Wnuk, 2004, s. 57). Mimo, iż oficjalne dokumenty UE, np. *Energia dla przyszłości: odnawialne źródła energii* promowały rozwój odnawialnych źródeł energii, to wskazywano na możliwość likwidacji ich wsparcia. Procedury aplikacji o wsparcie były skomplikowane i długotrwałe. W praktyce procedura uzyskania subsydiów z UE miała na celu „odstraszenie” od nich małych i średnich przedsiębiorstw (Bruns i in., 2011, s. 35).

W listopadzie 1997 r. Komisja przyjęła Białą Księgę *Energia dla przyszłości*, w której podkreślono potrzebę ograniczenia zależności od importu surowców energetycznych i energii. Zwrócono uwagę na wymogi ochrony środowiska i klimatu oraz na możliwości tworzenia miejsc pracy i rozwój regionalny, jako przewidywane efekty zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii (Jabłoński, Wnuk, 2004, s. 59). Dla krajów UE niezobowiązującym celem miał być wzrost udziału odnawialnych źródeł w jej zużyciu ogółem z 6% w 1995 do 12% w 2010 r. (Gradziuk, Grzybek, 2001, s. 7, Gradziuk, 2003a, s. 11), głównie poprzez wykorzystanie biomasy, z drugorzędym udziałem energii wiatru (Bruns i in., 2011, ss. 35-36).

W 1998 r. zagadnienie zrównoważonego rozwoju wprowadzono do Traktatu o Wspólnocie Europejskiej. Komisja przyjęła *Strategię zrównoważonego rozwoju*, w której

szczególnością uwagę zwrócono na zmiany klimatyczne, zdrowie, surowce naturalne i ochronę środowiska (Bruns i in., 2011, s. 36). W celu zrealizowania planu podwojenia zużycia energii ze źródeł odnawialnych, w sierpniu 2001 r. przyjęto dyrektywę o promocji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii na wewnętrznym rynku energetycznym Wspólnoty (2001/77/WE, Scragg, 2009, s. 39). Zakładano zwiększenie udziału energii oze, z 13,9% w 1997 do 21% w 2010 r. Dyrektywa stanowiła jedynie sugestią do podjęcia działań w określonym kierunku (Bruns i in., 2011, s. 37), dlatego też nie osiągnięto zakładanych rezultatów.

W dyrektywie 2003/30/WE o promocji wykorzystania biopaliw oraz innych odnawialnych paliw w transporcie (maj 2003), określono minimalny udział tego typu paliw w benzynach i oleju napędowych na poziomie 2% w 2005 oraz 5,75% w 2010³⁰ (Scheffran, 2010, s. 40). Raport Komisji ze stycznia 2007 r. wskazał, że do 2005 r. udział biopaliw w wykorzystywanych paliwach ogółem sięgał zaledwie 1% (*Biofuels...*, 2007, s. 283). Zaproponowano nowy cel, 10% udział biopaliw w paliwach do 2020 r. (Bruns i in., 2011, ss. 37-38). W „Planie działań na rzecz biomasy” (2005) zaproponowano blisko 20 przedsięwzięć mających na celu zwiększenie udziału biomasy przetwarzanej na energię. Strategia dla biopaliw (2006), zawierała propozycje dotyczące rynku, przepisów prawa oraz badań (Scheffran, 2010, s. 41). W marcu 2007 r. przeforsowano wiążące z mocy prawa podwyższone poziomy redukcji CO₂, w opinii części państw członkowskich cel kontrowersyjny. UE zobowiązywała się do 2020 zredukować emisję CO₂ o 30% w stosunku do 1990 r. pod warunkiem, że inne kraje podejmą podobne działania (Gurban, 2012, s. 541). Do 2050 r. redukcje miały sięgnąć od 60% do 80%. W oczekiwaniu na negocjacje międzynarodowe, UE zadeklarowała bezwarunkowe obniżenie emisji CO₂ do 2020 r., o 20%³¹. Najważniejsza była zapowiedź zwiększenia udziału oze do 20% w zużyciu energii ogółem (Bruns i in., 2011, ss. 38-39).

Dyrektywa 2009/28/WE o promocji energii odnawialnej zastąpiła dwie dotychczasowe o energii ze źródeł odnawialnych (2001/77/WE) oraz o biopaliwach (2003/30/WE). Uwzględniła ona wszystkie rodzaje odnawialnych źródeł energii oraz obszary ich zastosowania. Wprowadziła prawne zobowiązanie państw do zwiększenia udziału energii z odnawialnych źródeł do 20%, do 2020 r. Określono w niej także kryteria zrównoważonej produkcji biopaliw (Barnabe i in., 2013, s.10), co dotyczyło nie tylko elektryczności, lecz energii ogółem, przy czym wcześniej stosowano tylko wytyczne.

³⁰ Na mocy dyrektywy 2003/96/WE zezwalano na obniżenie akcyzy na biopaliwa (Scrag, 2009, s. 40).

³¹ Jest to element deklaracji 20/20/20. Oprócz redukcji emisji wskazano na wzrost efektywności wykorzystania energii i zwiększenie zużycia energii z odnawialnych źródeł (*Renewable...*, 2010, s.4).

Dyrektywa zobowiązała państwa członkowskie do przedstawienia Komisji krajowych planów działania do połowy 2010 r., a następnie do regularnego przedstawiania raportów. Podmioty produkujące energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii uzyskały priorytet w przyłączaniu się do sieci energetycznej (Scheffran, 2010, s. 42, Bruns i in., 2011, ss. 39-40).

W celu sprostania wymogom Protokołu z Kioto, UE wprowadziła mechanizm handlu emisjami (dyrektywa 2003/87/WE). Państwom członkowskim przyznano określone pule certyfikatów emisji gazów cieplarnianych, przy czym zobowiązano je do publikowania narodowego planu ich alokacji (Asplund, 2004, s. 302). Później ten mechanizm zastąpiono pakietem klimatycznym i energetycznym (dyrektywa 2009/29/WE, Bruns i in., 2011, s. 40). Od 2013 roku plany narodowe zostały zastąpione handlem emisjami na poziomie europejskim. Zasób uprawnień do emisji każdego roku będzie redukowany o 1,74% aż do 2020, gdy emisje spadną o 21% w stosunku do 2005 r. Między 2013 r. a 2020 r. udział uprawnień do emisji, które będą sprzedawane na aukcjach, wzrośnie z 20% do 70%. Reszta certyfikatów będzie przekazywana bezpłatnie aż do roku 2027, gdy będą w całości rozprowadzane poprzez aukcje (Bruns i in., 2011, s. 40). Zwolennicy aukcji certyfikatów twierdzą, że w prosty sposób definiują cel ograniczenia emisji, a rozwiązanie problemu pozostawiają rynkowi. W ten sposób cel ochrony klimatu prawdopodobnie osiągnie się przy minimalnych kosztach (Gradziuk, 2015, s. 33-34). Handel emisjami ma stanowić zachętę do wdrażania planowanych usprawnień technologicznych i rozwijania długofalowych strategii redukcji emisji CO₂. Krytycy uważają, że cele redukcji emisji zostały „rozwodnione” przez przemysł energetyczny (Bruns i in., 2011, s. 41). Nerozwiązaną kwestią pozostaje także urealnienie cen ropy, gazu i węgla, tak aby odzwierciedlały całość efektów zewnętrznych, np. zanieczyszczenia środowiska w trakcie wydobycia, transportu i spalania surowca energetycznego (Berck, Roberts, 2004, ss. 137-38).

Abstrahując od polskiego rynku zielonych certyfikatów, Muuls i in. (2016, ss. 1-12) zasadniczo pozytywnie oceniają system handlu prawami do emisji. Nastąpiła redukcja przemysłowych emisji dwutlenku węgla, nie uległa pogorszeniu sytuacja przedsiębiorstw ponoszących koszty emisji i nastąpił rozwój innowacyjnych rozwiązań niskoemisyjnych. Wzrosło jednak ryzyko przenoszenia produkcji emitującej duże ilości dwutlenku węgla do państw o niskich kosztach, poza obszar regulowany systemem praw do emisji (poza obszar Unii Europejskiej). System handlu prawami do emisji, chociaż wymaga pewnych korekt, sprawdził się. (alternatywę stanowił *podatek węglowy*, bardziej przejrzysty dla podmiotów niskiej emisji dwutlenku węgla).

3.3 Polityka państwa wobec odnawialnych źródeł energii

W *Polityce energetycznej Polski do 2030 r.* (2009, ss. 18-20) sformułowano preferencje dla rozwiązań o najwyższej efektywności energetycznej, jak zgazowanie czy przetwarzanie biomasy na paliwa ciekłe, szczególnie drugiej generacji. Założono wspieranie produkcji biogazu na składowiskach odpadów, w oczyszczalniach ścieków, także jego produkcji z innych odpadów niż komunalne. Głównym sposobem wykorzystywana biomasy miała być generacja rozproszona, czyli produkcja energii w wielu miejscach z licznych małych źródeł. W rozwoju oze przyjęto preferowanie farm wiatrowych na lądzie i morzu.

Dane GUS za lata 2012-15 (*Energia ze...*, 2017, ss. 25-27) dowodzą, że założenia *Polityki energetycznej Polski do 2030 r.* w zakresie oze nie były konsekwentnie wdrażane. Zaawansowane metody przetwarzania biomasy czy produkcja biogazu z odpadów, wbrew przyjętym założeniom, stanowiły w ostatnich latach margines wytworzonej energii oze, a ich udział w produkcji energii charakteryzował się stagnacją. Kilkudziesięcioletnie uprzywilejowanie wielkiej energetyki zawodowej, wykorzystującej głównie węgiel kamienny i brunatny, utrudniało i w dalszym ciągu utrudnia rozwój energetyki rozproszonej. Sektor energetyczny, który preferuje skoncentrowane wytwarzanie energii, podjął współpalanie biomasy z paliwami nieodnawialnymi. Preferencje inwestorów dla prostych i powszechnie dostępnych rozwiązań technicznych powodowały, że w wytwarzaniu energii rozproszonej przeważający udział miały farmy fotowoltaiczne i wiatrowe, a nie spalanie biomasy. Państwo w zbyt małym stopniu angażowało się w promocję zasilanych biomasą obiektów małej energetyki i mikroenergetyki. Deklarowana przez państwo polityka energetyczna w zakresie produkcji energii z biomasy znalazła odzwierciedlenie tylko we wzroście znaczenia w gospodarce biopaliw płynnych (głównie kosztem produkcji energii z biopaliw stałych). Pozostałe sposoby produkcji energii z biomasy są promowane tylko formalnie.

Niekonsekwentna polityka państwa wobec farm wiatrowych i uprawy roślin energetycznych stanowią przykłady błędów w polityce prowadzonej wobec sektora oze. W latach 2012-2015, produkcja energii z farm wiatrowych rozwijała się dynamicznie, a jej udział w strukturze oze wzrósł dwukrotnie, mimo ciągłego spadku wartości zielonych certyfikatów. W 2016 r. stwierdzono, iż liczba farm wiatrowych jest zbyt duża. Farmy wiatrowe stanowią przedmiot krytyki, gdyż tego rodzaju inwestycje pogarszają bilans wymiany handlowej Polski z zagranicą, a powstałe miejsca pracy ograniczają się do transportu i montażu, elementów wiatraków, a nie wytwarzania zaawansowanych technicznie podzespołów. Elementy wiatraków, jak gondole i łopaty, w dużej części są

wytwarzane poza Polską, ponieważ nowoczesnymi technikami ich produkcji dysponują firmy zagraniczne. W Niemczech postawiono bowiem na rozwój energetyki wiatrowej, co pozwoliło tamtejszym producentom wypracować przewagę konkurencyjną nad firmami z innych krajów, w tym z Polski. Niedobór rodzimego kapitału powoduje, że inwestorami w farmy wiatrowe w dużym (zdaniem wielu w „zbyt dużym”) stopniu stały się podmioty zagraniczne.

Ważnym uwarunkowaniem konfliktów przestrzennych o lokalizację farm wiatrowych, jest specyfika polskiej sieci osadniczej z rozproszoną zabudową kolonijną. Przed wejściem w życie ustawy „odległościowej”, władze publiczne nie zadbały o prawidłowe uregulowanie procesu inwestycyjnego w farmy wiatrowe, a także o prawidłowy nadzór nad nimi. Tworzenie farm wiatrowych następowało w sposób zbyt liberalny, zgodnie z regułami wolnego rynku. Biorąc pod uwagę koszty importu urządzeń dla farm wiatrowych, wysoki udział zagranicznego kapitału inwestycyjnego oraz negatywne nastawienie do nich społeczności lokalnych, uchwalono ustawę z dnia 20 maja 2016 r. o *inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych* (Dz.U. 2016, poz. 961). Na jej mocy określono minimalną odległość wiatraka od zabudowy mieszkalnej jako dziesięciokrotność jego wysokości, co zahamowało większość procesów inwestycyjnych dotyczących rozwoju farm wiatrowych.

Złożoność zagadnienia farm wiatrowych wymaga nakreślenie szerszego tła, zwłaszcza mechanizmu wsparcia produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych poprzez system zielonych certyfikatów. System zielonych certyfikatów funkcjonuje w Polsce od 1 października 2005 r. na podstawie ustawy Prawo energetyczne (Dz.U. z 2018 r., poz. 755). Prezes Urzędu Regulacji Energetyki wydaje świadectwo pochodzenia energii ze źródła odnawialnego. Zamieniane jest ono na zielone certyfikaty, które można zbywać na Towarowej Giełdzie Energii (tge.pl). Średnioroczne ceny zielonych certyfikatów kształtowały się następująco: w 2011 r. sięgały 281,78 zł, w 2012 r. 255,82 zł, w 2013 r. 171,18 zł, w 2014 r. 186,53 zł, w 2015 r. 123,60 zł, w 2016 r. 76,63 zł, a w 2017 r. zaledwie 38,83 zł. Spadek wartości certyfikatów od 2011 r. do 2017 r. do mniej niż 14% ich początkowej wartości, drastycznie obniżył rentowność farm wiatrowych. W latach 2016 - 2018 media donosiły o problemach branży, a nawet bankructwach farm wiatrowych (Szafrąńska, 2018). Żadna z opcji politycznych, które rządziły w drugiej dekadzie XXI w. nie zdecydowała się jednak na interwencję na rynku zielonych certyfikatów.

Państwo, zamiast wspierać oze, spowodowało więc spadek inwestycji w farmy wiatrowe, a istniejące farmy pozostawiło samym sobie. Spółki sektora energetycznego z udziałem Skarbu Państwa informują o „poszerzaniu portfela” inwestycji w oze poprzez

nabywanie farm wiatrowych (*PGE chce...*, 2018, *Grupa Tauron...*, 2018). Zwraca się uwagę na szanse repolonizacji strategicznego sektora gospodarki, jednakże możliwe są negatywne rozstrzygnięcia trybunałów arbitrażowych, do których zagraniczni inwestorzy skierowali skargi na dyskryminacyjne działania polskiego rządu wobec farm wiatrowych (*Wiatraki przestają...*, 2018). W Polsce władza publiczna zastosowała rozwiązania krótkofalowe, nie biorąc pod uwagę długofalowych korzyści wykorzystania oze. Gdy handlu prawami majątkowymi (zielone certyfikaty) nie równoważył rynek, władza publiczna nie podjęła żadnych działań. Gdy natomiast dostrzeżono „niesprawiedliwy” podział zysków na korzyść inwestorów zagranicznych oraz konflikty przestrzenne o lokalizację farm wiatrowych, zastosowano krótkookresowe rozwiązania, a nie rozwiązania systemowe, które zmierzałyby do poprawy konkurencyjności polskich wytwórców turbin i elementów wiatraków oraz uporządkowania prawa w dziedzinie oze.

Od 2007 roku, państwa, które wstąpiły do UE w 2004, zostały objęte tym samym systemem dopłat do uprawy roślin energetycznych, co „stare” państwa Wspólnoty. W rozporządzeniu przyznano także prawo do udzielenia inwestorom pomocy krajowej w wysokości 50% kosztów założenia plantacji roślin energetycznych (*Rozporządzenie Rady 2012...*, *Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1973...*, *Rozporządzenie Komisji (WE) nr 270/2007*, oraz nr *Rozporządzenie Komisji (WE) nr 993/2007*, *Płatności...*, 2008, ss. 2). Płatności w 2008 r. i 2009 r. przysługiwały do uprawy roślin energetycznych, które przeznaczono do przetworzenia na biopaliwa bądź wykorzystano lub przetworzono na cele energetyczne w gospodarstwie. Wysokość dopłat ustalono na 45 EUR na 1 ha, przy czym w całej UE łączna powierzchnia upraw objętych tego typu dopłatami nie mogła przekroczyć 2 mln ha. Limit miał ograniczyć niekontrolowany rozwój upraw roślin energetycznych.

W Polsce dopłaty do uprawy roślin przeznaczonych na cele energetyczne wprowadzono na podstawie *Rozporządzenia Rady (WE) 2012/2006* z dnia 19 grudnia 2006 r. Do warunków uzyskania dopłaty należało: posiadanie działki o minimalnej powierzchni 0,3 ha, utrzymywanie gruntów w dobrej kulturze rolnej i zarejestrowanie się w systemie identyfikacyjnym producentów. Dopuszczono zagospodarowanie pod rośliny energetyczne małych powierzchniowo gruntów i jednocześnie dbano o utrzymanie ziemi w niepogorszonym stanie (*Płatności...*, 2008, ss. 3-5). Do programu można było włączyć areał upraw z roślinami jednorocznymi (rzepak, żyto, kukurydza, len), burakami cukrowymi, soją), wieloletnimi (ślazowiec pensylwański, miskant olbrzymi, topinambur, rdest sachaliński) oraz zagajniki drzew leśnych o krótkim okresie rotacji. Jeśli z biomasy w gospodarstwie produkowano biogaz, dopłatami obejmowano szeroki zakres roślin. Biomasa

mogła być przetworzona na biopaliwa płynne (10 różnych kategorii) lub energię elektryczną i ciepłą. Producenci zostali zobowiązani do zawierania umów z notyfikowanymi przez Agencję Rynku Rolnego jednostkami przetwórczymi i podmiotami skupującymi biomasę na cele energetyczne. W celu uzyskania 100% dopłat należało osiągnąć plony równe reprezentatywnym, które w 2007 roku wynosiły przykładowo: 38 dt/ha ziarna pszenicy, 700 dt/ha zielonej masy kukurydzy, 25 dt/ha ziarna rzepaku, 100 dt/ha suchej masy trawy, 80 dt/ha wierzby czy 200 dt/ha miskantu olbrzymiego (*Płatności...*, 2008, ss. 8-16).

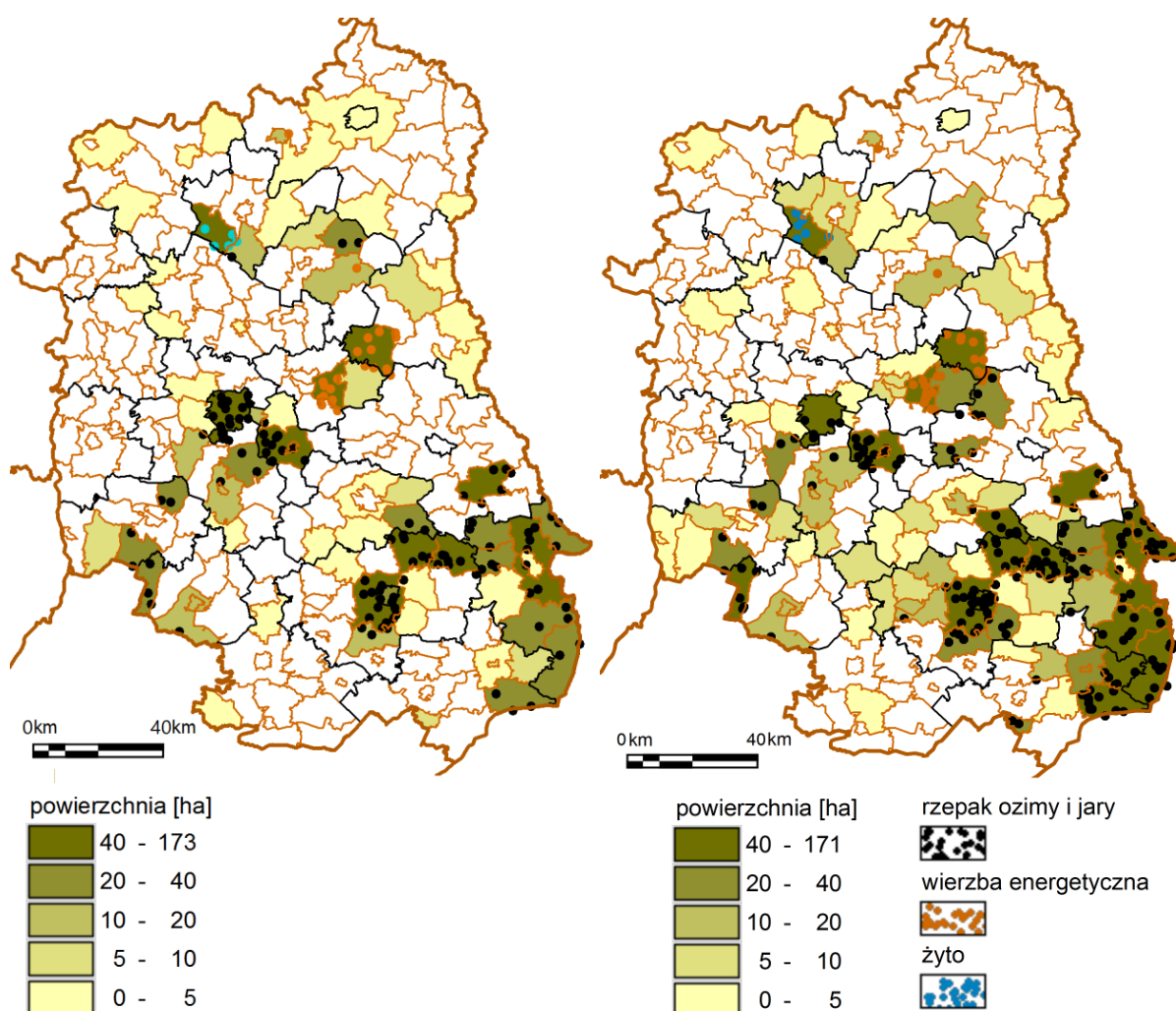
Skomplikowane, liczne wymogi proceduralne nie stanowiły zachęty do uprawy rośliny energetycznych. W 2007 r. dopłaty do ich uprawy cieszyły się jednak dużym zainteresowaniem. W UE zgłoszono do nich ponad 2,8 mln ha gruntów, a zatem konieczne okazało się zredukowanie dopłat do 70% ich pierwotnie zakładanej wartości. W Polsce zadeklarowana powierzchnia upraw roślin energetycznych przekroczyła 175 tys. ha (w województwie lubelskim sięgała 10,5 tys. ha). Większość dopłat dotyczyła rzepaku (63%), kukurydzy i żyta ozimego. Uprawę wierzby energetycznej zgłoszono na blisko 6,5 tys. ha, a wieloletnich traw na ponad 1,2 tys. ha. Pozostałe uprawy nie przekroczyły 1 tys. ha (*Płatności...*, 2008, ss. 32-38). Jednakże w 2008 r. (i 2009 r.), w Polsce zainteresowanie dopłatami do upraw roślin energetycznych było kilkakrotnie niższe niż w 2007 r. Liczba wniosków spadła aż 4,5-krotnie, a powierzchnia zgłoszonych upraw ponad czterokrotnie (tab. 9). Spadek wystąpił także w 2009 roku, aż w końcu zrezygnowano z systemu dopłat do roślin energetycznych.

Tab. 9. Wnioski z województwa lubelskiego o dopłaty do uprawy roślin energetycznych w latach 2007-2009.

Roślina	Liczba wniosków			Liczba gmin		Wnioskowane powierzchnie			
	2007	2008	2009	2008	2009	ogółem		średnia w gminie	
						2008	2009	2008	2009
Rzepak ozimy	13	259	90	72	38	1951,1	1226,1	27,1	32,3
Rzepak jary	10	3	6	3	5	61,1	43,4	20,4	8,7
Wierzba energetyczna	27	53	35	23	27	310,7	290,6	13,5	10,8
Żyto ozime	4	1	2	1	2	65,5	53,1	65,5	26,5
Mozga trzcinowata	1	6	1	1	1	29,4	14,7	29,4	14,7
Kukurydza	2	-	2	-	2	-	19,2	-	9,6
Róża energetyczna	1	3	1	1	1	4,3	3,4	4,3	3,4
Owies	5	1	2	1	2	3,2	4,4	3,2	2,2
Brzoza	-	1	1	1	1	2,4	2,4	2,4	2,4
Topinambur	1	2	2	1	2	2,0	1,8	2,0	0,9
Miskant olbrzymi	4	1	6	1	5	1,8	8,8	1,8	1,8
Topola	-	2	2	2	2	1,6	3,5	0,8	1,7
Ślázowiec pensylwański	-	1	2	1	2	1,0	3,4	1,0	1,7
Burak cukrowy	-	-	1	-	1	-	2,0	-	2,0
Sumy	68	333	153	108	91	2434,0	1676,6	22,5	18,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ARiMR (2008-09) oraz Kościk B. i in, 2008, ss. 37-38 (2007).

Największą liczbę wniosków o dopłaty do uprawy roślin energetycznych złożyli rolnicy z województwa lubelskiego – 1,5 tys. (co stanowiło 19% ogólnej sumy dopłat). Największe powierzchnie roślin energetycznych zgłoszono do dopłat w południowo-wschodniej części województwa (powiaty hrubieszowski, zamojski, miasto Zamość i tomaszowski – ryc. 18). Wiele wniosków o dopłaty pochodziło także z powiatu świdnickiego, Lublina oraz powiatów łączyńskiego i włodawskiego. Wysoki udział powiatów grodzkich w dopłatach wiązał się z faktem, że Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa rejestrowała adres zameldowania właściciela, a nie siedzibę gospodarstwa.



Ryc. 18. Powierzchnia roślin energetycznych zgłoszonych do dopłat w 2008 i 2009 roku.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ARiMR.

W 2008 r. po redukcji kwoty bazowej z 2007 r., rolnicy byli bardziej ostrożni w przystępowaniu do programu. W pojedynczej gminie na ogół połowa wniosków o nie pochodziła od jednego rolnika. Zaledwie w 21 gminach wnioski złożyło dwóch, a w

dwunastu trzech rolników (dane ARiMR). W jednej trzeciej gmin, w których rolnicy złożyli wnioski o dopłaty, średnia deklarowana powierzchnia upraw roślin energetycznych nie przekraczała 5 ha. Najwięcej wniosków o dopłaty dotyczyło rzepaku, na który popyt zgłaszały zakłady produkcji biodiesla. Brakowało wówczas przepisów prawnych odnoszących się do współspalania paliw kopalnych (głównie węgla kamiennego) z biomasą.

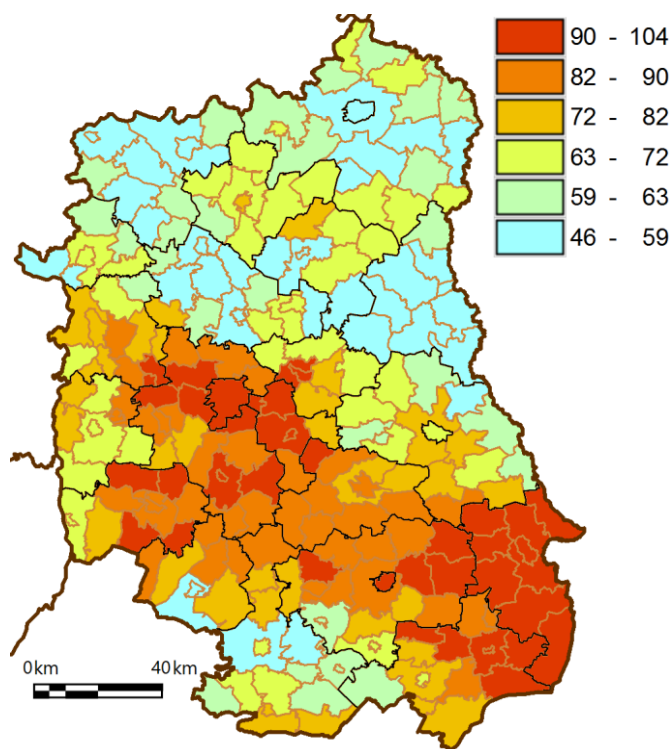
Elektrociepłownie analizowały wówczas możliwość przystosowania procesów technologicznych do spalania biomasy. Udział wniosków o dopłaty do uprawy typowych roślin energetycznych (wierzba i mozga) okazał się mały w stosunku do możliwości energetycznego wykorzystania tego typu roślin. Uprawa zbóż stwarzała bowiem możliwość sprzedaży ziarna na mąkę, paszę, do gorzelni bądź do biogazowni lub jego spalanie zamiast węgla, podczas gdy wierzba czy mozga mają tylko zastosowanie energetyczne. Niepewność związana z ich wykorzystaniem, zwłaszcza w początkowym okresie funkcjonowania bioenergetyki, nie zachęcała producentów do podejmowania ryzyka. Innymi słowy, trudno spodziewać się, że na przykład rolnicy z województwa lubelskiego zakontraktują wierzbę na cele energetyczne, gdy w okolicy nie było ani jednej biogazowni (dwie pierwsze otwarto w 2011 r. w Piaskach i Uhninie). Dominujący udział w dopłatach tradycyjnych roślin uprawnych, zwłaszcza rzepaku oraz drugorzędny udział wierzby i mozgi oraz marginalny (na zasadzie eksperymentu producentów) innych roślin energetycznych (tab. 9), wskazują, że nie osiągnięto celów programu. W końcu zaprzestano wsparcia uprawy roślin przeznaczonych na cele energetyczne, biorąc pod uwagę uwarunkowania ekonomiczne. Stwierdzono, że inwestycje w biogazownie lub zmiana paliwa w domu jednorodzinnym na biogaz, pochłaniają duże koszty, które zwrócą się pod warunkiem pewności dostaw tego typu paliwa.

Stosowanie dopłat, ulg podatkowych i taryf za dostarczoną energię nie oznacza, że polityka wsparcia uprawy roślin energetycznych będzie skuteczna. Kluczowe jest ustalenie pozytywnych bodźców finansowych na odpowiednim poziomie. Zbyt niskie wsparcie nie zachęca do produkcji biomasy na cele energetyczne, a zbyt wysokie może wywołać niezamierzone skutki, zwłaszcza niekorzystne zmiany w strukturze upraw i zagospodarowaniu przestrzennym (Frantal, Prousek, 2016, s. 32). Wydaje się, że dopłaty do roślin energetycznych spełniłyby swoją funkcję, gdyby promowano lokalne zużycie biomasy, na przykład do ogrzewania budynków gminnych. W długim okresie mogłyby one skłonić rolników do podjęcia uprawy roślin energetycznych, obniżenia kosztów produkcji i stworzenia rynku energii oze.

4 Obiektywne uwarunkowania produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne w województwie lubelskim

4.1 Uwarunkowania przyrodnicze

Wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej (jrpp), który obejmuje: gleby, agroklimat, rzeźbę terenu i warunki wodne, stanowi syntetyczną miarę przyrodniczych uwarunkowań produkcji roślin energetycznych (Witek, 1994). Dla województwa lubelskiego wskaźnik ten wynosi 75,6 pkt., o 9 p. proc. (punktów procentowych) więcej od średniej dla Polski³² (Kościk i in., 2008, s. 25). Przestrzenny rozkład jego wartości w województwie lubelskim, który przedstawiono na rycinie 19, jest uwarunkowany głównie jakością gleb. Najlepsze jakościowo gleby występują na Wyżynie Lubelskiej i Wyżynie Wołyńskiej, w pasie od Puław i Opola Lubelskiego do Hrubieszowa i Tomaszowa Lubelskiego. Północną część województwa, z wyjątkiem powiatu radzyńskiego i części parczewskiego, pokrywają natomiast gleby bardzo słabe. Z kolei na południu województwa, w powiatach położonych na skraju Kotliny Sandomierskiej występuje mozaika gleb bardzo słabych i średniej jakości.



Ryc. 19. Jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej w województwie lubelskim [pkt.].

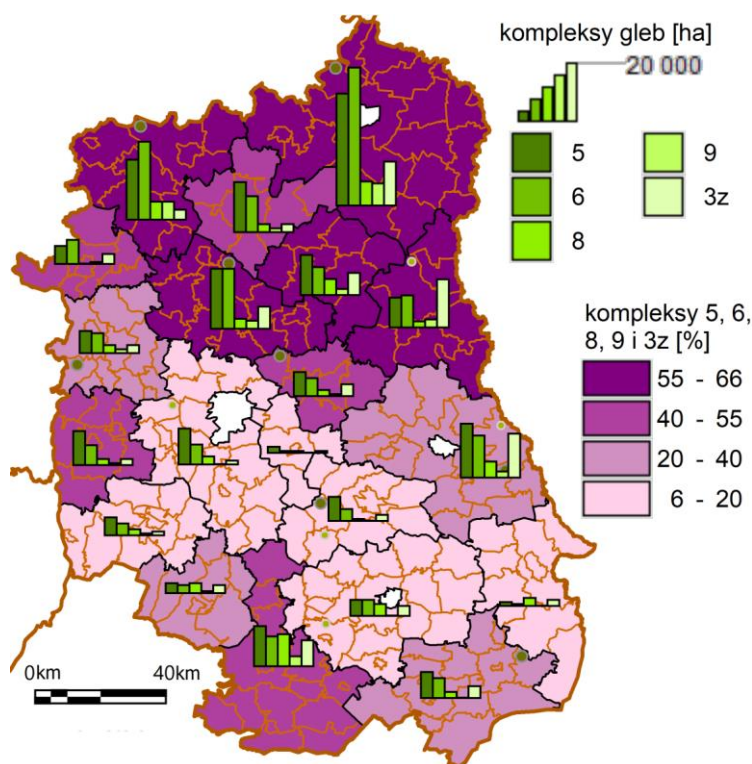
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Witek T. (1994).

³² Średnia ważona klasy gleb w województwie lubelskim (3,81) jest niższa od średniej dla Polski, która wynosi 4,16 (*Rocznik...*, 2012, s. 79).

Pod uprawę roślin energetycznych powinno wykorzystywać się grunty o niskiej jakości, których w województwie lubelskim jest relatywnie mniej niż w innych województwach. Jednakże w powiatach bialskim, łukowskim, włodawskim, lubartowskim i biłgorajskim, gdzie wskaźnik jrpp jest niski, rośliny energetyczne można uprawiać na dużych arealach. Żyzny pas Wyżyny Lubelskiej (powiaty hrubieszowski, tomaszowski, zamojski, krasnostawski, chełmski, świdnicki, łączyński, lubelski, janowski, kraśnicki, opolski i puławski) może dostarczać zaś stałych produktów ubocznych rolnictwa (słoma), odpadów z chowu zwierząt (gnojowica i obornik) oraz odpadów z przemysłu rolno-spożywczego jako biomasy.

Klasa bonitacyjna gleb, która stanowi dominujący element wskaźnika jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej, nie zawsze w pełni odzwierciedla jednakże przydatność gruntu dla rolnictwa. Funkcję tę spełniają kompleksy przydatności rolniczej gleb (ryc. 20), które łączą wpływ czynników przyrodniczych i antropogenicznych. Obejmują one gleby, które mogą być podobnie użytkowane, co pozwala dobrać do nich rośliny uprawne. Według Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG) w Puławach, najbardziej przydatne pod uprawę roślin energetycznych są gleby kompleksów: żytniego dobrego (5), zbożowo-pastewnego mocnego (8), zbożowo-pastewnego słabego (9), użytków zielonych słabych i bardzo słabych (3z) oraz żytniego słabego (6). W województwie lubelskim (wyłączając miasta na prawach powiatu), łączna powierzchnia kompleksów 5, 6, 8, 9 i 3z przekracza 640 tys. ha, co stanowi ponad jedną trzecią jego powierzchni (Kościk B. i in, 2008, s. 59). Na tego typu kompleksach gleb konkurencja między uprawami alimentacyjnymi i produkcją biopaliw jest najmniejsza bądź nie występuje. Można je obsadzać wierzbą, ślazurem pensylwańskim lub słonecznikiem bulwiastym. Obszarem preferowanym pod uprawę roślin energetycznych powinna być więc północna część województwa lubelskiego (powiaty bialski, włodawski, parczewski, radzyński, łączyński, lubartowski, łukowski oraz częściowo puławski i chełmski). W środkowej części województwa, gdzie znajduje się żyzny pas gleb, pod uprawę roślin energetycznych nadaje się od kilku do kilkunastu procent powierzchni gruntów rolnych.

W *Rozporządzeniu Rady (WE) 1257/1999* wprowadzono pojęcie obszarów o niekorzystnych warunkach dla rozwoju rolnictwa, na których występują ograniczenia naturalne lub inne powodujące pogorszenie opłacalności produkcji rolnej. Obszary o niekorzystnych warunkach wyznacza się na podstawie trzech kryteriów: jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej, gęstości zaludnienia oraz udziału ludności pracującej w rolnictwie. W województwie lubelskim należą one do dwu typów strefy nizinnej I i II



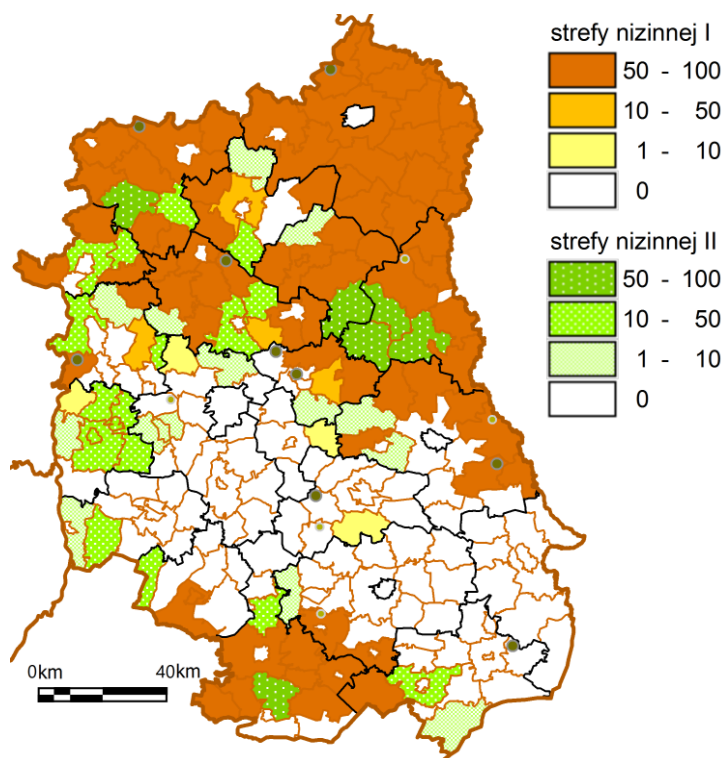
Ryc. 20. Powierzchnia oraz udział wybranych kompleksów glebowych w użytkach rolnych według powiatów (2007).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kościak B., Kowalczyk-Juśko, Kościak K., (2008, s. 30, 59).

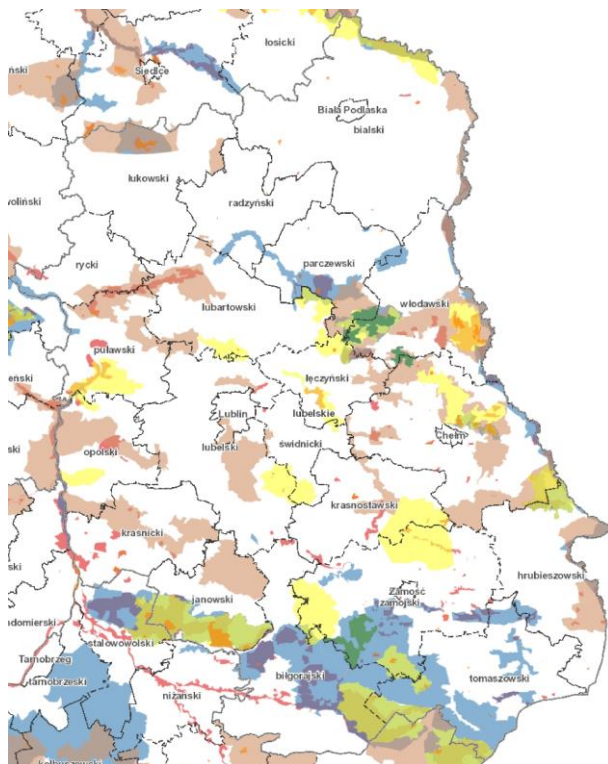
(ryc. 21). Obszary o niekorzystnych warunkach dla rozwoju rolnictwa nadają się pod uprawę roślin energetycznych, gdyż charakteryzuje je niskie zagrożenie konfliktami produkcji żywności i biopaliw. Na słabo zaludnionych obszarach wiejskich, gdzie większość ludności pracuje w rolnictwie, wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej jest wyraźnie niższy od średniej krajowej (niekiedy wynosi poniżej 56 pkt.). Niska jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej wpływa bardziej na spadek plonowania roślin alimentacyjnych niż energetycznych. Uprawa roślin energetycznych i kierunek biopaliwowy produkcji rolnej mogą zatem poprawić opłacalność produkcji rolnej.

Kierunek biopaliwowy rolnictwa dobrze wpisuje się w zapobieganie degradacji środowiska przyrodniczego i krajobrazu (Jasiulewicz, 2015, s. 97). Uprawa roślin obcych i inwazyjnych na cele energetyczne nie jest jednak neutralna dla środowiska przyrodniczego (Banak, 2006, s. 64/65). Na terenie parków narodowych i rezerwatów przyrody pozyskanie biomasy jest wykluczone (ryc. 22). Na obszarach chronionych Natura 2000³³ (ryc. 22) można pozyskiwać biomasę, szczególnie siano z łąk, gdyż ich ekstensywne użytkowanie tworzy korzystne warunki dla życia ptaków. Łąki położone w systemie Natura 2000, z których można pozyskiwać biomasę, stanowią blisko 30% ogółu łąk w województwie

³³ Jest to system obszarów ochrony przyrody w Unii Europejskiej.



Ryc. 21. Udział obszarów o niekorzystnych warunkach rozwoju rolnictwa [%].
Źródło: lfa.iung.pulawy.pl dostęp 5 sierpnia 2013.

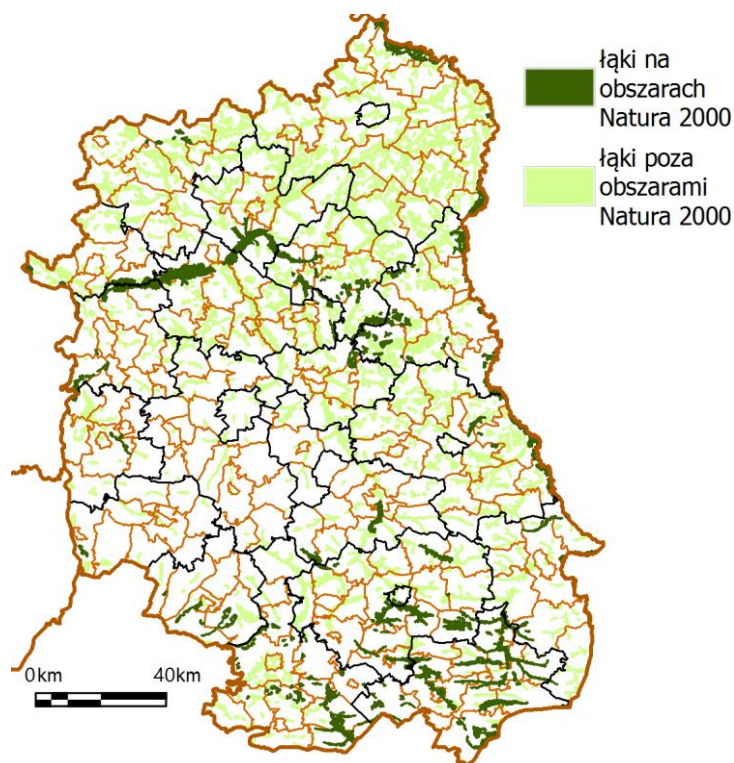


Ryc. 22. Obszary ochrony przyrody w województwie lubelskim.
Źródło: geoserwis.gdos.gov.pl.

lubelskim³⁴ (ryc. 23). Projekty pozyskania biomasy na cele energetyczne dostosowuje się do

³⁴ Obliczenia na podstawie danych CORINE Land Cover 2006. W 2005 roku powierzchnia łąk i pastwisk w województwie według GUS była o 4% mniejsza.

środowiska obszarów chronionych w taki sposób by nie powodować negatywnych efektów zewnętrznych. Przykład stanowi wodniczka, dla której późne koszeniem traw nie stanowi zagrożenia, przy czym powstałe siano, nienadające się na paszę, może być wykorzystane jako biopaliwo.



Ryc. 23. Łąki na obszarach Natura 2000.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie European Environmental Agency, *Corine Land Cover 2006*, wersja 13, 2010, Kopenhaga i bazy danych Natura 2000.

Ograniczenia dla pozyskania biomasy stwarzają także: parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, ostoje siedliskowe sieci Natura 2000, ostoje ptasie sieci Natura 2000, strefy ochrony uzdrowiskowej (na przykład Nałęczowa i Krasnobrodu) oraz otuliny parków narodowych i krajobrazowych. Na obszarach chronionej przyrody nie można wprowadzać dowolnych gatunków roślin, aczkolwiek mniejsze obostrzenia dotyczą form ochrony niższej rangi, zwłaszcza parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu, chociaż i tu nie można wprowadzać gatunków inwazyjnych roślin energetycznych (topinambur, rdesty, róża wielokwiatowa, ślazowiec pensylwański czy obce gatunki topól). W parkach krajobrazowych i na obszarach chronionego krajobrazu, które stanowią otulinę obszaru o wyższej randze ochrony, zakłada się monitorowanie rozprzestrzeniania i „dziczenia” nawet mniej inwazyjnych gatunków roślin, jak: miskant, sylfia czy spartina (Kościk B., Kowalczyk-Juśko, Kościk K., 2008, ss. 54-56).

Dla rozwoju bioenergetyki istotne jest pozyskanie słomy. Gradziuk (2003, ss. 39-40)

wskazuje, że w latach 1999 – 2001 w województwie lubelskim w celu odbudowy utraconych substancji organicznych co roku należało przeorywać 520 tys. ton słomy. Przeorano jej mniej, ponieważ jakość gleby poprawiła się poprzez sztuczne nawożenie. Na danym polu słoma nie powinna być przyorywana częściej niż raz na 2-4 lata. Zbyt często wykonywany zabieg tego typu może prowadzić do zachwiania gospodarki azotowej, nasilić choroby roślin uprawnych i zwiększyć ilość substancji niekorzystnych dla ich rozwoju (Grzybek, Gradziuk, 2006, s. 30). Słomę należy pociąć i równomiernie rozrzucić na polu, przy czym zabiegi agrotechniczne powinny być wykonane starannie i terminowo. Słoma nie jest więc darmowym nawozem, gdyż jej wykorzystanie wiąże się z dużym nakładem pracy, który stanowi element społeczno-ekonomicznych uwarunkowań produkcji biomasy.

4.2 Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne

Czynniki społeczno-ekonomiczne, które wpływają na produkcję biomasy na cele energetyczne są silnie zróżnicowane, przy czym możliwości ich analizy w ujęciu przestrzennym ogranicza dostępność danych statystycznych na poziomie powiatów. W pracy analizie poddano następujące uwarunkowania ekonomiczne: strukturę użytkowania ziemi, strukturę wielkości gospodarstw rolnych, kierunki użytkowania gruntów ornych, wielkość produkcji roślinnej oraz nakłady kapitału (wykorzystanie nawozów, wyposażenie gospodarstw w ciągniki) i udział zatrudnionych w rolnictwie. Analizowano także uwarunkowania społeczno-demograficzne: wiek, okres kierowania gospodarstwem rolnym i wykształcenie kierującego gospodarstwem rolnym, a także strukturę wieku ludności i przyrost rzeczywisty.

Struktura użytkowania ziemi w województwie lubelskim sprzyja produkcji i wykorzystaniu biomasy rolniczej na cele energetyczne. Udział użytków rolnych w powierzchni ogółem przekracza bowiem o 11 p. proc. średnią dla Polski (tab. 10). W strukturze użytków rolnych przeważają grunty orne (z udziałem ponad 77%). Większy udział gruntów ornych niż przeciętnie w kraju korzystnie wpływa na jednolitość pozyskiwanej biomasy, gdyż im większy udział zbóż w powierzchni zasiewów, tym większe znaczenie słomy jako produktu ubocznego rolnictwa. Wysoki udział gruntów ornych w użytkach rolnych oznacza także niski udział łąk i pastwisk, co jest korzystne dla produkcji biomasy. Słoma ze względu na wyższą wartość energetyczną i mniejszą zawartość siarki niż w sianie oraz inne korzystne parametry, jest częściej niż siano wykorzystywana jako biopaliwo.

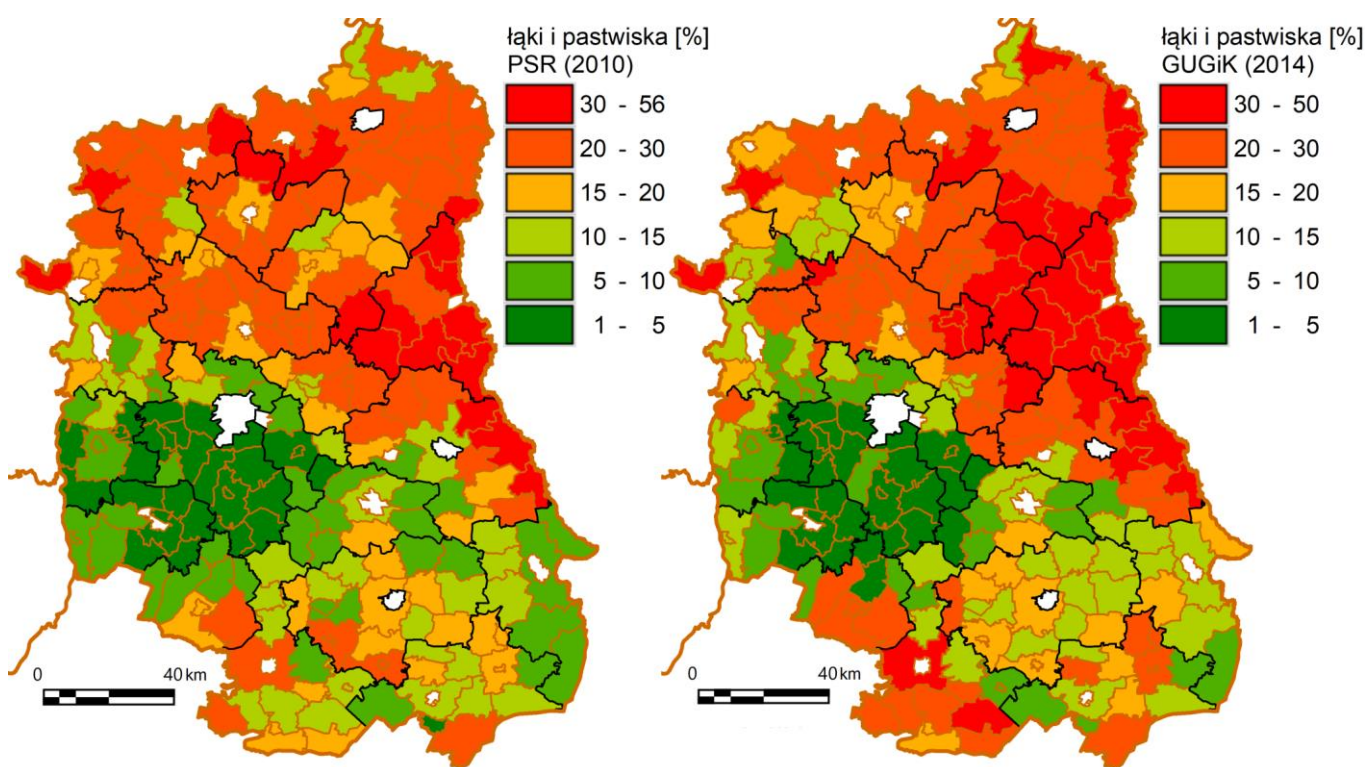
W województwie lubelskim udział łąk i pastwisk w użytkach rolnych pozostał

Tab. 10. Struktura użytków rolnych w Polsce i województwie lubelskim w 2017 r.

Udział	Polska		Województwo lubelskie	
	2010	2017	2010	2017
	%	%	%	%
Użytków rolnych w powierzchni ogółem	47,5	46,8	55,1	58,0
Gruntów ornych w użytkach rolnych	72,7	74,6	75,3	77,5
Łąk i pastwisk w użytkach rolnych	21,7	21,7	16,5	15,8
Sadów w użytkach rolnych	2,6	2,6	5,2	5,6

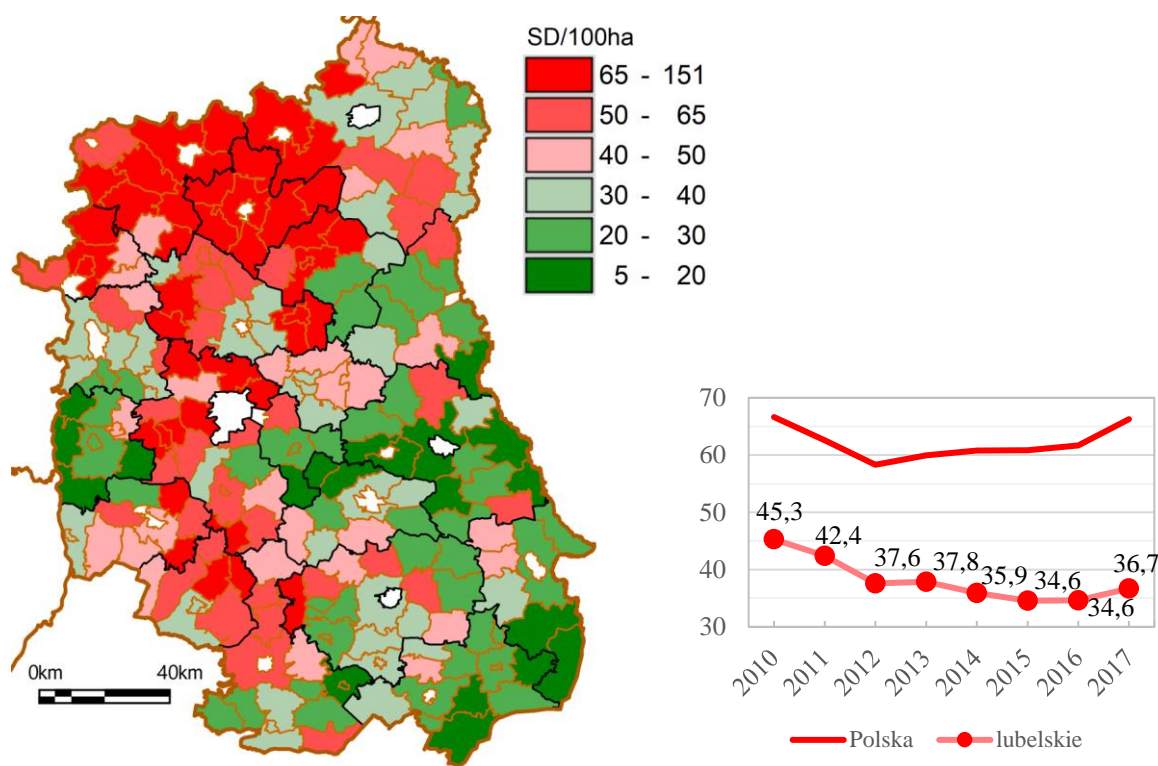
Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS (dostęp 30.10.2018).

mniejszy niż przeciętnie w kraju (tab. 10). Jednak potencjał energetyczny, który w nich tkwi jest znaczny, ponieważ są skoncentrowane przestrzennie (głównie na wschodzie i północy województwa; ryc. 24), a obsada zwierząt na 100 ha użytków zielonych istotnie zmalała w ostatnich kilkunastu latach. W 2017 r. liczba sztuk dużych (SD) przypadających na 100 ha łąk i pastwisk wynosiła mniej niż 37, podczas gdy w 2010 r. sięgała 45, a w 2004 r. aż 50 (ryc. 25). W latach 2004-2017 spadek ten wyniósł zatem 26% i był wyższy niż przeciętnie w kraju. W województwie lubelskim występował również wówczas, gdy w Polsce następowała odbudowa stad.



Ryc. 24. Udział łąk i pastwisk w powierzchni użytków rolnych w województwie lubelskim według PSR i GUGiK.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego (2010) oraz Główny Urząd Geodezji i Kartografii (2014).



Ryc. 25. Liczba sztuk dużych na 100 ha użytków rolnych w 2010 r. oraz jej zmiany w latach 2010-2017.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR (2010) oraz BDL GUS (2017).

Porównanie przestrzennego rozkładu udziału łąk w powierzchni użytków rolnych i liczby sztuk dużych na 100 ha użytków rolnych (ryc. 24) umożliwiła identyfikację powiatów, w których wysoki udział łąk w użytkach zielonych nie jest skorelowany z wysoką obsadą zwierząt hodowlanych, co jest równoznaczne z występowaniem nadwyżek siana. Największe nadwyżki siana odnotowano we wschodniej części województwa, w powiatach przygranicznych, pomiędzy Włodawą i Chełmem, gdzie występuje dużo łąk, a chów zwierząt jest ograniczony.

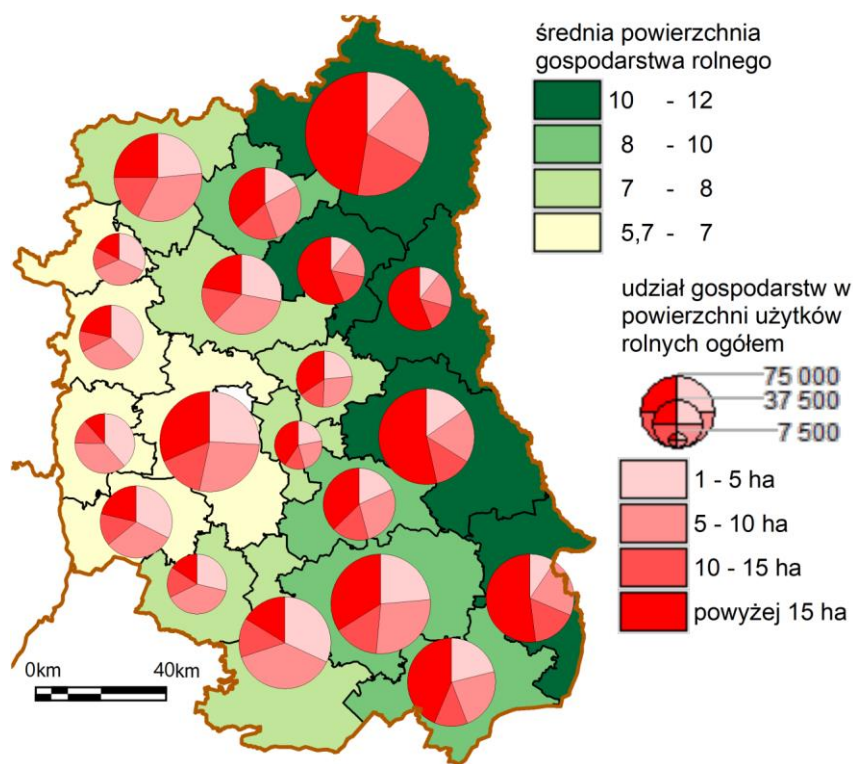
Kolejne spisy rolne (1996, 2002 i 2010) oraz dane BDL GUS wskazują na stopniowy wzrost powierzchni sadów w powierzchni użytków rolnych (udział sadów przekracza obecnie 5%). Wzrost znaczenia upraw sadowniczych powinien przełożyć się na zwiększenie podaży biomasy z prześwietlania drzew, chociaż nie obserwuje się większego zainteresowania jej zagospodarowaniem. W województwie lubelskim w warunkach rozdrobnienia agrarnego sady pozostające w zarządzie jednego właściciela są na tyle małe, że biomasa z prześwietlania i wycinek drzew owocowych jest wykorzystywana wyłącznie w obrębie danego gospodarstwa, a zatem wzrost powierzchni sadów nie przekłada się na zwiększenie podaży biomasy.

Ugory stanowią atrakcyjną kategorię gruntów dla bioenergetyki, ponieważ łatwo na nie wprowadzić rośliny energetyczne, a zagospodarowanie ugorów nie powoduje konfliktów

przestrzennych z produkcją żywności. Powstaje biomasa, a roślina energetyczna podnosi żyzność gleby. Przed 2007 areał ugorów był dwu – trzykrotnie większy niż w 2017 roku, lecz podawano je wówczas łącznie z odłogami. Udział ugorów w powierzchni ogółem, który w 2010 r. wynosił 2,1% (według PSR 2010) bądź 2,0 % (dane BDL GUS), w 2017 r. zmniejszył się do 0,9% (BDL GUS) i wynosił 14,9 tys. ha. W stosunku do powierzchni użytków rolnych w województwie lubelskim (1,46 mln ha) był to mały obszar. Jednakże plantacje wierzby energetycznej na części tego areału, na przykład na powierzchni 5 tys. ha, przy plonowaniu 7 t/ha, dostarczyłyby 35 tys. ton zrębki równoważnej ponad 25 tys. ton węgla kamiennego.

Rozdrobniona struktura gospodarstw rolnych w województwie oddziałuje niekorzystnie na koszty pozyskania biomasy na cele energetyczne. W rejonach, w których średnia powierzchnia gospodarstwa jest niska, trudno wygospodarować grunty pod uprawę roślin energetycznych i zgromadzić produkty uboczne upraw. Mała liczba gospodarstw i wysoka ich średnia powierzchnia oznaczają zaś spadek kosztów pozyskania biomasy na cele energetyczne. Innymi słowy, korzyści z prowadzenia działalności na obszarach o wysokiej średniej powierzchni gospodarstwa rolnego wiążą się z efektami skali. W województwie lubelskim efekty skali w bioenergetyce są więc ograniczone, ponieważ średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego jest tu wyraźnie niższa od średniej krajowej (dane Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa). W 2017 r. wynosiła 7,73 ha wobec średniej dla Polski, która była większa o prawie 3 ha (10,65 ha), przy czym w latach 2006 – 2017 w województwie lubelskim zanotowano wzrost średniej powierzchni gospodarstwa rolnego o 8,1 %, a w Polsce o 11,3%. Rozdrobnienie stanie się problemem, gdy zwiększy się liczba zakładów przetwarzających biomasę rolną na energię. Niska opłacalność pozyskania biomasy z mniejszych gospodarstw będzie niejako wymuszała jej pozyskiwanie z oddalonych rejonów, charakteryzujących się wysoką średnią wielkością gospodarstwa rolnego.

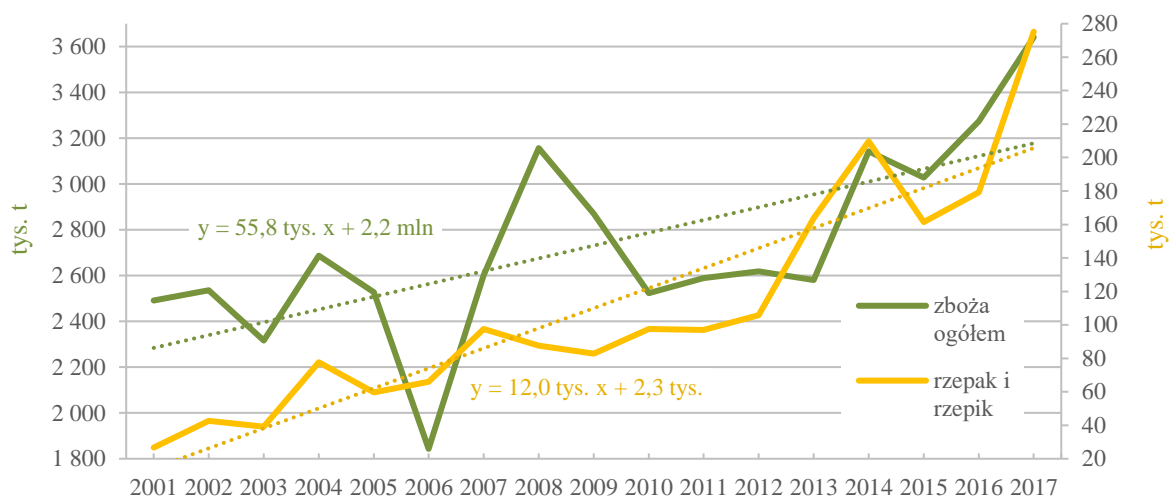
W województwie lubelskim średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego pozostaje przestrzennie zróżnicowana (ryc. 26). We wschodnich powiatach położonych przy granicy państwa była ponad dwukrotnie większa niż na zachodzie województwa. Wśród tych pierwszych połowa powierzchni użytków rolnych znajdowało się we władaniu gospodarstwa o powierzchni 15 ha i większych, podczas gdy na zachodzie województwa aż trzy czwarte powierzchni użytków rolnych należało do gospodarstw nie przekraczających 10 ha. Najgorsze warunki do pozyskania biomasy rolnej występowały w powiecie opolskim i sąsiednich powiatach, a najlepsze w pasie powiatów przy granicy państwa. Duży udział



Ryc. 26. Średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego oraz udział gospodarstw w powierzchni użytków rolnych według powiatów województwa lubelskiego w 2010 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010.

gospodarstw z największego przedziału wielkości we wschodniej części województwa może przełożyć się na niższe koszty pozyskania i większą dostępność biomasy na cele energetyczne. Jeśli popyt na energię ze źródeł odnawialnych byłby równomiernie rozłożony w całym województwie, to w pierwszej kolejności zakłady wytwarzające energię z biomasy powinny powstać w okolicach Białej Podlaskiej i Hrubieszowa. Gdyby lokalny popyt na „zieloną” energię był niski, to naturalny kierunek transportu biomasy rolniczej stanowiłyby powiaty w centrum województwa, sąsiadujące od zachodu z powiatami o potencjalnie dobrej dostępności do biomasy rolniczej.

Dla wykorzystania biomasy rolniczej na cele energetyczne duże znaczenie ma struktura produkcji roślinnej. W strukturze upraw województwa dominującą rolę odgrywają zboża, a zatem słoma jest podstawowym produktem ubocznym rolnictwa, możliwym do wykorzystania na cele energetyczne. W latach 2000-2017 w województwie lubelskim areał uprawy zbóż wahał się od 787 tys. ha do 947 tys. ha (BDL GUS), od 2010 r. utrzymując się na poziomie bliskim 800 tys. ha. Zakres zmienności powierzchni obsiewanej zbożami wyniósł 20%. Zbiory ziarna, z którymi dostępność słomy jest silnie skorelowana, wykazywały równie duże wahania, chociaż w długim okresie odznaczały się tendencją wzrostową (ryc. 27). Okresowe, duże spadki zbiorów zbóż (2006 i 2010 r.) poważnie ograniczyły ilość biomasy, którą można zagospodarować na cele energetyczne.



Ryc. 27. Zbiory zbóż oraz rzepaku i rzepiku w województwie lubelskim w latach 2001-2017. Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS.

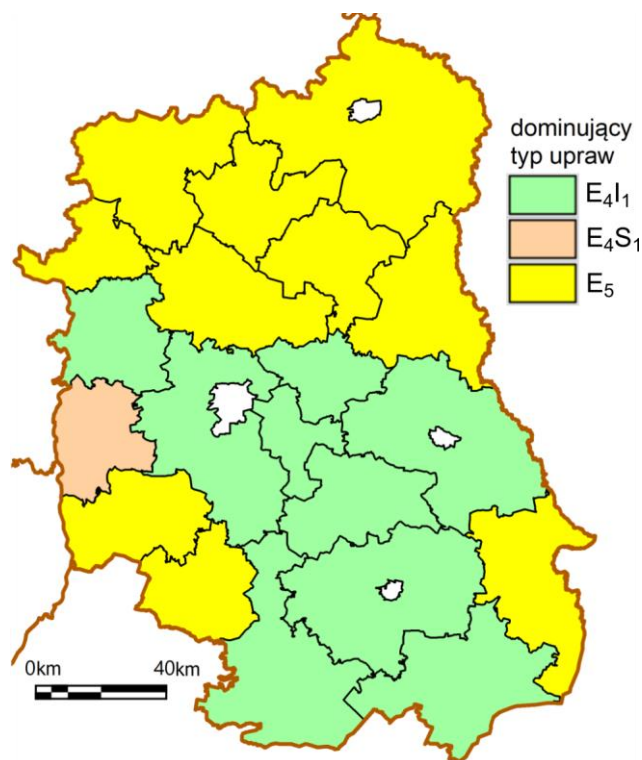
Pierwszeństwo wobec jej energetycznego wykorzystania ma bowiem nawożenie (przyoranie słomy) oraz ściółka dla zwierząt. Wysoka opłacalność sprzedaży słomy na cele energetyczne może jednak sprzyjać rozwojowi bioenergetyki, chociaż wzrost cen produktów zbożowych oddziałuje niekorzystnie na rozwój kierunku biopaliwowego.

W województwie lubelskim zbiory rzepaku charakteryzowały się tendencją rosnącą, przy czym średnioroczny ich przyrost wynosił prawie 12 tys. t (ryc. 27), co stanowiło korzystne uwarunkowanie zarówno dla produkcji biodiesla, jak i wykorzystania na cele energetyczne słomy rzepakowej. Produkcja rzepaku wykazuje mniejsze wahania niż zbóż, charakteryzuje się większą dynamiką i dostarcza słomy, która nie jest wykorzystywana jako ściółka dla zwierząt. Szanse na zagospodarowanie rzepaku na cele energetyczne są więc duże.

Z kolei zbiory buraków cukrowych, które od 2001 r. do 2008 r. generalnie spadały, podczas gdy po 2008 r. wykazywały wyraźną tendencję wzrostową do rekordowych 2,4 mln ton w 2017 r. W warunkach spadku spożycia cukru, burak cukrowy i rośliny pokrewne mogą stać się substratem do produkcji biogazu. Do czynników sprzyjających produkcji biogazu należą tradycja i doświadczenie lubelskich rolników w uprawie buraka oraz dobre gleby na obszarze województwa. Może wystąpić jednak niechęć rolników do zajmowania najlepszych gleb pod uprawę roślin nieprzeznaczanych na cele alimentacyjne.

Kierunki użytkowania gruntów ornych określono metodą najmniejszych ilorazów. Grupowanie powierzchni zasiewów roślin według kryterium agrotechnicznego (ekstensywne, intensyfikujące i strukturotwórcze) wykonano w sposób zaproponowany przez Kostrowickiego (1969) i zastosowany także przez Bańskiego (1997, s. 72). W połowie powiatów położonych głównie na północy województwa lubelskiego, występuje dominacja

roślin ekstraktywnych (ryc. 28), w pozostałych powiatach przeważa uprawa roślin ekstraktywnych z drugorzędym udziałem intensyfikujących. Dominacja lub przewaga jednej grupy upraw generuje stosunkowo jednorodny strumień ubocznych produktów rolnictwa, a więc wzrastają szanse na pozyskanie biomasy na mniejszym obszarze i obniżenie kosztów jej transportu.



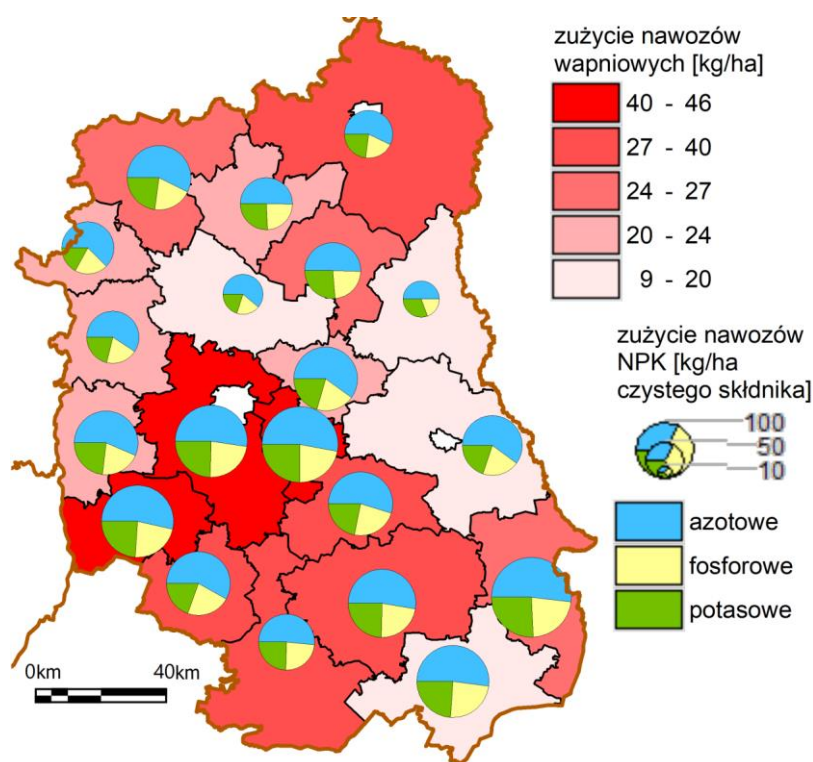
Ryc. 28. Kierunki użytkowania gruntów ornych według powiatów w 2010 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010 według metody Kostrowickiego [za Bańskim 1997, s. 72]. E – ekstraktywne (głównie zboża), nie wymagające większych nakładów, wyczerpujące glebę, I – intensyfikujące, wymagające starannej uprawy (okopowe, warzywa i przemysłowe), S – strukturotwórcze, wzbogacające glebę (pastewne – motylkowe i strączkowe oraz strączkowe jadalne).

W warunkach dominacji upraw ekstraktywnych, które niekorzystnie oddziałują na glebę, z której pobierają one składniki odżywcze, niezbędne jest nawożenie pól. Stosowanie nawozów, zwłaszcza z grupy NPK, zmniejsza częstotliwość stosowania przyorania słomy jako formy nawożenia gruntów, a w konsekwencji oznacza wzrost ilości słomy do wykorzystania na cele energetyczne. Od 2013 r. w województwie lubelskim na 1 ha użytków rolnych zużywa się więcej nawozów z grupy NPK niż średnio w Polsce, podczas gdy we wcześniejszych latach było to nawet o 12% mniej od średniej krajowej. Wzrost zużycia nawozów sztucznych na 1 ha użytków rolnych odzwierciedla stopniowe odchodzenie w rolnictwie od stosowania nawozów organicznych, a także zmniejszenie znaczenia chowu zwierząt. Rolnicy mogą zatem zwiększyć podaż słomy na rynek.

Różnice w zużyciu nawozów w powiatach województwa lubelskiego są bardzo duże

(ryc. 29). Minimalne dawki stosowanych nawozów wapniowych są prawie pięciokrotnie niższe od maksymalnych, a nawozów NPK 3,5-krotnie niższe. Najlepsze warunki do pozyskania biomasy na cele energetyczne występują w powiatach z wysokim zużyciem zarówno nawozów wapniowych, jak i mineralnych: lubelskim, świdnickim i kraśnickim. Większe znaczenie dla dostępności słomy ma spadek nawożenia mineralnego niż wapniowego. W północnej części województwa nawożenie mineralne na 1 hektar użytków rolnych jest niższe, przy czym gleby są tu także niższej jakości niż na wyżynnych obszarach południowej części województwa. Na wielu obszarach Wyżyny Lubelskiej, na przykład w powiecie chełmskim, gleby powstały na skałach kredowych, a zatem ograniczenie wapnowania gleb nie powoduje negatywnych konsekwencji. Najniższy w województwie poziom nawożenia wapniowego i mineralnego odnotowano w powiatach lubartowskim i włodawskim, co może istotnie wpływać na ilość słomy pozyskiwanej z 1 hektara użytków rolnych.

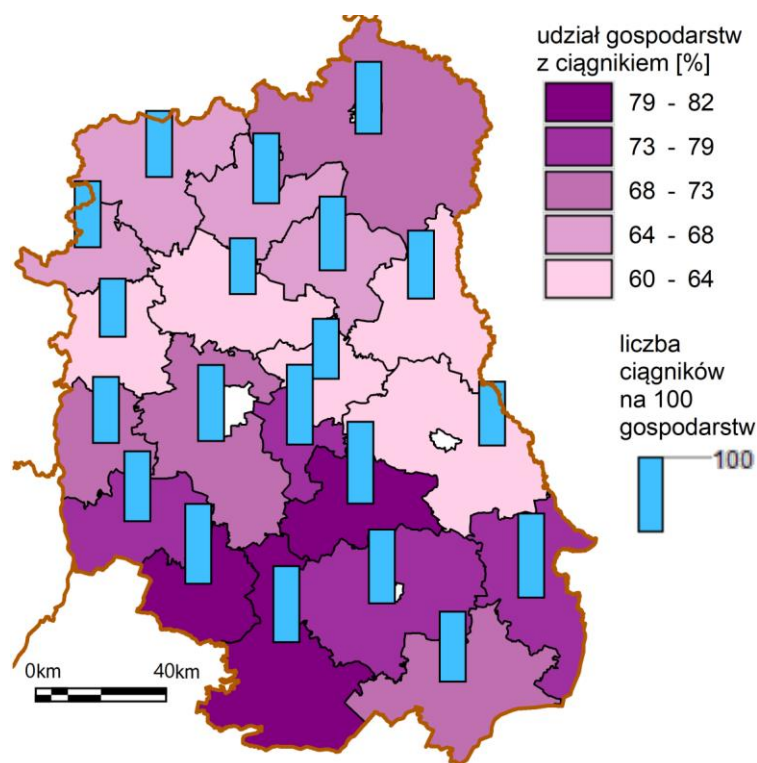


Ryc. 29. Zużycie nawozów mineralnych i wapniowych według powiatów w 2010 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010.

Wyposażenie gospodarstw rolnych w maszyny i urządzenia stanowi istotne uwarunkowanie rozwoju kierunku biopaliwowego produkcji rolnej. Ze względu na uniwersalność ciągników rolniczych posłużono się danymi dotyczącymi ich liczby, uogólniając wnioski na pozostałe techniczne środki produkcji rolnej. Ciągniki, przyczepy,

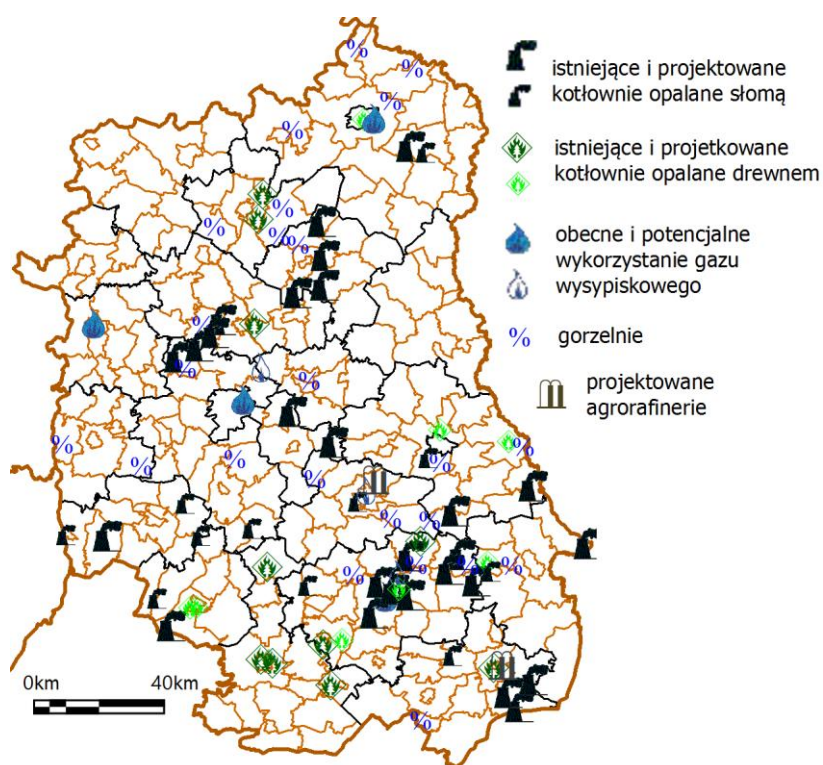
siewniki, kombajny, prasy do słomy, są niezbędne do uprawy i zbiorów, jednak niski udział gospodarstw z ciągnikiem lub niska liczba ciągników na 100 gospodarstw rolnych, nie stwarzają barier w dostępności do stałych produktów ubocznych rolnictwa. Znaczną część barier technicznych można pokonać działaniami organizacyjnymi, na przykład poprzez dzierżawę maszyn, ich użyczanie czy sąsiedzką pomoc. Niska gęstość biomasy rolnej powoduje, że nawet ciągnik o niskiej mocy może znaleźć zastosowanie w jej transporcie.

W południowych powiatach województwa odnotowano większy udział gospodarstw z ciągnikiem oraz na ogół większą liczbę maszyn niż w północnych, (ryc. 30), co na obszarze tych pierwszych zwiększa szanse na transport biomasy przez samego właściciela do miejsca jej skupu. W powiatach włodawskim czy łęczyńskim, reprezentujących północną część województwa, organizacją transportu biomasy do punktów jej energetycznego wykorzystania może zająć się jej odbiorca.



Ryc. 30. Wyposażenie gospodarstw rolnych w ciągniki według powiatów w 2010 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010.

Inwentaryzacja inwestycji wykorzystujących biomasę przedstawiona w opracowaniu BPP w Lublinie (Banak, 2006, s. 64/65), wskazuje, że w województwie lubelskim istniało ponad 25 kotłowni opalanych słomą (ryc. 31). Funkcjonowanie kotłowni na słomę i drewno oraz gorzelni, zakładów wykorzystujących biogaz i biogazowni (perspektywicznie agrorafinerii) stwarza możliwość wykorzystania biomasy, zarówno pochodzenia rolniczego,



Ryc. 31. Inwestycje wykorzystujące biomasę.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Banak, 2006, s. 64/65.

jak i leśnego. W warunkach niskiego poziomu lesistości słoma jest częściej niż drewno zagospodarowywana jako paliwo do wytwarzania ciepła. Biogaz z oczyszczalni ścieków wykorzystuje się w małych ilościach, najczęściej wewnątrz zakładów gospodarki komunalnej na ich potrzeby technologiczne. Produkcją energii elektrycznej z biomasy podjęto w czterech obiektach uruchomionych po 2010 roku, nie ujętych w publikacji BPP (Uhnin, Siedliszczki k/Piask, Koczergi k/Parczewa i Zaścianki k/Międzyrzecza Podlaskiego). Projekty agrorafinerii nie zostały zrealizowane, a liczba gorzelnii spadła 2,5-krotnie, gdyż zlikwidowano liczne małe, nierentowne zakłady. Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie oraz powiaty północnej części województwa, obejmują obszary o dużym, lecz niewykorzystanym potencjale biomasy na cele energetyczne. Z kolei powiaty rycki i łukowski (północny-zachód województwa), gdzie istnieją bądź są projektowane kotłownie na biomasę, wymagają aktywizacji w zakresie jej produkcji.

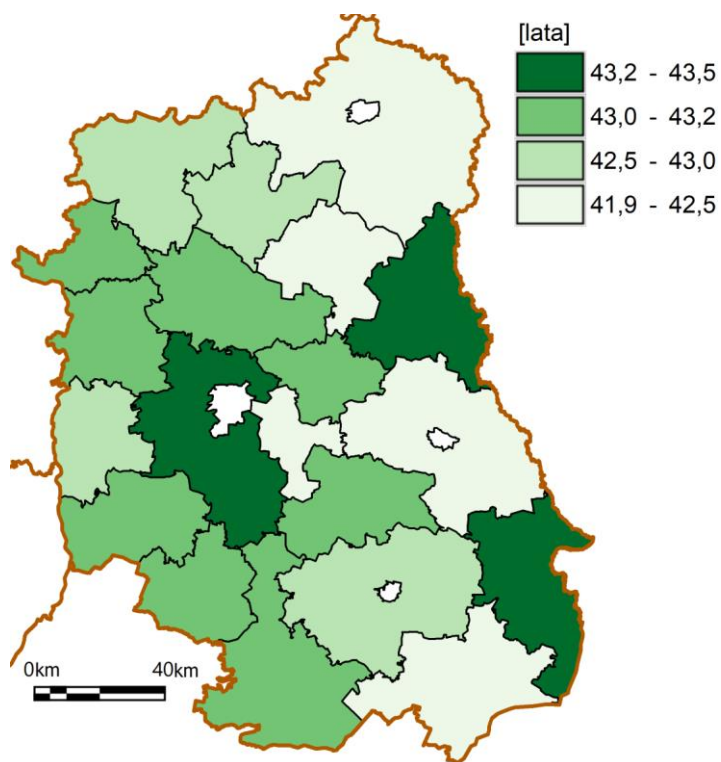
Ekonomiczne uwarunkowania produkcji biomasy na cele energetyczne są powiązane z uwarunkowaniami społeczno-demograficznymi. Wiek użytkowników i okres kierowania gospodarstwem należą do istotnych uwarunkowań upowszechniania plantacji roślin energetycznych. Założenie plantacji zawiera bowiem element ryzyka, podczas gdy zbycie słomy dotyczy zbędnego odpadu produkcji rolnej. Z młodym wiekiem użytkowników gospodarstw wiąże się większa skłonność do podejmowania ryzyka uprawy nieznanych

roślin energetycznych w celu osiągnięcia zysku, podczas gdy ze starszym wiekiem skorelowany jest wysoki udział dzierżawy gruntów (na przykład w powiecie lubelskim), na których uprawia się typowe rośliny, jak zboża.

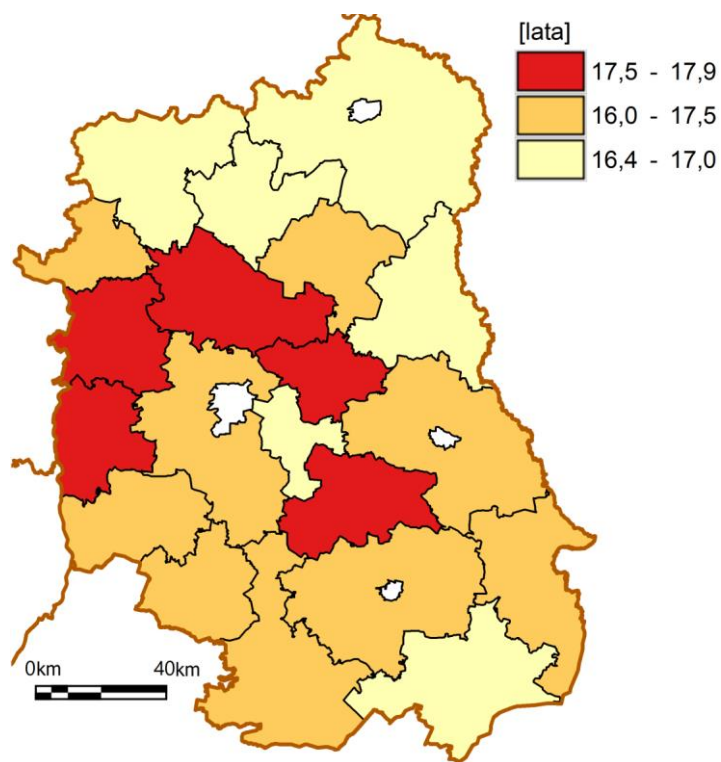
W województwie lubelskim średni wiek osób prowadzących gospodarstwa rolne pozostawał (o pięć miesięcy) niższy niż w Polsce. Jego bezwzględne zróżnicowanie w powiatach nie było duże i wynosiło 2 lata (ryc. 32). Największe zróżnicowanie tej cechy rolników wystąpiło we wschodniej części województwa. Z wiekiem użytkownika gospodarstwa rolnego skorelowany jest przeciętny okres kierowania gospodarstwem (ryc. 33), który w województwie lubelskim był o 3,5 miesiąca krótszy niż w Polsce. Zmienność okresu kierowania gospodarstwem jest mniejsza niż wieku użytkownika gospodarstwa rolnego (wynosi tylko 1,5 roku). Krótki okres kierowania gospodarstwem sprzyja podejmowaniu nowych wyzwań, zatem lepsze warunki do rozwoju bioenergetyki występują na północy województwa, a gorsze w pierścieniu powiatów położonych wokół powiatu lubelskiego. Korzystnym wiekiem (ryc. 32) i okresem kierowania gospodarstwem (ryc. 33) dla rozwoju bioenergetyki odznaczają się kierujący gospodarstwami w powiatach: świdnickim, łukowskim, radzyńskim i bialskim, a najgorzej pod tym względem jest w powiatach: puławskim, łączyńskim, opolskim, krasnostawskim i lubartowskim. Wśród wyżej wymienionych powiatów o korzystnej strukturze wieku rolników nie ma żadnego z południowego wschodu województwa, gdzie obecnie występują liczne kotłownie spalające słomę.

Wykształcenie rolnicze kierującego gospodarstwem rolnym stanowi także istotne uwarunkowanie produkcji biomasy na cele energetyczne. Gdy wybór kierunków uprawy wynika bardziej z kalkulacji ekonomicznej (powiązanej z wykształceniem) niż z emocji, poziom wykorzystania biomasy na cele energetyczne jest relatywnie wysoki. Osoby wysoko wykształcone cechują się otwartością na nowe sposoby gospodarowania, posiadając wiedzę, która ułatwia im ocenę ryzyka, chociaż w późniejszym okresie życia ujawniają zachowania konserwatywne, na przykład niechęć do wprowadzania nowych upraw. Niechęć słabo wykształconych rolników do uprawy roślin energetycznych, może jednakże pod wpływem bodźców finansowych zamienić się w zainteresowanie uprawą tego rodzaju roślin.

Syntetyczny wskaźnik poziomu wykształcenia kierujących gospodarstwem rolnym obliczono dla powiatów metodą punktową, mnożąc udziały poszczególnych typów wykształcenia przez wartości od 1 do 5 i sumując iloczyny (ryc. 34). Przestrzenne zróżnicowanie wskaźnika wykształcenia, poza południowym zachodem województwa, gdzie występuje skupisko czterech powiatów o wysokim i bardzo wysokim poziomie

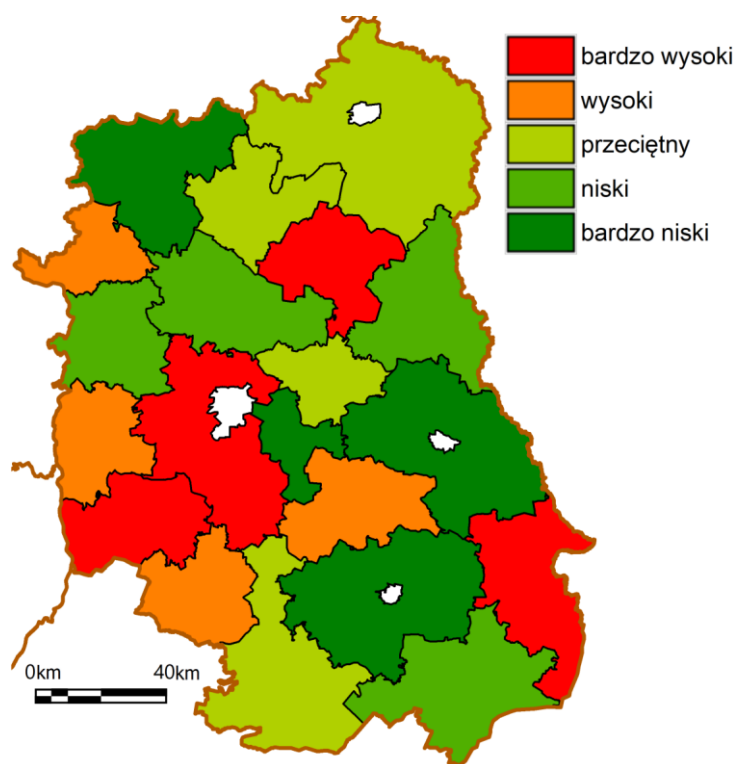


Ryc. 32. Średni wiek osób prowadzących gospodarstwa rolne według powiatów w 2010 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010.



Ryc. 33. Średni okres kierowania gospodarstwem rolnym według powiatów w 2010 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010.

wykształcenia kierującego gospodarstwem, ma charakter „mozaiki”. Wykształcenie rolnicze kierujących gospodarstwem stanowi uwarunkowanie, które sprzyja energetycznemu

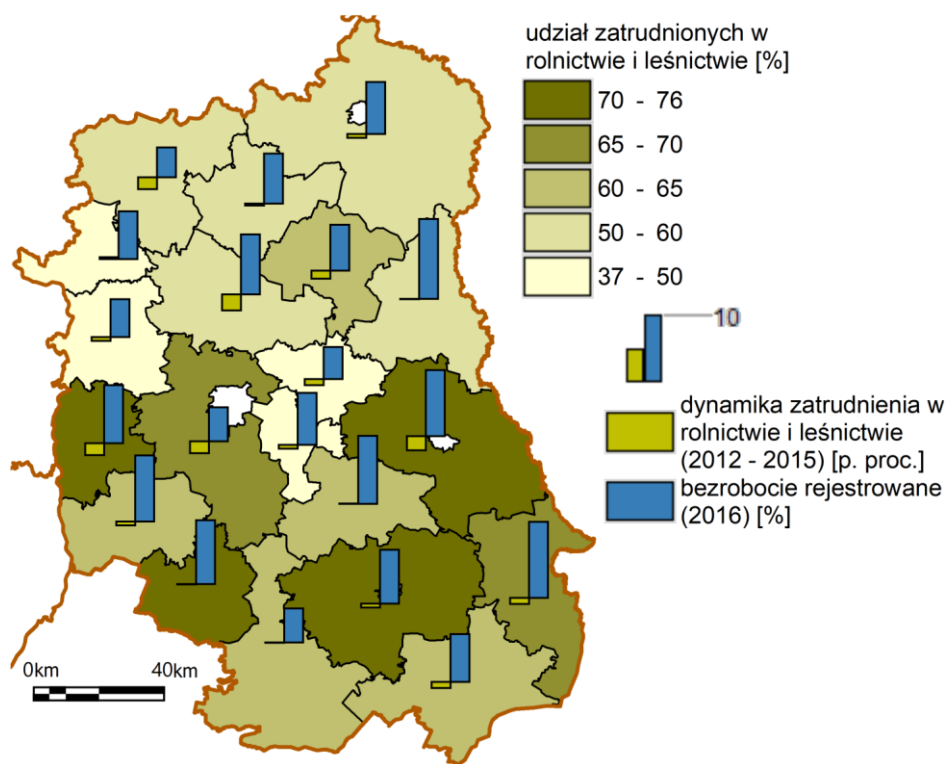


Ryc. 34. Wskaźnik wykształcenia rolniczego kierujących gospodarstwem rolnym według powiatów w 2010 r.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR 2010.

wykorzystaniu biomasy w powiatach lubelskim, hrubieszowskim i parczewskim. Udział osób kierujących gospodarstwem rolnym z tego typu wykształceniem pozostawał na ich obszarze relatywnie wysoki. Wykształcenie rolnicze jest jednak warunkiem koniecznym, lecz niewystarczającym dla upowszechnienia biopaliwowego kierunku rolnictwa. Analiza innych uwarunkowań rozwoju tego kierunku produkcji rolnej wskazuje, że powiaty kraśnicki, janowski i opolski, mimo relatywnie dobrego wykształcenia rolników, którzy gospodarują na ich terenie, nie są jednak obszarami „optymalnymi” do wdrażania projektów energetycznego wykorzystania biomasy. Innowacje dotyczące produkcji biomasy na cele energetyczne mogą do nich przenikać na zasadzie „zarażania się” dobrymi praktykami.

W latach 2010 – 2016 w województwie lubelskim udział zatrudnionych w rolnictwie i leśnictwie wynosił ponad 37% i był najwyższy w kraju (ponad dwukrotnie przekraczał średnią dla Polski). Jest to korzystne dla rozwoju biopaliwowego kierunku produkcji rolnej, gdyż sprzyja pozyskiwaniu zasobów ludzkich do działalności związanych z kontraktacją, odbiorem, transportem i przetwarzaniem biomasy rolnej na cele energetyczne (choć w warunkach małych gospodarstw utrudnia osiągnięcie efektów skali). Duży lub bardzo duży udział zatrudnionych w rolnictwie i leśnictwie w powiatach położonych na Wyżynie Lubelskiej może sprzyjać wdrażaniu rozwiązań energetycznego wykorzystania biomasy, które zmierzałyby do intensyfikacji produkcji w tej części województwa (ryc. 35). W



Ryc. 35. Udział i dynamika zatrudnienia w rolnictwie i leśnictwie (2012 r., 2015 r.) oraz bezrobocie rejestrowane (2016 r.) według powiatów.

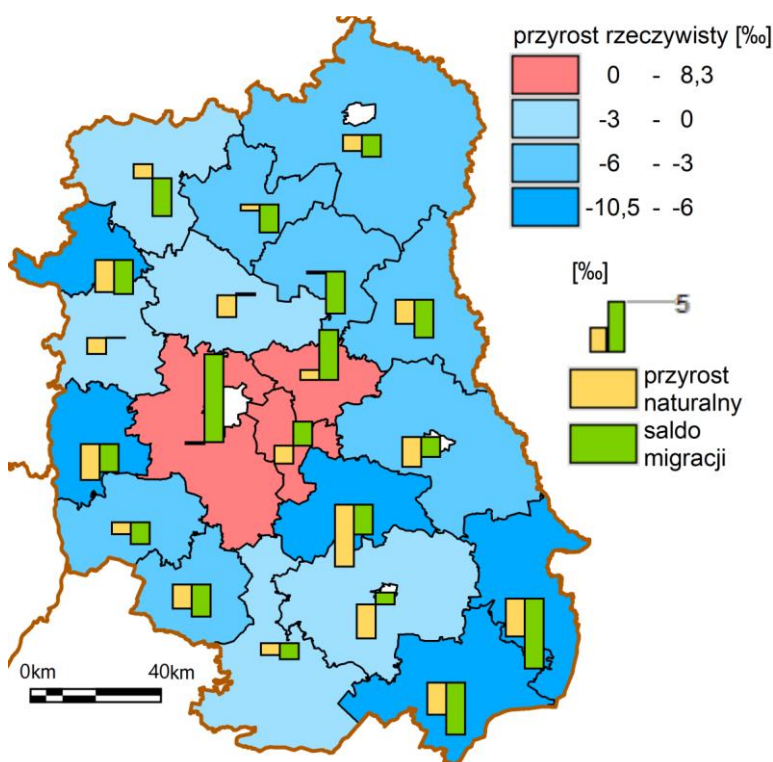
Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS (zatrudnienie w rolnictwie i leśnictwie – 2012, 2015; bezrobocie rejestrowane – 2016).

północnej części województwa występują natomiast ograniczone zasoby wykwalifikowanej siły roboczej, chociaż na poziomie powyżej średniej dla Polski. Udział zatrudnienia w rolnictwie i leśnictwie w gospodarce województwa zmniejsza się. W północnej i środkowej części województwa lubelskiego spadek udziału zatrudnionych w rolnictwie jest bardziej dynamiczny niż w południowej, co powoduje pogłębianie się różnic pomiędzy obiema jego częściami w zakresie dostępności siły roboczej (ryc. 35). Udział zatrudnionych w rolnictwie i leśnictwie może wpływać na preferencje rolników co do organizacji łańcucha dostaw biomasy przeznaczanej na cele energetyczne, na przykład oddziaływać na skłonność do włączenia się w transport sprzedawanego surowca, od własnego gospodarstwa do odbiorcy.

Część osób pozostających bez pracy mogłaby znaleźć zatrudnienie przy zbiorach, transporcie i przetwarzaniu biomasy. (ryc. 35). Badania Jasiulewicz wskazuje jednak na małe zainteresowanie osób bezrobotnych podjęciem pracy przy zbiorach na plantacjach wierzby energetycznej w województwie zachodniopomorskim, co wiąże się głównie z wysokimi wymaganiami płacowymi bezrobotnych. Podobnych problemów z pozyskaniem pracowników można spodziewać się w województwie lubelskim, niezależnie od rodzaju uprawy, sposobu transportu czy metody przetwarzania biomasy rolnej. Wydaje się więc, że większa dostępność zasobów pracy na obszarach o wyższym bezrobociu, w ograniczonym

stopniu będzie pobudzać rozwój produkcji biomasy na cele energetyczne. Osoby bezrobotne często posiadają bowiem niskie kwalifikacje, a pracę niewykwalifikowaną stopniowo zastępuje się pracą maszyn.

W projektowaniu inwestycji w bioenergetyce bierze się pod uwagę tendencje demograficzne. Saldo migracji i przyrost naturalny kształtują przyrost bądź ubytek rzeczywisty ludności. Na obszarach wiejskich województwa lubelskiego dodatni przyrost rzeczywisty występował tylko w trzech powiatach (ryc. 36). Największe spadki przyrostu rzeczywistego dotyczyły powiatów krasnostawskiego, tomaszowskiego i hrubieszowskiego. W pierwszym odnotowano największy ubytek naturalny ludności, a w dwu pozostałych największe ujemne saldo migracji. W piętnastu na dwadzieścia powiatów głównym czynnikiem oddziałującym na zmiany ludnościowe stanowiło ujemne saldo migracji. Przyrost rzeczywisty ludności sprzyja pracochłonnej produkcji biomasy, podczas gdy ubytek rzeczywisty stanowi uwarunkowanie mechanizacji prac. Ujemny przyrost rzeczywisty jest skorelowany ze wzrostem średniej powierzchni gospodarstw, lecz ogranicza podaż pracy, podczas gdy dodatni prowadzi do rozdrobnienia działek rolnych, chociaż może sprzyjać rozwojowi systemu dzierżaw.



Ryc. 36. Przyrost rzeczywisty na obszarach wiejskich według powiatów w 2012 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS (2012).

Obecnie miasta „rozlewają” się na obszary podmiejskie. Im większe miasto, tym

suburbanizacja jest silniejsza. Lublin oddziałuje zatem na cały powiat lubelski poprzez odpływ mieszkańców miasta na obszary podmiejskie. Wzrost gęstości zaludnienia, zmniejszenie znaczenia działalności rolniczej i zwiększenie produkcji na potrzeby miast, stanowią uwarunkowania, które należy brać pod uwagę przy organizacji skupu biomasy na obszarach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie miast. Na obszarach suburbanizacji wzrost cen gruntów zmniejsza jednak opłacalność zakładania plantacji roślin energetycznych. Maleje tu także ilość odpadów chowu zwierząt, gdyż uciążliwe kierunki produkcji rolnej są wypierane przez funkcje pozarolnicze. Na tego rodzaju obszarach większe znaczenie dla rozwoju kierunku biopaliwowego mogą mieć odpady roślin intensyfikujących lub biomasa powstała podczas koszenia trawników.

Struktura ludności według ekonomicznych grup wieku i jej zmiany (zwłaszcza udziału osób w wieku produkcyjnym) stanowią istotne uwarunkowanie uprawy roślin energetycznych. W 2012 r. w województwie lubelskim, udział ludności wiejskiej w wieku przedprodukcyjnym i poprodukcyjnym był zbliżony i wynosił 19%, udział ludności w wieku produkcyjnym mobilnym sięgał 39%, zaś w produkcyjnym niemobilnym 22% (BDL GUS, 2012). W porównaniu z obszarami wiejskimi Polski, ludność województwa lubelskiego była „starsza”. W 2012 r. udział ludności w wieku przedprodukcyjnym i produkcyjnym był niższy o 1 p. proc. niż średnio w Polsce, a w poprodukcyjnym wyższy o 2,5 p. proc. Starzenie się ludności sprzyja zastępowaniu pracy żywej maszynami oraz uprawie roślin wymagających mniejszych nakładów pracy, na przykład zbóż, a więc poprawia się dostęp do produktów ubocznych rolnictwa, słomy zbożowej i rzepakowej oraz siana. Starzenie się populacji i migracje nie są głównymi barierami produkcji biomasy na cele energetyczne. Mają jednak negatywne następstwa, jak ograniczenie skłonności właścicieli gospodarstw rolnych do transportu własnej biomasy do punktów skupu.

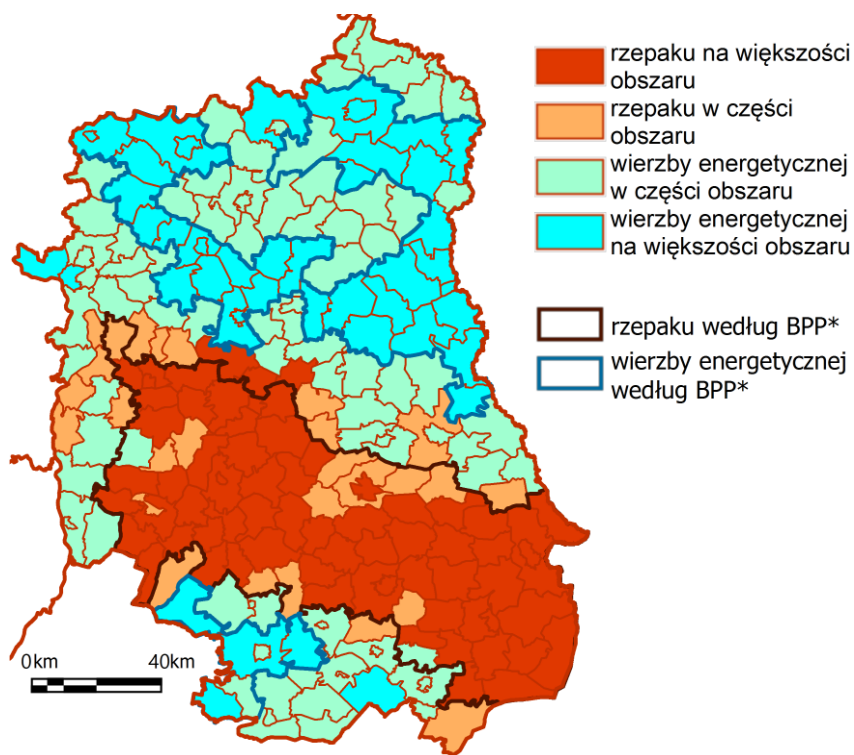
W województwie lubelskim podejmowane są inicjatywy służące stymulowaniu produkcji roślin energetycznych. Na uwagę zasługuje projekt *Energetyczni Kreatorzy Zmian* (energetycznikreatorzyzmian.pl), który realizowano od lutego 2011 r. do lipca 2012 r. Głównym celem było przygotowanie dużej grupy (120 osób), przedstawicieli jednostek samorządu terytorialnego, organizacji pozarządowych, samorządów gospodarczych, organizacji społecznych oraz przedsiębiorców i członków społeczności lokalnych, do tworzenia partnerstwa (szerzej kapitału społecznego) w produkcji i wykorzystaniu roślin energetycznych. Uczestnicy, którzy reprezentowali 90 jednostek samorządu terytorialnego i 30 organizacji pozarządowych z powiatów województwa lubelskiego, współpracowali w celu stworzenia strategii upowszechnienia odnawialnych źródeł energii. Opracowano

dwadzieścia analiz potencjału odnawialnych źródeł energii. Inne działania wykonane w ramach projektu obejmowały: seminaria w powiatach ziemskich, konkurs na najlepszą strategię upowszechniania energii odnawialnej, wizyty studialne, seminaria dla trzech laureatów konkursu oraz opracowanie strategii zarządzania zmianą gospodarczą dla trzech partnerstw.

Laureatami konkursu zostały stowarzyszenia: „Dolina Zielawy i Piwonii”, „Partnerstwo powiatu tomaszowskiego” oraz „Partnerstwo energetyczne gmin powiatu łukowskiego i ryckiego”. Działania podjęte przez pierwszą z organizacji obejmowały: montaż instalacji solarnych w gminach Wisznice, Rossosz, Sosnówka, Podedwórze i Jabłoń, budowę biogazowni w gminach Parczew, Podedwórze i Rossosz (w Parczewie inwestorami byli DMG Sp. z o.o. oraz TEMPO Sp. z o.o, a w Rossoszy i Podedwórz samorząd gminny), wsparcie budowy systemu elektrowni wiatrowych w gminie Wisznice oraz uruchomienie w niej urządzeń do podgrzewania wody, które jako źródło energii wykorzystują biomasę. W ramach „Partnerstwa powiatu tomaszowskiego” opracowano plan modernizacji kotłowni węglowych poprzez ich przystosowanie do wykorzystania lokalnych zasobów biomasy. Uzyskano także pozwolenie na budowę biogazowni w gminie Łaszczów oraz wsparto budowę farm wiatrowych, trzech biogazowni, trzech wytwórni brykietu i małej elektrowni wodnej. W ramach ostatniego z wyżej wymienionych partnerstw wykonano inwestycje w energetyce wiatrowej i kolektory słoneczne oraz wybrano nieruchomości pod inwestycje w energetykę odnawialną. Istotnym efektem wymienionych projektów było zaktywizowanie jednostek samorządu terytorialnego oraz wskazanie lokalnym grupom działania możliwości koncentracji środków i wspólnej realizacji projektów wykorzystania odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza biomasy.

4.3 Klasyfikacja powiatów według obiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne

Lubelskie Biuro Planowania Przestrzennego opracowało mapę uwarunkowań i kierunków upraw roślin energetycznych w województwie lubelskim (Banak, 2006, s. 64/65). Podstawę ich delimitacji stanowił wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej dla gmin. Propozycje autorów opracowania przedstawia rycina 37, na której zaznaczono proponowane zasięgi roślin energetycznych wymagających żyznych gleb (rzepak i buraki cukrowe), a więc upraw, które mogą być wprowadzane głównie w pasie Wyżyny Lubelskiej. W niektórych gminach położonych na Wyżynie Lubelskiej jedynie mała część ich powierzchni nadaje się pod wymagające uprawy (na ryc. 37 oznaczono je jako *rzepak*



Ryc. 37. Obszary o korzystnych uwarunkowaniach dla upraw roślin energetycznych.

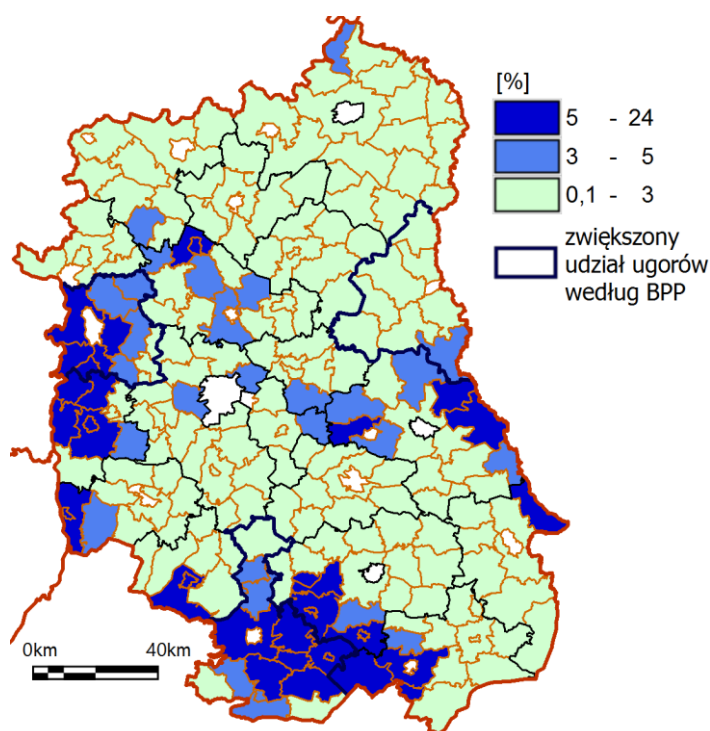
*BPP – Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Witek (1994) i Banak, 2006, s. 64 i 65.

na części obszaru). Autorzy z BPP wskazali także propozycje zasięgu roślin energetycznych o niskich wymaganiach (wierzba energetyczna, ślaziovec pensylwański i topinambur), które mogą być uprawiane głównie w gminach północnej części województwa lubelskiego. Obszary wyznaczone pod uprawę mało wymagającej wierzby energetycznej, które nie tworzą skupisk, na przykład gminy Stężycza (powiat rycki) czy Susiec (powiat tomaszowski), mogą okazać się mało atrakcyjne do zakładania plantacji wierzby energetycznej (czy rzepaku), z powodu ograniczonych efektów skali i wysokich kosztów transportu biomasy.

Eksperti BPP (Banak, 2006, s. 64/65) odnieśli się także do innych uwarunkowań rozwoju kierunku biopaliwowego niż jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Obszary wyznaczone na rycinie 37 nie mogą być zatem traktowane jako jedyne do uprawy roślin energetycznych, chociaż powinny być w pierwszej kolejności przeznaczone pod uprawę określonych gatunków tego typu roślin.

Propozycje ekspertów BPP wymagają korekt obszarów preferowanych do rozwoju uprawy roślin energetycznych, ze względu na duży udział ugorów i odłogów (ryc. 38). W 2002 r. województwie lubelskim Powszechny Spis Rolny wykazał 117,8 tys. ha odłogów i 3,8 tys. ha ugorów. W 2004 r. wystąpiły już tylko ugory (BDL GUS), a od 2007 r. grunty ugorowane (łącznie z nawozami zielonymi), które w 2012 r. obejmowały mniej niż 35 tys. ha. Obecnie kategoria odłogów nie występuje w sprawozdawczości statystyki publicznej.

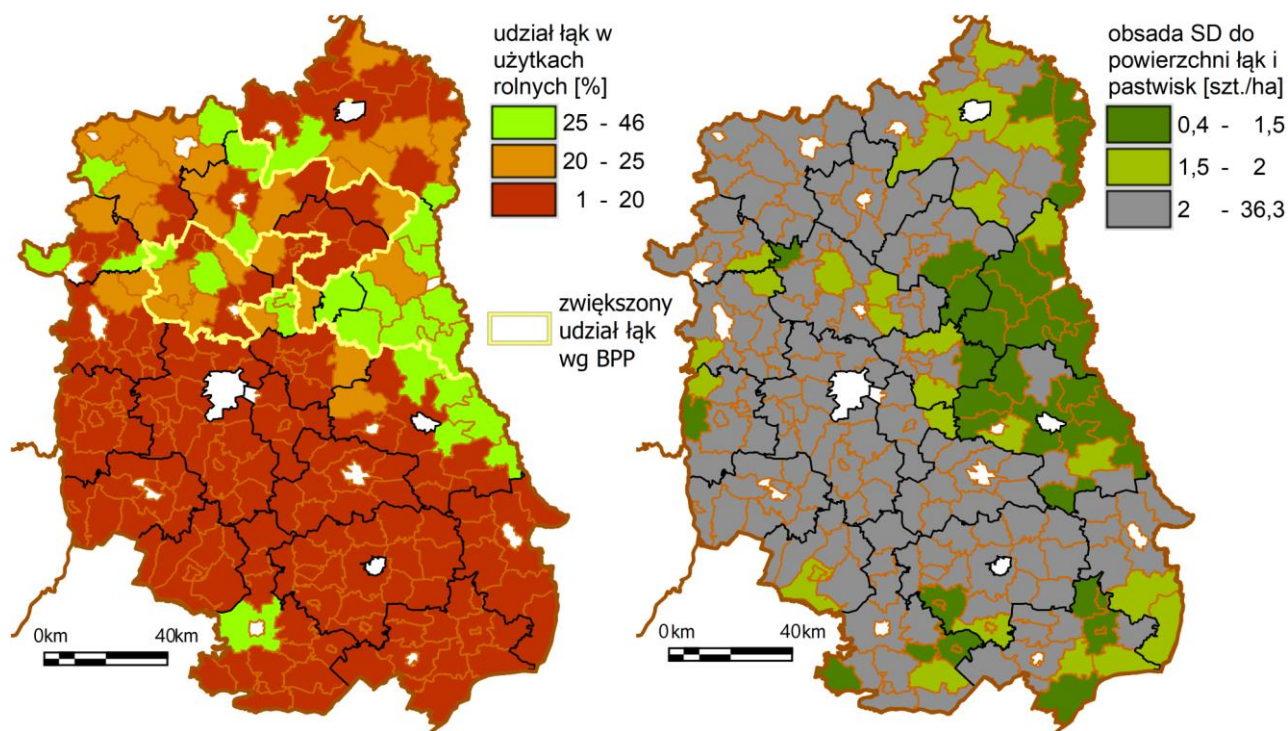


Ryc. 38. Obszary o znacznym udziale ugorów w powierzchni użytków rolnych w 2010 r.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie PSR GUS (2010) i Banak, 2006, s. 64/65.

Wprowadzenie dopłat Unii Europejskiej do upraw rolnych zwiększyło bowiem atrakcyjność ekonomiczną nawet najslabszych gruntów i skłoniło ich właścicieli do ich zagospodarowania, chociaż powierzchnia ugorów zwiększyła się na przykład w powiatach biłgorajskim i chełmskim (ryc. 38)³⁵. Duża część spośród rolników, którzy uprawiają dawne ugory i odłogi z powodu dopłat bezpośrednich z UE, mogłyby założyć plantacje roślin energetycznych.

Obszary nadwyżek siana (ryc. 39) również różnią się w stosunku do przedstawionych w opracowaniu BPP (Banak, 2006, s. 64/65), co dotyczy zwłaszcza powiatów bialskiego i lubartowskiego. W pierwszym wystąpił duży, a w drugim nieco mniejszy spadek udziału łąk w użytkach rolnych. Dane Powszechnego Spisu Rolnego 2010 wskazywały na brak nadwyżek siana w powiatach łukowskim, radzyńskim i we wschodniej części powiatu chełmskiego, podczas gdy obecnie odnotowuje się w nich tego typu nadwyżki. Z powodu spadku pogłowia zwierząt, dużych wolnych zasobów siana można spodziewać się bardziej na pograniczu powiatów tomaszowskiego i hrubieszowskiego niż w powiecie lubartowskim. Uwzględnienie zapotrzebowania zwierząt na siano (w przeliczeniu na sztuki duże) wyjaśnia zatem zmiany jego podaży, które nastąpiły od czasu sporządzenia analizy uwarunkowań i kierunków upraw roślin energetycznych przez ekspertów BPP.

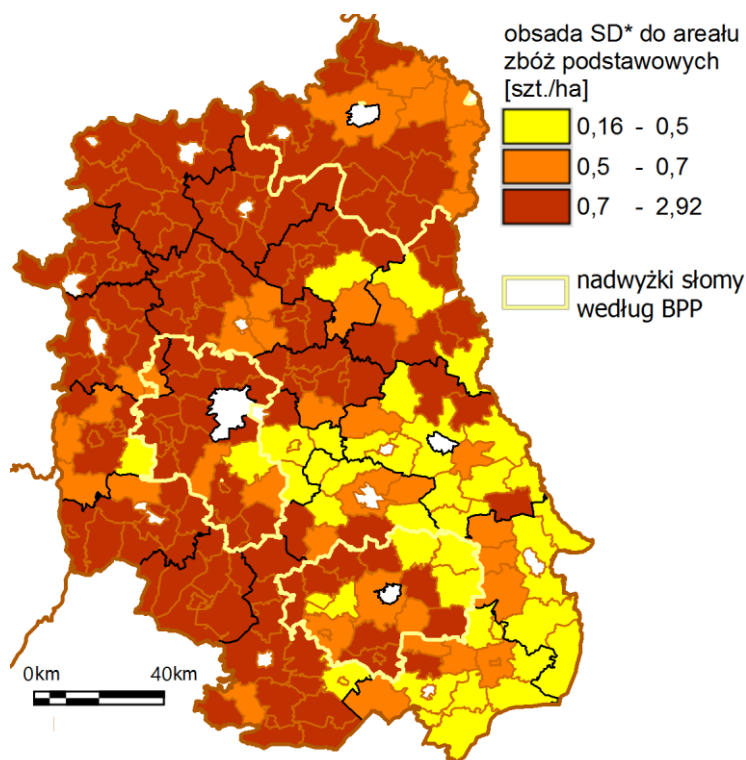
³⁵ Nieliczne arealy, które z różnych powodów zostały „porzucone” przez gospodarzy i nie znajdują się w dobrej kulturze rolnej, nie są wykazywane w sprawozdawczości rolnej.



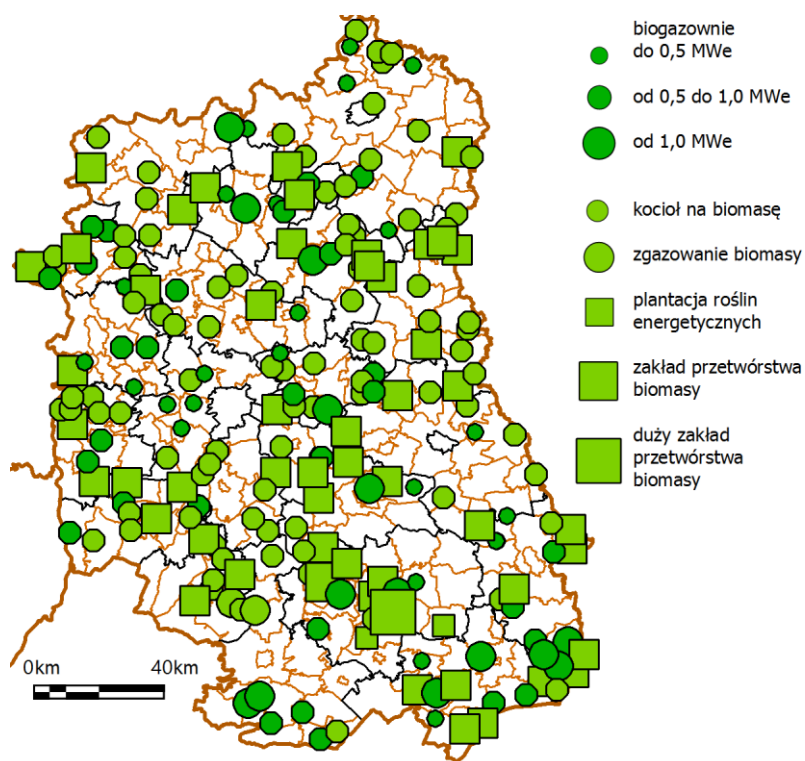
Ryc. 39. Udział łąk w użytkach rolnych oraz obsada zwierząt na 1 ha łąk i pastwisk.
 *SD – sztuki duże. Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS (2010) i Banak, 2006, s. 64-65.

Największe różnice między wynikami BPP (Banak, 2006, s. 64/65) a uzyskanymi na podstawie danych GUS (BDL 2010), dotyczą obszarów nadwyżek słomy zbóż. W opracowaniu BPP wskazano wśród nich powiaty bialski, lubelski i zamojski (nie przedstawiono jednak metody delimitacji). Według GUS nadwyżki słomy zbóż (ryc. 40) wystąpiły w powiatach południowo-wschodniej i wschodniej części województwa oraz powiecie świdnickim, na obszarach o słabo rozwiniętym chowie zwierząt. Mimo, że duża część słomy jest przeznaczana na przyoranie, będą one prawdopodobnie odznaczać się dużymi zasobami słomy jako biomasy.

W analizach potencjału odnawialnych źródeł energii, możliwości jego wykorzystania i rekomendacjach projektów odnawialnych źródeł energii, na uwagę zasługują zalecenia dla władz samorządowych i prywatnych inwestorów, które odnoszą się do inwestycji w tego rodzaju źródła. Na ogół dzieli się je na: biogaz, biomasę, słońce, wiatr i wodę. W opracowaniu *energetycznikreatoryzmian.pl*, zaproponowano ponad 220 inwestycji w 135 gminach województwa lubelskiego (ryc. 41): budowę małych (do 0,5 MW – 48 obiektów), średnich (od 0,5 do 1 MW – 12 obiektów) i dużych biogazowni (powyżej 1 MW – 7 obiektów). Większość z nich mogłaby być zasilana wyłącznie substratami rolniczymi (biogazownie rolnicze). Dziesięć obiektów zaplanowano jako biogazownie rolnicze-utylicacyjne, w których część wsadu może pochodzić z gorzelni lub zakładów mięsnych. Prawie 41% proponowanych inwestycji odnosi się do wymiany kotłów



Ryc. 40. Obszary z niską obsadą zwierząt w stosunku do areálu upraw podstawowych zboż.
*SD – sztuki duże. Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS (2010) i Banak, 2006, s. 64-65.



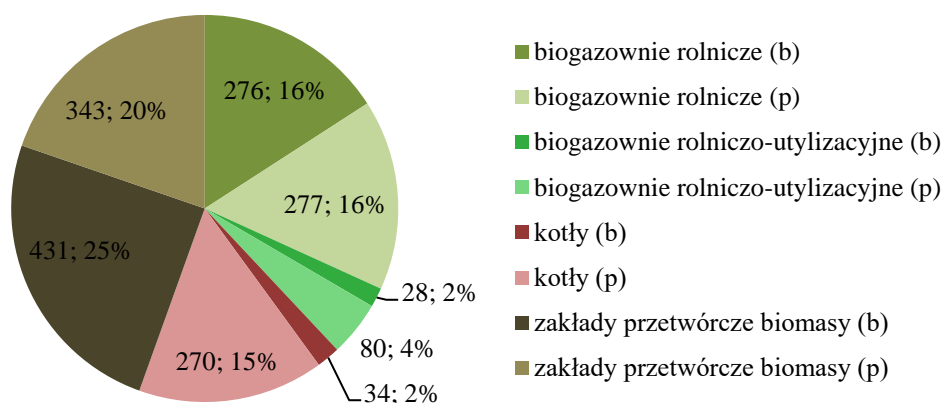
Ryc. 41. Propozycje projektów zagospodarowania biomasy na cele energetyczne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Analiza potencjału odnawialnych źródeł energii w powiecie ... i możliwości jego wykorzystania wraz z rekomendowanymi projektami*, energetycznikreatorzyzmian.pl, Fundacja Rozwoju Lubelszczyzny, Lublin, maj 2011; powiat biański ss. 137-39, biłgorajski ss. 133-36, chełmski ss. 132-33, hrubieszowski ss. 119-20, janowski ss. 117-119, kraśnicki ss. 119-20, krasnostawski ss. 119-21, łączyński ss. 112-13, lubartowski ss. 117-18, lubelski ss. 121-23, łukowski ss. 124-25, opolski ss. 118-19, parczewski ss. 116-17, puławski ss. 126-27, radzyński ss. 120-22, rycki ss. 117-21, świdnicki ss. 114-15, tomaszowski ss. 129-30, włodawski ss. 112-14, zamojski ss. 129-32.

węglowych na zasilane biomasą i wymiany starych urządzeń grzewczych na nowe, o wysokiej sprawności energetycznej. Dwie, trzy inwestycje w tej grupie zakładają zgazowanie biomasy. Porównywalny udział z biogazowniami mogłyby mieć zakłady przerabiające (zagęszczające) słomę i inne stałe produkty uboczne rolnictwa oraz przetwarzające zrębki drzew na pellet i brykiet. Dwa, trzy z nich, w powiecie zamojskim, mogłyby przerabiać bardzo duże ilości biomasy (10 tys. ton – 50 tys. ton), lecz większość, prawie 75%, przerabiałaby do 3 tys. ton biomasy rocznie.

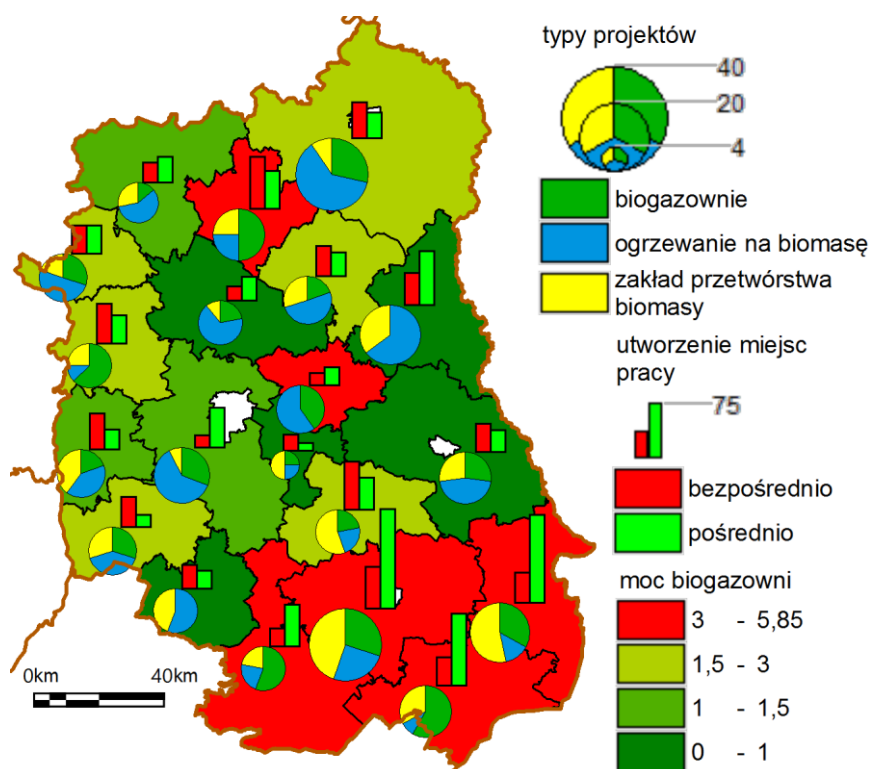
Przewidywane inwestycje w odnawialne źródła energii, których syntezę przedstawiono na rycinie 41, mają charakter kompleksowy. Powstałoby 40 MW mocy elektrycznej w obiektach, które zagospodarowałyby 240 tys. ton słomy rocznie. Bezpośrednio przy obsłudze inwestycji znalazłoby pracę blisko 770 osób, a pośrednio przy budowie, naprawach i w działalności wspomagającej, 970 osób. Koszt planowanych inwestycji szacuje się na ponad 670 mln złotych. Aż 60% z tej kwoty proponuje się przeznaczyć na biogazownie rolnicze, 16% na biogazownie rolniczo-utylizacyjne, 7% na kotły, a 17% na zakłady przerabiające biomasę. Inwestycje tego typu powinny wywołać efekty mnożnikowe, które z kolei zwiększą o 32% liczbę nowych miejsc pracy. Każdy milion złotych inwestycji w biogazownie przyczyniłby się do powstania więcej niż jednego miejsca pracy, a remonty i budowa kotłowni oraz pelłeciarni i brykieciarni, sześciu miejsc pracy. Zakłady zagęszczające biomasę spowodują powstanie większej liczby miejsc pracy niż biogazownie, ponieważ wywołają efekty mnożnikowe bezpośrednio w przedsiębiorstwach produkujących kotły (ryc. 42). Produkcja biogazu przyniesie liczne korzyści społeczne. Biogaz łatwo zamienić na energię elektryczną, którą przesyła się na znaczne odległości z relatywnie niskimi stratami. Jej wytwarzanie z biogazu zmniejsza także zanieczyszczenia środowiska.

Największą liczbę inwestycji związanych z zagospodarowaniem biomasy proponuje się w powiatach bialskim i zamojskim, przy czym w tym drugim zakładana struktura inwestycji jest korzystniejsza z uwagi na tworzenie lokalnych miejsc pracy (ryc. 43). Przewiduje się ograniczenie liczby modernizowanych kotłowni na biomasę na rzecz tworzenia zakładów przerabiających słomę i drewno na pellet i brykiet lub zagęszczających stałe produkty uboczne rolnictwa (sPUR). W powiatach radzyńskim i puławskim, gdzie liczba proponowanych inwestycji w odnawialne źródła energii jest mniejsza niż w bialskim i zamojskim, nacisk zostanie położony na tworzenie biogazowni. Inwestycje proponowane przez „Energetycznych Kreatorów” różnicują powiaty pod względem mocy biogazowni. W południowej części województwa ma być ich znacznie



Ryc. 42. Zakładana struktura miejsc pracy generowanych przez poszczególne typy inwestycji (b – bezpośrednio, p – pośrednio).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Analiza potencjału odnawialnych źródeł energii w powiecie ... i możliwości jego wykorzystania wraz z rekomendowanymi projektami*, energetycznikreatorzyzmian.pl, Fundacja Rozwoju Lubelszczyzny, Lublin, maj 2011; tak jak rycina 41.

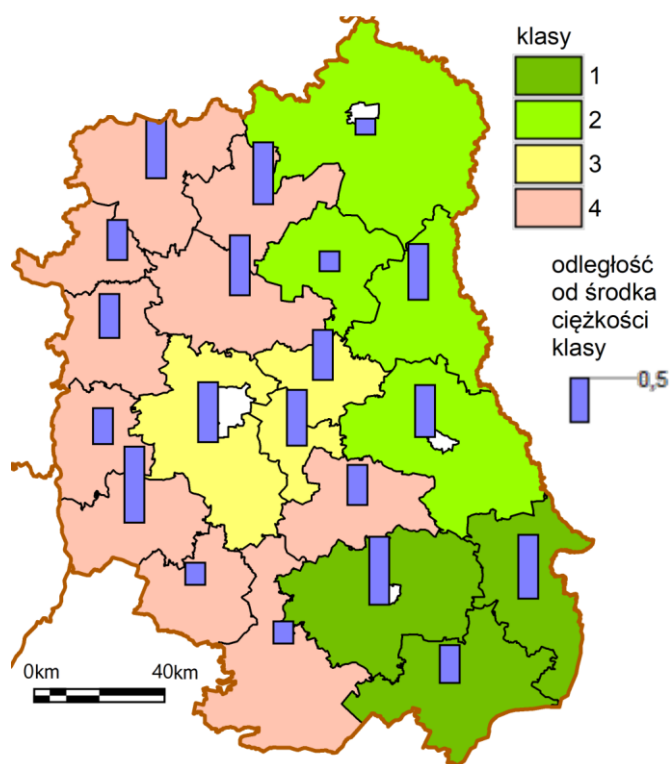


Ryc. 43. Typy inwestycji w wykorzystaniu biomasy rolniczej i tworzonych miejsc pracy oraz moc proponowanych instalacji biogazowych według powiatów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie tak jak rycina 41.

więcej niż w części wschodniej, co wynika z obiektywnych uwarunkowań społeczno-ekonomicznych i przyrodniczych.

Rycina 44 przedstawia klasyfikację powiatów województwa lubelskiego według uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne (metodę klasyfikacji omówiono szczegółowo w punkcie 1.4). Analizie poddano 39 zmiennych opisujących 27 cech,



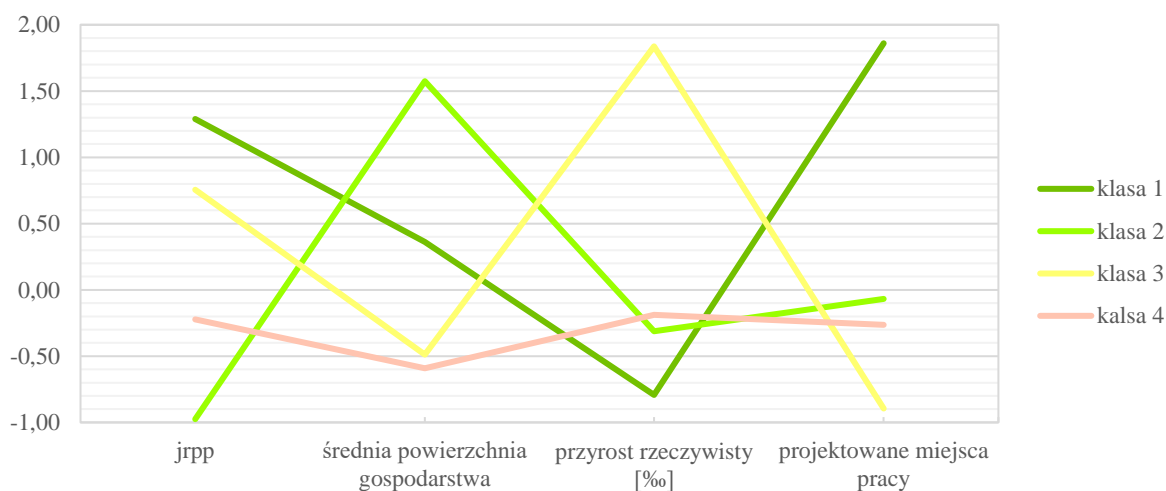
Ryc. 44. Klasyfikacja powiatów według obiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Witek T. (1994), PSR (2010), BDL GUS (2012) oraz tak jak rycina 41.

uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne. Siedem zmiennych charakteryzowało się niską wzajemną korelacją i wysokimi współczynnikami korelacji ze zmiennymi objaśniającymi, których nie wykorzystano w analizie. Dwie spośród nich odrzucono po analizie merytorycznej, w tym udział powierzchni parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu. Obecnie ten czynnik ma małe znaczenie w pozyskiwaniu biomasy, chociaż wraz z upowszechnieniem pozyskania biomasy na cele energetyczne, na obszarach chronionych zwiększy się dostępność siana z łąk objętych programami ochrony środowiska. Zmienną kierunek produkcji rolnej także pominięto, podobnie jak udział sadów w gruntach rolnych. Ostatecznie w klasyfikacji wykorzystano następujące zmienne objaśniające: jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej (skorelowaną z towarowością rolnictwa), przeciętną powierzchnię gospodarstwa rolnego, przyrost rzeczywisty ludności oraz liczbę miejsc pracy zakładanych w projekcie Energetyczni Kreatorzy Zmian (porównaj ryc. 41-42), odniesioną do powierzchni użytków rolnych. Ostatnia z wymienionych zmiennych odzwierciedla atrakcyjność powiatów pod względem lokalizacji obiektów energetycznego wykorzystania biomasy (które określono na podstawie obiektywnych uwarunkowań).

Powiaty zawarte w poszczególnych klasach charakteryzują się różnymi

uwarunkowaniami rozwoju bioenergetyki: klasa 1 – bardzo dobrymi, 2 i 3 dobrymi, a 4 przeciętnymi (ryc. 45). Cztery klasy, które wyodrębniono w wyniku zastosowanej metody, nie tworzą kontinuum liniowego. Powiaty przypisane do danej klasy nie są homogeniczne, na co wskazują odległości od środków ciężkości klas (ryc. 44). Dotyczy to zwłaszcza powiatów krasnostawskiego, zamojskiego, hrubieszowskiego i radzyńskiego.



Ryc. 45. Średnie dla klas obiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Powiaty zaliczone do klasy 1 odznaczają się wysokim udziałem bardzo dobrych i dobrych gleb, najwyższą średnią powierzchnią gospodarstw, relatywnie dużym ubytkiem rzeczywistym ludności, a na ich obszarze planuje się liczne przedsięwzięcia zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. Dobre gleby sprzyjają dominacji upraw zbóż, rzepaku i buraków cukrowych, co oznacza nadwyżki słomy oraz innych rodzajów biomasy rolniczej dla produkcji biogazu. Wysoka średnia powierzchnia gruntów w gospodarstwie sprzyja mechanizacji upraw. Spadek pogłowia zwierząt w gospodarstwach niejako wymusza ograniczenie nawożenia organicznego. Ubytek rzeczywisty jest kolejnym czynnikiem sprzyjającym mechanizacji prac. Potwierdzeniem korzystnych uwarunkowań rozwoju bioenergetyki jest wysoka atrakcyjność powiatów pod względem lokalizacji projektów zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. W powiatach hrubieszowskim, tomaszowskim i zamojskim występują zatem najlepsze warunki do rozwoju bioenergetyki.

Powiaty należące do klasy 2 odznaczają się nieco gorszymi uwarunkowaniami rozwoju kierunku biopaliwowego rolnictwa niż klasy 1, chociaż charakteryzują się relatywnie niskimi (jak na województwo lubelskie) wskaźnikami jrpp. Słabe gleby nie stanowią przeciwwskazania do uprawy roślin energetycznych pod warunkiem, że zastosuje

się inne rozwiązania dotyczące kierunków pozyskania biomasy niż w jednostkach należących do klasy 1. Aby w powiecie włodawskim pozyskać podobne ilości biomasy, co w hrubieszowskim, nie wystarczy skup słomy czy siana. Niezbędne jest zakładanie plantacji roślin energetycznych, przy czym może mu sprzyjać największa średnia powierzchnia gospodarstwa w województwie lubelskim, a także, chociaż w mniejszym stopniu, ubytek rzeczywisty ludności. Aby uzyskać podobne efekty w powiatach klasy 2 co 1, należy ponieść większe nakłady i ryzyko niż w powiatach klasy 1, co znajduje potwierdzenie w analizach ekspertów projektu Energetyczni Kreatorzy Zmian. W powiatach należących do klasy 2 wskazali oni umiarkowaną liczbę miejsc pracy związanych z bioenergetyką, wyżej oceniając szanse na pozyskanie słomy na południowym wschodzie województwa niż biomasy z roślin energetycznych w jego części wschodniej i północno-wschodniej.

Do klasy 3 należą trzy powiaty: lubelski, łączyński i świdnicki, które odznaczają się dobrymi jakościowo glebami, niską średnią powierzchnią gospodarstw, wysokim przyrostem rzeczywistym ludności oraz bardzo niską (zakładana) liczbą z miejsc pracy w projektach wykorzystania biomasy na cele energetyczne. W powiatach tej klasy wzrasta gęstość zaludnienia, przejmowane są tereny rolne na cele nierolnicze, a wiele osób porzuca pracę na roli na rzecz zatrudnienia w innych działach gospodarki narodowej. Na ich obszarze niektórzy rolnicy coraz częściej dzierżawią grunty od wielu właścicieli, a proces komasacji gruntów poprzez dzierżawy może sprzyjać pozyskaniu biomasy na cele energetyczne. Szansą powiatów klasy 3 może stać się gromadzenie biomasy odpadowej z ogródków przydomowych i małych gospodarstw. Zagrożenie stanowią zaś koszty organizacji skupu z licznych mikro źródeł biomasy rolniczej.

Powiaty położone wzdłuż zachodniej i południowo zachodniej granicy województwa, z krasnostawskim, lubartowskim i radzyńskim, tworzą najliczniejszą klasę nr 4. Każda ze zmiennych objaśniających osiąga wartości poniżej średniej dla województwa, z powierzchnią gospodarstwa, która jest tu najniższa spośród wszystkich klas. Dla powiatów klasy 4 można zaproponować dowolną ścieżkę rozwoju kierunku biopaliwowego, lecz spodziewane efekty będą prawdopodobnie gorsze niż w powiatach z pozostałych trzech klas.

5 Uwarunkowania produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne w świetle badań ankietowych

5.1 Charakterystyka respondentów i gospodarstw rolnych

Rolnictwo jest dziedziną gospodarki zdominowaną przez mężczyzn, co potwierdzają wyniki badań ankietowych. Mężczyźni stanowili 76,1% respondentów, 70,6% w gospodarstwach do 5 ha, a w gospodarstwach większych niż 15 ha aż 84,6%. Struktura badanych gospodarstw o powierzchni 5 ha i większej odzwierciedla wyniki PSR 2012 dla województwa i powiatów, gdzie współczynnik maskulinizacji kierujących gospodarstwem wynosił 79%. Różnice w stosunku do danych spisowych wystąpiły w powiatach: łączyńskim, parczewskim, lubelskim i opolskim, gdzie udział kobiet wśród respondentów był większy (od 11 p. proc. do 19 p. proc.) niż w populacji generalnej wykazanej w spisie powszechnym. W pozostałych powiatach tego rodzaju odchylenie na ogół nie przekraczało ± 3 p. proc.

Przeciętny respondent miał 46 lat i wkroczył w wiek niemobilny. Bardziej, niż na przykład osobę trzydziestoletnią, charakteryzowała go niechęć do: zmiany miejsca pracy, doksztalcania, przekwalifikowania się i zmian w strukturze produkcji na rzecz bioenergetyki. Najmłodszy ankietowany rolnik miał 17, a najstarszy 84 lata, 4% właścicieli gospodarstw miało poniżej 25 lat i taki sam odsetek ukończył 65 lat. Zgodność danych ankietowych ze spisowymi stanowi potwierdzenie wysokiej reprezentatywności badanej próby.

Wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstw maleje średnia wieku ankietowanych, przy czym wyjątkiem są właściciele największych gospodarstw (tab. 11). Dla zagospodarowania biomasy na cele energetyczne najatrakcyjniejsi są kierujący gospodarstwami o powierzchni od 15 ha do 50 ha, którzy charakteryzowali się najniższą średnią wieku. Średni wiek członków rodziny kierującego gospodarstwem rolnym (którzy pracowali w gospodarstwie), również maleje wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstw: z 44,5 lat do 40,3 lat.

Tab. 11. Przeciętny wiek ankietowanego rolnika a powierzchnia gospodarstwa rolnego.

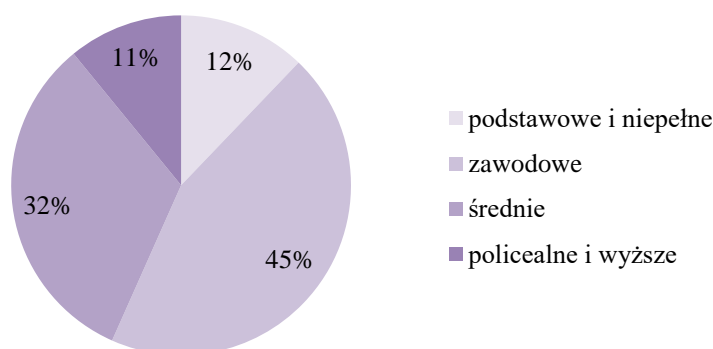
Powierzchnia [ha] gospodarstwa rolnego	mniej niż 2	2 – 5	5 – 7	7 – 10	10 – 15	15 – 20	20 – 50	50 i więcej
Średni wiek	47,5	48,4	47,1	46,5	46,3	43,9	43,3	45,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Ankietowani charakteryzowali się korzystniejszą strukturą pod względem stanu

cywilnego, niż ogół mieszkańców obszarów wiejskich. Tylko 17% ankietowanych było stanu wolnego, podczas gdy na obszarach wiejskich Polski udział tego typu osób w wieku powyżej 17 lat był wyższy. Sięgał on średnio aż 29% i wynosił 32% dla mężczyzn i 23% dla kobiet (NSP GUS 2011). Ankietowani rolnicy stanu wolnego mieli przeciętnie prawie 40 lat. Na średnią wpływały, zawyżając ją, osoby starsze (wdowcy i wdowy), lecz przy pominięciu osób powyżej 65 lat średni wiek ankietowanych rolników stanu wolnego wynosił prawie 38 lat. Wśród ankietowanych w wieku poniżej 65 lat, średni wiek kobiet był wyższy niż mężczyzn (44 lata wobec 36 lat).

Respondenci byli lepiej wykształceni niż ogół mieszkańców obszarów wiejskich (PSL 2011), odznaczając się mniejszym niż średnio udziałem osób ze skończoną szkołą podstawową i większym z ukończoną szkołą zawodową. Kierujący gospodarstwem rolnym najczęściej posiadali wykształcenie zawodowe bądź średnie (ryc. 46), lecz tylko jeden na dziewięciu kontynuował naukę po zdaniu matury. Wśród ankietowanych w przedziale 35-55 lat dominowały osoby z wykształceniem zawodowym i średnim, w przedziale, 55-65 lat z zawodowym, podstawowym i średnim, a powyżej 65 lat z wykształceniem podstawowym i zawodowym. Wśród ankietowanych mężczyźni dominowali w grupie osób z wykształceniem zawodowym, a kobiety wśród osób z wykształceniem średnim i wyższym. Kobiety na obszarach wiejskich są „przygotowywane” do innej roli niż zarządzanie gospodarstwem rolnym, a zatem rzadziej niż mężczyźni posiadają wykształcenie rolnicze (miało je 32% badanych kobiet i 39% mężczyzn). Często są formalnie właścicielami gospodarstwa, podczas gdy faktycznie zarządza nim mężczyzna.



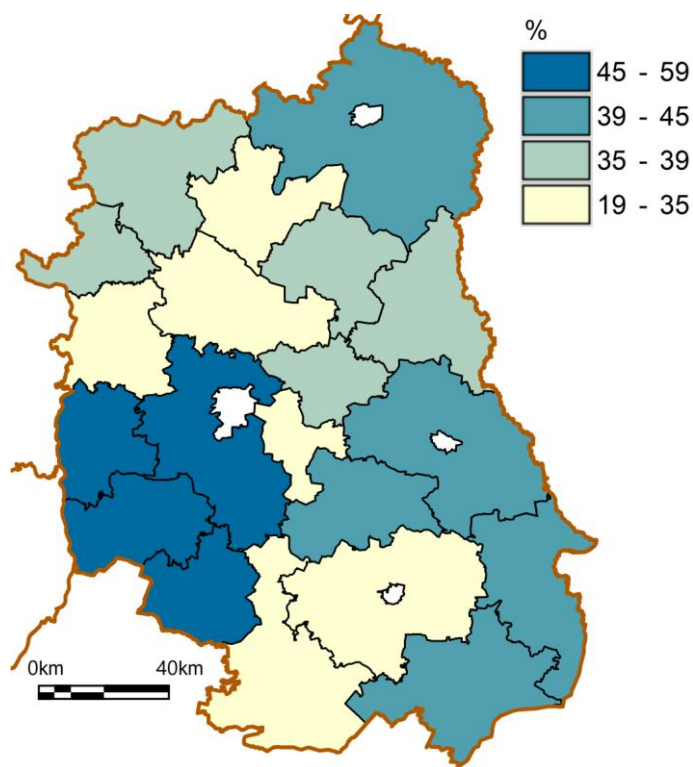
Ryc. 46. Struktura wykształcenia ankietowanych rolników.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Wykształcenie jest uwarunkowaniem, które sprzyja upowszechnianiu energetycznego wykorzystania biomasy, przy czym istotny jest jego charakter: rolnicze a nierolnicze. Wśród ankietowanych wykształcenie rolnicze deklarowało 38% osób

kierujących gospodarstwami, podczas gdy w województwie lubelskim i Polsce tego typu wskaźnik kształtował się na wyższym poziomie i wynosił odpowiednio: 45%, i 42% (PSR 2002). Różnice między próbą a danymi spisowymi (PSR 2010) wystąpiły w warunkach braku możliwości wskazania w ankiecie kursów rolniczych. Część ankietowanych nie traktowała ich ukończenia jako wykształcenia rolniczego, część podała wykształcenie podstawowe lub niepełne podstawowe, a pozostali zawodowe. Różnice można wyjaśnić także wzrostem wykształcenia osób przejmujących gospodarstwa rolne. Braki w wykształceniu mogą stanowić uwarunkowanie rozprzestrzeniania się nieprawdziwych opinii o uprawach na cele energetyczne, lecz wraz z przejmowaniem gospodarstw przez młodych rolników można spodziewać się podejmowania przez nich do nowych wyzwań, jak produkcja biomasy na cele energetyczne.

Pod względem udziału rolników z wykształceniem rolniczym, dane ankietowe najbardziej różniły się od spisowych (PSR 2002, BDL GUS) w powiatach: lubartowskim (powyżej 10 p. proc.) oraz parczewskim i biłgorajskim (powyżej 7 p. proc., ryc. 47). Szanse rozwoju kierunku biopaliwowego produkcji rolnej są jednak większe niż wynikałoby to z odpowiedzi ankietowanych rolników. Udział właścicieli gospodarstw z wykształceniem rolniczym zwiększał się bowiem w kolejnych przedziałach wieku. W grupie do 40 roku życia wyniósł 35%, a powyżej 50 roku sięgał aż 40%, co wskazywałoby na gorsze zawodowe przygotowanie młodych rolników. Przewaga rolników ze starszych grup wieku pod względem wykształcenia rolniczego wiązała się jednak z ich deklaracjami o udziale w kursach rolniczych.

W prawie wszystkich przedziałach powierzchni gospodarstw udział rolników z wykształceniem zawodowym i średnim był bliski 75%. W przedziale gospodarstw od 15 ha do 20 ha dominowali jednak ankietowani z wykształceniem średnim, a gospodarstwami powyżej 20 ha częściej kierowali rolnicy z wykształceniem wyższym. Kierujący gospodarstwami do 5 ha znacznie rzadziej posiadali wykształcenie rolnicze niż ogół ankietowanych (tab. 12), przy czym swoją wiedzę opierali na doświadczeniu zdobytym w trakcie pracy na roli, najpierw z rodzicami, a później samodzielnej. W małych gospodarstwach większe znaczenie dla ich właścicieli miały korzyści wynikające z uczestnictwa w systemie emerytalnym KRUS niż efekty prowadzenia działalności rolniczej, co nie sprzyja przekazywaniu wiedzy o biopaliwach czy roślinach energetycznych. Jeśli byli oni niechętni produkcji roślin na cele energetyczne, to zachęcające do niej lokalne kampanie informacyjne, niewiele zmieniają. Kierujący większymi gospodarstwami (powyżej 7 ha) stwierdzali natomiast, że są dobrze przygotowani do prowadzenia działalności rolniczej.



Ryc. 47. Udział respondentów z wykształceniem rolniczym.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Tab. 12. Udział kierujących gospodarstwem rolnym z wykształceniem rolniczym według powierzchni gospodarstwa rolnego.

Powierzchnia [ha]	mniej niż 2	2-5	5-7	7-10	10-15	15-20	20-50	50 i więcej
Osoby z wykształceniem rolniczym [%]	8,7	24,4	33,0	38,3	41,4	43,0	51,3	65,6

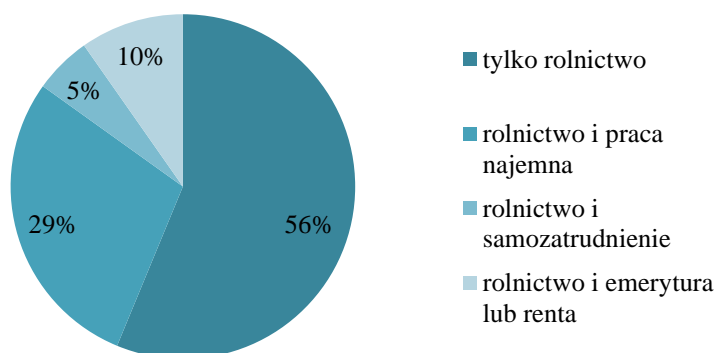
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Właściciele gospodarstw o powierzchni piętnastu i więcej ha deklarowali, że ich decyzje są w większym stopniu oparte na rachunku ekonomicznym niż decyzje właścicieli małych gospodarstw.

Udział właścicieli gospodarstw posiadających wykształcenie rolnicze był przestrzennie zróżnicowany (ryc. 47). Wysokim tego rodzaju wskaźnikiem wyróżniali się ankietowani z powiatów: kraśnickiego, opolskiego, janowskiego i lubelskiego. Mimo, iż rolnicy nie wykazywali w nich entuzjazmu do kierunku biopaliwowej produkcji rolnej, to mogą stać się jego zwolennikami w warunkach wdrożenia projektów wykorzystania biomasy. Niepokój budzi niski (poniżej 35%) średni wskaźnik wykształcenia rolniczego ankietowanych dla powiatu zamojskiego, co może hamować wykorzystanie biomasy we wschodniej i południowo-wschodniej części województwa oraz ograniczać wykorzystanie słomy jako pozostałości po dominujących w tym rejonie uprawach zbóż. Mały udział rolników z wykształceniem rolniczym w powiatach położonych na północ i północny-

wschód od Lublina, gdzie nie podejmuje się działań na rzecz rozwoju bioenergetyki, nie będzie sprzyjał wykorzystaniu biomasy na cele energetyczne.

Źródło dochodu jest jednym z ważniejszych uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne. Ponad połowa ankietowanych rolników utrzymywała się tylko z rolnictwa, a 30% uzyskiwała dodatkowe dochody z umowy o pracę (dawniej tego typu rolników określano jako „chłoporobotników”). Co dziesiąty ankietowany z czerpał dodatkowy dochód z emerytury lub renty, a co dwudziesty z samozatrudnienia (ryc. 48). Kobiety kierujące gospodarstwem rolnym rzadziej niż mężczyźni utrzymywały się tylko i wyłącznie z pracy na roli. Ponad 50% spośród nich deklarowało rolnictwo jako jedyne źródło dochodu, chociaż często czerpały także dodatkowy dochód z emerytury bądź renty. Osoby z wykształceniem rolniczym angażowały się głównie w działalność rolniczą (11 p. proc. powyżej średniej), unikając innych form zarobkowania, na przykład pracy na etacie (8 p. proc. poniżej średniej). Również ankietowani, którzy zakończyli edukację na poziomie podstawowym lub niższym, unikali pracy na etacie, jednak częściej pobierali emeryturę lub rentę.



Ryc. 48. Struktura źródeł dochodu respondentów kierujących gospodarstwem rolnym.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

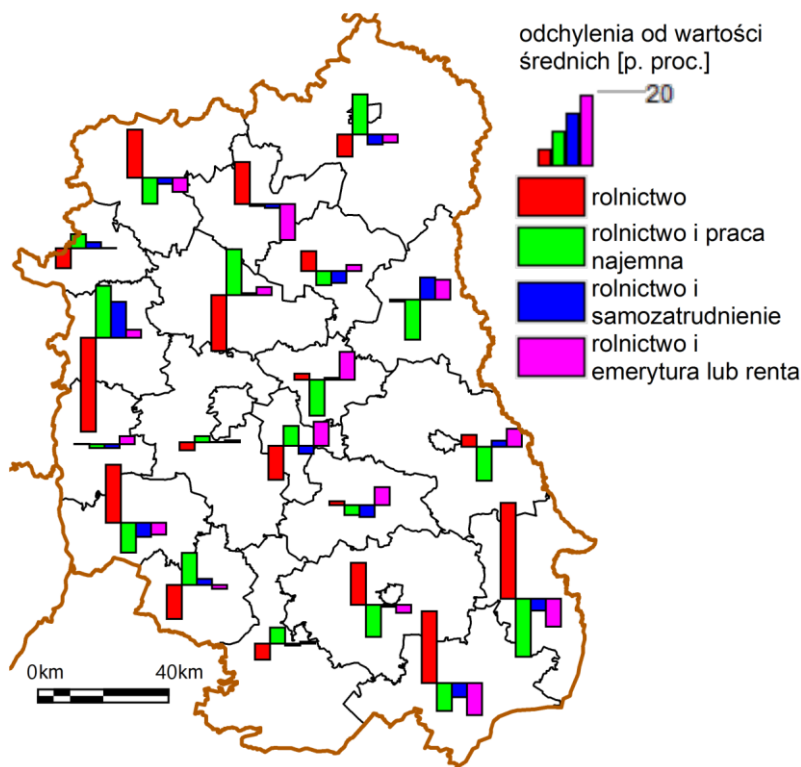
Wykształcenie wyższe przekładało się na zmniejszenie znaczenia rolnictwa i transferów państwa jako źródła dochodu, na rzecz pracy najemnej i w mniejszym stopniu samozatrudnienia. Respondenci w wieku do 45 lat, częściej niż pozostali, czerpali dodatkowe dochody z pracy najemnej, a nieliczni otrzymywali emeryturę bądź rentę. Ankietowani w wieku powyżej 65 lat bardzo często jako źródło dochodu deklarowali rolnictwo oraz emeryturę i rentę (50 p. proc. powyżej średniej), a znacznie rzadziej wykazywali rolnictwo jako jedyne źródło utrzymania (33 p. proc. poniżej średniej). Prowadzący gospodarstwa do 5 ha często dorabiali pracą na etacie (15 p. proc. powyżej średniej) lub otrzymywali środki w formie renty bądź emerytury (6 p. proc. powyżej

średniej). Prawie 69% właścicieli gospodarstwa przekraczających 10 ha, deklarowało zaś, że zajmuje się tylko rolnictwem. W gospodarstwach o powierzchni większej niż 20 ha, aż 83% ankietowanych traktowało rolnictwo jako główne źródło dochodu. W tej grupie praca najemna miała istotne znaczenie tylko dla 10% ankietowanych.

Ankietowani rolnicy, którzy uzyskiwali dodatkowe dochody z pracy poza własnym gospodarstwem (ryc. 49), w powiecie puławskim znajdowali zatrudnienie w Zakładach Azotowych Puławy bądź przedsiębiorstwach kooperujących, w powiecie lubartowskim w przedsiębiorstwie PolSkone (producent drzwi i okien) oraz na giełdzie rolno-spożywczej, w janowskim w Caterpillar (producent maszyn budowlanych) i zakładach przemysłu drzewnego, w świdnickim w zakładach lotniczych i przemysłu maszynowego, w bialskim w firmach obsługujących ruch międzynarodowy, zwłaszcza w transporcie paliw i gospodarce magazynowej, w ryckim w zakładach przemysłu spożywczego (mleczarnia), a w biłgorajskim w zakładach meblarskich. Brak dużych pracodawców stanowił uwarunkowanie specjalizacji gospodarstw rolników: w powiecie zamojskim w produkcji zbóż i rzepaku, w radzyńskim w produkcji mleka, w łukowskim mięsa, w kraśnickim w sadownictwie i plantacjach owoców miękkich, a w tomaszowskim i hrubieszowskim w towarowej produkcji roślinnej. W niekorzystnych warunkach produkcji rolnej i braku pracodawcy poza rolnictwem, małał udział rolników zatrudnionych na umowę o pracę, a wzrastał emerytów (powiaty włodawski, łęczyński i chełmski).

Najbardziej atrakcyjną grupę rolników dla rozwoju bioenergetyki są „chłoporobotnicy” i samozatrudnieni, którzy prowadzą gospodarstwo o powierzchnię powyżej 5 ha bądź 10 ha. Rzeczywistym zarządcą gospodarstwa jest wówczas inna osoba niż podająca się za zarządcę, najczęściej członek rodziny pracujący „na etacie” w gospodarstwie rolnym lub prowadzący własną firmę. Ankietowani samozatrudnieni, podobnie jak „chłoporobotnicy”, często poszukiwali dodatkowych źródeł dochodu. Pracujący „na etacie” we własnym gospodarstwie by osiągnąć wzrost dochodów zmieniali kierunki produkcji rolnej. Emeryci i renciści gospodarujący na małych arealach nie byli zaś w ogóle zainteresowani sprzedażą stałych produktów ubocznych rolnictwa i nie planowali zakładania plantacji roślin energetycznych. Rolnicy, dla których jedyne źródło dochodu stanowiła praca na roli, zwracali uwagę na czynniki pozafinansowe jako motywację do produkcji biomasy na cele energetyczne.

Udział produkcji sprzedanej (towarowej) stanowi istotne uwarunkowanie energetycznego wykorzystania biomasy. W małych gospodarstwach produkcję prowadzi się w sposób autarkiczny albo do niego zbliżony. Biomasa nie jest sprzedawana czy



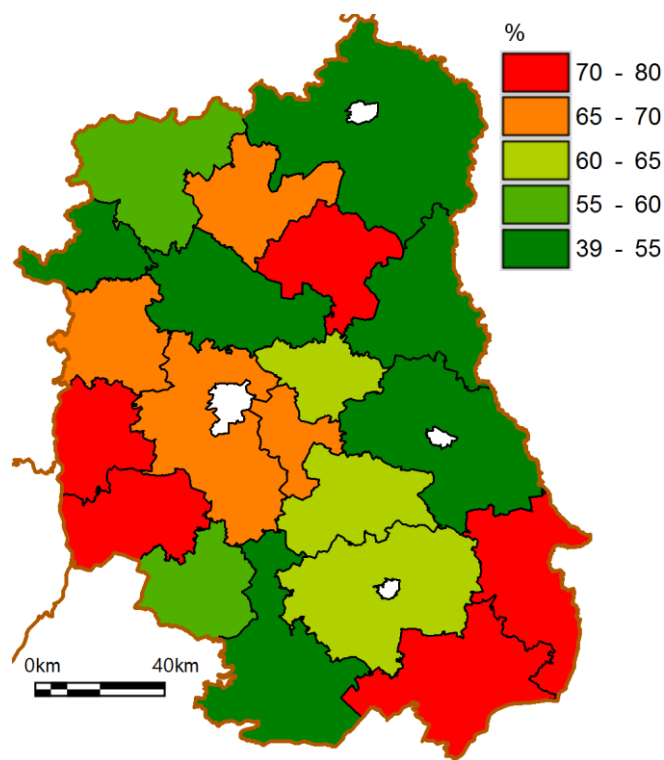
Ryc. 49. Zróznicowanie źródeł dochodu ankietowanych rolników według powiatów.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

przekazywana poza gospodarstwo, lecz zagospodarowana wewnątrz niego. Często dochodzi do wymiany biomasy między sąsiadami, na przykład słomy zbożowej na ściółkę, obornik lub kurzeniec do nawożenia pól. W gospodarstwach towarowych odpadów biomasy nie można natomiast zagospodarować własnymi siłami. Pojawiają się więc nadwyżki, które mogą być przeznaczone na cele energetyczne. Rolników chętnych do zbycia stałych produktów ubocznych rolnictwa oraz założenia plantacji roślin energetycznych w pierwszej kolejności należy więc poszukiwać w powiatach o wysokiej towarowości produkcji rolnej.

Na podstawie wypowiedzi ankietowanych rolników przeciętny poziom towarowości ich gospodarstw oszacowano na 61%, co oznacza, że taka część produkcji rolnej była sprzedawana na rynku (ze względu na różnice metodologiczne nie było możliwe porównanie danych z próby z informacjami GUS). Wskaźnik towarowości niższy od średniej odnotowano w gospodarstwach: o powierzchni powyżej 5 ha (niższy o 12 p. proc.), prowadzonych przez kobietę (o 3,5 p. proc.), osobę z wykształceniem podstawowym lub niepełnym podstawowym (o 8,5 p. proc.) i osobę w wieku powyżej 60 lat (o 11,5 p. proc.). Poziomem towarowości wyższym od średniej odznaczały się zaś gospodarstwa prowadzone przez osoby z wyższym wykształceniem, a także te, których powierzchnia użytków rolnych przekraczała 15 ha (wskaźnik wyższy odpowiednio o 6,5 p. proc. i 9 p. proc.).

Zróznicowanie wskaźnika towarowości gospodarstw, w których przeprowadzono

badanie ankietowe przedstawia rycina 50. Wysoki poziom towarowości (powyżej 70%) odnotowano w powiatach hrubieszowskim, tomaszowskim, kraśnickim, opolskim i parczewskim, a niski we włodawskim (gdzie wyniósł 39%), lubartowskim (48%), biłgorajskim, ryckim, bialskim, chełmskim, łukowskim i janowskim (od 52% do 56%). Ilość biomasy pozyskiwanej na ich obszarze na cele energetyczne początkowo będzie zatem niska. Wyniki ankiet potwierdziły, że w gospodarstwach niskotowarowych słoma jest wykorzystywana jako nawóz, a produkty uboczne rolnictwa stanowią przedmiot wymiany barterowej między gospodarstwami. Towarowość nie jest uwarunkowana czynnikami o wysokiej dynamice, a więc w gospodarstwach niskotowarowych korzystne zmiany dla rozwoju bioenergetyki mogą nastąpić w długim okresie, ponad 10 lat.

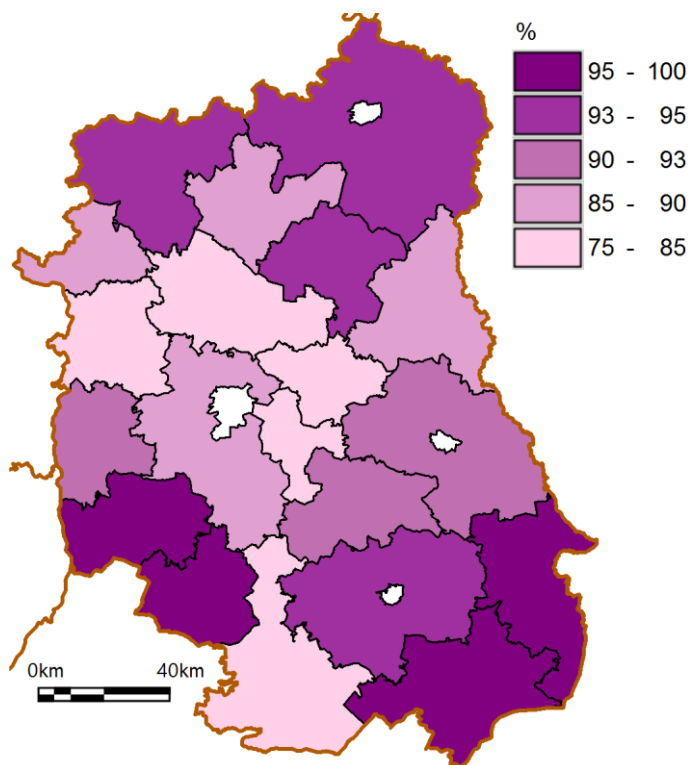


Ryc. 50. Towarowość produkcji gospodarstw ankietowanych rolników według powiatów.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Poziomu wyposażenia gospodarstw w ciągniki stanowi ważną przesłankę do opracowania strategii współpracy z rolnikami w produkcji biomasy. We współczesnym gospodarstwie ciągnik stanowi podstawowe narzędzie pracy rolnika, a przyczepa i prasa do zbioru słomy, urządzenia uzupełniające go. Dane dotyczące wyposażenia gospodarstw w ciągniki uzyskane z badanej próby i Powszechnego Spisu Rolnego 2010 różniły się między sobą, ponieważ wśród ankietowanych znalazło się stosunkowo mało kierujących gospodarstwami o powierzchni do 5 ha. Największe niedoszacowanie wyposażenia

gospodarstw w ciągniki wystąpiło w powiatach świdnickim, biłgorajskim i w mniejszym stopniu krasnostawskim. Przeszacowania miały mniejszą skalę i dotyczyły powiatów chełmskiego i łukowskiego.

Współczynnik korelacji liniowej Pearsona między wiekiem i mocą ciągników osiągnął wartość 0,76. Okazał się on wysoki i statystycznie istotny na poziomie istotności 0,01. W powiatach biłgorajskim, kraśnickim i opolskim, ciągniki były stosunkowo nowe, lecz słabe pod względem mocy, podczas gdy w tomaszowskim i zamojskim stare, lecz o dużej mocy. Na przykład, w powiatach kraśnickim i hrubieszowskim, gdzie praktycznie każdy ankietowany rolnik posiadał ciągnik (ryc. 51), większość tego typu maszyn pochodziła sprzed 2000 roku i miała moc poniżej 100 KM. Ciągniki mające mniej niż 15 lat i mocniejsze niż 100 KM odnotowano w mniej niż co piątym (18%) gospodarstwie wyposażonym w tego rodzaju maszynę. Wszystkie rodzaje biomasy mają niską gęstość nasypową, a więc jej transport do odbiorcy może być wykonywany przez każdy ciągnik. Odmładzanie parku maszynowego jest korzystne dla rozwoju kierunku energetycznego produkcji rolnej. Rolnicy są bowiem skłonni do uczestniczenia w projektach zagospodarowania biomasy aby zwiększyć swój dochód i spłacić zadłużenie związane z zakupem ciągnika.



Ryc. 51. Wyposażenie ankietowanych gospodarstw w maszyny i urządzenia zagospodarowania biomasy według powiatów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Co dziesiąty ankietowany nie posiadał ciągnika. Ciągnika nie miał co czwarty rolnik czerpiący dochód z rolnictwa oraz emerytury bądź renty, co siódmy uzyskujący dochód z rolnictwa i pracy najemnej bądź samozatrudnienia oraz co dwudziesty piąty utrzymujący się wyłącznie z rolnictwa (tab. 13). Wystąpiła zależność między posiadaniem ciągnika i wiekiem respondenta. Brak tego typu maszyny deklarowało 8% kierujących gospodarstwami rolnymi w wieku do 50 lat, 11% w wieku od 50 do 60 lat oraz 24% w wieku powyżej 60 lat. Blisko jedna czwarta rolników, którzy po przekroczeniu 60 lat przeszli na emeryturę, korzystała z pomocy sąsiadów, wypożyczając od nich ciągnik i inny sprzęt albo wydierżawiła swoje grunty. Im większa powierzchnia gospodarstwa rolnego, tym mniejszy udział rolników nieposiadających ciągnika. Ponad połowa gospodarstw o powierzchni poniżej 2 ha nie dysponowała ciągnikiem rolniczym, podczas gdy w gospodarstwach o powierzchni powyżej 15 ha nie miało go zaledwie 0,8% gospodarstw (tab. 13).

Tab. 13. Udział ankietowanych nieposiadających ciągnika według powierzchni gospodarstw.

Powierzchnia [ha]	mniej niż 2	2 – 5	5 – 10	10 – 15	15 i więcej
Gospodarstwa bez ciągnika	54,2	32,3	11,5	1,3	0,8

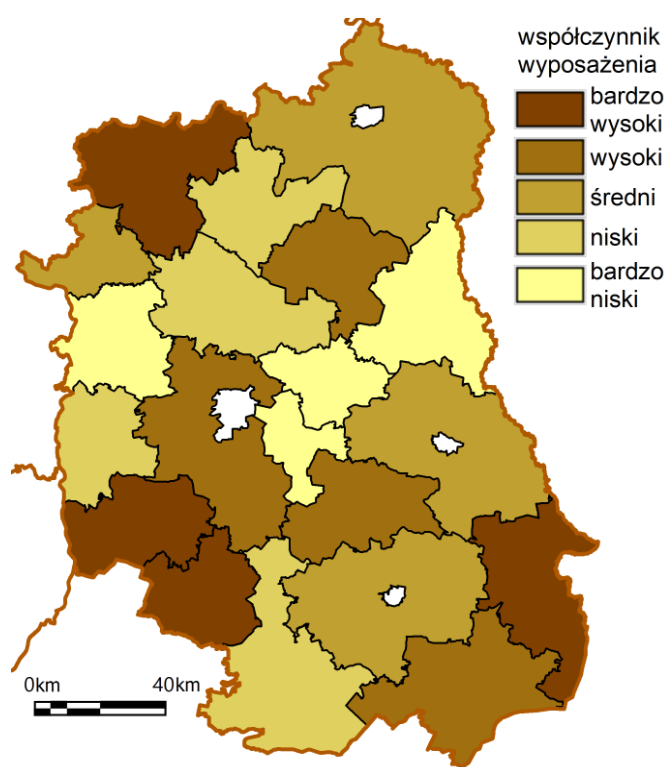
Zródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Występowanie gospodarstw stosunkowo słabo wyposażonych w ciągniki, głównie w powiatach położonych w środkowej części województwa, stwarza szanse na wydierżawienie na ich obszarze gruntów pod uprawę roślin energetycznych. W pozostałych powiatach udział ankietowanych gospodarstw bez ciągnika był mniejszy, lecz i na ich obszarze możliwa jest dzierżawa gruntów pod uprawę roślin energetycznych. Odpłatna dzierżawa gruntów sprzyja rozwojowi biopaliwowego kierunku produkcji rolnej, gdy prowadzi do wzrostu powierzchni upraw na cele energetyczne. Dzierżawiący uprawia rośliny na swój rachunek, a właściciel działki otrzymuje czynsz. Biorąc pod uwagę uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, grunty do wydierżawienia, które można przeznaczyć pod uprawę roślin energetycznych, występują w gospodarstwach nie posiadających ciągnika, niskotowarowych, prowadzonych przez rolnych emerytów i rencistów, a także wśród rolników pracujących niejako „na etacie” we własnym gospodarstwie i samozatrudnionych (prowadzących własne firmy). Dwukrotnie częściej wydierżawienie gruntów deklarowali ankietowani nieposiadający wykształcenia rolniczego niż z tego rodzaju wykształceniem oraz rolnicy o niskim wykształceniu.

Większość, aż 70% ankietowanych posiadała co najmniej jedną przyczepę. Jej średnia ładowność wynosiła 4,7 t, a dominanta 4 t, przy czym 87% przyczep

charakteryzowało się ładownością od 2 do 6 t, a tylko 9% od 8 do 12 t. W pojedynczych gospodarstwach występowały wielkie przyczepy o ładowności do 26 ton. Większość przyczep nadawała się do przewozu biomasy na krótkie odległości, od kilku do kilkunastu kilometrów. W warunkach równomiernego przestrzennego rozkładu rolników posiadających przyczepy o dużej ładowności, współpracę z nimi w transporcie biomasy można nawiązać w większości powiatów. Przewóz surowca przez miejscowych kierowców byłby tańszy niż wykonywany przez tabor spoza danego terenu. Z właścicielami większych, ponad 14-tonowych przyczep powinny jednakże zostać przeprowadzone pogłębione wywiady dotyczące warunków na jakich zgodziliby się transportować biomasę do centrów jej przeróbki lub elektrociepłowni.

Tylko trzech na dziesięciu respondentów dysponujących ciągnikiem posiadało także prasę do zbioru słomy, której zagęszczenie zmniejsza koszty transportu biomasy. Wydaje się, że wykorzystanie sprzętu już posiadanego przez rolników jest lepszym rozwiązaniem niż zakup nowych pras na potrzeby projektów bioenergetycznych, gdyż poprawia się stopień wykorzystania posiadanych maszyn, a ich właściciel otrzymują dochód za wykonaną pracę.



Ryc. 52. Wyposażenie ankietowanych gospodarstw³⁶ w maszyny i urządzenia zagospodarowania biomasy.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

³⁶ Współczynnik obliczono metodą punktową (1 punkt – ciągnik, przyczepa lub prasa „mała kostka”, 2 punkty – prasa bele, 3 punkty – prasa „duża kostka”).

Nie trzeba wówczas ponosić wydatków na urządzenia intensywnie wykorzystywane jedynie przez jeden lub dwa krótkie okresy w roku. Niezbędne staje się jednak przystosowanie systemu przeróbki biomasy do maszyn posiadanych przez rolników.

Ankietowani rolnicy, którzy dysponowali prasą do zbioru słomy, najczęściej posiadali także urządzenia wytwarzające „kostkę” (66%) i „bele” (33%) słomy. Zupełny margines stanowiły maszyny zagęszczające duże kostki słomy (4%). Struktura parku maszynowego wiązała się z uwarunkowaniami historycznymi (popularność małej kostki w latach 80. XX wieku), a zwłaszcza z małą powierzchnią pól, na których wykorzystanie dużych pras byłoby nieefektywne. Park maszynowy ankietowanych rolników był zróżnicowany jakościowo (ryc. 52), a jego dostosowanie do metod pozyskania biomasy może stanowić o sukcesie lub porażce projektów energetycznego zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa. Dotyczy to zwłaszcza obszarów, które obecnie nie są wykorzystane pod tym względem, na przykład północnej i południowo-zachodniej części województwa lubelskiego. Niejednorodność dostępnych maszyn nie sprzyjała energetycznemu wykorzystaniu biomasy, gdyż komplikowała proces transportu i przygotowania biomasy do przeróbki i zagęszczenia. Stanowiła jednak przesłankę do rozważania zakupu pras przez zakłady przetwórstwa biomasy.

5.2 Zagospodarowanie słomy i jej nadwyżki według ankietowanych

W Polsce i w województwie lubelskim, wykorzystanie biomasy pochodzenia rolniczego na cele energetyczne jest nowym zjawiskiem. Niewielka liczba obiektów zagospodarowania biomasy rolniczej na cele energetyczne, które powstały w kilku ostatnich latach oraz ich ograniczony terytorialny zasięg działania, powodują, że kotłownie gminne na biomasę (Grabowiec, Dubienka) lub biogazownie rolnicze (Piaski, Koczergi k/Parczewa, Uhnin k/Dębowej Kłody, Międzyrzec) wykorzystują głównie miejscowy surowiec. Projektowanie większych przedsięwzięć, które objęłyby swoim oddziaływaniem obszar powiatu lub grupy powiatów, wymaga rozpoznania uwarunkowań lokalnych, zwłaszcza podaży biomasy. Projekty wykorzystania produktów ubocznych rolnictwa i biomasy roślin energetycznych mogą zakończyć się niepowodzeniem ze względu na ograniczenia progowe związane z wielkością instalacji i kosztami stałymi.

W celu wskazania szans i zagrożeń związanych z podażą biopaliw dla przedsięwzięć bioenergetyki obejmujących zasięgiem obszar większy niż pojedyncza gmina, analizie poddano opinie właścicieli gospodarstw rolnych dotyczące: sposobu nawożenia użytków rolnych, występowania produktów ubocznych rolnictwa w gospodarstwach, możliwości

uprawy roślin energetycznych i wykorzystania biopaliw w gospodarstwie. Analizowano także wiedzę rolników na temat biopaliw. Informacje uzyskane na podstawie ankiet umożliwiają dokonanie racjonalnych wyborów dotyczących strategii wykorzystania biomasy na cele energetyczne i kampanii informacyjnych na temat projektów wykorzystania biomasy, a także wskazanie lokalizacji biogazowni i innych obiektów bioenergetyki.

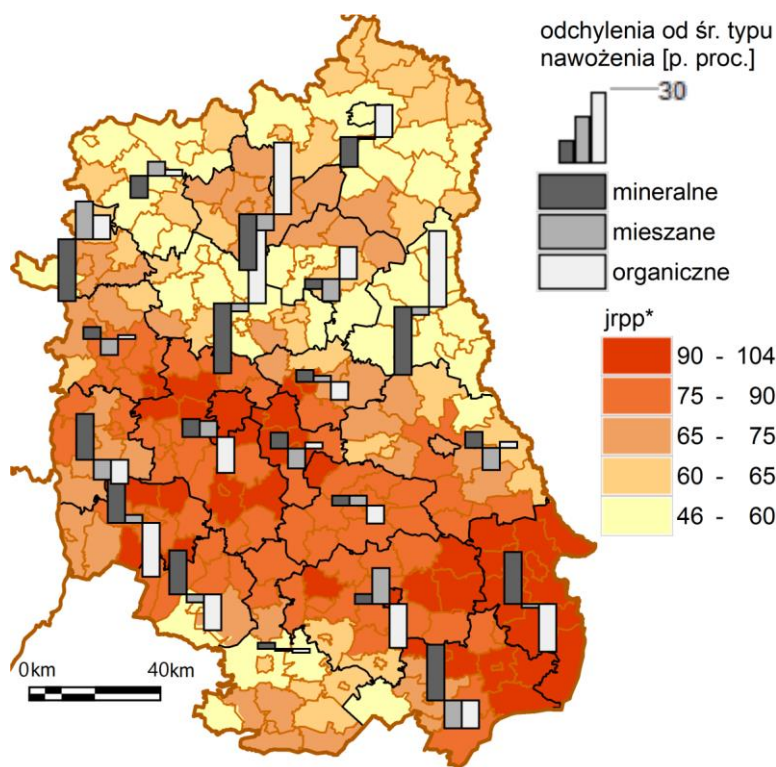
Ilość dostępnych stałych produktów ubocznych rolnictwa jest bezpośrednio związana z preferowanym sposobem nawożenia gruntów. Zwiększenie znaczenia nawozów organicznych skutkuje ograniczeniem ilości produktów ubocznych rolnictwa dostępnych do zagospodarowania na cele energetyczne (odwrotnie jest w przypadku nawozów mineralnych). Na decyzje rolników o zastosowaniu nawozów organicznych lub mineralnych, wpływa relacja kosztu nawozów mineralnych i zysku ze sprzedaży biomasy, pozostałej na przykład po zbiorze zbóż. Wysokie ceny nawozów mineralnych mogą zatem przesądzić o niepowodzeniu projektów energetycznego zagospodarowania biomasy.

Słoma zbożowa i rzepakowa nadają się do bezpośredniego spalania lub produkcji brykietu, który można transportować na większe odległości. Dominacja nawożenia mineralnego stanowi uwarunkowanie występowania nadwyżek słomy zbożowej i rzepakowej, jako odpadu. Jeśli słoma nie zostanie wykorzystana jako naturalny nawóz poprzez przyoranie bądź jako ściółka dla zwierząt, staje się zbędna i może być sprzedana. Dominacja nawożenia organicznego przy jednoczesnym ograniczeniu chowu zwierząt w gospodarstwie oznacza na ogół przyoranie słomy i ograniczenie jej dostępności. Z kolei w warunkach chowu zwierząt nawóz organiczny stanowi obornik, do którego powstania niezbędne jest użycie słomy³⁷.

Rycina 53 przedstawia przestrzenne zróżnicowania preferencji rolników co do nawozów organicznych i mineralnych. Na obszarach o wysokiej jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej (głównie Wyżyna Lubelska) w pięciu powiatach przeważało nawożenie mineralne, a w pięciu innych żaden z typów nawożenia. Na obszarach o niskiej jakości gleb (Nizina Południowopodlaska i Kotlina Sandomierska) w pięciu powiatach ankietowani rolnicy częściej stosowali nawożenie organiczne niż mineralne, przy czym przewaga nawożenia organicznego była większa niż w poprzedniej grupie powiatów. Rycina 53 przedstawia także odchylenia typów nawożenia w powiatach od wartości średniej dla województwa.

Współczynnik korelacji liniowej Pearsona pomiędzy jakością rolniczej przestrzeni

³⁷ Produkcja biogazu nie stanowi konkurencji dla nawożenia, ponieważ pozostałość po procesie fermentacji, płyn pofermentacyjny, wykorzystuje się jako nawóz organiczny.

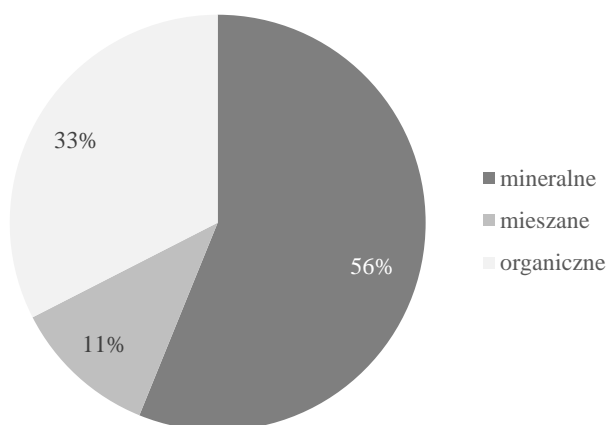


Ryc. 53. Typy nawożenia w ankietowanych gospodarstwach na tle wskaźnika jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191) oraz Witek (1994).

produkcyjnej i przeważającym sposobem nawożenia dla gmin wyniósł 0,49 dla nawozów mineralnych i -0,59 dla organicznych. Ich istotność statystyczną stwierdzono za pomocą statystyki p oraz testu t-Studenta. Współczynnik determinacji R^2 , informujący w jakim stopniu zmienność zmiennej objaśnianej została wyjaśniona przez zmienną objaśniającą (analiza regresji), dla gmin wyniósł odpowiednio: 24% i 33%, a więc był stosunkowo niski. Dla powiatów korelacje były wyższe i wyniosły odpowiednio: 0,76 i -0,77 (okazały się istotnie statystycznie na poziomie istotności 0,01). Ze względu na relatywnie niskie nawożenie mineralne w środkowej i północno-zachodniej części Wyżyny Lubelskiej, obszar ten może być traktowany jako przejściowy, gdzie spalanie biopaliw stałych nie powinno być tak silnie preferowane, jak w jej południowo-wschodniej części oraz na Wyżynie Wołyńskiej. Możliwość zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa, bez rozwoju plantacji roślin energetycznych, na obszarze wyżynnym województwa o wysokim nawożeniu mineralnym może stanowić bodziec do powstawania kotłowni opalanych biomasą, a na pozostałych obszarach uwarunkowanie sprzyjające budowie biogazowni.

Odpowiedzi ankietowanych wskazywały na dominację nawożenia mineralnego (ryc. 54), przy czym można spodziewać się dalszego wzrostu znaczenia tego sposobu wzbogacania gleby. Gospodarstwa wysokotowarowe, dysponujące nowoczesnym sprzętem, duże powierzchniowo oraz obejmujące dobre jakościowo gleby mogą dostarczyć większych

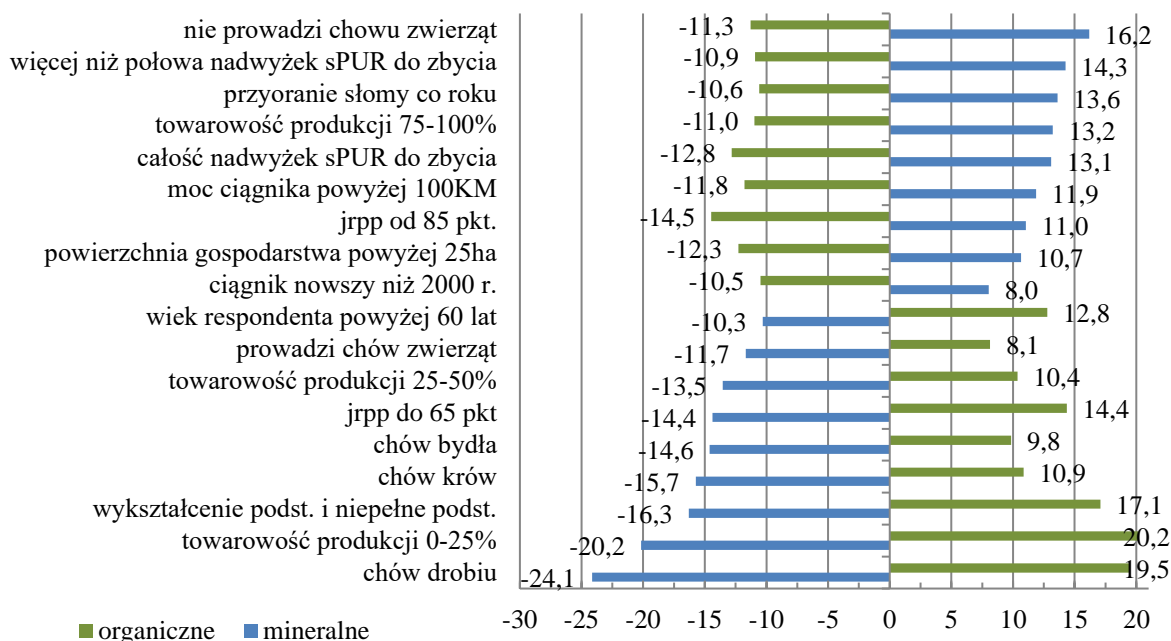


Ryc. 54. Formy nawożenia w ankietowanych gospodarstwach [%].
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

ilości słomy niż typowe ankietowane gospodarstwo. Wzrost towarowości produkcji rolnej, a więc intensyfikacja powiązań gospodarstw z rynkiem i pogłębienie ich specjalizacji będzie więc sprzyjać wykorzystaniu biomasy rolniczej.

Właściciele gruntów z wykształceniem podstawowym, uprawiający słabe jakościowo grunty, w wieku powyżej 60 lat, częściej niż ogół ankietowanych zagospodarowywali produkty uboczne rolnictwa wewnątrz gospodarstwa jako nawóz organiczny. Rolnicy z wykształceniem wyższym lub policealnym częściej niż ogół ankietowanych deklarowali nawożenie mineralne. Ta podgrupa miała (i ma) jednak małe znaczenie, gdyż stanowiła mniej niż 10% osób kierujących gospodarstwami. Praca najemna zajmuje dużo czasu, dlatego też rolnicy zatrudnieni „na etacie” we własnym gospodarstwie wybierali jak najmniej czasochłonne sposoby nawożenia. Jednym z nich jest stosowanie nawozów sztucznych, prowadzące do zwiększenia ilości stałych produktów ubocznych rolnictwa.

Odchylenia od średnich dla poszczególnych form nawożenia (mineralne, mieszane i organiczne) były zróżnicowane w poszczególnych grupach respondentów (ryc. 55). Wysokie odchylenia od wartości (co najmniej jednej z trzech) średnich, przekraczające 15 p. proc., dotyczyły gospodarstw bez chowu zwierząt (+16 p. proc.) i z chowem drobiu (-24 p. proc.). Chów zwierząt (lub jego brak) stanowił zatem uwarunkowanie przewagi jednego z typów nawożenia. Brak tego typu produkcji był równoznaczny z większym udziałem nawożenia mineralnego i dużą nadwyżką słomy do potencjalnego zagospodarowania na cele energetyczne. Hodowla drobiu w gospodarstwach wpływała zaś na zwiększenie nawożenia organicznego, a zatem oznaczała ograniczenie nadwyżek słomy na cele nierolnicze. Chów bydła wiązał się z nieco mniejszym nasileniem stosowania nawożenia organicznego niż w



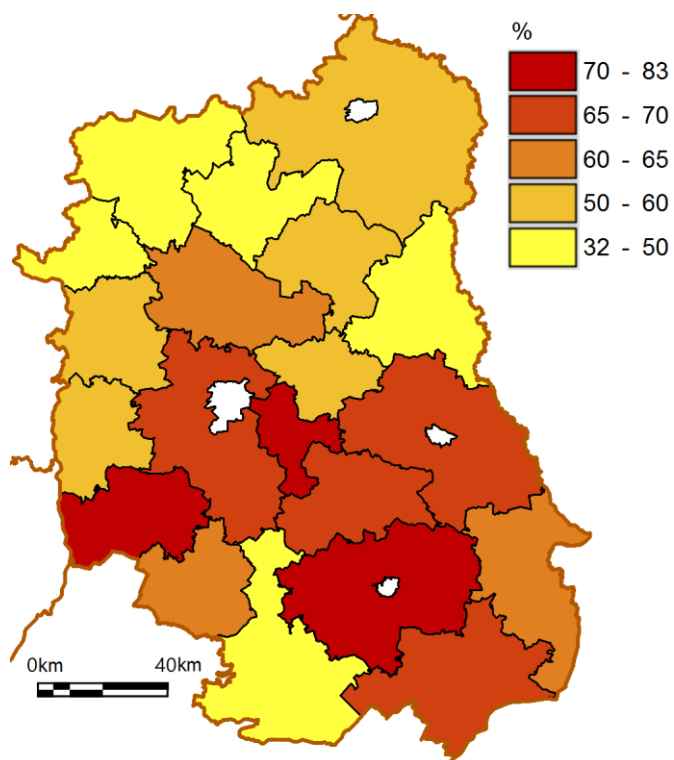
Ryc. 55. Odchylenia od dominujących form nawożenia w gospodarstwach [p. proc.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

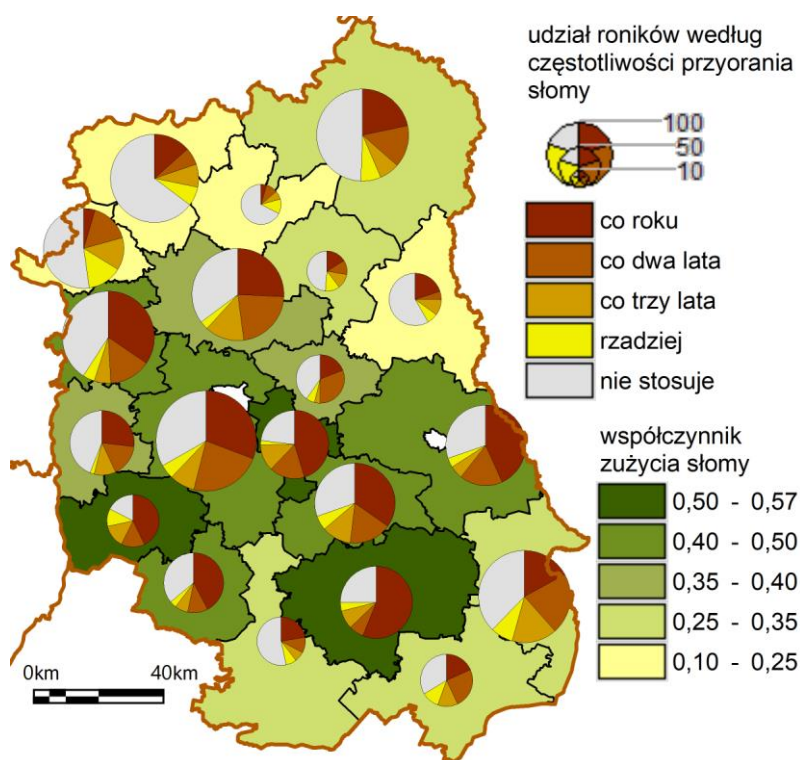
Nawożenie mieszane pominięto, ponieważ odchylenia nie przekroczyły 10 p. proc.

gospodarstwach prowadzących hodowlę drobiu, chociaż powinien być brany pod uwagę jako czynnik ograniczający zasoby stałych produktów ubocznych rolnictwa.

Wyniki ankiet wykazały, iż większość rolników ma niepełną wiedzę o tym, które ze stałych produktów ubocznych rolnictwa powstałych w ich gospodarstwach można wykorzystać jako biopaliwo. Przeprowadzono zatem szczegółową ocenę sposobów wykorzystania słomy w gospodarstwach. Nawożenie poprzez przyoranie wpływało na zasób słomy pozostający w gospodarstwie, który mógłby być wykorzystany jako biopaliwo (ryc. 56). Przyoranie stosowało 60% ankietowanych, przy czym w 74% gmin robiła to połowa rolników. Część rolników wykonywała je co roku, inni co dwa lub trzy lata, bądź rzadziej (ryc. 57). Każdej odpowiedzi przypisano wagę (odpowiednio 0,9; 0,5; 0,3 i 0,2), wskazującą na udział słomy wykorzystywanej do nawożenia gleby i obliczono współczynnik zużycia słomy (ryc. 57). Nawożenie poprzez przyoranie słomy deklarowano głównie w powiatach położonych na obszarze wyżynnym województwa oraz powiecie lubartowskim. Mała część pozostałości po uprawie zbóż była przyorywana w północnej oraz południowej części województwa, duża w powiatach położonych w jego środkowej i zachodniej części. Na przyoranie przeznaczano nie mniej niż 13% (powiat radzyński) i nie więcej niż 57% (powiat zamojski) słomy. Średnia wyniosła 36%, a odchylenie standardowe 12 p. proc., co oznacza, że spadek ceny nawozów lub wzrost ceny skupu słomy może uwolnić znaczne jej zasoby (choć rolnik niezadowolony z ceny słomy może przeznaczyć ją na nawóz).



Ryc. 56. Udział respondentów stosujących przyoranie słomy jako sposób nawożenia według powiatów.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

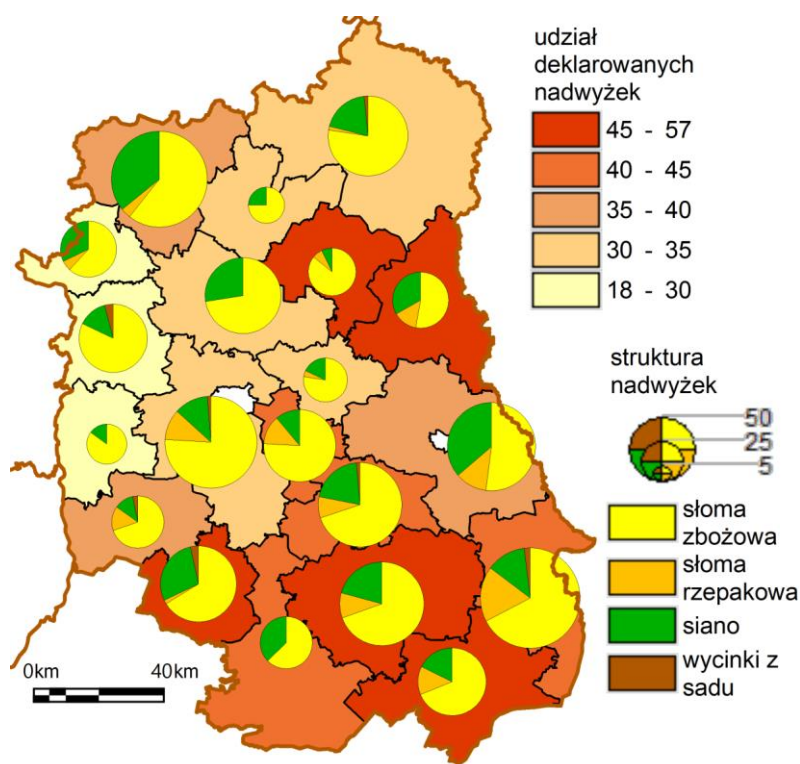


Ryc. 57. Częstotliwość przyorania oraz współczynnik zużycia słomy na ten cel w ankietowanych gospodarstwach [%].
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Na wsi pozyskanie słomy na cele energetyczne nie oznaczało zagospodarowania odpadów, lecz przeznaczenie jej na inne cele niż dotychczas. Rolnicy często deklarowali przyoranie pociętej siewki słomianej w warunkach braku alternatywnego jej zastosowania. Tę metodę nawożenia stosowali rolnicy, którzy jednocześnie wyrażali chęć sprzedaży części stałych produktów ubocznych swojego gospodarstwa, posiadali ich nadwyżki lub byli gotowi do przeznaczenia od 2 ha do 5 ha pod uprawę roślin energetycznych. W każdej z wymienionych podgrup ankietowanych przyoranie deklarowało od 11 p. proc. do 15 p. proc. więcej rolników niż średnio w badanej próbie. Jednakże mniejszość ankietowanych była zadowolona z efektów przyorania słomy, zwłaszcza rolnicy niezainteresowani sprzedażą nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa, którzy często stosowali przyoranie. Powiększanie się tej grupy rolników nie sprzyja rozwojowi kierunku biopaliwowego w gospodarstwach: niskotowarowych, w których stosuje się nawożenie organiczne, gospodarujących na słabych glebach, na powierzchni do 5 ha, z chowem zwierząt i bez nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa.

Występowanie nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa w gospodarstwach zadeklarowało 36% respondentów. Ilości dostępnej słomy, siana i innych poźniwnych ubocznych produktów rolnictwa zwiększały się wraz ze wzrostem ceny ich skupu i spadkiem opłacalności chowu zwierząt w mniejszych gospodarstwach. Nadwyżki wyraźnie niższe od przeciętnych (co najmniej o 10 p. proc.) występowały w gospodarstwach, których powierzchnia nie przekraczała 5 ha, produkcja była niskotowarowa i dominowało nawożenie organiczne. Rolnicy posiadający grunty pod uprawę roślin energetycznych, rzadko stosujący przyoranie słomy bądź ci z areałem gruntów powyżej 15 ha, częściej niż inni zgłaszali nadwyżki stałych produktów ubocznych rolnictwa. Największe nadwyżki słomy deklarowali respondenci z południa województwa oraz powiatów włodawskiego i parczewskiego, podczas gdy na zachodzie i północy województwa tego rodzaju deklaracje były ostrożne (ryc. 58). Wydaje się, że świadomość korzyści z funkcjonowania bądź planowanej budowy instalacji wykorzystującej biomasę na cele energetyczne przekładała się na deklaracje posiadania przez rolników nadwyżek słomy (nowa hipoteza badawcza). Na południowym wschodzie województwa istniało bowiem kilka kotłowni opalanych słomą zbożową, a w czasie prowadzenia badań trwały końcowe prace związane z budową biogazowni.

W niektórych powiatach współczynnik zużycia słomy sięgał niemal 100%, co oznaczało pełne wykorzystanie stałych produktów ubocznych rolnictwa, w innych nie osiągał 60%, a zatem znaczną część słomy przeznaczano w nich na inne, nieznanne cele. Do

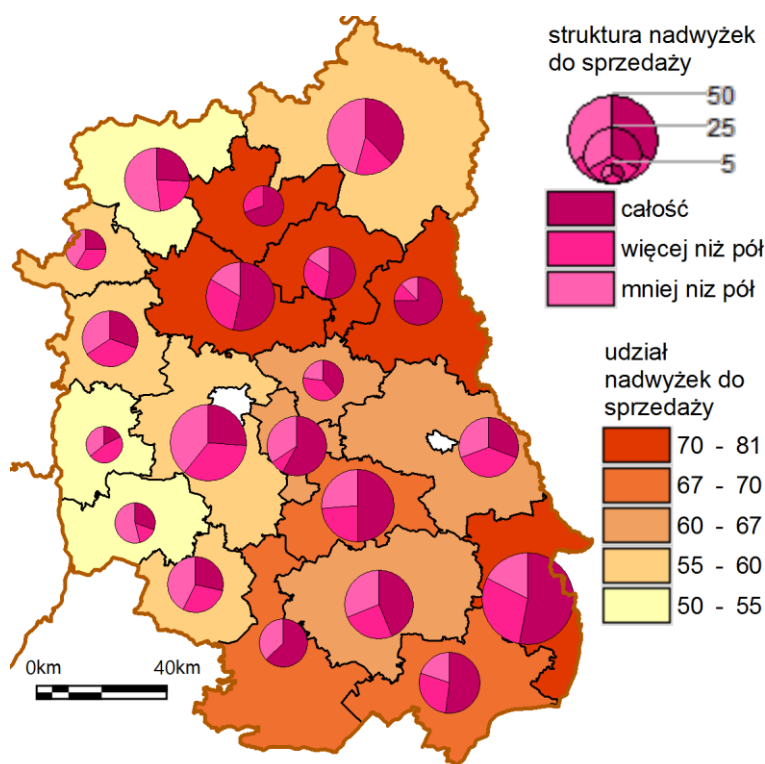


Ryc. 58. Udział oraz struktura nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa według deklaracji ankietowanych rolników [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

pierwszej grupy należały powiaty: zamojski, świdnicki i janowski, do drugiej rycki i radzyński. W części powiatów, deklarowanie przyorania słomy oraz przekazywanie informacji o niskich nadwyżkach biomasy odpadowej, wiązało się z niewiedzą i niechęcią do bioenergetyki. Nadwyżkę słomy deklarowało 33% ankietowanych i 92% spośród tych, którzy zgłosili nadwyżki jakichkolwiek stałych produktów ubocznych. Słoma stanowiła aż 69% deklarowanych nadwyżek biomasy, siano zajmowało drugą pozycję przy czym w powiecie hrubieszowskim rolnicy częściej niż siano wymieniali słomę rzepakową jako nadwyżkę produktów ubocznych rolnictwa.

Część ankietowanych stwierdzała, że występowanie w gospodarstwach nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa nie oznaczało ich wykorzystania w całości. Jednakże deklaracje posiadania słomy i siana (ryc. 58) tylko częściowo przekładały się na decyzje o ich sprzedaży. Zaledwie 22% ankietowanych rolników odpowiedziało twierdząco na hipotetyczne pytanie o sprzedaż biomasy (o 14 p. proc. mniej w stosunku do deklaracji posiadania nadwyżek biomasy). Ankietowani byli skłonni zbyć od połowy do nieco ponad trzech czwartych zbędnych zasobów słomy czy siana (ryc. 59), najmniej w powiatach położonych przy zachodniej i północnej granicy województwa oraz powiecie lubelskim. W pozostałych powiatach udział deklarowanych do sprzedaży nadwyżek stałych produktów



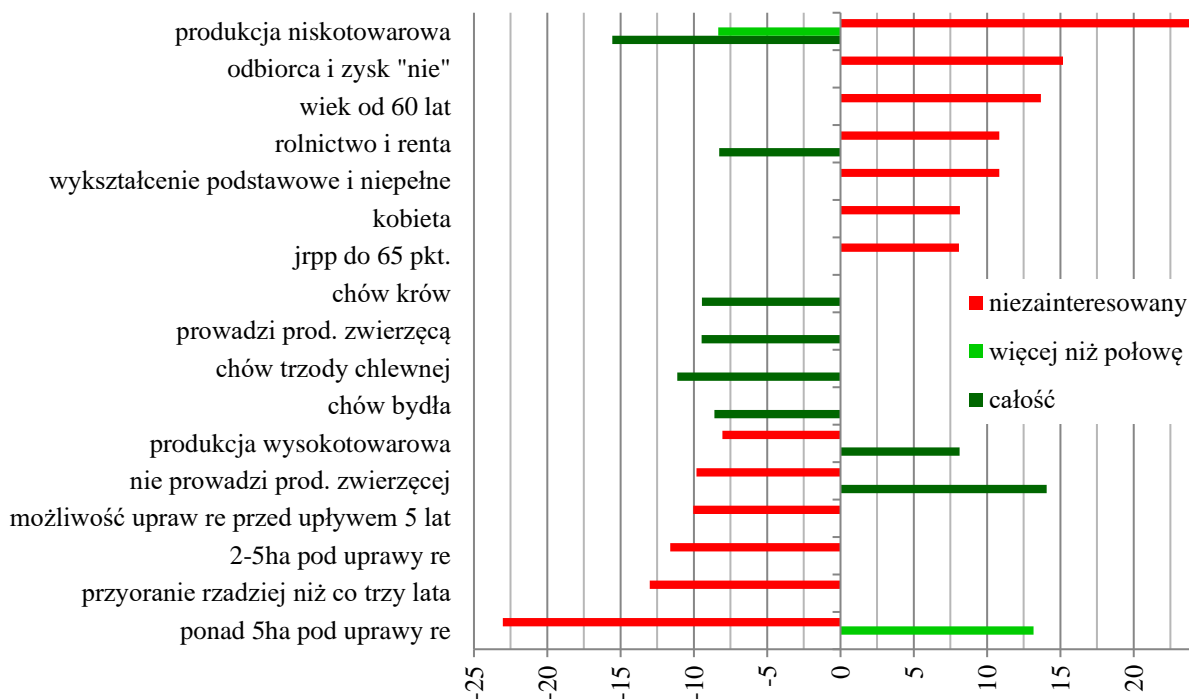
Ryc. 59. Udział i struktura nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa na sprzedaż według deklaracji ankietowanych rolników [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

ubocznych rolnictwa, przekraczał 60%.

W powiatach hrubieszowskim, tomaszowskim, parczewskim czy radzyńskim znaczna grupa rolników gotowa była sprzedać całość nadwyżek słomy i siana. W czterech powiatach, w tym w parczewskim i włodawskim, gdzie rolnicy bardzo pozytywnie wypowiadali się o możliwości przekazania biomasy na cele energetyczne, ich przychylna postawa wobec biopaliw wiązała się z budową biogazowni w Uhninie i Parczewie. Występowały jednakże powiaty, na przykład puławski i rycki, gdzie rolnicy deklarowali posiadanie nadwyżek biomasy, lecz z różnych względów nie byli zainteresowani ich sprzedażą. Z kolei w gminach położonych blisko Lublina odnotowano zróżnicowane deklaracje zbycia słomy i siana, od bardzo pozytywnych (Konopnica, Bełżyce, Piaski), przez umiarkowane (Garbów) po negatywne (Niedzwica Duża, Mełgiew, Głusk, Krzczonów).

Sklonność do sprzedaży słomy i siana, wyraźnie zróżnicowana według grup ankietowanych, stanowiła pochodną deklaracji posiadania nadwyżek biomasy (ryc. 60). Zbycie nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa deklarowali ankietowani, którzy dysponowali gruntami pod uprawy roślin energetycznych, dostrzegali możliwość ich uprawy w okresie krótszym niż 5 lat, rzadko stosowali przyoranie słomy, nie prowadzili chowu zwierząt i prowadzili gospodarstwa o produkcji wysokotowarowej. Część nadwyżek słomy i siana skłonni byli zbyć rolnicy deklarujący przeznaczenie ponad 5 ha gruntów pod



Ryc. 60. Odchylenia od przeciętnych deklaracji sprzedaży stałych produktów ubocznych rolnictwa [p. proc.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

uprawy roślin energetycznych oraz ci, którzy nie prowadzili chowu zwierząt. Najmniejsze ilości stałych produktów ubocznych rolnictwa byli skłonni sprzedać: właściciele gospodarstw niskotowarowych i osoby, które przekroczyły 60 lat, a także producenci żywca.

Deklarację sprzedaży stałych produktów ubocznych rolnictwa złożyło 22% ankietowanych, a transportem biomasy było zainteresowanych 11%. Spośród osób, które zadeklarowały chęć sprzedaży posiadanych stałych produktów ubocznych rolnictwa, połowa podjęłaby się ich transportu poza obszar gospodarstwa. Zainteresowanie transportem biopaliw wykazuje związek z wrażliwością na cenę paliw. Pominięcie tego czynnika w trakcie tworzenia systemu dostaw stałych produktów ubocznych rolnictwa do zakładu przetwórczego, może zagrozić opłacalności tego typu przedsięwzięcia.

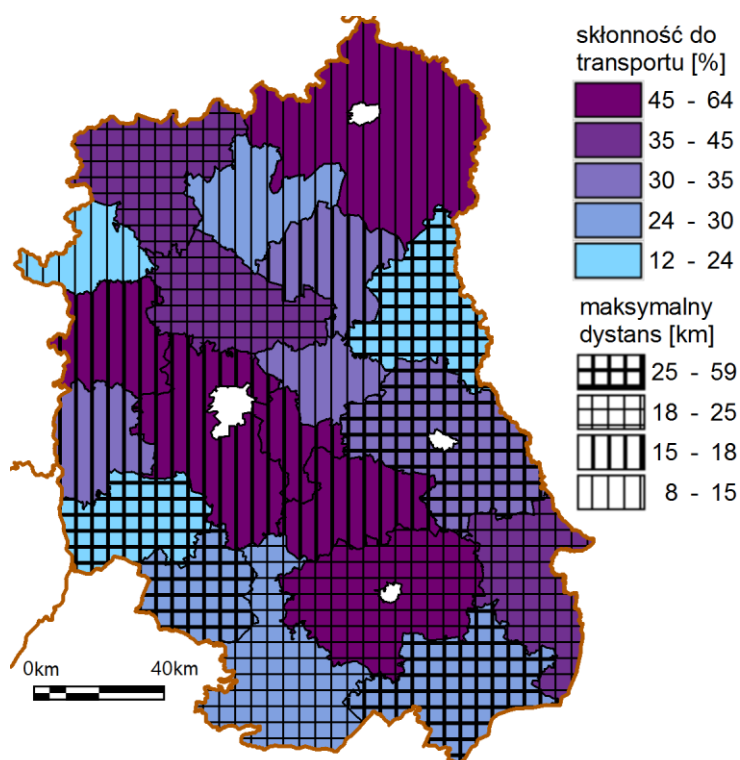
Przeciętna deklarowana odległość transportu biomasy, która wyniosła 22 km (z bardzo wysokim odchyleniem standardowym 35 km), zawierała się w przedziale sugerowanym przez ekspertów (Jasiulewicz, 2015, s. 98). Niektórzy rolnicy byli skłonni przewieźć biomasę na dużo większe odległości, 20 km i 10 km, a nawet (dwu-, trzykrotnie mniej liczebne odpowiedzi) na odległości 40 km i 50 km. Większość ankietowanych, gdyby było to opłacalne, mogłaby przewieźć swoje nadwyżki biomasy do sąsiedniej, a najdalej do kolejnej gminy. Co trzeci rolnik dopuszczał możliwość transportu biomasy tylko w obrębie własnej gminy (do 10 km), na przykład do placu przy utwardzonej drodze. Pojedynczy

rolnicy byli skłonni wykonać przewozy na dystansie 60 km, 70 km, 100 km, a nawet 500 km. Przy takich odległościach ankietowani stwierdzali, że odpowiednio wysoka cena biopaliw może ich skłonić do wynajęcia profesjonalnego transportu lub wykorzystania własnego ciągnika siodłowego z naczepą, jako środka transportu biomasy. Struktura uzyskanych odpowiedzi wskazuje, że współpraca z rolnikami w zakresie transportu biomasy do punktu odbioru będzie mieć większe znaczenie w przewozach na odległość od 20 km do 30 km. System logistyczny projektów wykorzystania biopaliw stałych powinien zatem obejmować transport inwestorów, a na mniejszych odległościach można go wspierać przewozami realizowanymi przez rolników.

Przestrzenny rozkład skłonności ankietowanych do transportu własnej biomasy do przetwórcy w małym stopniu pokrywał się z rozkładami innych badanych cech (ryc. 61). Największa liczba chętnych do transportu biomasy występowała w pięciu powiatach, od puławskiego do zamojskiego, gdzie ilości deklarowanej biomasy należała do średnich lub małych. W powiatach położonych w pasie od północnego zachodu do południowego wschodu województwa, co najmniej jedna trzecia rolników deklarujących zbycie biomasy rolniczej była zainteresowana także jej transportem. Na południu i wschodzie województwa, na obszarach peryferyjnych (niejednokrotnie dysponujących wysokim potencjałem biomasy na cele energetyczne), ankietowani byli skłonni przewozić biomasę na większą odległość niż w innych rejonach województwa. Możliwy byłby zatem transport biomasy z terenów o mniejszej gęstości zaludnienia do zakładów, które ze względu na rynek zbytu należy lokalizować w centrum województwa.

Skłonność poszczególnych grup ankietowanych rolników do transportu biomasy rolniczej do odbiorcy była zróżnicowana, przy czym maksymalne odchylenia w stosunku do średniej osiągały ponad 10 p. proc. Największym entuzjazmem odnośnie transportu biomasy cechowali się właściciele gospodarstw stosujący nawożenie mieszane (+12 p. proc.) w gospodarstwach o powierzchni od 10 ha do 15 ha (+11 p. proc.). Rolnicy stosujący przyoranie słomy co roku, pracujący na roli oraz na umowie o pracę, z wykształceniem zawodowym, będący w wieku do 35 lat, także dostrzegali szansę zarobku na transporcie biomasy/biopaliw. Deklaracja transportu biomasy wystąpiła w tej grupie o 5 p. proc. do 8 p. proc. częściej niż wśród ogółu ankietowanych. „Przychylna” postawa rolników stosujących przyoranie słomy co roku do transportu biomasy, stwarza szansę na zmianę przez przynajmniej część z nich negatywnej postawy wobec energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej.

Właściciele gospodarstw do 5 ha i „rolnicy renciści” należeli do najmniej



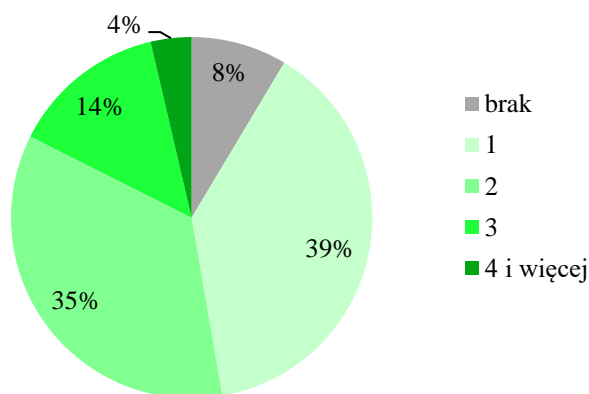
Ryc. 61. Udział deklaracji transportu biomasy i deklarowana średnia odległość przewozu [km].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

przychylnie nastawionych do transportu biomasy do jej odbiorców (odpowiedzi o 12 p. proc. poniżej średniej). Mniejsza niechęć cechowała w tym względzie ankietowanych czerpiących dochód z pracy na roli i samozatrudnienia, najslabiej wykształconych, gospodarujących na najslabszych gruntach, dysponujących relatywnie nowym sprzętem rolnym oraz stosujących nawożenie organiczne. Wśród tych respondentów deklaracje wykorzystania własnego transportu biomasy pojawiały się od 6 p. proc. do 9 p. proc. rzadziej niż wśród ogółu ankietowanych. Niski poziom edukacji był skorelowany z niechęcią do nowości, jak transport biomasy do punktów jej energetycznego wykorzystania. Przedsiębiorcy i rolnicy, którzy dysponowali nowoczesnym parkiem maszynowym woleli skupić się na głównej działalności i „nie trwonić” czasu na dodatkowe zajęcia związane z zagospodarowaniem biomasy powstałej w ich gospodarstwach.

5.3 Rośliny energetyczne – wiedza i preferencje rolników

Ankietowani bez większego zastanowienia wymieniali jedną lub dwie nazwy roślin, które kojarzyli z produkcją energii. Ponad 18% rolników podało nazwy trzech lub czterech roślin energetycznych (ryc. 62), a zaledwie 6% wykazało się wiedzą szczegółową, wskazując rośliny, które rzadko pojawiały się w innych wypowiedziach. Ankietowani



Ryc. 62. Liczba roślin energetycznych wskazanych przez ankietowanych [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

udzielili niewiele poprawnych odpowiedzi wskazujących rośliny niekonsumpcyjne, które są wykorzystywane do produkcji energii, przeważały bowiem odpowiedzi odnoszące się do roślin konsumpcyjnych. Ankietowani wymieniali wierzbę energetyczną i rzepak (odpowiednio 64% i 60% wskazań), jako najbardziej znane im rośliny energetyczne, a dopiero na 10 miejscu pojawił się miskantus (1%), druga po wierzbie energetycznej uprawiana roślina energetyczna Wysoka rozpoznawalność wierzby nie przekładała się jednak na szerokie upowszechnienie jej uprawy, mimo że wykorzystanie biopaliwa z tej rośliny, tylko na indywidualne potrzeby związane z ogrzewaniem domu, może być bardziej opłacalne niż wykorzystanie węgla kamiennego i innych tradycyjnych paliw.

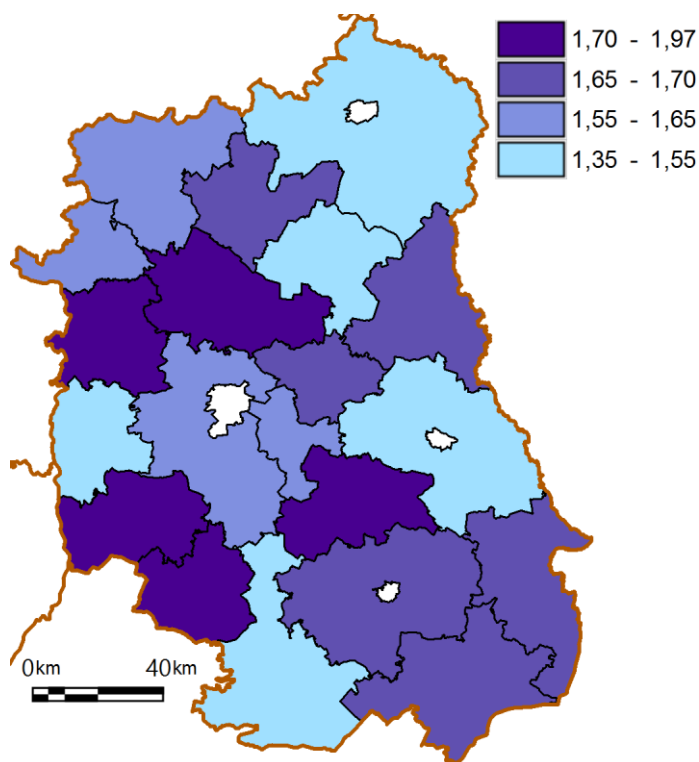
Pozostałe gatunki tego rodzaju roślin i produkty uboczne rolnictwa wymieniali rzadziej: kukurydzę w 10% wypowiedzi, słomę (9% wskazań), słonecznik i owies (4%), buraki cukrowe (3%), zboża i len (2%). Dla rolnika podstawową kwestią jest zyskowna sprzedaż surowców, którymi dysponuje. Zaliczanie przez część ankietowanych kukurydzy i buraków cukrowych do roślin energetycznych wiązało się ze stopniowym przenikaniem na obszary wiejskie informacji o projektach biogazowni. Wśród roślin energetycznych ankietowani wymieniali także inne zboża niż kukurydza, gdyż niekiedy bardziej opłacalne było spalanie ziarna niż paliw kopalnych. Wśród zbóż ankietowani często wskazywali na owies jako biomasę, którą można spalić w celu uzyskania energii. Jeśli za dwie tony ziarna, odpowiadające jednej tonie węgla kamiennego, rolnik otrzymywał 500 zł, zaś za paliwo nieodnawialne trzeba zapłacić 600 zł za tonę, to kwestia oceny wykorzystania żywności jako źródła energii jest drugoplanową.

Rolnicy nie dostrzegali różnicy między rośliną, produktem ubocznym i biopaliwem. Wśród odpowiedzi ankietowanych, słoma, poźniwna pozostałość po zbiorze zbóż, a nie roślina energetyczna, znalazła się na wysokim, czwartym miejscu. Niektórzy wymieniali ścinki drzew, trociny, brykiet, drewno, siano, gałęzie malin i zielonki, które stanowią

biopaliwa/biomasę, a nie rośliny, a także rośliny alimentacyjne (ziemniaki, soja, bób, rabarbar, gorczyca) oraz przemysłowe (konopie, inne oleiste i wiklina). W co setnej ankiecie wskazano na: topinambur, ślazier pensylwański, różę bezkolcową, trzcinę, brzozę, klon, topolę, olszę i robinię, które mogą być traktowane jako rośliny energetyczne, jeśli są uprawiane na plantacji. Często wskazywali nie gatunki roślin energetycznych, lecz nazwy mniej lub bardziej związane z bioenergetyką. Błędne odpowiedzi dotyczyły torfu i węgla. Na podstawie wyników ankiet można zatem mówić o fragmentarycznej wiedzy rolników o roślinach energetycznych, które mają dla nich niewielkie znaczenie. Edukacja dotycząca uprawy roślin energetycznych, prowadzona za pośrednictwem prasy, radia i telewizji, miała ograniczony wpływ na społeczność wsi, gdyż dostarczała tylko ogólnej wiedzy. Dzięki artykułom, reportażom telewizyjnym i różnym innym formom przekazu, przeciętny rolnik wie jednakże, że plony i produkty uboczne rolnictwa mogą stanowić źródło energii.

Zróźnicowanie liczby wskazanych roślin energetycznych w powiatach nie było duże, odchylenia wyniosły $\pm 0,3$ (ryc. 63). Najmniejszą wiedzę na temat tego rodzaju roślin posiadali mieszkańcy powiatu bialskiego, a największą powiatów kraśnickiego i lubartowskiego, w których wiele deklaracji produkcji biopaliw (posiadanie słomy na sprzedaż czy skłonność do założenia plantacji) przyjmowało niekorzystne wartości. Najniższy poziom wiedzy o roślinach energetycznych prezentowały osoby starsze (powyżej 60 roku życia), właściciele gospodarstw do 5 ha, słabo wykształcone (wykształcenie podstawowe lub niższe) i utrzymujące się z renty lub emerytury. Respondenci z tych grup podawali od 15% do 12% mniej nazw roślin energetycznych niż przeciętny ankietowany. Rolnicy dysponujący nowoczesnym sprzętem, gospodarujący na największych areałach (powyżej 15 ha) oraz najlepiej wykształceni, potrafili wymienić największą liczbę gatunków roślin energetycznych, od 14% do 12% więcej niż przeciętny ankietowany. Samozatrudnieni, z wykształceniem średnim, w wieku do 35 lat, prowadzący gospodarstwa wysokotowarowe, dysponujący od 10 ha do 15 ha ziemi uprawnej, stosujący nawożenie mieszane i rzadko przyoranie słomy, podawali od 8% do 5% więcej gatunków roślin energetycznych niż przeciętny ankietowany. W przyszłości znajomość roślin energetycznych powinna się poprawić, ponieważ znają je respondenci młodzi, wykształceni oraz właściciele dużych gospodarstw.

Pytanie dotyczące uprawy roślin energetycznych miało charakter otwarty, pozbawiony definicji, przykładów lub innych ułatwień dla ankietowanych. Starano się uzyskać odpowiedzi tylko od rolników świadomie sprzedających swoje plody rolne na cele energetyczne, dobrze zorientowanych w tej problematyce. Jeśli rolnik uprawiał rzepak czy



Ryc. 63. Średnia liczba gatunków roślin energetycznych wskazanych przez ankietowanych.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

inną roślinę, którą często wykorzystuje się do produkcji energii lub paliw, a nie uwzględnił tego w odpowiedzi, to uznawano deklarowany stan za faktyczny (tego typu podejście stosuje GUS podczas spisów powszechnych). Celem pytania była próba ustalenia grup upraw uznawanych przez rolników za rośliny energetyczne i zgromadzenie danych statystycznych o ich areale.

Większość ankietowanych rolników świadomie lub nie, rozumiała pojęcie „rośliny energetyczne” bardzo szeroko. Zaliczyli oni do tej kategorii praktycznie każdą roślinę, którą można przeznaczyć na cele energetyczne, lecz zaledwie 4,4% ankietowanych stwierdziło, że uprawia rośliny energetyczne (sensu largo). Ankietowani rolnicy nie byli skłonni wprowadzać nowych gatunków roślin energetycznych i nietypowych form ich uprawy. Najczęściej uprawiali rzepak (wskazało go 2,5% ankietowanych), kukurydzę (0,5%) i buraki cukrowe (0,4%), a także: wierzbę energetyczną, owies, ziemniaki, tytoń, pszenicę, ślazowiec pensylwański, olszynę, łubin i siano. Jeśli przyjąć zawężoną definicję roślin energetycznych, obejmującą tylko rośliny niekonsumpcyjne, jak wierzba energetyczna, ślazowiec pensylwański czy olszyna, to udział rolników je uprawiających zmniejszył się do 0,2%. Jeden z rolników jako biopaliwa używał pszenicy, a czterech owsa, przy czym pszenicę wykorzystał na cele energetyczne z powodu jej niskiej jakości.

Lista roślin uprawianych na cele energetyczne (rzepak, kukurydza, buraki cukrowe,

trawy) bardzo różniła się od listy roślin wymienianych przez rolników jako energetyczne. Ankietowani zdawali sobie z tego sprawę, przy czym wskazywali, że poprawa opłacalności uprawy typowych roślin energetycznych może skłonić ich do podjęcia ich uprawy. Dominacja rzepaku i kukurydzy wśród uprawianych roślin energetycznych świadczy o ostrożności właścicieli gospodarstw i podejmowaniu znanych im upraw. Na przykład, alternatywna możliwość zbytu, rzepaku jako surowca do produkcji oleju spożywczego, zmniejsza ryzyko rolnika w razie niepowodzenia projektu energetycznego i niesprzedania płodów rolnych na biopaliwo lub biogaz. W warunkach powierzchniowej wiedzy ankietowanych promowanie uprawy wierzby energetycznej, która dla uzyskania satysfakcjonujących plonów wymaga wysokiego poziomu wód gruntowych, prowadziło do utożsamiania wymagań wierzby z innymi roślinami energetycznymi. Rolnicy często stwierdzali zatem, że ich grunty nie nadają się pod tego typu uprawy, ponieważ są zbyt suche.

Spośród ankietowanych rolników, 36% deklaroowało chęć uprawy roślin energetycznych. Uzyskany wynik jest porównywalny na przykład z udziałem farmerów z Tennessee skłonnych do uprawy prosa różgowego. Mimo, że amerykańscy rolnicy nie znali rośliny, o którą ich pytano, to prawie 30% zadeklarowało podjęcie jej uprawy, jeśli byłaby opłacalna (Jensen i in., 2007, s. 779). W województwie lubelskim, gdyby wziąć pod uwagę osoby, które twierdziły, że nie posiadają gruntów pod uprawy roślin energetycznych, lecz jednocześnie byłyby skłonne założyć plantację tego rodzaju roślin (respondenci niekonsekwentni w odpowiedziach³⁸), to udział ankietowanych skłonnych do ich uprawy wzrósłby do 61%³⁹.

Dane ankietowe dotyczące deklaracji uprawy roślin energetycznych są reprezentatywne dla populacji generalnej rolników z województwa lubelskiego. Możliwe jest zatem ich uogólnienie na obszar województwa. Dwie trzecie deklarowanego przez rolników areału roślin przeznaczanych na cele energetyczne zająłby zatem rzepak, z uprawą głównie w pasie wyżyn. Deklaracje uprawy rzepaku dotyczyły także kilku gmin w północnej części województwa lubelskiego, które nie tworzyły zwartej obszar. Wysoka zawartość energii w ziarnach rzepaku w stosunku do ich wagi czyni ich transport opłacalnym, co zmniejsza zagrożenia związane z rozproszeniem uprawy i może sprzyjać zasiewom w

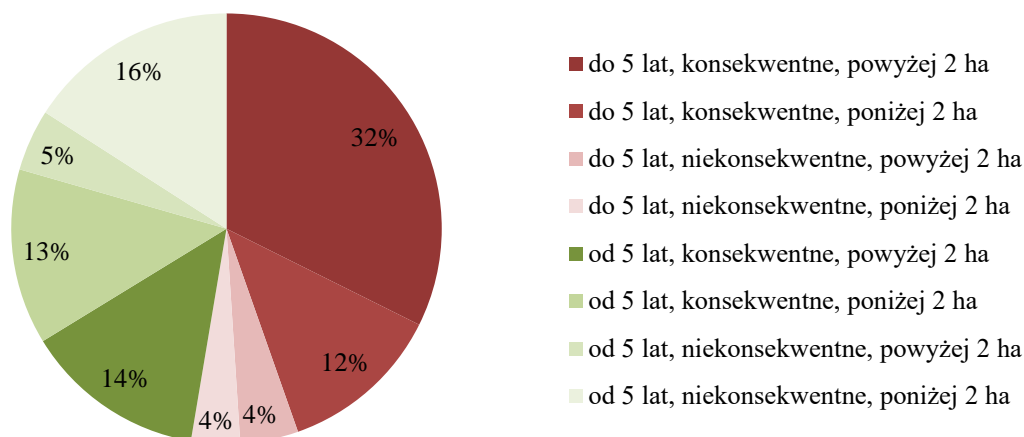
³⁸ Przykład braku konsekwencji w odpowiedziach udzielanych przez rolników opisali na przykładzie Czech. Frantal i Proustek (2016, ss. 26-34). Rolnicy z okolic Hradec Kralove, którzy stwierdzali, że powinni zajmować się tylko produkcją żywności, produkowali energię ze źródeł odnawialnych w celu poprawy swojej sytuacji dochodowej.

³⁹ Trzy czwarte rolników z województwa zachodniopomorskiego na przełomie 2008 i 2009 roku odpowiedziało twierdząc na pytanie o możliwość uprawy roślin energetycznych (Gostomczyk, 2009b, s. 107).

rejonach, w których dotychczas nie prowadzono jego uprawy. Rolnicy znacznie rzadziej niż rzepak deklarowali produkcję kukurydzy z przeznaczeniem na cele energetyczne. Na trzecim i czwartym miejscu pod względem liczby deklaracji znalazły się buraki cukrowe i siano z łąk, mimo, że obecnie rzadko wykorzystuje się je na cele energetyczne. Odnotowano gotowość rolników do dostosowania swojej produkcji do popytu, przy czym nie dotyczyło to nieznanym im roślin energetycznych. Rolnicy, dawniej współpracujący ze spółkami cukrowymi lub prowadzący chów krów mlecznych, po zaprzestaniu uprawy buraków cukrowych i hodowli, posiadali bowiem zasoby ziemi oraz umiejętności, które mogliby wykorzystać pod uprawę roślin na cele energetyczne. Relatywnie wysokie udziały deklaracji upraw na cele energetyczne występowały w gminach charakteryzujących się wysoką jakością rolniczej przestrzeni produkcyjnej, chociaż pod uprawę tego typu roślin powinno przeznaczać się słabe grunty. Udział gruntów o niskiej jakości zagospodarowanych pod uprawę roślin energetycznych prawdopodobnie wzrośnie, gdy na szerszą skalę zostanie wdrożona produkcja biopaliw drugiej i wyższych generacji.

Strukturę upraw roślin energetycznych według deklarowanego areału i czasu podjęcia upraw, przedstawia rycina 64. Trzech na dziesięciu ankietowanych stwierdziło, że ich grunty można zagospodarować na potrzeby bioenergetyki w bliskiej przyszłości (do 5 lat), podczas gdy pozostali potrzebowali więcej czasu na podjęcie uprawy roślin energetycznych. Grupa ankietowanych skłonnych do ich uprawy na powierzchni mniejszej niż 1 ha obejmowała 21% respondentów. Ankietowani, którzy deklarowali pod uprawę roślin energetycznych powyżej 2 ha, stanowili liczniejszą grupę, która obejmowała zarówno rolników konsekwentnych w odpowiedziach (udział 32%), jak i niekonsekwentnych (4%), lecz skłonnych do założenia plantacji w ciągu najbliższych 5 lat. Zagospodarowanie pod rośliny energetyczne powierzchni mniejszych niż 2 ha, deklarowane przez właścicieli gospodarstw niekonsekwentnych w odpowiedziach (udział 4%), jest obarczone największym ryzykiem. Ryzyko odnosi się także do gruntów deklarowanych pod uprawę roślin energetycznych w odległej perspektywie (16% udział), gruntów o małej powierzchni oraz rolników niekonsekwentnych w odpowiedziach (ryc. 64), a więc do 17,5 tys. ha gruntów (w skali województwa).

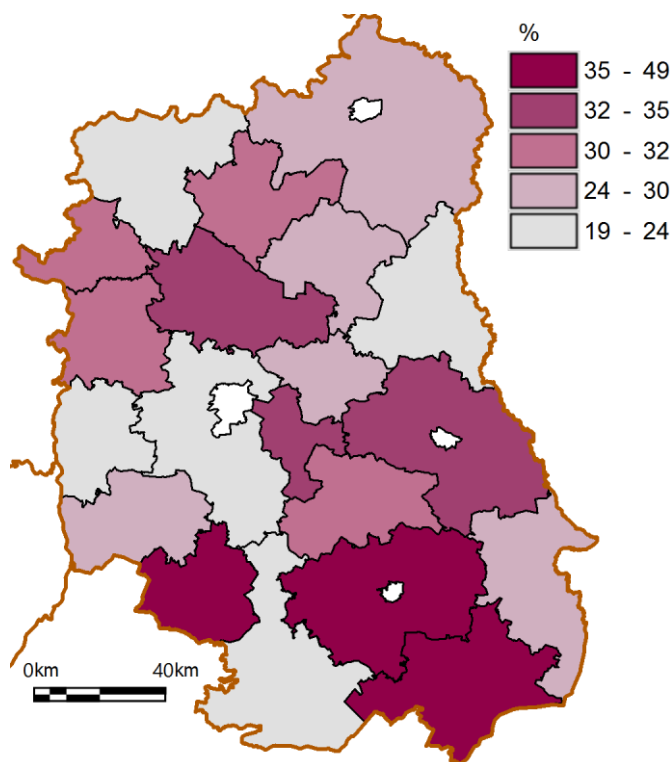
W badaniu skłonności ankietowanych do uprawy roślin energetycznych określono także udział rolników, którzy zadeklarowali jej podjęcie przed upływem 5 lat (ryc. 65). Najwyższy wystąpił w trzech powiatach południowej części województwa, niewiele niższym charakteryzowały się powiaty położone w jego wschodniej i północnej części. Wynik badań wskazują na możliwość organizacji sieci plantatorów roślin energetycznych w



Ryc. 64. Typologia deklaracji uprawy roślin energetycznych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

„Do 5 lat” – deklaracja uprawy roślin energetycznych przed upływem 5 lat, „konsekwentne” – odpowiedzi bez sprzeczności, „niekonsekwentne” – deklaracja braku gruntów pod uprawy energetyczne, przy jednoczesnym wskazaniu arealu pod te uprawy, „powyżej 2 ha” – deklaracja uprawy roślin energetycznych na powierzchni większej niż 2 ha.



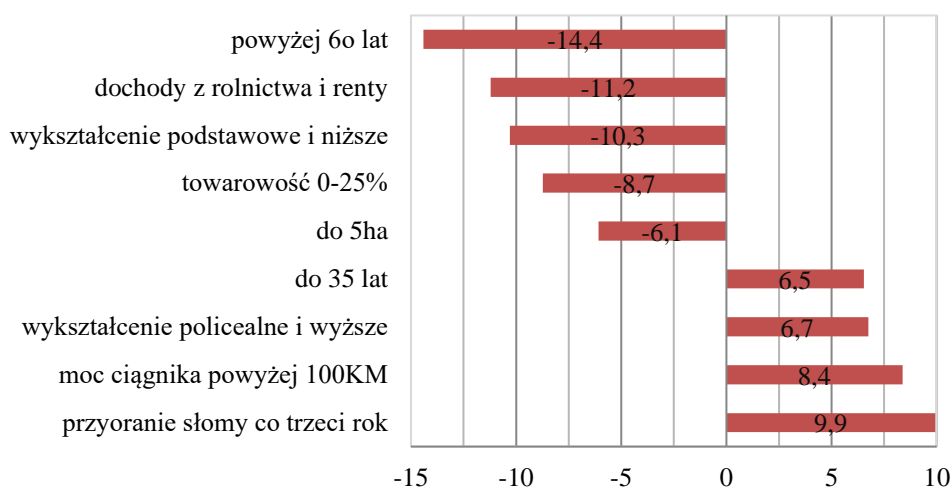
Ryc. 65. Ankietowani skłonni do podjęcia uprawy roślin energetycznych w ciągu 5 lat.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

większości powiatów i rozprzestrzeniania się wiedzy o energetycznym wykorzystaniu biomasy na sąsiednie obszary. Niezbędne są jednakże badania na poziomie gmin, gdyż odnotowano wyraźne „przeplatanie się” obszarów z wysokim i niskim udziałem rolników, którzy zadeklarowali podjęcie uprawy roślin energetycznych przed upływem pięciu lat. Ich udział wśród ankietowanych był wysoki, biorąc pod uwagę fakt, że odpowiedzi dotyczyły

mało spopularyzowanego kierunku produkcji. Wydaje się, że rolnicy spodziewali się ponadprzeciętnego zysku z uprawy roślin energetycznych. W początkowej fazie realizacji projektów pozyskania biomasy z roślin energetycznych, można zatem podjąć współpracę z tą grupą rolników, a następnie rozszerzać ją dzięki pozytywnemu efektowi demonstracji.

Liczba rolników „średnio zainteresowanych” podjęciem upraw roślin energetycznych była większa niż rolników jej niechętnych („sceptyków”) i „entuzjastów” tego typu upraw (odchylenia nie przekraczały 6 p. proc. – zob. ryc. 66). Koszty pozyskania dla uprawy roślin energetycznych rolników prezentujących sceptyczne postawy będą jednak znacznie wyższe niż w przypadku pozostałych ankietowanych. Niestosowanie zachęt do uprawy roślin energetycznych wobec tych pierwszych nie będzie wiązało się z dużymi „stratami” w powierzchni upraw tego typu roślin, podczas gdy dobre rezultaty powinno przynieść stosowanie zachęt do uprawy roślin energetycznych zwłaszcza wobec młodych rolników, w wieku poniżej 55 lat.



Ryc. 66. Odchylenia od typowych deklaracji uprawy roślin energetycznych przed upływem 5 lat w wybranych podgrupach ankietowanych [p. proc.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

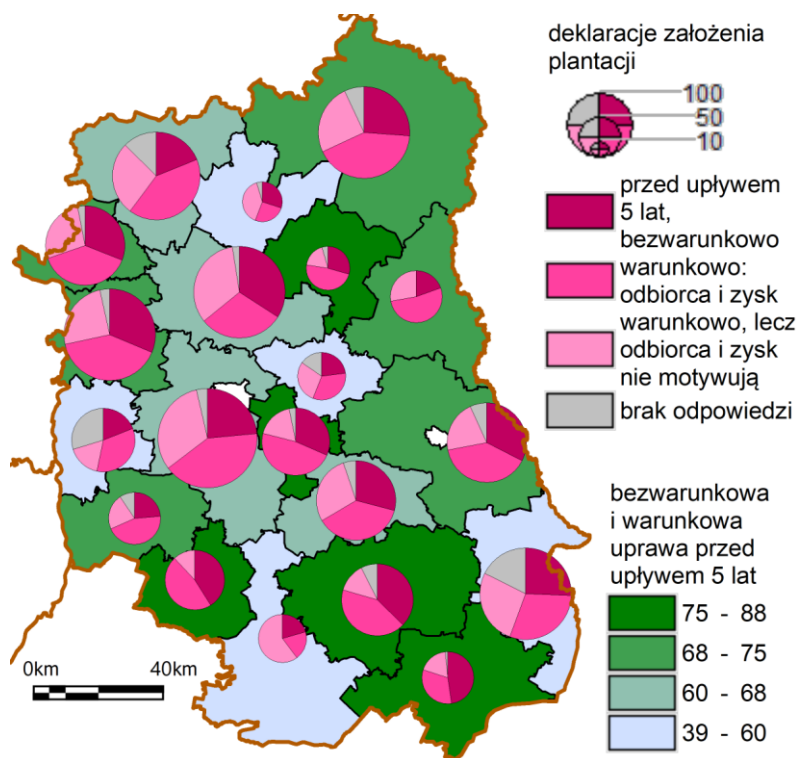
Osobom, które nie deklarowały możliwości podjęcia uprawy roślin energetycznych w ciągu 5 lat, zadano pytanie, czy obecność w ich najbliższej okolicy odbiorcy upraw i opłacalność tego kierunku skłoniłaby je do założenia plantacji. Twierdząco odpowiedziało aż 56% ankietowanych, a 38% wypowiedziało się negatywnie (6% nie udzieliło odpowiedzi). Skłonność do podjęcia upraw energetycznych jeśli zostaną spełnione określone warunki, świadczyła o wątpliwościach rolników co do opłacalności tego rodzaju przedsięwzięcia i możliwości zbytu surowców dla bioenergetyki. Bariere stanowiło silne przywiązanie do dotychczasowego kierunku upraw czy chowu, a nie lęk przed podjęciem

nowych wyzwań, chociaż rolnicy nie chcieli przejmować na siebie całego ryzyka związanego z uprawą nieznanych im roślin energetycznych.

Ankietowani wskazywali na konieczność wsparcia przez odbiorców biomasy, co odnosiło się zwłaszcza do gospodarstw towarowych. W gospodarstwach niskotowarowych, wśród rolników utrzymujących się z renty lub emerytury, powodem niechęci do wprowadzania upraw roślin energetycznych był najczęściej podeszły wiek, znikome powiązania z rynkiem oraz niechęć do zmian. Ankietowani w wieku powyżej 60 lat częściej skłaniali się ku oddaniu w dzierżawę swoich gruntów niż uprawie nowych, nieznanych im gatunków roślin. Nie odnotowano odpowiedzi potwierdzających niechęć do wprowadzania roślin energetycznych w związku z negatywnymi doświadczeniami związanymi z wcześniej realizowanymi przedsięwzięciami bioenergetyki.

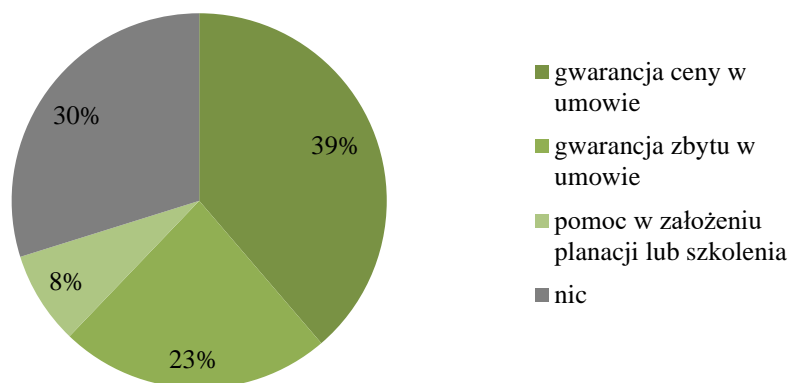
Respondenci, którzy zadeklarowali podjęcie uprawy roślin energetycznych w ciągu pięciu lat oraz ci, którzy domagali się gwarancji zbytu, mogą być traktowani jako potencjalni producenci biomasy i dostawcy biopaliw. Im większa ich liczba, tym większa szansa powodzenia przedsięwzięć wykorzystania roślinach energetycznych. Potencjałem w tym zakresie charakteryzowały się szczególnie powiaty z południa województwa (ryc. 67), przy czym wyjątek stanowił powiat biłgorajski z dużym udziałem lasów oraz hrubieszowski, w którym rolnicy byli pozytywnie nastawieni do zbycia nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa, lecz nie chcieli być „pionierami” produkcji biomasy na cele energetyczne.

W pasie powiatów od krasnostawskiego do łukowskiego (bez świdnickiego), mniejszość ankietowanych rolników była skłonna założyć plantację roślin energetycznych przed upływem 5 lat, chociaż zmieniliby oni zdanie pod wpływem pozytywnych bodźców. W powiatach świdnickim i parczewskim rolnicy podkreślali zainteresowanie produkcją biomasy na cele energetyczne pod warunkiem zagwarantowania im jej zbytu po atrakcyjnej cenie. Spośród rolników, którzy w ciągu 5 lat nie dostrzegali szans na założenie plantacji roślin energetycznych, największa część wskazywała na zagwarantowanie im ceny zbytu w umowie z odbiorcami jako warunku zmiany ich nieprzychylnego stanowiska wobec roślin energetycznych (ryc. 68). Wydaje się, że negatywne doświadczenia z kontraktacją i sprzedażą produktów rolnych doprowadziły do przypisywania przez nich większej wagi cenie niż gwarancji zbytu produkcji. Dla prawie co czwartego ankietowanego rolnika, gwarancja zbytu stanowiła istotną przesłankę podjęcia uprawy roślin energetycznych, podczas gdy pomoc przy założeniu plantacji miała znaczenie tylko dla co trzynastego ankietowanego. Większość rolników wierzyła w swoje umiejętności agrotechniczne i wolała



Ryc. 67. Skłonność ankietowanych rolników do podjęcia bezwarunkowej i warunkowej uprawy roślin energetycznych [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 68. Uwarunkowania zmiany negatywnej decyzji respondentów o założeniu plantacji roślin energetycznych przed upływem 5 lat [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

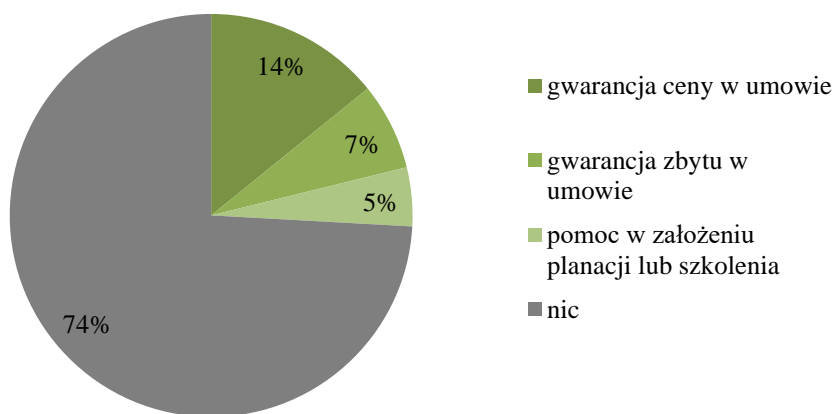
samodzielnie założyć plantację, ponosząc ryzyko z tym związane, aby w całości przejąć korzyści finansowe jako efekt poniesionego wysiłku.

Kierunek biopaliwowej produkcji rolnej nie powinien stanowić konkurencji dla produkcji żywności, a jedynie jej uzupełnienie. Dlatego przewaga liczebna rolników niezainteresowanych biopaliwami jest niejako naturalna. Część ankietowanych jednoznacznie stwierdzała, że w ogóle nie podejmie uprawy roślin energetycznych przed upływem 5 lat. Stanowczość tego typu opinii potwierdziły odpowiedzi na dodatkowe

pytanie, o zachęty, które mogłyby ich zainteresować uprawą roślin energetycznych. Występowanie w najbliższej okolicy wiarygodnego odbiorcy i opłacalność przedsięwzięcia nie stanowiłyby dla nich wystarczająco silnych bodźców do zmiany negatywnej deklaracji. Innymi słowy, w tej grupie prawie 75% respondentów (19% ogółu ankietowanych) mimo zachęt nie podjęłoby uprawy roślin energetycznych (ryc. 69). Wypowiadali oni stanowczo: „nie” dla plantacji przed upływem 5 lat, „nie” jeśli w okolicy będzie funkcjonował wiarygodny odbiorca, twierdząc, że „nic, nie jest w stanie mnie zainteresować” uprawą roślin energetycznych⁴⁰. Mało podatni na zachęty do uprawy roślin energetycznych byli rolnicy w wieku powyżej 60 lat, prowadzący chów drobiu oraz uzyskujący dochody z renty lub emerytury. Częściej niż pozostali ankietowani stwierdzali, że nic nie jest ich w stanie przekonać do zmiany decyzji. Chów drobiu generuje duże zapotrzebowanie na słomę, a więc stanowi konkurencję dla energetycznego wykorzystania biomasy. Właściciele ferm w większości nie posiadają dostatecznych ilości słomy, więc pozyskują ją z zewnątrz. Skup tego surowca na cele energetyczne może zatem znacznie pogorszyć rentowność chowu drobiu. Ankietowani właściciele gospodarstw niskotowarowych oraz posiadający bardzo niski poziom wykształcenia byli również niechętni (choć mniej od poprzedniej grupy) zakładaniu plantacji roślin energetycznych. O ponad 8 p. proc. częściej od przeciętnego ankietowanego rolnika wskazywali, iż nic nie jest ich w stanie odwieść od tej decyzji. Rolnicy z tych grup starają się być samowystarczalni, uprawiają zboża by mieć słomę, ponieważ powstaje z niej obornik, którym nawożą pola. Innymi słowy, trudno im wygospodarować ziemię pod rośliny energetyczne. Kolejną grupę rolników niepodatnych na zachęty do szybkiego założenia plantacji roślin energetycznych tworzyli kierujący gospodarstwami mniejszymi niż 5 ha. Ich zatrudnienie się poza rolnictwem mogłoby jednak spowodować, że ziemia przestałaby być bezpośrednim źródłem żywienia rodzin, a stałaby się zasobem umożliwiającym osiągnięcie dochodu z dzierżawy, także pod uprawę roślin energetycznych.

Część ankietowanych deklarowała możliwość zmiany negatywnej postawy wobec roślin energetycznych pod warunkiem uzyskania gwarancji ich zbytu poprzez umowę kontraktacji lub pomocy w założeniu plantacji. Obecność odbiorcy upraw w najbliższej okolicy oraz opłacalność przedsięwzięcia mogłaby skłonić aż 56% respondentów do uprawy roślin energetycznych w okresie krótszym niż 5 lat. Według ankietowanych rolników z tej

⁴⁰ Dotyczyło to prawie 17% rolników przy uwzględnieniu tych, którzy deklarowali jednocześnie brak gruntów pod uprawę roślin energetycznych. Te dwa-trzy procent respondentów (różnica między 19% a 17%), to np. rolnicy związani kontraktami. Niekoniecznie są oni przeciwni uprawie roślin energetycznych, jednak przez dłuższy czas nie będą dysponowali wolnym areałem gruntów aby zaangażować się w produkcję tego typu roślin.



Ryc. 69. Zachęty, które mogłyby skłonić osoby niechętne założeniu plantacji roślin energetycznych do zmiany decyzji przed upływem 5 lat [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

grupy, gwarancja ceny zbytu lub pomoc w założeniu plantacji przyniosłyby jednak (prawdopodobnie) zbyt małe korzyści w stosunku do nakładów na założenie plantacji roślin energetycznych.

W powiatach, w których ankietowani deklaruowali najwyższą podatność na ekonomiczne zachęty do uprawy roślin energetycznych (a przykład janowski, zamojski i chełmski), relatywnie dużo rolników byłoby skłonnych założyć plantacje roślin energetycznych bez wsparcia. Rozkład odpowiedzi wskazywał zatem na możliwość intensyfikacji zakładania plantacji roślin energetycznych na południu województwa, lecz nie stanowił przesłanki do zwiększenia areału upraw tego typu roślin w jego północnej części. Zachęty mogłyby skłonić do uprawy roślin energetycznych rolników stosujących przyoranie słomy co drugi rok, młodych (do 35 roku życia), uzyskujących dochody z samozatrudnienia oraz stosujących nawożenie mieszane. W tych podgrupach respondentów częściej niż średnio pojawiały się sugestie gwarancji ceny lub zbytu. Ankietowani stosujący przyoranie słomy co drugi rok przeznaczyliby część gruntów pod plantację roślin energetycznych, gdyż już przy obecnej strukturze upraw posiadają zbędne resztki z produkcji rolnej. Zależy im na gwarancji zbytu, ponieważ nie chcą ponosić nakładów na podjęcie nieopłacalnych upraw. Najmłodszy rolnicy poszukują rozwiązań, które przyniosą im większe zyski lub poprawią opłacalność produkcji, lecz dla nich (bardziej niż dla starszych rolników) liczy się zysk osiągnięty obecnie, podczas gdy przyszła rentowność produkcji jest mniej istotna.

5.4 Biopaliwa – wiedza i możliwości ich wykorzystania przez rolników

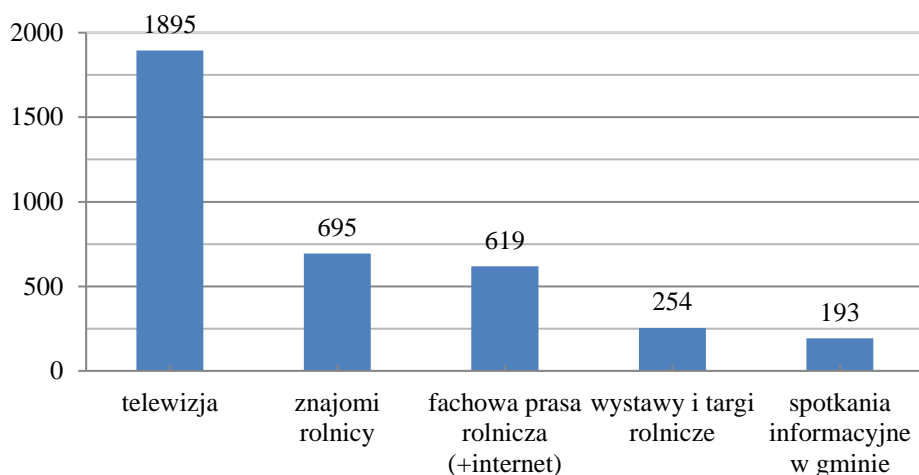
Współcześnie rolnicy mają duże możliwości poszerzenia wiedzy o przetwarzaniu roślin energetycznych oraz produkcji i wykorzystania biopaliw. Programy telewizyjne są

oglądane przez rolników, lecz praktyczne informacje o wykorzystaniu biopaliw nie jest mocną stroną telewizji. Fachowa prasa rolnicza, wystawy i targi wymagają zaś od zainteresowanych wysiłku by zdobyć wiedzę na temat biopaliw. Ankietowani rolnicy ocenili jej pięć źródeł: telewizję, fachową prasę rolniczą, wystawy i targi rolnicze, spotkania informacyjne w gminie oraz znajomych rolników. Pominięcie Internetu jako kanału informacyjnego wiązało się z niskim upowszechnieniem jego infrastruktury na obszarach wiejskich województwa lubelskiego oraz ograniczonymi umiejętnościami właścicieli gospodarstw rolnych w zakresie obsługi sprzętu komputerowego. Potwierdza to fakt, że tylko pięciu ankierów zgłosiło potrzebę wprowadzenia dodatkowego pytania o wykorzystanie Internetu jako źródła wiedzy o biopaliwach.

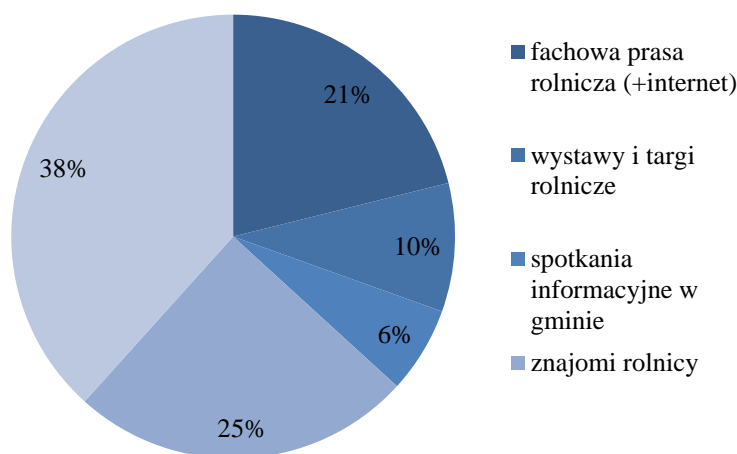
Rycina 70 przedstawia liczbę wskazań stanowiących odpowiedź na zamknięte pytanie o źródła informacji na temat energii odnawialnej z surowców rolniczych. Każdy z respondentów mógł wybrać maksymalnie trzy źródła, lecz średnio odnotowano tylko 1,7 wskazania. Dla 86% ankietowanych rolników telewizja stanowiła główne źródło informacji o biopaliwach, a dwunastu ankietowanych (0,5%) nie wskazało żadnego źródła. Prawie 40% ankietowanych ograniczało się tylko do telewizji, przy czym ich wiedza była fragmentaryczna, przypadkowa i niepełna. Najmniejszym zaangażowaniem w pogłębianiu wiedzy o roślinach energetycznych charakteryzowała się ta grupa rolników. Spośród osób deklarujących telewizję jako najważniejsze źródło informacji o energetycznym wykorzystaniu biomasy i roślin energetycznych, ponad 30% wspomagało się wiedzą pozyskaną z innych źródeł: fachowej prasy, wystaw i targów (ryc. 71). Co czwarty ankietowany jako źródło wiedzy o biopaliwach podał zarówno telewizję, jak i znajomych rolników. Wiedza rolników na temat biopaliw stanowiła także efekt własnych doświadczeń rolników lub wymiany informacji, doświadczeń i umiejętności z innymi rolnikami.

Prawie 32% ankietowanych czerpało wiedzę o biopaliwach od znajomych rolników (ryc. 70), przy czym 11% korzystało także z prasy, wystaw i targów oraz spotkań informacyjnych. Korzystanie przez nich z wielu źródeł wiedzy (telewizji poszerzającej horyzonty, prasy oferującej konkretne porady, często o naukowych podstawach oraz znajomych rolników, którzy dzielą się swoimi doświadczeniami i praktyką o biopaliwach), młody wiek, stosunkowo wysoki poziom wykształcenia, często rolniczego, które sprzyja łączeniu teorii z praktyką, predestynowały ich do roli potencjalnych liderów bioenergetycznego kierunku produkcji rolnej.

Wystawy i targi rolnicze, spotkania informacyjne w gminie i wykłady na temat odnawialnych źródeł energii, najczęściej związane z planowanymi lub realizowanymi



Ryc. 70. Źródła informacji o energii odnawialnej z surowców rolniczych.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 71. „Telewizja” i inne źródła wiedzy o odnawialnych źródłach energii [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

projektami jej wykorzystania, stanowią ważne źródła informacji o bioenergetyce (ryc. 70). Organizują je przedstawiciele jednostek samorządu terytorialnego, ośrodki doradztwa rolniczego czy przedsiębiorstwa zainteresowane pozyskaniem surowców pochodzenia rolniczego do produkcji biopaliw. Wyniki ankiet wskazują, że ponad 11% rolników mogło mieć styczność ze sprzętem służącym do uprawy i zbierania roślin energetycznych przy okazji zwiedzania wystaw, a 9% uczestniczyło w prelekcjach prezentujących na przykład projekt pozyskania biomasy na cele energetyczne.

Najliczniejsze wskazania różnych kombinacji źródeł wiedzy o biopaliwach uwzględniały telewizję, dzięki której wiedza o energii z surowców rolniczych była powszechna, chociaż powierzchowna. Niektórzy wykazywali zainteresowanie pogłębieniem swojej wiedzy teoretycznej o biopaliwach (11% ankietowanych) poprzez telewizję i prasę.

Inni pozyskiwali informacje praktyczne z trzech i więcej źródeł, w tym telewizji. Część ankietowanych polegała wyłącznie na wiedzy znajomych (4%). Według 16% ankietowanych temat biopaliw jako „nośny” stanowił przedmiot dyskusji rolników. Przeciwwagę dla nich stanowili rolnicy korzystający tylko na fachowej prasie (4%). Bardzo cenne, chociaż słabo reprezentowane było łączenie wiedzy o biopaliwach z prasy fachowej, targów, wystaw i spotkań. Rolnicy pozyskujący wiedzę o biopaliwach z prasy, wystaw i targów oraz spotkań informacyjnych w gminie, mogą być liderami projektów biopaliw. Odczuwają oni potrzebę stałego dokształcania się i poszerzania wiedzy na ten temat, przy czym na ogół potrafią rozpoznać informacje nieprawdziwe, zniekształcone czy przesadzone.

Istotna jest liczba i struktura jak i jakość źródeł wiedzy o biopaliwach. Każde źródło oceniono przy wykorzystaniu metody punktowej (tab. 14). Telewizji, jako najmniej wartościowemu źródłu przypisano 1 pkt., znajomym rolnikom 2 pkt., spotkaniom w gminie 3 pkt., wystawom i targom 4 pkt., a fachowej prasie 5 pkt. Prawie 60% ankietowanych rolników pozyskiwało wiedzę ze źródeł, które oceniono nisko (tylko znajomi, tylko telewizja oraz znajomi i telewizja). Respondenci dysponowali na ogół powierzchowną i niespójną wiedzą o biopaliwach. Ich wiedza w dużym stopniu zależała od przekazów znajomych rolników.

Tab. 14. Ocena źródeł wiedzy o energii odnawialnej z surowców rolniczych.

Źródła	Liczba wskazań		Ocena punktowa jakości odpowiedzi
	n	%	
Telewizja	864	39,5	1
Telewizja, znajomi	344	15,7	3
Telewizja, prasa	246	11,2	6
Trzy wskazania w tym telewizja i znajomi	209	9,5	>6
Trzy wskazania w tym telewizja, lecz bez znajomych	123	5,6	>8
Znajomi	95	4,3	2
Prasa	95	4,3	5
Telewizja, wystawy	56	2,6	5
Telewizja, spotkania	42	1,9	4
Spotkania	18	0,8	3
Prasa, znajomi	16	0,7	7
Brak źródeł	12	0,5	0
Prasa, wystawy	11	0,5	9
Trzy wskazania w tym znajomi, ale bez telewizji	10	0,5	>9
Cztery lub pięć wskazań - błąd ankietera	10	0,5	0
Prasa, wystawy, spotkania	8	0,4	12
Spotkania, znajomi	8	0,4	4
Wystawy	7	0,3	4
Wystawy, spotkania	6	0,3	7
Prasa, spotkania	5	0,2	8
Wystawy, znajomi	5	0,2	6
Suma	2190	100,0	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

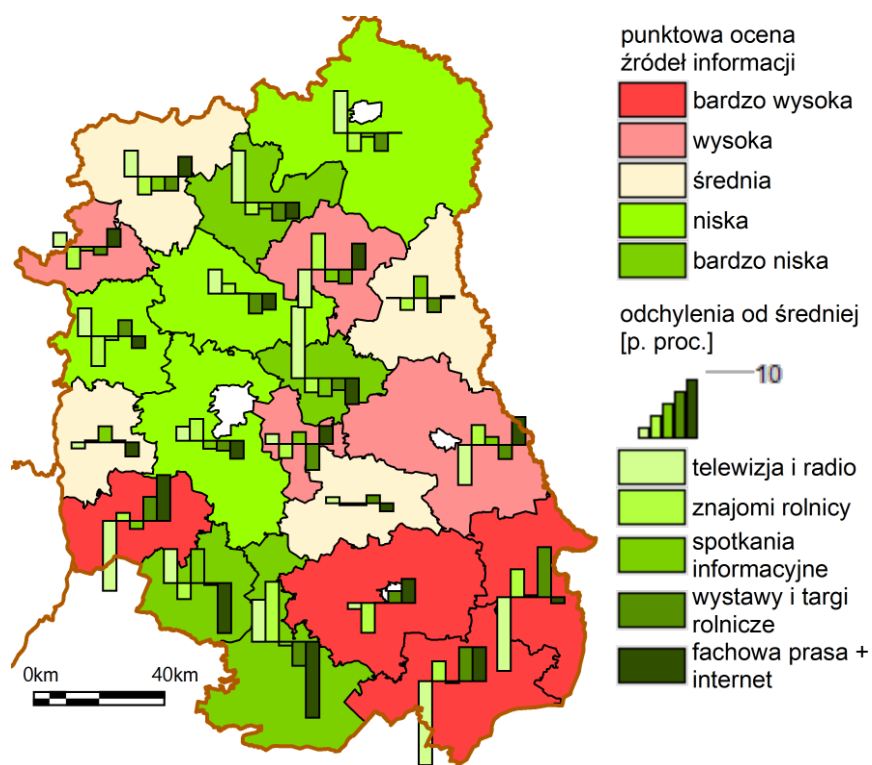
Rycina 72 przedstawia zróżnicowanie źródeł informacji o biopaliwach (kartodiagram) oraz ich ocenę punktową (kartogram) według powiatów. Kartodiagram prezentuje odchylenia od wartości przeciętnych dla województwa lubelskiego (w p. proc.), przy czym ocena punktowa została obliczona zgodnie ze wzorem:

$$OP = 1 \cdot oT + 2 \cdot oZ + 3 \cdot oS + 4 \cdot oW + 5 \cdot oP$$

OP – ocena punktowa,

o – odchylenie,

T – telewizja, Z – znajomi, S – spotkania, W – wystawy, P – prasa; uszeregowane według jakości kanałów przekazu wiedzy.



Ryc. 72. Odchylenia od przeciętnego wykorzystania źródeł informacji o bioenergetyce (w p. proc.) oraz ocena punktowa źródeł.

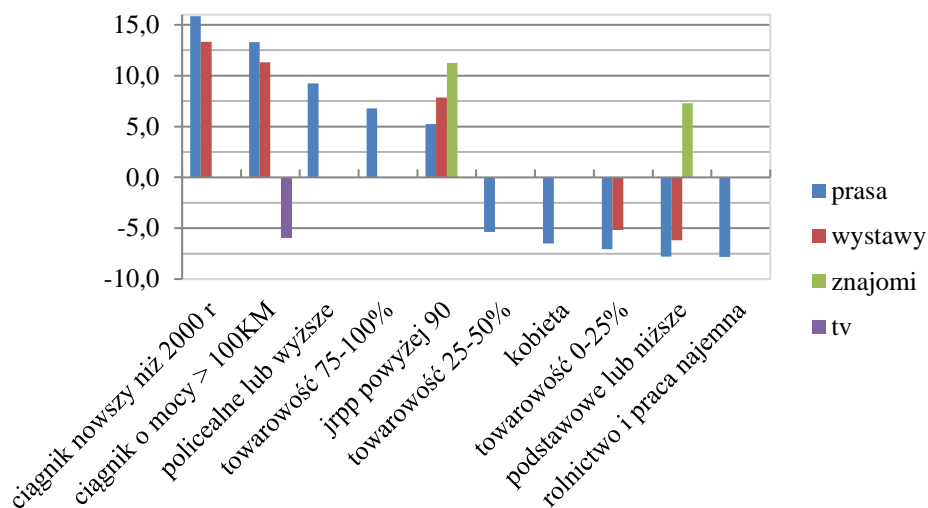
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Rolnicy zamieszkujący południowo-wschodnią część województwa oraz powiat kraśnicki w większym stopniu niż przeciętnie w województwie zdobywali wiedzę o bioenergetyce poprzez prasę. Wyjątek stanowił powiat hrubieszowski, gdzie rolnicy wskazywali na wystawy jako źródło wiedzy o biopaliwach. W powiatach wysoko ocenionych pod względem źródeł wiedzy o bioenergetyce, poza zamojskim (ryc. 72), znajomi odgrywali ważną rolę jako źródło informacji. Łączenie prasy, wystaw i wiedzy

znajomych może prowadzić do pozytywnej synergii i wzrostu jakości informacji pochodzących ze źródła traktowanego jako drugo- albo nawet trzeciorzędne (w tym przypadku znajomych rolników).

Powiaty nisko ocenione pod względem źródeł wiedzy o bioenergetyce rozciągają się od bialskiego na północy do biłgorajskiego na południu województwa. Na przykład, rolnicy z powiatu łęczyńskiego byli słabo zainteresowani pogłębianiem swojej wiedzy na temat biopaliw, częściej niż gdzie indziej wskazując telewizję jako jedno ze źródeł wiedzy. Powierzchnowe podejście do biopaliw pozostawało w sprzeczności z rozwijanym przez Energetykę Łęczyńską projektem współspalania węgla z biomasą i istnieniem w rejonie Puchaczowa ponad 200 ha plantacji wierzby energetycznej. Podobny brak zainteresowania biopaliwami odnotowano w powiecie radzyńskim, gdzie duże znaczenie miała dochodowa hodowla bydła mlecznego, a energetyczne wykorzystanie roślin nie wywoływało zainteresowania rolników. W powiecie puławskim, w którym prężnie działa Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, posiadający kompetentnych doradców i kolekcję roślin energetycznych, rolnicy byli w małym stopniu zainteresowani pogłębianiem wiedzy na temat biopaliw. W gminach powiatu puławskiego małe zainteresowanie problematyką biopaliw wiązało się z: uprawami przynoszącymi zadowalające zyski (drzewa owocowe, rośliny przemysłowe, jak tytoń czy rośliny ozdobne, kwiaty i krzewy), obecnością dużych zakładów przemysłowych i odchodzeniem ludności od uprawy roli, a także gęstszą niż na innych obszarach województwa siecią miast, z rozwiniętymi funkcjami usługowymi (Puławy, Kazimierz Dolny, Nałęczów jako miejsca pracy).

Rolnicy wykształceni, posiadający ciągnik nowszy niż z 2000 r., o mocy powyżej 100 KM i duży areał upraw, korzystali najczęściej ze specjalistycznej wiedzy o bioenergetyce (prasa, targi). Ponad 50% rolników z wykształceniem wyższym pracowało nie tylko na roli, gdyż nie byli zadowoleni z dotychczasowego kierunku uprawy czy hodowli. Rolnicy prowadzący gospodarstwa najbardziej nastawione na rynek (o stopniu towarowości 75%-100%) by poszerzyć swoją wiedzę o biopaliwach częściej niż przeciętny ankietowany sięgali po fachowe czasopisma. Gospodarujący na dobrych glebach (wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej powyżej 90 pkt.) częściej niż przeciętny rolnik korzystali z wiedzy przekazywanej na targach i wymienianej między znajomymi. Dyskusje wewnątrz tej grupy rolników są szczególnie ważne, ponieważ przełamują stereotyp, że roślin energetycznych nie powinno się uprawiać na dobrych gruntach (ryc. 72-73). Prowadzący gospodarstwa o niskim i bardzo niskim stopniu towarowości, z produkcją na własne potrzeby, podobnie jak kobiety i osoby o niskim wykształceniu, rzadko uczestniczyli zaś w

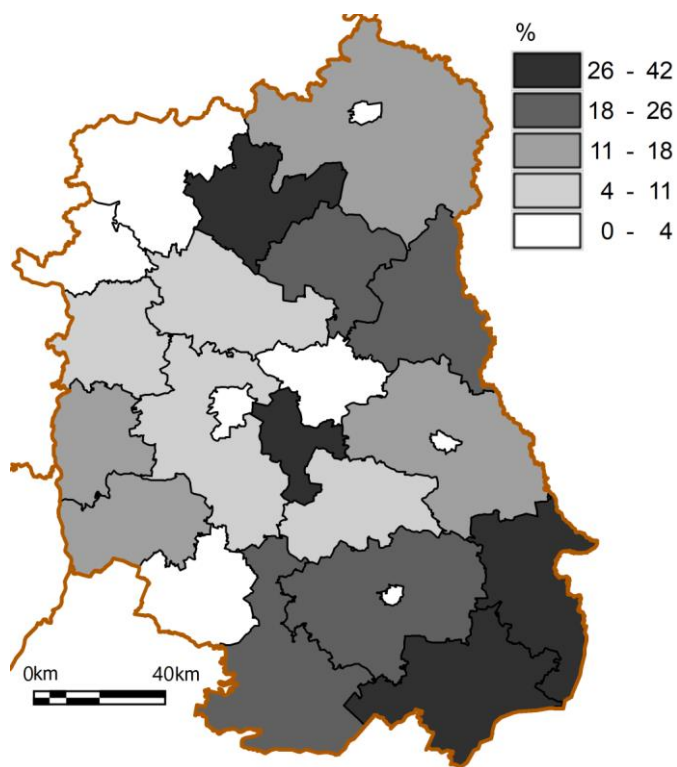


Ryc. 73. Odchylenia od średnich w pytaniu o źródła informacji o bioenergetyce według cech rolników i atrybutów ich gospodarstw [p. proc.].
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

pokazach i wystawach i często korzystali z wiedzy znajomych o biopaliwach. Może wiązać się to z ich niechęcią do zmiany struktury upraw. Wydaje się, że nie podejmą oni projektów wykorzystania biomasy rolniczej na cele energetyczne. Z kolei mała wiedza o roślinach energetycznych rolników czerpiących dodatkowe dochody z pracy poza rolnictwem wynikała z braku czasu.

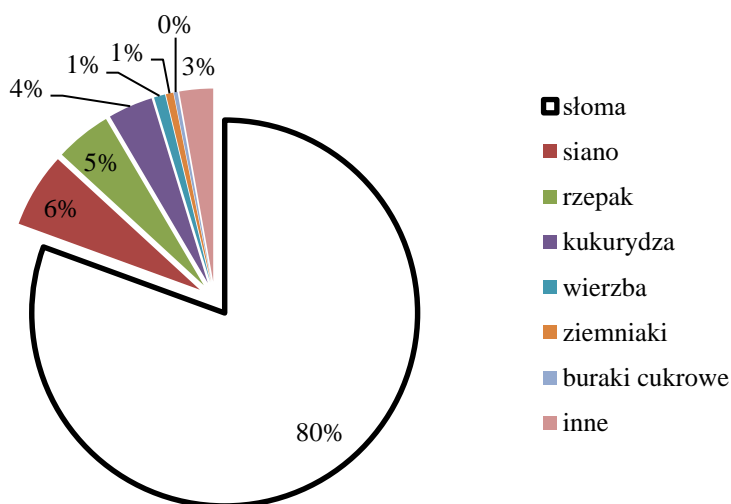
Źródła pozyskiwania wiedzy na temat biopaliw okazały się bardziej zróżnicowane przestrzennie (ryc. 72-73) niż w obrębie podgrup ankietowanych, określonych według ich cech społeczno-demograficznych. W projektach energii odnawialnej z surowców rolniczych bardziej istotny będzie zatem dobór obszaru niż dostosowanie kampanii informacyjnej do cech grup rolników. Funkcjonowanie w gminie skupu produktów ubocznych rolnictwa czy roślin energetycznych może przyczynić się do propagowania bioenergetyki, przy czym w mniejszym stopniu podobną rolę spełni informacja o skupie w formie przekazu ustnego, wywieszki na tablicy ogłoszeniowej czy ulotki.

Oferty zakupu surowców rolnych na cele energetyczne skłaniają rolników do wykonania kalkulacji opłacalności tego rodzaju produkcji, a także do zapoznania się z warunkami skupu biomasy rolniczej. Ponad 14% ankietowanych spotkało się z propozycją zakupu biomasy na cele energetyczne. Na południowym wschodzie, wschodzie i w centrum województwa lubelskiego udział ankietowanych, którzy posiadali informacje o skupie biomasy rolniczej przekraczał 20%, podczas gdy na północnym zachodzie nie sięgał 10% (ryc. 74). Słomę, jako uboczny produkt uprawy zbóż, skupowano głównie na obszarach o dobrych glebach, podczas gdy na gruntach o gorszej jakości często wykorzystywano ją jako



Ryc. 74. Rolnicy posiadający wiedzę o skupie surowców rolnych na cele energetyczne.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

nawóz organiczny. W strukturze skupowanej biomasy (ryc. 75) przeważała słoma, a siano stanowiło jej uzupełnienie. Rzepak skupowany na biodiesel oraz kukurydza na biogaz służyły do produkcji biopaliw pierwszej generacji (konkurujących z żywnością). Rzadko skupowano wierzbę energetyczną.



Ryc. 75. Wiedza o skupie biomasy rolniczej według rodzaju roślin [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Informacje o cenach skupu surowców rolniczych przedstawia tabela 15. Najczęściej

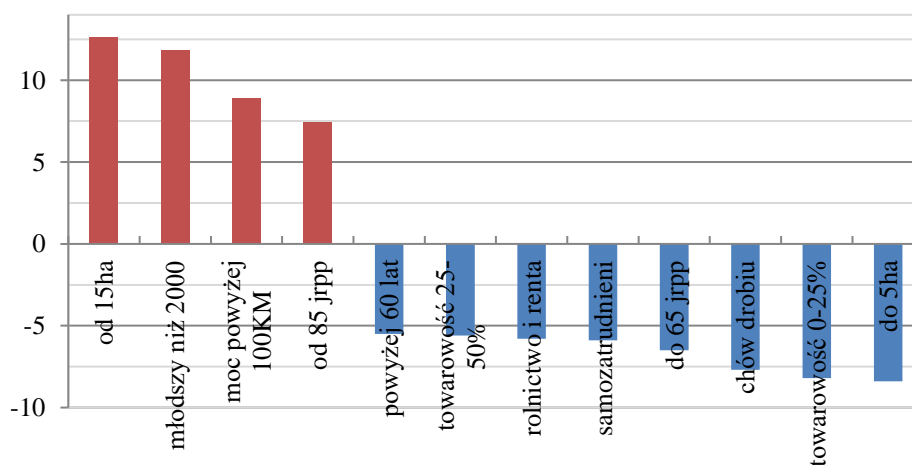
wymienianą przez ankietowanych słomę skupowano na tony, bele lub z hektara zasiewów. Ceny, były bardzo zróżnicowane i wahały się od 30 złotych do 150 złotych (kostka, bela, tona). Dla nielicznej grupy rolników słoma stanowiła zbędny produkt uboczny uprawy, dlatego byli skłonni oddać ją lub sprzedać po niskiej cenie. Wówczas odbiorca samodzielnie prasował ją, ładował na środek transportu i przewoził do miejsca wykorzystania. Z 1 ha gruntu można uzyskać od 2,5 tony do 3 ton tego surowca. Za biopaliwo z tego areału, rolnik uzyskiwał 100 zł lub 200 zł. Najwyższe ceny osiągnano, gdy rolnik dostarczał surowiec w określonym czasie do wskazanego przez kupującego miejsca.

Tab. 15. Ceny skupu surowców rolniczych w sezonie 2011-12 [zł].

Surowiec	Jednostka	Ceny	Moda	Średnia
Słoma	tona	15 – 250	100	84,90
Słoma	bela	1 – 50	30	19,20
Słoma	hektar	100 lub 200		
Siano	bela	20		
Rzepak	tona	300 – 1800	1000	1055,60

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

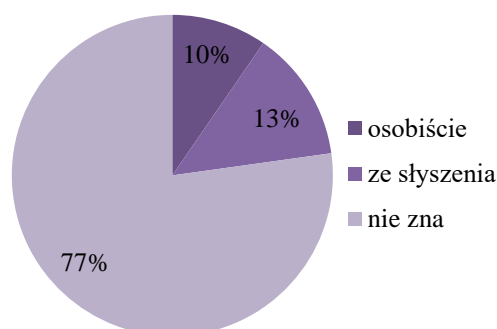
Poszczególne grupy ankietowanych różniły się wiedzą na temat skupu biomasy rolniczej (ryc. 76). Szeroką wiedzą odznaczał się gospodarujący w dużych gospodarstwach, posiadający ciągniki rolnicze wysokiej mocy oraz grunty o wysokiej jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Słabą wiedzą o skupie biomasy rolniczej charakteryzowali się dysponujący najmniejszymi powierzchniami gruntów rolnych, słabo związani z rynkiem, producenci drobiu i osoby starsze, które prowadziły gospodarstwa rolne.



Ryc. 76. Wiedza o skupie biomasy rolniczej na cele energetyczne według charakterystyk gospodarstw [odchylenia od średniej w p. proc.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Oprócz wiedzy o ofertach skupu produktów ubocznych rolnictwa analizie poddano także wiedzę ankietowanych o osobach korzystających z tego typu ofert (ryc. 77). Blisko co czwarty ankietowany znał osobę, która sprzedała słomę, siano lub inną biomasę na cele energetyczne. Rolnicy, którzy prowadzili duże gospodarstwa rolne, młodzi, posiadający ciągnik dużej mocy, często wskazywali osoby, które sprzedały biomasę rolniczą na cele energetyczne. Znali sprzedających biomasę osobiście lub ze słyszenia (ryc. 77).

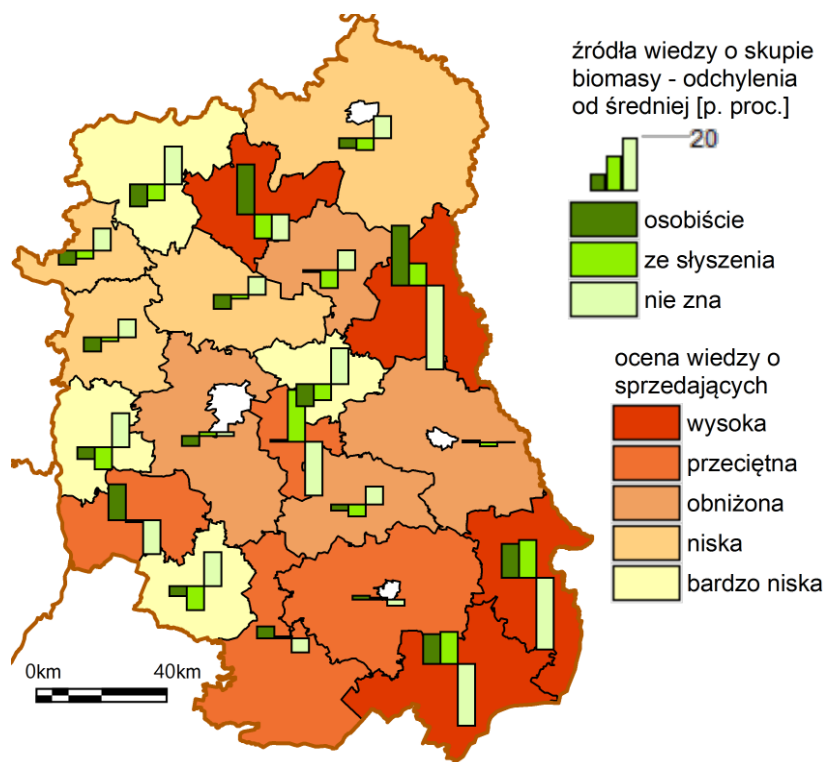


Ryc. 77. Źródła wiedzy o rolnikach sprzedających biomasę na cele energetyczne [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Wiedzę o rolnikach sprzedających biomasę na cele energetyczne posiadali ankietowani zamieszkujący południowo-wschodnie i wschodnie powiaty województwa (ryc. 78). W powiatach przygranicznych znajdowała się aż połowa gmin, w których rolnicy potrafili wskazać osoby sprzedające biomasę na cele energetyczne. W powiecie włodawskim więcej rolników niż w hrubieszowskim i tomaszowskim osobiście znało osobę, która sprzedawała biomasę na cele energetyczne. W dwu ostatnich informacja o skupie biomasy była często wymieniana między rolnikami. W powiatach ryckim i puławskim oraz opolskim i lubelskim, ankietowani stwierdzali, że biomasę na cele energetyczne skupowano zaledwie w dwu lub trzech gminach. W powiecie opolskim duża grupa ankietowanych знаła sprzedających, lecz rozpowszechnienie tej wiedzy było słabsze niż w innych rejonach województwa. W powiecie świdnickim odnotowano wyraźnie większy od średniej udział osób znających sprzedającego biomasę „ze słyszenia”, co mogło sprzyjać powstawaniu przekłamań czy mitów na temat energetycznego wykorzystania biomasy.

W powiatach charakteryzujących się niskim udziałem ankietowanych, którzy posiadali informacje o skupie biomasy rolniczej wystąpiły pojedyncze gminy, gdzie udział ten okazał się wysoki, jak: Janów Podlaski (powiat bialski), Łuków (powiat łukowski) czy Czemierniki (powiat radzyński). Pozyskanie słomy, siana i innych surowców miało na ogół zasięg lokalny, chociaż na południowym wschodzie województwa projekty energetycznego

wykorzystania biomasy funkcjonowały dłużej i oddziaływały na kilka gmin lub powiat.



Ryc. 78. Wiedza ankietowanych o rolnikach sprzedających biomasę na cele energetyczne. Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Analizowano także zależność między wiedzą o osobach, które sprzedały biomasę rolniczą i charakterystykami gospodarstw rolnych. Niską wiedzą o skupie biomasy odznaczali się właściciele najslabszych gruntów, co mogło wiązać się z ich zwiększonym zapotrzebowaniem na nawóz organiczny, szczególnie słomę. Rolnicy prowadzący dodatkową działalność gospodarczą, właściciele gospodarstw najlepiej wyposażonych w maszyny, a także rzadko stosujący przyoranie słomy, byli lepiej poinformowani o osobach sprzedających biomasę niż przeciętny ankietowany. Posiadali oni szerokie kontakty na lokalnym rynku, a niekiedy osobiście poszukiwali sposobów zagospodarowania nadwyżek słomy. Rolnicy, którzy rzadko stosowali przyoranie słomy oraz samozatrudnieni czerpali informacje o sprzedawcach biomasy, pośrednio poprzez inne osoby (tab. 16).

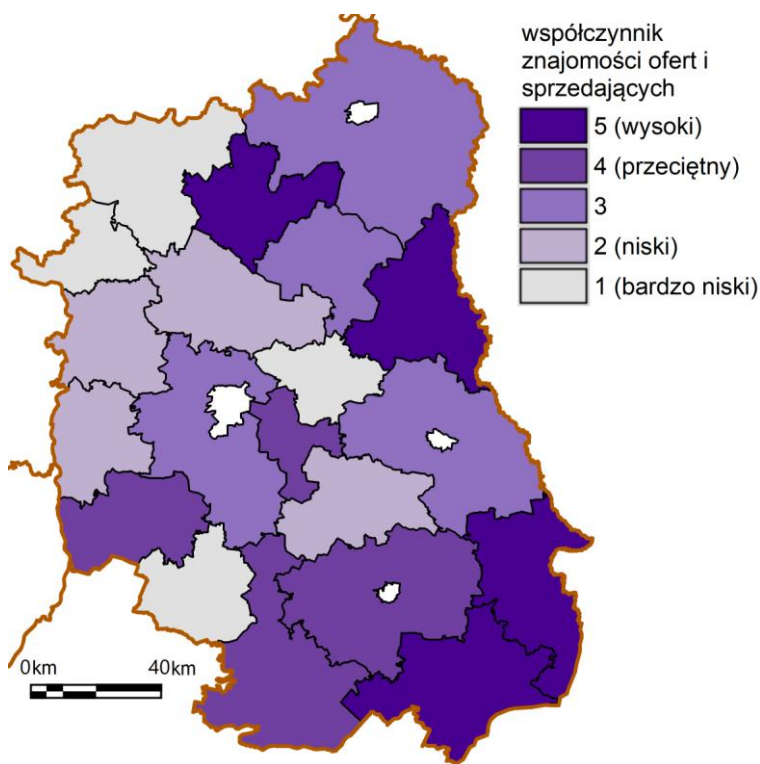
Rycina 79 przedstawia syntetyczny współczynnik wiedzy respondentów o skupie biomasy rolniczej na cele energetyczne i sprzedających ją osobach. Współczynnik opracowano metodą punktową według wzoru:

$$\text{Współczynnik} = (5 \cdot \text{skup tak, osobiście tak} + 4 \cdot \text{skup nie, osobiście tak} + 3 \cdot \text{skup tak, ze słyszenia tak} + 2 \cdot \text{skup nie, ze słyszenia tak} + \text{skup tak, nie znam}) / \text{liczba respondentów}$$

Tab. 16. Wysokie odchylenia od średnich o źródłach wiedzy na temat sprzedających biomasę rolną na cele energetyczne [p. proc.].

Cecha	Osobiście	Ze słyszenia	Nie zna
Towarowość 0-25%	-1,2	11,2	-10,0
Jrpp do 65	3,6	6,3	-9,9
Powierzchnia do 5 ha	6,3	3,5	-9,8
Rolnictwo i praca najemna	2,1	7,4	-9,4
Towarowość 75-100%	7,2	0,5	-7,8
Przyoranie słomy rzadziej	1,6	5,5	-7,1
Powierzchnia powyżej 15 ha	3,6	2,7	-6,3
Przyoranie słomy co trzeci rok	-3,1	-3,0	6,0
Ciągnik nowszy niż 2000 rok	-4,8	-2,4	7,2
Ciągnik o mocy powyżej 100KM	-3,4	-4,3	7,7
Rolnictwo i samozatrudnienie	-4,8	-5,9	10,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 79. Wiedza o ofertach skupu i sprzedających biomasę na cele energetyczne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

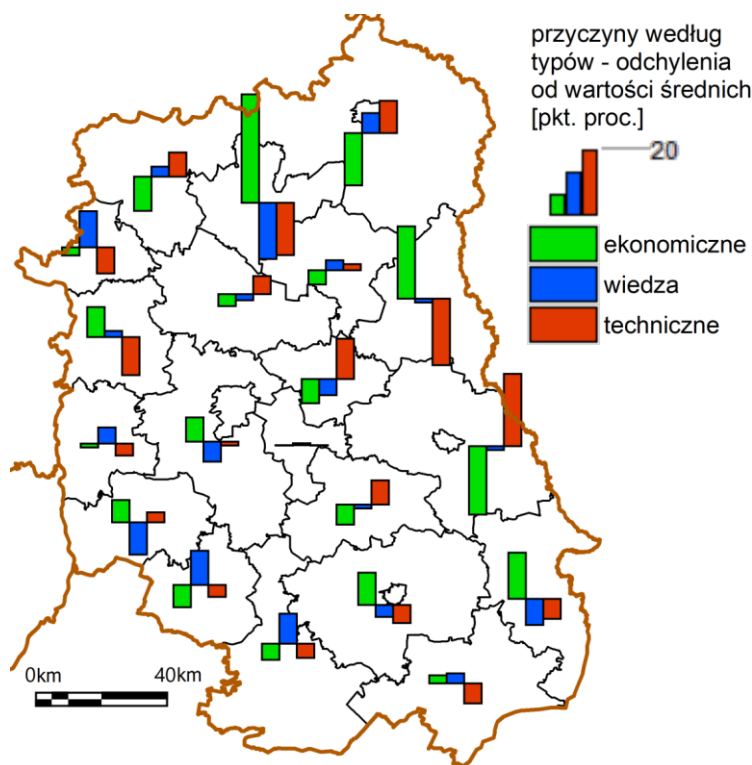
Wysoką wartością współczynnika wiedzy rolników o ofertach skupu biomasy charakteryzowały się powiaty południowo-wschodnie i północno-wschodnie. W tej grupie wystąpił powiat biłgorajski, w którym odnotowano nikłą wiedzę o biomacie, wręcz niechęć rolników do uprawy roślin na cele energetyczne. W północno-wschodnich powiatach województwa lubelskiego wiedza o skupie biomasy rolniczej i osobach ją sprzedających, nie wiązała się jednakże z wykorzystaniem biomasy na cele energetyczne, lecz ze skupem

słomy do produkcji podkładów do pieczarkarni. W środkowej części województwa znajomością zagadnień skupu biomasy na cele energetyczne wykazali się ankietowani z powiatu świdnickiego. W powiatach zachodnich i północno-zachodnich można mówić zaś o szczątkowej wiedzy ankietowanych o skupie biomasy. Przestrzenne zróżnicowanie wiedzy o ofertach i podmiotach ją sprzedających wskazuje na lokalny (mały) zasięg pozyskiwania biomasy rolniczej (głównie słomy), przy czym wyjątek stanowiły powiaty tomaszowski i hrubieszowski.

Wykorzystanie w gospodarstwie biopaliw innych niż drewno stanowiło treść jednego z pytań ankiety. Ponad 14% rolników odpowiedziało na nie twierdząco, przy czym wielu nie dostrzeżało różnicy pomiędzy paliwem tradycyjnym i biopaliwem. Ankietowani rzadko wykorzystywali biodiesel, biogaz i zrębki wierzby, chociaż nieco częściej sięgali do odpadów z produkcji rolnej. Ankietowani, którzy uznali, iż w gospodarstwie wykorzystują biopaliwo, na ogół wskazywali na węgiel kamienny, a kilku wymieniło gaz ziemny i olej opałowy. Odpowiedzi pozostałych 4% ankietowanych, niejednokrotnie nieściśle, wykazywały pewien związek z odnawialnymi źródłami energii. Wymieniali słomę, słomiany brykiet, brykiet z trocin, siano i trociny, baterie słoneczne, ziarna owsa i innych zbóż. Zrębki malin, aronii, wierzby, kora i paździerz lniane wskazało mniej niż 10 osób. Największa liczba twierdzących odpowiedzi na pytanie o wykorzystanie w gospodarstwie biopaliw innych niż drewno, wystąpiła w powiecie lubelskim (25), nieco mniejsza w chełmskim (12). W pozostałych powiatach odnotowano mniej niż 10 tego rodzaju wskazań, co świadczy o niewielkim wykorzystaniu biopaliw w gospodarstwach rolnych. Niekiedy odpowiedzi pozytywne pojawiały się w sąsiadujących ze sobą gminach, na przykład Garbów (6) i Jastków (5).

Rolnicy wskazali przyczyny niewykorzystywania biopaliw w swoim gospodarstwie, wśród których wymieniali czynniki ekonomiczne (57%), techniczne (23%) i niedostateczną wiedzę o biopaliwach (19%). Ankietowani podkreślali, że uwarunkowania ekonomiczne były od nich niezależne, a wśród uwarunkowań technicznych wskazywali bardziej na brak dostępu do sadzonek niż na słabe wyposażenie gospodarstwa w maszyny i urządzenia. W powiecie radzyńskim akcentowali nieopłacalność wykorzystania biopaliw, niejako marginalizując kwestie wiedzy i problemy techniczne (jakby posiadali wiedzę ekspercką), co może utrudniać wykorzystanie biomasy na cele energetyczne. Podobne wskazania, chociaż z mniejszym nasileniem, odnotowano w powiecie hrubieszowskim. W powiecie chełmskim ankietowani w małym stopniu zwracali uwagę na nieopłacalność korzystania z biopaliw, natomiast podkreślali problem niskiej dostępności do konkretnych rozwiązań

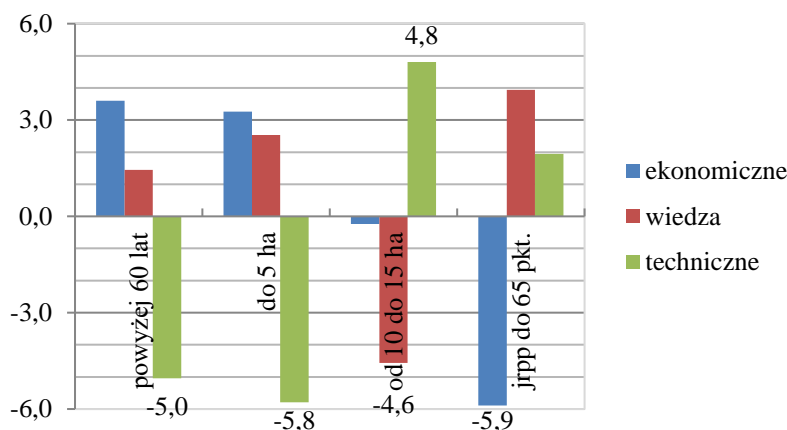
technicznych (ryc. 80). W powiatach bialskim, biłgorajskim i kraśnickim w mniejszym stopniu wskazywali na problemy techniczne, niż na niedostateczną informację o biopaliwach. W powiecie łukowskim ankietowani zauważali sprzężenie zwrotne pomiędzy niedostateczną wiedzą o biopaliwach i brakiem inicjatyw pozyskania energii z biomasy.



Ryc. 80. Przyczyny niekorzystania z biopaliw przez gospodarstwa rolne.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

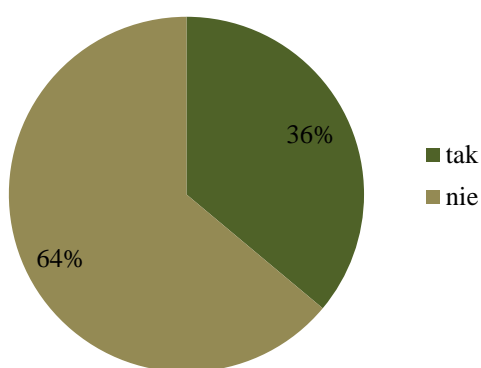
Ankietowani z poszczególnych podgrup wyróżnionych na podstawie cech rolników, nie różnili się istotnie pod względem wskazań przyczyn niewykorzystywania biopaliw w gospodarstwach. Odchylenia od wartości średnich przekraczające 5 p. proc. były rzadkością (ryc. 81). Starsi rolnicy oraz dysponujący najmniejszymi gospodarstwami słabo dostrzegali problemy techniczne związane z pozyskaniem biomasy i jej energetycznym wykorzystaniem, co nie wskazuje na ich potencjalny udział we wdrażaniu projektów energetycznych (postawa pasywna). Rolnicy uprawiający średnie lub większe arealy ziemi byli niekiedy zbyt pewni swojej wiedzy i umiejętności co do roślin energetycznych i energetycznego wykorzystania biomasy. Za barierę wykorzystania biopaliw w gospodarstwie uważali brak dostępu do sadzonek roślin energetycznych i specjalistycznego wyposażenia.

Ponad jedna trzecia ankietowanych dostrzegła szanse produkcji paliwa rolniczego lub wykorzystania produktów ubocznych i odpadów z uprawy roślin do produkcji energii na



Ryc. 81. Przyczyny niewykorzystywania biopaliw według cech rolników i charakterystyk gospodarstw – odchylenia od średniej [p. proc].
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

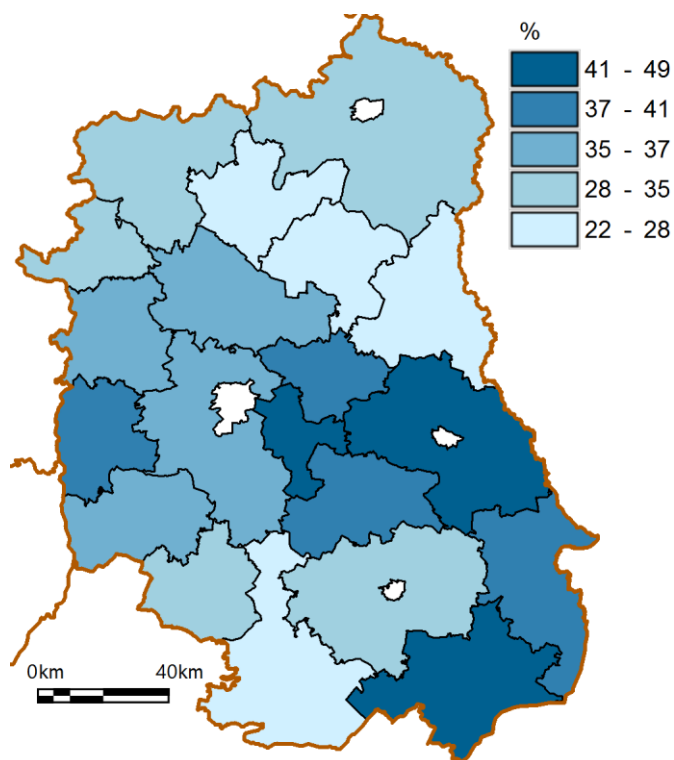
potrzeby gospodarstwa (ryc. 82). Rolnicy gospodarujący na najsłabszych gruntach spodziewali się zysków z produkcji roślin energetycznych. Według nich poprawa wiedzy o biopaliwach umożliwi im wykorzystanie tego typu roślin w ramach dostępnych zasobów technicznych.



Ryc. 82. Ocena możliwości energetycznego wykorzystania biopaliw w gospodarstwie [%].
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

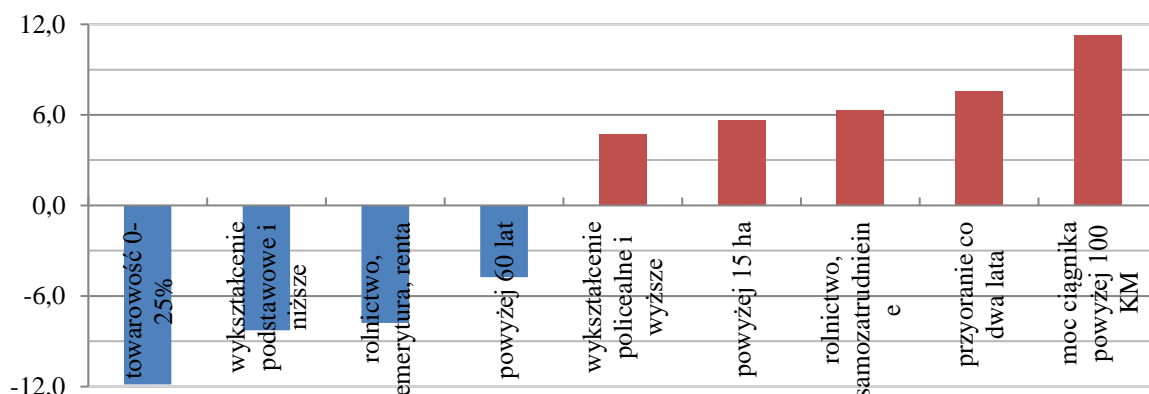
W powiatach, w których rolnicy nisko oceniali możliwość energetycznego zagospodarowania biomasy, występowały gminy, gdzie ocena kształtowała się powyżej średniej dla województwa lubelskiego (ryc. 83). W pasie gmin od powiatu chełmskiego do puławskiego, co drugi ankietowany wypowiadał się przychylnie na temat możliwości wykorzystania energii z biomasy. Pozytywne nastawienie mieszkańców do wykorzystania biopaliw może uczynić z partycypujących w tym procesie rolników „ambasadorów”, którzy przełamują opór sceptycznej części społeczności wiejskiej wobec roślin energetycznych.

Ocenę szans wykorzystania w gospodarstwie biomasy na cele energetyczne w zależności od cech respondenta przedstawiono na rycinie 84. Respondenci starsi niż 60 lat,



Ryc. 83. Możliwości energetycznego wykorzystania biopaliw w gospodarstwie według ankietowanych rolników.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



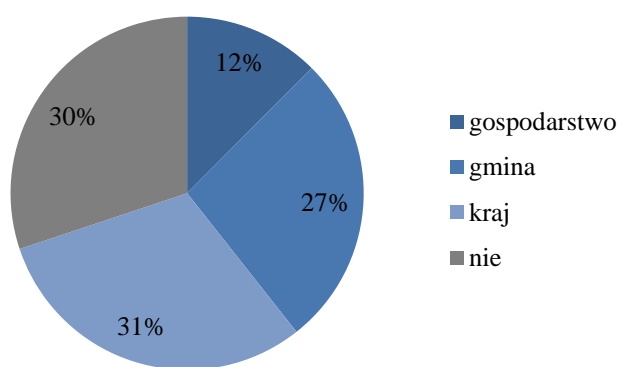
Ryc. 84. Możliwości energetycznego wykorzystania biomasy w gospodarstwie według cech ankietowanych rolników i charakterystyk gospodarstw [p. proc.].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

utrzymujący się ze źródeł niezarobkowych, produkujący tylko na własne potrzeby, słabo wykształceni, słabo (o 11 p. proc. częściej niż ogół ankietowanych) oceniali szanse na wykorzystanie biopaliw w swoich gospodarstwach. Ich niechęć wobec biopaliw wynikała z braku środków finansowych, ograniczonej wiedzy, ograniczonej sprawności fizycznej i negatywnego podejścia do zmian. Optymistami co do wykorzystania biopaliw w gospodarstwie byli rolnicy dysponujący niezbyt nowoczesnym, lecz wydajnym parkiem maszynowym. Ich pozytywne oceny dotyczyły głównie wykorzystania biopaliw płynnych

do napędu maszyn i urządzeń. Wysoki poziom wykształcenia również wiązał się z otwartością na tego typu rozwiązania.

Biomasę rolniczą można wykorzystać wewnątrz gospodarstwa lub poza nim. Chociaż o jej wykorzystaniu na cele energetyczne pozytywnie wyraziło się 70% ankietowanych, to 57% z nich stwierdziło, że powinno ono mieć zinstytucjonalizowaną formę, a zaledwie 12% wskazało na potrzebę wykorzystania biomasy na cele energetyczne we własnym gospodarstwie (ryc. 85). Wytwarzanie energii cieplnej do ogrzewania budynków mieszkalnych i gospodarczych czy produkcja biodiesla na własne potrzeby wymaga bowiem poniesienia znacznych nakładów finansowych i nakładów pracy. Niechętni zagospodarowaniu biomasy we własnym gospodarstwie byli głównie rolnicy nieprzychylnie nastawieni do uprawy roślin energetycznych, stosujący nawożenie organiczne i wykorzystujący słomę w swojej produkcji.



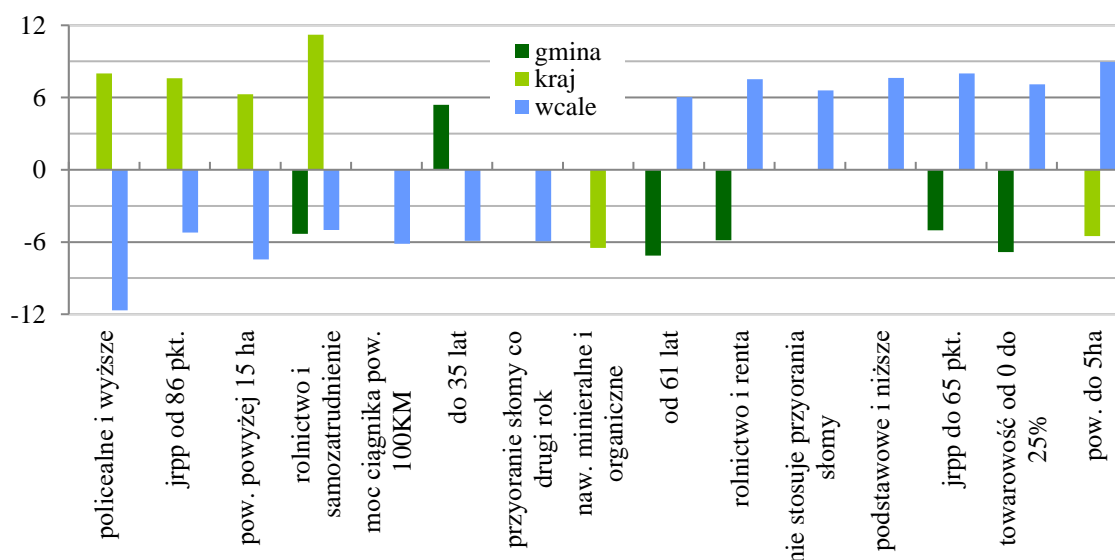
Ryc. 85. Opinie ankietowanych dotyczące energetycznego wykorzystania surowców rolniczych w gospodarstwie i poza nim [%].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Energetyczne wykorzystanie biomasy rolniczej na cele energetyczne poza miejscem jej wytworzenia może przyjąć formę produkcji rozproszonej i dotyczyć na przykład obiektów użyteczności publicznej bądź skoncentrowanej (elektrownie i elektrociepłownie zawodowe, rafinerie, agrorafinerie). Ankietowani wskazujący poziom krajowy i gminny jako najbardziej odpowiednie dla zagospodarowania biomasy rolnej na cele energetyczne, prezentowali postawę, którą można określić jako zachowawczą (ryc. 85). Interesowałyby ich nieskomplikowana uprawa tego typu roślin i pewny zysk. Nieznaczna przewaga wskazań instalacji wykorzystania biomasy na poziomie krajowym w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych, wiązała się z faktem, że ceny energii elektrycznej stanowiły ważną pozycję kosztów produkcji, zwłaszcza w gospodarstwach wysokotowarowych. Rolnicy liczyli zatem na spadek cen energii w rezultacie wykorzystania

ubocznych produktów rolnictwa w elektrowniach. Wśród zwolenników energetycznego zagospodarowania biomasy na poziomie gmin były osoby świadome faktu, że transport biomasy jest kosztowny i stanowi gorsze rozwiązanie niż jej energetyczne wykorzystanie na miejscu.

Zróznicowanie odpowiedzi okazało się mniejsze według cech rolników niż w przekroju terytorialnym. W żadnej z podgrup ankietowanych, rolnicy nie wykazywali dużo większej chęci lub niechęci do produkcji energii z biomasy na potrzeby własnego gospodarstwa niż w innych podgrupach (maksymalne odchylenia mieściły się w granicach ± 3 p. proc.). Odchylenia przekraczające ± 5 p. proc. od średniej wojewódzkiej przedstawia rycina 86.



Ryc. 86. Opinie ankietowanych o wykorzystaniu biomasy do produkcji energii w gospodarstwie lub poza nim – odchylenia od średniej [p. proc.].
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

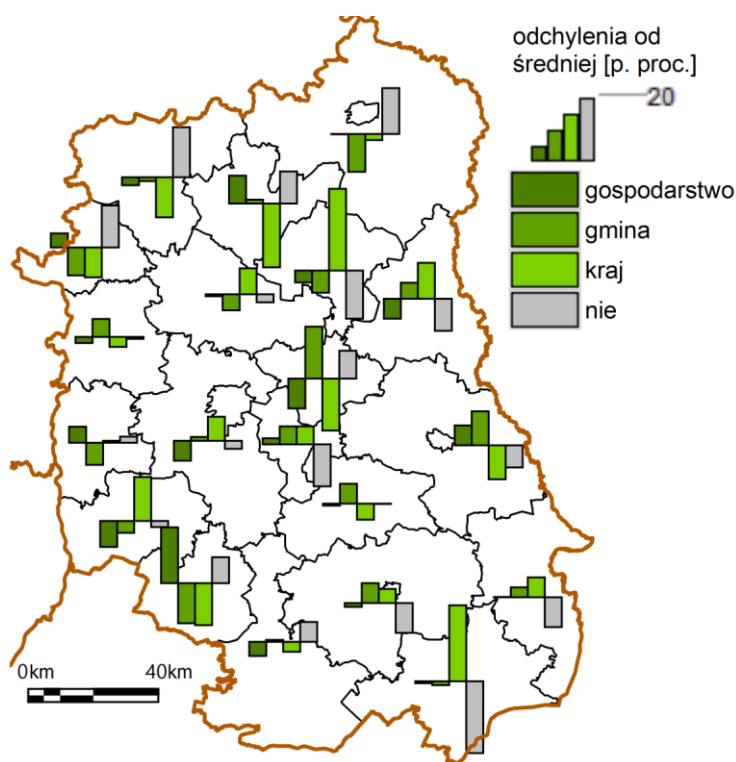
Odpowiedzi ankietowanych uszeregowano według sumy odchyleń dla kategorii „gmina” i „kraj” (terytorialnego poziomu wykorzystania biomasy) oraz „wcale”, przy czym dwie pierwsze traktowano jako pozytywne, a trzecią jako negatywną. Ankietowani o wykształceniu wyższym i policealnym, a także prowadzący duże gospodarstwa o powierzchni ponad 15 ha, dużo częściej niż inni wskazywali na potrzebę realizacji inwestycji zagospodarowania biomasy na cele energetyczne na poziomie krajowym. Podobną opinię wyrażali ankietowani posiadający grunty dobre jakościowo, podczas gdy młodzi rolnicy w wieku poniżej 35 lat wskazywali na poziom gminny zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. Sprzedaż biomasy poza obszar gminy czy powiatu nie zabiera rolnikowi zbyt dużo czasu, gdyż na ogół duży odbiorca, niekiedy elektrownia, organizuje proces skupu i

transportu biomasy. Lokalne inwestycje przynoszą korzyści okolicznej ludności (także producentom biomasy), lecz wiążą się z podwyższonym ryzykiem, bowiem nieudany projekt może obciążyć budżet gminy, a więc lokalną społeczność. Rolnicy prowadzący własną działalność gospodarczą (samozatrudnieni), także preferowali energetyczne zagospodarowanie biomasy na poziomie krajowym. Mogli dostrzec w tym szansę wykorzystania usług transportowych skupowanej biomasy przy zachowaniu akceptowalnej rentowności produkcji.

Z kolei rolnikom stosującym przyoranie słomy co drugi rok oraz właścicielom ciągników o dużych mocach, terytorialny poziom wykorzystania biomasy na cele energetyczne (gospodarstwo, gmina, kraj) był obojętny. Wśród ankietowanych występowały także niechętni energetycznemu wykorzystaniu biomasy rolniczej, którzy nie widzieli potrzeby poszukiwania innego niż dotychczas sposobu jej zagospodarowania (ryc. 86). Do ich cech należały: brak dostępnych gruntów pod uprawy roślin energetycznych, stosowanie nawożenia organicznego na słabych gruntach, ograniczona wiedza o biopaliwach i niechęć do angażowania się w nowe przedsięwzięcia, jak energetyczne wykorzystanie biomasy.

Wyobrażenia rolników o szczeblu wykorzystania biopaliw (indywidualnie, lokalnie, regionalnie lub wcale) różniły się w ujęciu przestrzennym (ryc. 87). Odchylenia standardowe na poziomie powiatów wynosiły od 5,7 p. proc. do 11,5 p. proc. Rolnicy z powiatu janowskiego jednoznacznie opowiadali się za energetycznym wykorzystaniem biomasy bezpośrednio w gospodarstwie. Ankietowani z powiatów radzyńskiego, chełmskiego i opolskiego prezentowali podobną postawę, lecz z mniejszą stanowczością. Z kolei preferowanie przez rolników wykorzystania biomasy głównie w dużych zakładach, takich jak elektrownie, odnotowano w czterech powiatach (ryc. 87), z których tylko dwa sąsiadowały ze sobą. Po 5-7 latach od realizacji przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa programów wsparcia uprawy roślin energetycznych, oznacza to porażkę tego typu programów. Innymi słowy niskie poparcie dla energetycznego wykorzystania biomasy we własnym gospodarstwie świadczy o nietrwałości zabiegów promujących uprawę roślin energetycznych. W przyszłości trudniej będzie na ich obszarze wdrażać projekty zagospodarowania biomasy rolniczej w gospodarstwie niż pozyskać na przykład słomę dla elektrowni.

Dla części rolników bardziej naturalną formę zagospodarowania biopaliw, niż na przykład spalanie we własnej kotłowni, stanowiły inwestycje gmin. W pasie powiatów od puławskiego do chełmskiego (łącznie z zamojskim) ankietowani wskazywali tę ostatnią opcję częściej niż przeciętnie w województwie. W opinii rolników najlepsze warunki dla



Ryc. 87. Opinie ankietowanych o wykorzystaniu biomasy do produkcji energii w gospodarstwie lub poza nim – odchylenia od średniej.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

gminnych projektów wykorzystania biomasy występowały we wschodniej części województwa (ryc. 87), na obszarze rozległych łąk wzdłuż kanału Wieprz-Krzna, które mogą dostarczać biomasy traw lub posłużyć za grunty pod plantacje roślin energetycznych. Ankietowani wskazywali także na funkcjonowanie w rejonie kanału kilkunastu wspólnot wiejskich użytkujących łąki. Można więc zaproponować lokalizację zakładów energetycznego wykorzystania biomasy w rejonie Parczewa lub Włodawy czy Tomaszowa Lubelskiego⁴¹ (także Kraśnika).

Rolnicy z sąsiadujących gmin często różnili się pod względem opinii na temat energetycznego wykorzystania biomasy, co należy uwzględnić we wdrażaniu programów promocji wykorzystania biomasy rolniczej w gospodarstwach, jak i planowaniu inwestycji jej energetycznego zagospodarowania. W fazie ekspansji tego rodzaju projektów lepiej przedstawiać ich korzyści niż przeciwdziałać rozpowszechnianiu się negatywnego nastawienia ludności do energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej. Media, w tym prasa lokalna i Internet, mogą stać się istotnym kanałem wsparcia lub przyczyną niepowodzenia tego typu przedsięwzięć.

Sąsiedztwo powiatów z kontrastującymi ze sobą opiniami rolników, na przykład

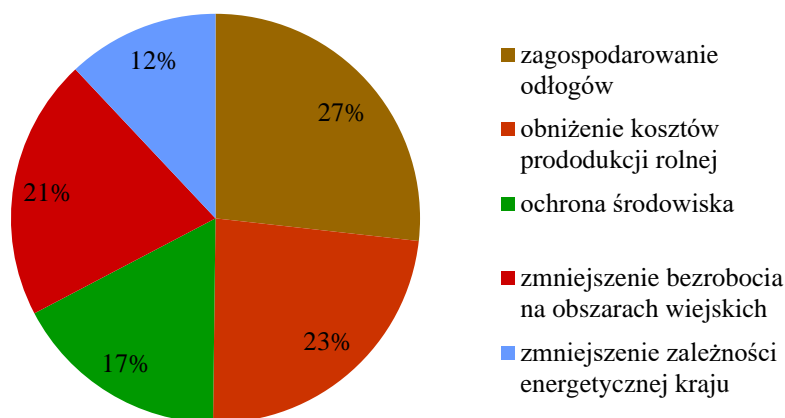
⁴¹ W 2012 r. otwarto zakład przetwórstwa słomy w Zamościu, w Specjalnej Strefie Ekonomicznej Euro-Park Mielec – Podstrefa Zamość.

parczewski i radzyński, kraśnicki i janowski, włodawski i chełmski, może wskazywać, że część rolników zmieniła zdanie na temat energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej pod wpływem atrakcyjnych cen jej skupu. Rolnicy, którym słoma była potrzebna w prowadzonym chowie byli jednak znacznie mniej podatni na ekonomiczne zachęty energetycznego wykorzystania biomasy, gdyż nie byli przekonani, że dochód z tego tytułu przewyższy uzyskiwany z dotychczasowej działalności, zwłaszcza, że musieliby sfinansować także koszty zmiany profilu produkcji.

Pozytywny charakter oraz małe zróżnicowanie opinii rolników ze wschodniej części województwa, sprzyjały wdrażaniu gminnych projektów energetycznego wykorzystania biomasy, na przykład ogrzewania budynków komunalnych. Z kolei mieszkańcy gmin podmiejskich byli zainteresowani zagospodarowaniem biomasy w swoich gospodarstwach w celu ogrzewania domów. Koncentracja trzech, czterech gmin, gdzie rolnicy byli entuzjastycznie nastawieni do indywidualnych działań na rzecz zagospodarowania biomasy, stanowiła źródło dyfuzji energetyczne wykorzystania biomasy.

W gminach północnych, północno-zachodnich i południowo-zachodnich obrzeży województwa, gdzie skupiali się rolnicy niechętni energetycznemu zagospodarowaniu biomasy, ryzyko związane z jej skupem i przetwarzaniem było zaś najwyższe. W przeciwieństwie do wschodniej i południowej części województwa, gdzie rolnicy dysponowali nadwyżkami słomy, siana i innej biomasy rolniczej, w północnej części województwa oraz tam, gdzie duże znaczenie ma chów zwierząt, nie powinno się więc wspierać zagospodarowania ubocznych produktów rolnictwa. Na tych obszarach, powinno promować się plantacje roślin energetycznych lub biogaz, co zmniejszyłoby konkurencję tradycyjnych form chowu i uprawy z kierunkiem biopaliwowym. Przykładem konkurencji bezpośredniej jest wzrost ceny produktów ubocznych rolnictwa, na przykład słomy, wskutek jej skupu na cele energetyczne. Z konkurencją pośrednią wiąże się wzrost cen produktów ubocznych rolnictwa pod wpływem zmniejszania areału upraw zbóż, spowodowanego przeznaczeniem gruntów pod uprawę roślin energetycznych. Konkurencji pośredniej nie można jednak uniknąć.

Ankietowanych, zarówno pozytywnie, jak i negatywnie nastawionych do energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej, poproszono o wskazanie głównej korzyści jej wykorzystania. Najczęstszą odpowiedź stanowiło zagospodarowanie odłogów (ryc. 88), przy czym przewaga nad pozostałymi odpowiedziami była nieduża. Mieszkańcy obszarów wiejskich dostrzegali powiększanie areału gruntów rolnych, których z powodu niskiej opłacalności nie uprawiano. Dzięki informacjom pochodzącym ze środków

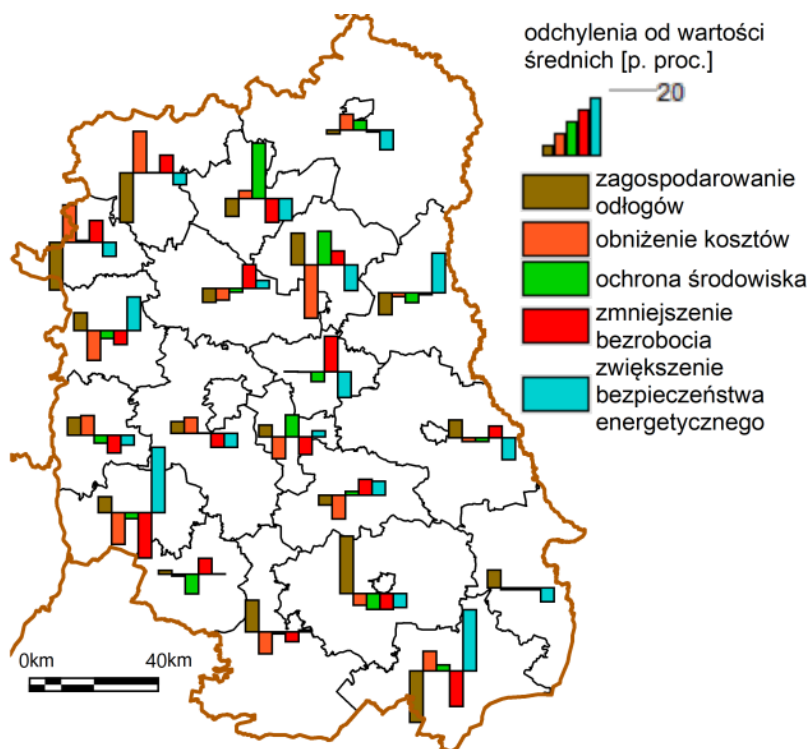


Ryc. 88. Korzyści energetycznego wykorzystania biomasy według ankietowanych [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

masowego przekazu do ich świadomości przenikała wiedza o niskich wymaganiach glebowych roślin energetycznych oraz zapotrzebowaniu sektora energetycznego na biomasę rolniczą, co sprzyjało zajmowaniu tego rodzaju gruntów pod rośliny energetyczne. Gdyby nie fakt, że większość ankietowanych nie zetknęła się ze skupem słomy, siana, czy roślin energetycznych, odsetek wskazań korzyści z zagospodarowania odłogów byłby wyższy.

Ponad 23% ankietowanych wskazało obniżenie kosztów uprawy i chowu zwierząt jako najważniejszą korzyść energetycznego wykorzystania biomasy. Jako korzyść wymieniali oni możliwość produkcji biodiesla na własne potrzeby i wytwarzania energii elektrycznej z biogazu. Zdaniem ankietowanych obniżeniu uległyby rachunki za prąd. Trzecią często wymienianą korzyścią było zmniejszenie bezrobocia na obszarach wiejskich. Chociaż część respondentów nie dostrzegała mechanizmów tworzenia miejsc pracy poprzez energetyczne wykorzystanie biomasy rolnej, to odsetek osób, które wskazały tę korzyść świadczył o wysokiej randze problemu bezrobocia. Korzyści niezwiązane z rachunkiem ekonomicznym i lokalną gospodarką były rzadziej wymieniane przez ankietowanych. Dla porównania, przeanalizowano opinie czeskich rolników z rejonu Hradec Kralove które różniły się od opinii rolników z województwa lubelskiego. Czesi za najważniejsze uznali korzyści ekonomiczne energetycznego wykorzystania biomasy: dywersyfikację kierunków produkcji rolnej i obniżenie kosztów produkcji. Jako drugą korzyść wymieniali ochronę środowiska/krajobrazu oraz dotacje ze strony państwa, a na kolejnych miejscach wskazywali utrzymanie zatrudnienia, poprawę wizerunku i zagospodarowanie odłogów. W ich wypowiedziach nie pojawiła się kwestia bezpieczeństwa energetycznego (Frantal, Prousek, 2016, s. 32).

Zróznicowanie odpowiedzi dotyczących korzyści z zagospodarowania biomasy (ryc. 89) odzwierciedlało niejednorodność poglądów i oczekiwań rolników, którzy niekiedy byli



Ryc. 89. Korzyści energetycznego wykorzystania biomasy.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

wręcz zdezorientowani. Tylko w kilku sąsiadujących ze sobą jednostkach terytorialnych ankietowani rolnicy prezentowali zbliżone poglądy o korzyściach energetycznego wykorzystania biomasy (powiaty rycki i łukowski oraz częściowo biłgorajski, zamojski i hrubieszowski), przy czym występowanie zasadniczych różnic w opiniach trudno wytłumaczyć przestrzenną zmiennością warunków fizyczno-geograficznych czy społeczno-ekonomicznych. Przystępując do badań sformułowano hipotezę, iż korzyści z zagospodarowania odłogów pod uprawy roślin energetycznych będą uwypuklane przez rolników w powiatach, gdzie jakość gleb jest niska. Wyniki badań ankietowanych tylko częściowo potwierdziły tę hipotezę. Współczynnik korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wskaźnikami jrpp a udziałem wskazań zagospodarowania odłogów jako najważniejszej korzyści z energetycznego wykorzystania biomasy wyniósł $-0,32^{42}$. Jego wartość podniesiona do kwadratu (współczynnik determinacji R^2) wskazuje iż, współczynnik jrpp wyjaśnia zaledwie 10% zmienności wskazań zagospodarowania odłogów jako głównej korzyści energetycznego wykorzystania biomasy.

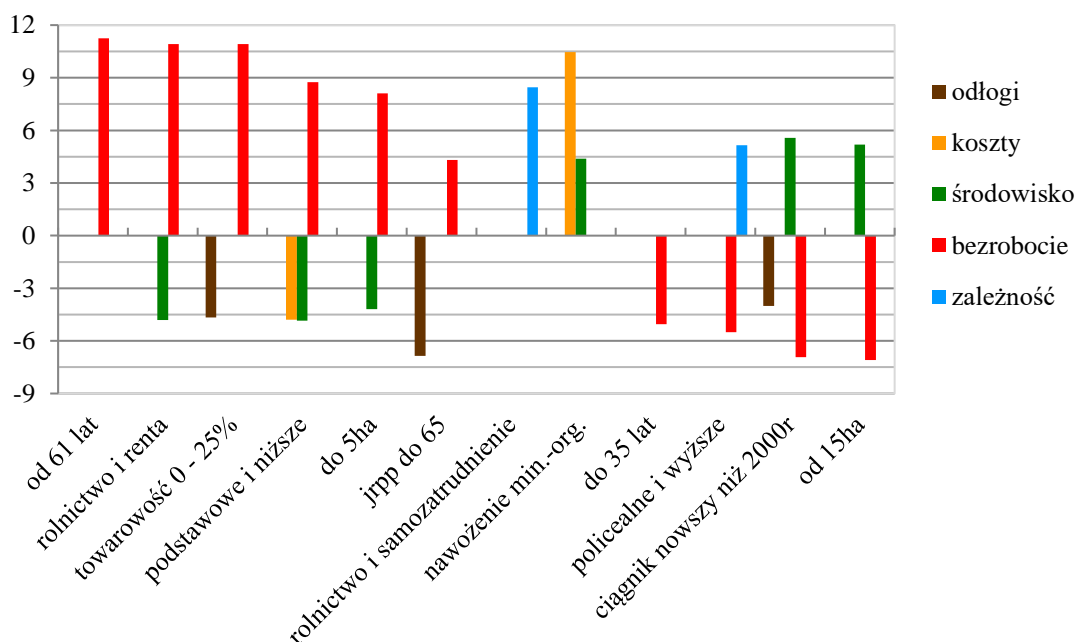
Wskazywane przez ankietowanych korzyści energetycznego wykorzystania biomasy odzwierciedlały zróżnicowanie wartości ludności obszarów wiejskich. Korzyści w formie obniżenia kosztów produkcji dostrzegali głównie rolnicy z powiatów ryckiego i

⁴² Im gorsza jakość gleb (niższy współczynnik jrpp), tym częstsze akcentowanie roli zagospodarowania słabych gruntów na potrzeby uprawy roślin energetycznych.

łukowskiego, zaś za mało znaczące uznawali je ankietowani z powiatów opolskiego oraz parczewskiego, w którym w Uhninie uruchomiono biogazownię rolniczą. Obiekt powinien być postrzegany przez ankietowanych jako szansa zbytu surowców rolnych i zakupu tańszej energii. Okazało się, że nie postrzegano go tak, gdyż przy dużym rozdrobnieniu agrarnym, ograniczanie ryzyka tej inwestycji wymagało zabezpieczenia biomasy przez biogazownię we własnym zakresie, a regulacje krajowego systemu energetycznego wprowadziły wymóg sprzedaży wyprodukowanej energii do sieci, a nie bezpośrednio do odbiorców lokalnych. Na korzyści wzrostu zatrudnienia związane z zagospodarowaniem nieużytków, przetwarzaniem biomasy na biopaliwa i jej transportem do odbiorców, wskazywali ankietowani z powiatu łęczyńskiego oraz powiatów położonych w północno-zachodniej i południowo-zachodniej części województwa. Z kolei pozytywne opinie respondentów na temat poprawy jakości środowiska wywołanej upowszechnieniem kierunku biopaliwowego produkcji rolnej, wystąpiły we wszystkich powiatach (poza radzyńskim i parczewskim), chociaż świadomość ekologiczna rolników nie była wysoka.

Największe wartości odchyień od średniej dotyczyły korzyści zagospodarowania odłogów, a następnie poprawy bezpieczeństwa energetycznego kraju. Odchylenia od wartości średnich w obrębie podgrup rolników okazały się niższe niż przestrzenne zróżnicowanie ich opinii. Ankietowani rolnicy bardzo różnili się szczególnie w kwestii oceny korzyści zmniejszenia bezrobocia pod wpływem rozwoju „kierunku biopaliwowego” (ryc. 90). Działania podejmowane przez sektor prywatny, kampanie informacyjne rządu oraz przekazy medialne wywarły pozytywny, chociaż ograniczony wpływ na świadomość społeczności wiejskiej. Ograniczenie bezrobocia w związku z energetycznym wykorzystaniem biomasy stanowiło szczególnie ważną kwestią dla osób starszych, prowadzących małe i niskotowarowe gospodarstwa, o słabych ekonomicznych podstawach, osób uprawiających słabe gleby, utrzymujących się z rolnictwa i emerytury lub renty i słabo wykształconych. Młodzi, dobrze wykształceni właściciele dużych gospodarstw wyposażonych w nowoczesny park maszynowy, z własną działalnością gospodarczą, najczęściej wskazywali na zmniejszenie zależności energetycznej kraju jako najważniejszą korzyść wykorzystania surowców rolniczych do produkcji energii, podczas gdy zmniejszenie bezrobocia było dla nich mniej ważną kwestią. Preferencje tej grupy były istotne, ponieważ można ją określić jako kluczową pod względem potencjału rozwoju upraw bioenergetycznych.

Ankietowani stosujący mieszane nawożenie mineralne i organiczne spodziewali się wahań sprzedaży nadwyżek produktów ubocznych rolnictwa. O blisko 10 p. proc. częściej



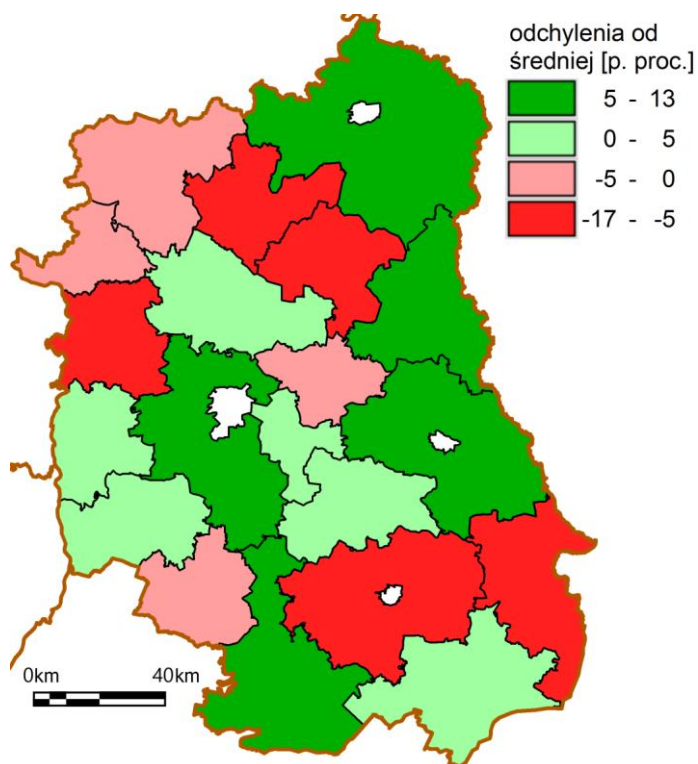
Ryc. 90. Korzyści z wykorzystania surowców rolniczych do produkcji energii – odchylenia od średniej [p. proc].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

niż średnio, jako korzyść z energetycznego zagospodarowania biomasy wskazywali oni na obniżkę kosztów działalności rolniczej. Rolnicy uprawiający słabe gleby paradoksalnie rzadziej wskazywali na zagospodarowanie odłogów jako najważniejszą korzyść bioenergetyki. Nie dostrzegali oni tego typu gruntów w swojej okolicy bądź uważali, że nie ma odpowiednich roślin energetycznych, które mogą przynieść zadowalający plon na słabych glebach.

Pytaniem o możliwość zastąpienia konwencjonalnych źródeł energii cieplnej i elektrycznej źródłami odnawialnymi testowano wyobraźnię rolników. Oprócz energii z surowców rolniczych w pytaniu wyróżniono także energię słoneczną, wiatru i jądrową. Odpowiedzi okazały się wyważone, biorąc pod uwagę fakt, że w 2014 roku w Polsce udział zielonej energii w końcowym zużyciu energii brutto wyniósł 11,45%, a w 2020 planuje się osiągnąć udział 15% (*Energia...*, 2015, s. 11). Zaledwie nieco więcej niż co piąty rolnik wyobrażał sobie całkowitą substytucję tradycyjnych źródeł energii źródłami odnawialnymi.

Zróznicowanie opinii w tym zakresie w ujęciu przestrzennym, wyrażone odchyleniami od średniej dla województwa, przedstawia rycina 91. Największe szanse na zastąpienie tradycyjnych źródeł energii odnawialnymi dostrzegali ankietowani z trzech powiatów położonych przy granicy państwa oraz powiatu biłgorajskiego. Sceptycznie wypowiadali się mieszkańcy powiatów: hrubieszowskiego, zamojskiego oraz radzyńskiego i parczewskiego. W powiecie biłgorajskim ludność dostrzegała potencjał tkwiący w



Ryc. 91. Ocena możliwości zastąpienia konwencjonalnych źródeł energii źródłami odnawialnymi.

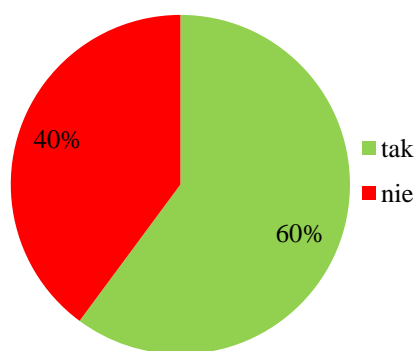
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

biomasie leśnej i wskazywała na możliwość energetycznego wykorzystania odpadów z przemysłu meblarskiego. Ankietowani z okolic Zamościa i Hrubieszowa wykazywali zaś zmęczenie „szumem” medialnym wokół biomasy oraz „iluzją” jej zagospodarowanie na cele energetyczne, które już w 2011 roku postrzegali jako nierealne. Na poziomie gmin, w pięciu jednostkach podmiejskich, a także w Rejowcu Fabrycznym czy Krasnystawie, ankietowani swoje oceny odnosili głównie do rozwoju innych niż bioenergetyka źródeł energii odnawialnej: słonecznej i wiatru.

Opinie w poszczególnych grupach ankietowanych na temat możliwości przejścia od źródeł nieodnawialnych do odnawialnych nie różniły się zasadniczo. Odnotowano więc stosunkowo dużą zgodność poglądów rolników w kwestii przyszłości odnawialnych źródeł energii, co wskazuje na powszechny, umiarkowany ich optymizm w tym względzie. Przeciwnie wyrażali rolnicy posiadający gospodarstwa o niskiej towarowości (25 – 50%) oraz uprawiający lepsze jakościowo grunty. Pierwsi oceniali przyszłość zielonej energii bardzo pozytywnie (o 4,9 p. proc. lepiej niż ogół ankietowanych), drudzy negatywnie (-3,3 p. proc. odchylenie od średniej).

5.5 Grupy producenckie i szkolenia – opinie ankietowanych

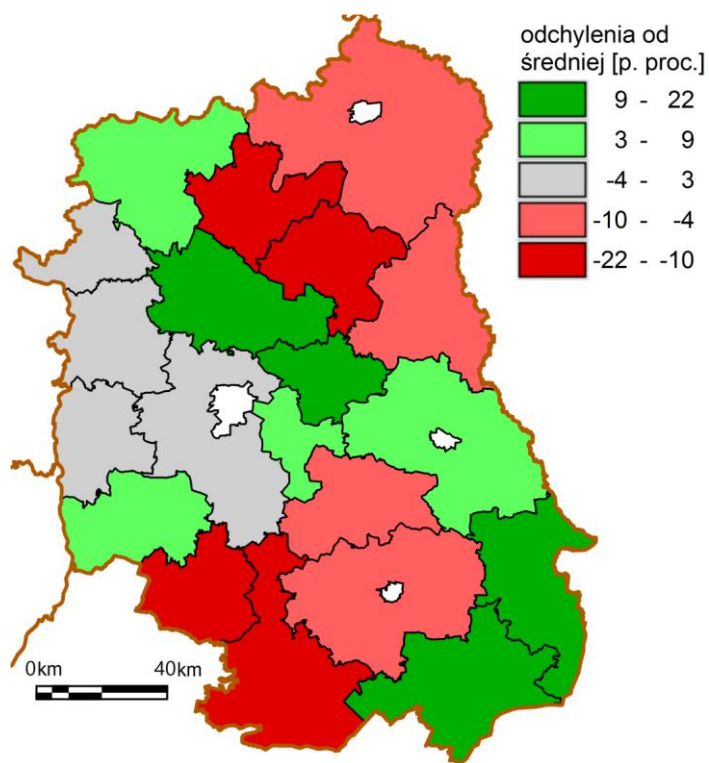
Na obszarach wiejskich województwa lubelskiego problem stanowi niedobór środków finansowych na przedsięwzięcia związane z rozwojem produkcji roślin energetycznych i ich energetycznym wykorzystaniem, co wiąże się z rozdrobnieniem rolnictwa. Obawy przed zrzeszaniem się, które niegdyś rolnicy wyrażali w systemie gospodarki centralnie planowanej, nie zniechęciły jednak ankietowanych rolników do deklarowania chęci ich uczestnictwa w spółdzielniach i grupach producenckich biomasy czy bioenergii. Większość rolników dostrzegała potrzebę organizowania grup producenckich w celu wspólnej realizacji inwestycji związanych z energetycznym wykorzystaniem biomasy (ryc. 92).



Ryc. 92. Opinia ankietowanych o organizacji grup producenckich biomasy rolniczej [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Równie pozytywne wnioski można wyciągnąć na podstawie analizy przestrzennego rozkładu opinii rolników dotyczących organizowania grup producenckich. Ankietowani najbardziej im przychylni (75% i więcej odpowiedzi pozytywnych) zamieszkiwali głównie w powiatach południowo-wschodniej i wschodniej części województwa, także w jego centrum i na północnym zachodzie. Akceptacja dla zakładania grup producenckich o profilu bioenergetycznym nie wykazywała związku z działaniami na rzecz energetycznego wykorzystania biomasy na danym terenie. Na przykład, w północno-zachodniej części województwa, rolnicy często nie zetknęli się z bioenergetyką, a mimo to dostrzegali w niej zdecydowanie więcej szans niż zagrożeń. Gminy, w których ankietowani byli sceptycznie nastawieni do tworzenia grup producenckich w bioenergetyce nie tworzyły dużych, zwartych przestrzennie skupisk. Sąsiadowały one z gminami, w których rolnicy wypowiadali się bardzo przychylnie o organizowaniu tego rodzaju grup. Pozytywny przykład „zza miedzy” może więc wpływać na zmianę stanowiska rolników sceptycznie nastawionych do organizacji grup producenckich. Problemów można spodziewać się w

powiatach bialskim, radzyńskim (porównaj ryc. 93) i krasnostawskim, w których rolnicy gospodarujący na dużych arealach byli nieliczni i rzadziej niż średnio w województwie wskazywali na potrzebę organizowania grup producentów biomasy i jej energetycznego wykorzystania.

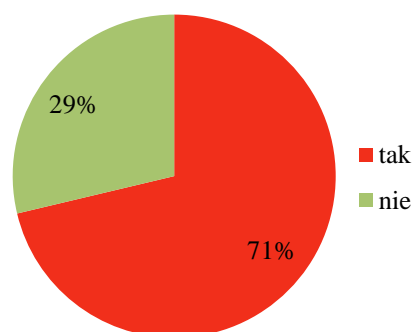


Ryc. 93. Opinie ankietowanych o organizacji grup producenckich w bioenergetyce.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Przeciwnikami organizacji grup producentów biomasy i jej energetycznego wykorzystania byli rolnicy: z wykształceniem podstawowym i niższym (odchylenia 10,5 p. proc. poniżej średniej), mający powyżej 60 lat (odchylenie ujemne 7,3 p. proc.) oraz właściciele gospodarstw o areale poniżej 5 ha (odchylenie ujemne 5,6 p. proc.). Słabe poparcie dla organizacji grup producenckich (od 9,9 do 7,9 p. proc. powyżej średniej) wyrażali rolnicy dysponujący wydajnym sprzętem, najlepiej wykształceni, posiadający największe gospodarstwa oraz samozatrudnieni. Wysokie poparcie dla idei grup producenckich (od 11,9 do 11,7 p. proc. powyżej średniej) wystąpiło zaś głównie wśród rolników skłonnych przeznaczyć swoje grunty pod plantacje roślin energetycznych w okresie krótszym niż 5 lat. Właściciele ferm drobiu także wyrażali ponadprzeciętną akceptację projektów organizacji grup producentów biomasy i jej energetycznego wykorzystania. Wyrażali oni sceptycyzm wobec biomasy, jednakże dostrzegali szansę produkcji biogazu z kurzeńca (obornika) z ferm drobiu. Rolnicy stosujący przyoranie słomy

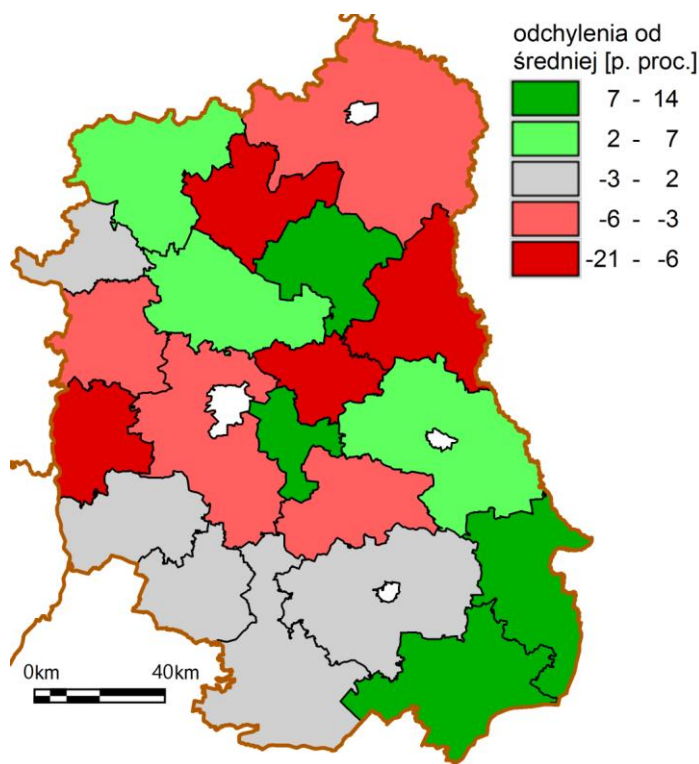
co dwa lata, posiadacze nowego sprzętu rolniczego i młodzi rolnicy, także akcentowali poparcie dla zakładania grup producenckich (od 5,7 p. proc. do 6,9 p. proc. częściej niż przeciętny ankietowany).

Sklonność ankietowanych do udziału w szkoleniach na temat biopaliw (71% rolników zadeklarowało chęć uczestnictwa w tego rodzaju szkoleniach) okazała się wyższa niż ich poparcie dla zakładania grup producenckich (ryc. 94). W co piątym powiecie udział ankietowanych skłonnych uczestniczyć w szkoleniach dotyczących biopaliw nie przekraczał jednak 60%. Duże zainteresowanie udziałem w szkoleniach na temat biopaliw, podobnie jak grupami producenckimi, odnotowano w powiatach i gminach rozciągających się z północnego zachodu na południowy wschód (ryc. 95). W powiatach, w których 80% i więcej ankietowanych wyrażało przychylne nastawienie do szkoleń, warto je organizować w pierwszej kolejności. Ważne jest dostosowanie materiału szkoleń do potrzeb rolników, które można określić na podstawie analizy wyników ankiet. Rolnicy wskazywali zwłaszcza, że szkolenia jeśli mają być skuteczne, powinny odbywać tylko i wyłącznie poza sezonem prac polowych.



Ryc. 94. Skłonności ankietowanych do udziału w szkoleniach na temat biopaliw [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Największe zainteresowanie szkoleniami wykazywali rolnicy, którzy deklarowali: podjęcie uprawy roślin energetycznych przed upływem 5 lat, przeznaczenie na ten cel ponad 5 ha gruntów oraz sprzedaż więcej niż połowy nadwyżek biomasy (odchylenie od + 12,1 do +10,0 pkt. powyżej średniej). Ankietowani, którzy zadeklarowali 1-2 ha, 2-5 ha lub jakiegokolwiek grunty pod uprawę roślin energetycznych, również wyrażali chęć uczestnictwa w szkoleniach (od +9,2 p. proc. do +8,1 p. proc. powyżej średniej). Entuzjazm do zdobywania wiedzy na temat biopaliw wykazywali rolnicy gospodarujący w dużych gospodarstwach (powyżej 15 ha), najlepiej wykształceni oraz młodzi, mający do 35 lat

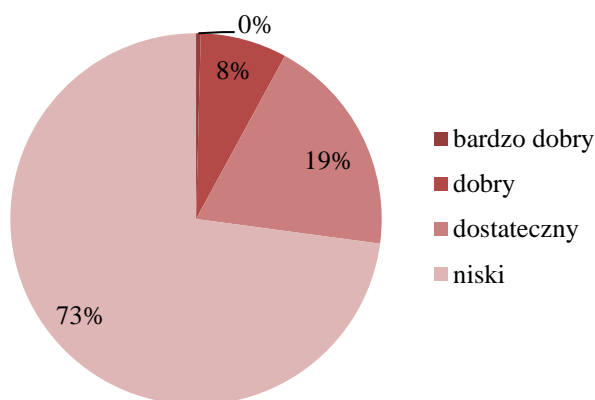


Ryc. 95. Skłonność ankietowanych do udziału w szkoleniu na temat biopaliw według powiatów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

(dodatkowo odchylenia od średniej od +7,3 p. proc. do +6,3 p. proc. częściej niż wśród ogółu respondentów). Nieprzychylni szkoleniom byli rolnicy słabo wykształceni (odchylenia -16,1 p. proc.), utrzymujący się z renty lub emerytury (-15,4 p. proc.), prowadzący małe gospodarstwa (do 5 ha), najslabiej związane z rynkiem (-8,9 p. proc.). Negatywne tego rodzaju odchylenia (do -19,1 p. proc.) w grupie osób starszych niż 60 lat dotyczyły stosunkowo małej liczby ankietowanych.

Ankietowani, którzy deklarowali niechęć do szkoleń na temat energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej, w odpowiedziach na inne pytania na ogół nisko oceniali informacje o biopaliwach czy roślinach energetycznych, przekazywane im przez administrację rządową, agencje państwowe, samorzady, media, prywatnych przedsiębiorców, a także innych rolników (ryc. 96). Na wsi wiedza teoretyczna na każdy temat traktowana jest jako mniej wartościowa. Brak przykładów wykorzystania biomasy na cele energetyczne wyjaśniał opinie ankietowanych o niskim poziomie wiedzy rolników na ten temat. Wycofanie się Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa z programów wspierających uprawę roślin energetycznych, prowadzonych w latach 2006-2009, także wpłynęło na opinię o niewystarczającej wiedzy rolników o biopaliwach. Ponad jedna czwarta ankietowanych stwierdziła jednak, że rolnicy zostali dobrze poinformowani o



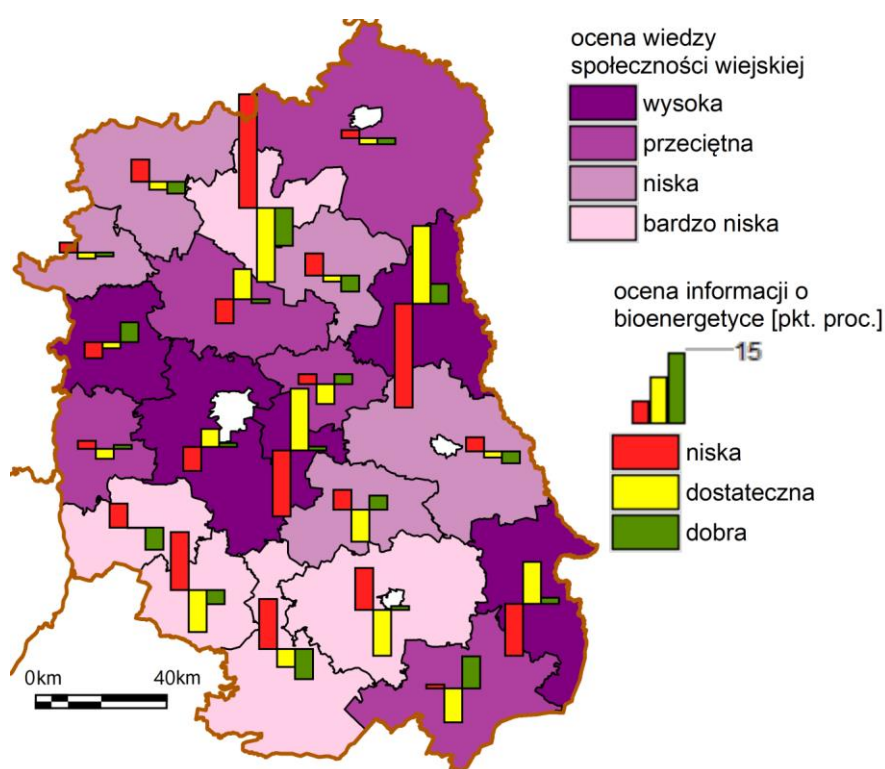
Ryc. 96. Opinia rolników o wiedzy innych rolników województwa lubelskiego na temat produkcji energii odnawialnej z surowców rolniczych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

możliwościach i korzyściach produkcji energii z biomasy rolniczej czy roślin energetycznych. W tej grupie kilkuprocentowy udział miały osoby bardzo niechętnie wykorzystaniu biomasy rolniczej na cele energetyczne. Dla producenta podłoża pod pieczarki i hodowcy drobiu, wiedza rolników o wykorzystaniu słomy na cele energetyczne zwiększała bowiem ryzyko wzrostu ceny słomy w warunkach wzrostu popytu na nią.

Ankietowani rzadko stosujący przyznanie nisko oceniali poziom wiedzy innych rolników o biopaliwach i wyrażali w ten sposób swoją dezaprobatę dla ilości i jakości informacji na ten temat. Ankietowani dysponujący dobrym sprzętem rolniczym często ocenili wiedzę innych rolników o biopaliwach jako dostateczną lub dobrą, przy czym struktura odpowiedzi rolników dysponujących mocnymi ciągnikami odznaczała się wyższym udziałem tego rodzaju pozytywnych ocen. Posiadanie dobrego jakościowo parku maszynowego było skorelowane ze zrozumieniem dla poszukiwania nowych możliwości produkcji, wyczuciem szans na rozpoczęcie dochodowej działalności rolniczej oraz z relatywnie większą tolerancją ryzyka. Dla 17% ankietowanych uprawa nieznanych im wcześniej roślin energetycznych nie stanowiłaby problemu, gdyż dotychczasowa ich wiedza pozwoliła radzić im sobie z bardziej skomplikowanymi zagadnieniami niż bioenergetyka. Co piąty ankietowany uważał, że wiedza o biopaliwach i bioenergetyce jest co najmniej wystarczająca do wykorzystania produktów ubocznych rolnictwa na cele energetyczne i założenia plantacji roślin energetycznych. Przy realizacji projektów na obszarze kilku powiatów lub takich, gdzie biomasa roślin energetycznych miałaby być głównym surowcem, wiedza rolników o produkcji energii z surowców rolniczych może okazać się jednak niewystarczająca. Należy zatem zaplanować czas oraz środki niezbędne do przeprowadzenia kampanii informacyjno-edukacyjnej w zakresie biomasy, biopaliw i szerzej bioenergetyki.

Opinie ankietowanych na temat wiedzy innych rolników o produkcji energii odnawialnej z surowców rolniczych były wyraźnie zróżnicowane przestrzennie (ryc. 97) i często nie pokrywały się z wykorzystaniem źródeł informacji o bioenergetyce (ryc. 72). W powiatach włodawskim, świdnickim i hrubieszowskim ankietowani wyrażali dobre opinie o wiedzy innych rolników na temat biopaliw. W tych powiatach wykorzystanie zróżnicowanych źródeł wiedzy o biopaliwach było dużo większe bądź porównywalne ze średnią wojewódzką (ryc. 70), a oceny wiedzy innych rolników należały do wysokich (ryc. 97). Wiązało się to z budową biogazowni rolniczej w Piaskach (powiat świdnicki) oraz skupowaniem słomy w dwu pozostałych powiatach.



Ryc. 97. Opinia ankietowanych o wiedzy społeczności wiejskiej na temat bioenergetyki i przekazach informacji o bioenergetyce.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Największe różnice dotyczyły powiatów parczewskiego, zamojskiego i kraśnickiego, w których ankietowani pozyskiwali wiedzę o bioenergetyce aktywniej niż „przeciętny” rolnik (ryc. 70), a jednocześnie bardzo nisko oceniali poziom wiedzy innych rolników o bioenergetyce (ryc. 97). Struktura ich odpowiedzi stanowiła wynik: niesatysfakcjonujących dochodów z dotychczasowych upraw i chowu, postrzegania kierunku „biopaliwowego” jako szansy poprawy rentowności gospodarstw, krytycznej oceny działań państwa i jednostek samorządu terytorialnego w zakresie popularyzacji

bioenergetyki i zniechęcenia oczekiwaniem na inwestycje w biogazownie⁴³. W powiatach parczewskim, zamojskim i kraśnickim ankietowani deklarowali średnio od 1,4 ha do 1,8 ha gruntów pod uprawę roślin energetycznych, arealy przekraczające wartość średnią. Szczególnie niekorzystne postawy odnotowano w powiatach lubartowskim oraz północnej części puławskiego, gdzie gleby są słabe lub bardzo słabe, a areal gruntów ugorowanych i odłogowanych znaczny. Brak zagospodarowania pod uprawy energetyczne ziemi nieużytkowanej rolniczo stanowił uwarunkowanie zalesiania tych obszarów (informacja ustna od ankietowanych, 2012), bowiem rolnicy nie spodziewali się tu wykorzystania biomasy na cele energetyczne na szeroką skalę.

5.6 Klasyfikacje powiatów według subiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne

Syntezy subiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne dokonano na podstawie deklaracji zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa i uprawy roślin energetycznych, wiedzy i opinii rolników o roślinach energetycznych, produkcji energii z biomasy oraz wykorzystania energii odnawialnej. Klasyfikacji dokonano zgodnie z procedurą opisaną w rozdziale 1.4. Spośród 21 zmiennych dotyczących zagospodarowania biomasy na cele energetyczne, w klasyfikacji zastosowano pięć. Powiaty podzielono na cztery klasy, przy czym średnie wartości współczynników dla każdej z klas przedstawia rycina 98.

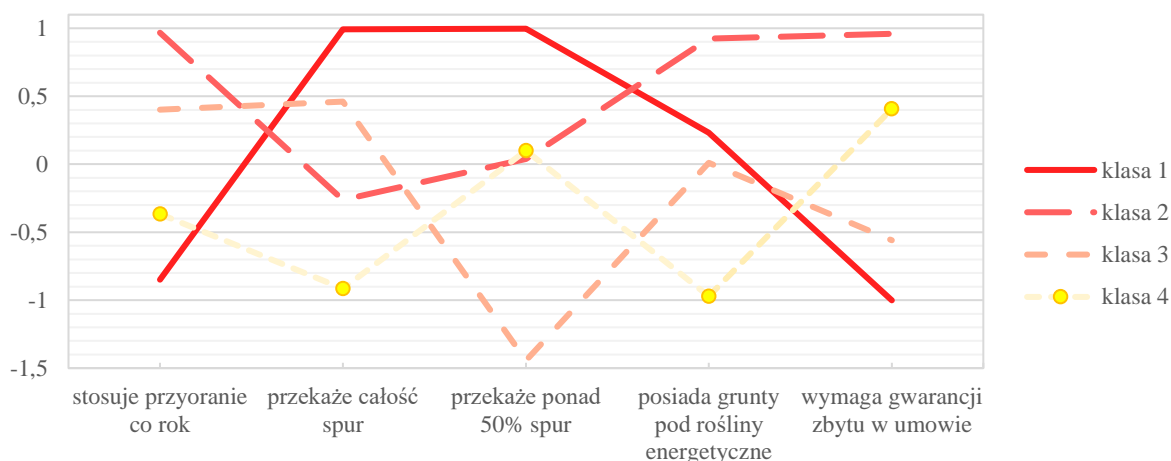
W klasyfikacji wiedzy i opinii rolników odnoszących się do roślin energetycznych i bioenergetyki, poszczególne klasy uszeregowano od najbardziej do najmniej korzystnych dla biopaliwowego kierunku produkcji rolnej. Różnice w ocenie „przydatności” klas wynikają z kwantyfikacji dwu skorelowanych ze sobą informacji. Pierwszą jest prawdopodobieństwo zbycia na cele energetyczne zadeklarowanej przez ankietowanych biomasy, drugą zaś czas jaki upłynie by deklarowany zasób biomasy był dostępny.

W powiatach należących do klasy 1, na przykład tomaszowskim i łączyńskim (ryc. 99), rolnicy deklarowali bardzo dużą ilość sPUR dostępnych w krótkim czasie⁴⁴ oraz większą od średniej ilość biomasy roślin energetycznych⁴⁵ dostępną w dłuższym okresie

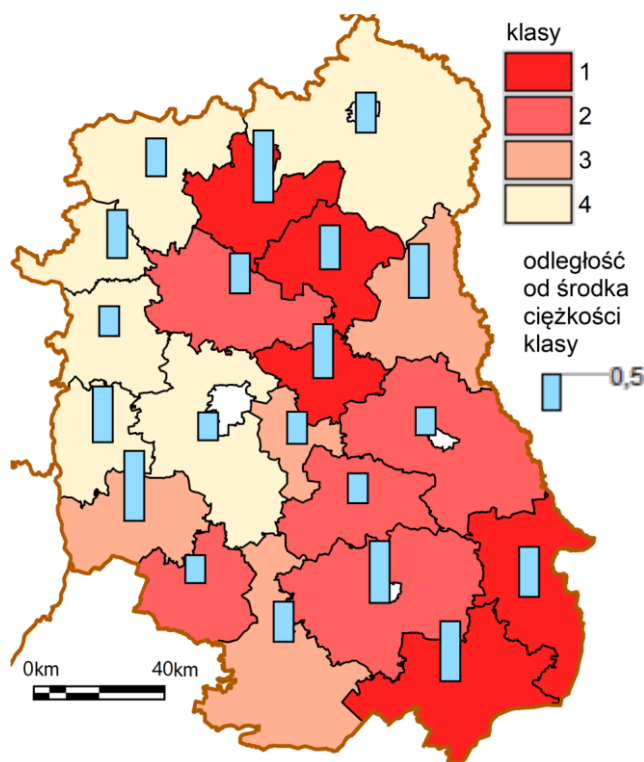
⁴³ W powiecie parczewskim funkcjonowała biogazownia (Dębowa Kłoda), a budowa drugiej (Koczergi) przedłużała się, co wywołało niezadowolenie rolników i problemy w przeprowadzeniu ankiet w ramach badań pilotażowych dla Energetyki Łęczyńskiej S.A. (informacja ustna od ankietowanych 2011).

⁴⁴ Deklaracje „przekażę całość sPUR” oraz „przekażę ponad 50% sPUR” pozytywnie odchyłały się od średniej ($\bar{x} + s$).

⁴⁵ Zmienna „posiada grunty pod rośliny energetyczne” o pozytywnym odchyleniu od średniej ($(\bar{x} + 0,23s)$).



Ryc. 98. Średnie dla klas subiektywnych uwarunkowań zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa i uprawy roślin energetycznych.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 99. Klasyfikacja powiatów według deklaracji rolników zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa i uprawy roślin energetycznych.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

(ryc. 98), rzadko stosowali przyzorie słomy jako formę nawożenia każdego roku⁴⁶ oraz deklarowali samodzielność w zakładaniu plantacji roślin energetycznych⁴⁷. Powiaty z klasy 1 tworzą dwa zwarte obszary, jeden w południowo-wschodniej, a drugi w północnej części

⁴⁶ Zmienna „stosuje przyzorie co rok” o negatywnym odchyleniu od średniej ($\bar{x} + 0,85s$).

⁴⁷ Zmienna „wymaga gwarancji zbytu w umowie” o negatywnym odchyleniu od średniej ($\bar{x} + s$).

województwa. W projektach zagospodarowania biomasy na cele energetyczne, na obu obszarach proponuje się lokalizację stosunkowo dużych zakładów energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej. Należy jednakże zwrócić uwagę na już funkcjonujące kotłownie i biogazownie, które zmniejszają zasoby biomasy dostępne dla nowych instalacji.

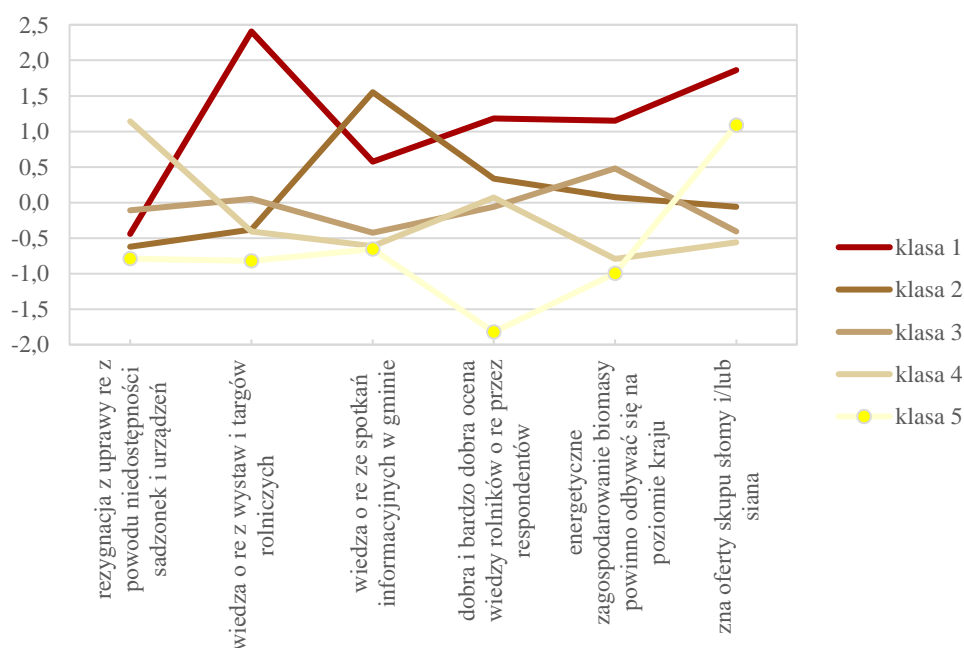
W powiatach klasy 2 rolnicy deklarowali mniejsze niż w klasie 1 ilości sPUR do zagospodarowania na cele energetyczne, najczęściej spośród wszystkich klas stosowali nawożenie w formie przyorania słomy i wyrażali przeciętną skłonność do sprzedaży pozostałej w gospodarstwie biomasy rolniczej. Mocną stroną powiatów należących do klasy 2 są największe deklarowane przez ankietowanych powierzchnie pod uprawę roślin energetycznych, a słabą niechęć rolników do ponoszenia ryzyka. Ankietowani z tej klasy powiatów podkreślali potrzebę zagwarantowania im zbytu wyprodukowanej biomasy, na przykład w formie umów kontraktacyjnych. Cztery spośród pięciu powiatów należących do klasy 2 tworzą z powiatami klasy 1 zwarty obszar, który rozciąga się od powiatu tomaszowskiego na południu województwa, do radzyńskiego na północy, co sprzyja realizacji projektów wykorzystujących duże ilości biomasy rolniczej.

Powiaty zaliczone do klasy 3 są pełne kontrastów, co utrudnia jednoznaczną ocenę ich „przydatności” dla biopaliwowego kierunku produkcji rolnej. Charakteryzował je wysoki (znacznie powyżej średniej wojewódzkiej) udział rolników deklarujących sprzedaż całości nadwyżek sPUR, przeciętny udział deklaracji założenia plantacji roślin energetycznych oraz mniejszy od średniej udział wskazań gwarancji zbytu biomasy w umowach kontraktacyjnych. W powiatach tej klasy odnotowano stosunkowo nieliczne deklaracje rolników dotyczące sprzedaży większości biomasy oraz często deklarowane coroczne przyoranie słomy jako formy nawożenia. Powiaty klasy 3, ze względu na przyorywanie słomy przez rolników odznaczały się nie najwyższym potencjałem technicznym biopaliw, chociaż rolnicy deklarowali, że sprzedadzą całość sPUR albo bardzo ograniczoną ilość tego rodzaju zasobów. Rozkład przestrzenny powiatów należących do klasy 3 i ich charakterystyka powodują, że zwłaszcza w początkowej fazie organizacji skupu biomasy rolniczej na cele energetyczne powinny być one traktowane jako uzupełniające zasoby biomasy powiatów klas 1 i 2, co dotyczy zwłaszcza gmin sąsiadujących z powiatami tych dwóch klas.

Do klasy 4 przypisano powiaty, w których poza ograniczonym stosowaniem corocznego przyorania słomy, charakterystyki deklaracji zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa i uprawy roślin energetycznych są zbliżone do średniej wojewódzkiej (zwłaszcza deklaracje sprzedaży ponad 50% sPUR). Rolnicy z powiatów

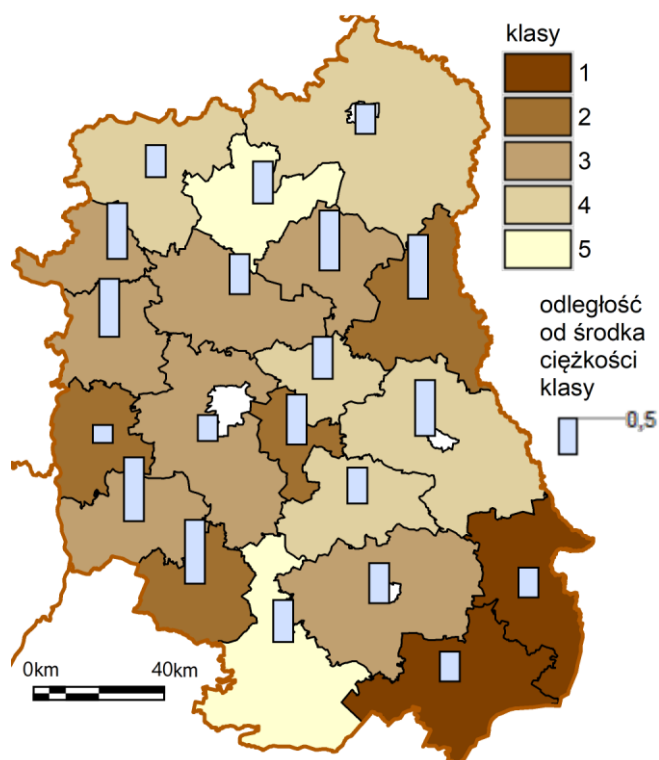
klasy 4 rzadko deklarowali zbycie całości sPUR, dysponowali małą powierzchnią gruntów pod uprawę roślin energetycznych i wykazywali wysoką niechęć do ryzyka (ryc. 98). Biorąc pod uwagę wyniki pierwszej z przedstawionych klasyfikacji, preferowane powinno być wykorzystanie biomasy na cele energetyczne na dwóch głównych obszarach: południowo-wschodnim i północnym. Wraz z upowszechnianiem biopaliwowego kierunku produkcji rolnej, powiaty z klas 3 i 4 mogą stać się naturalnymi obszarami jego ekspansji.

Kolejna klasyfikacja powiatów, która dotyczy wiedzy i opinii rolników o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu, obejmuje 5 klas (ryc. 100). Powiaty klasy 1, hrubieszowski i tomaszowski, charakteryzują uwarunkowania, które sprzyjają rozwojowi kierunku biopaliwowego (aż cztery z sześciu wskaźników przyjmują maksymalne wartości). Dominacja stymulant, bliskie sąsiedztwo i wysokie podobieństwo powiatów należących do tej klasy (na co wskazuje mała odległość od środka ciężkości klasy) powodują, że można je uznać za wzorcowe pod względem uwarunkowań rozwoju energetycznego zagospodarowania biomasy (ryc. 101). Na ich obszarze wiedza rolników o roślinach energetycznych pochodziła w największym stopniu z fachowych źródeł (specjalistyczna prasa, wystawy, szkolenia), znane im były oferty skupu biomasy, często występowały wysokie oceny wiedzy innych rolników o roślinach energetycznych i największa część ankietowanych uważała, że biomasa powinna być zagospodarowywana w dużych instalacjach.



Ryc. 100. Średnie dla klas wiedzy i opinii rolników o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu na cele energetyczne.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 101. Klasyfikacja powiatów według wiedzy i opinii rolników o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu na cele energetyczne.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Powiaty klasy 2 wyróżniają się na tle pozostałych najwyższym udziałem wiedzy rolników na temat energetycznego wykorzystania biomasy i biopaliw, pochodzącej ze spotkań informacyjnych w gminie. Pozostałe wskaźniki, oprócz oceny wiedzy innych rolników o roślinach energetycznych, są w tej klasie zbliżone do średniej wojewódzkiej lub osiągają wartość niższą od średniej. Powiaty, które należą do klasy 2 są pod względem położenia oddalone od siebie, a odległości trzech spośród czterech powiatów ją tworzących od środków ciężkości są wysokie.

Rolnicy z powiatów tworzących klasę 4 czerpali wiedzę o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu na cele energetyczne z mało wartościowych źródeł, preferowali lokalne zagospodarowania biomasy i wysoko oceniali wiedzę innych rolników o roślinach energetycznych i wykorzystaniu biomasy rolniczej na cele energetyczne. Akcentowanie w powiatach chełmskim, krasnostawskim i łużyńskim rezygnacji z uprawy roślin energetycznych z powodu niedostępności sadzonek i maszyn rolniczych, stanowiło dla ankietowanych z tej klasy niejako pretekst dla braku aktywności w kierunku rozwoju uprawy roślin energetycznych.

Na klasę 5 składają się dwa powiaty, które charakteryzują: złe opinie rolników o wiedzy innych rolników o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu na cele energetyczne oraz ponadprzeciętna wiedza ankietowanych rolników o ofertach skupu

biomasy. Prawie wszystkie charakterystyki dotyczące klasy 5 przyjmują niekorzystne wartości, a więc nie sprzyjają rozwojowi kierunku biopaliwowego.

Ankietowani rolnicy nie stanowią jednolitej grupy, reprezentując zróżnicowane potrzeby i interesy (na przykład właściciele małych i dużych gospodarstw, starzy i młodzi, dobrze i słabo wykształceni). Analiza ich cech i powiązań między cechami umożliwiła identyfikację profili osobowych rolników odznaczających się wysoką oraz niską skłonnością do wykorzystania biomasy na cele energetyczne.

W analizie wykorzystano odpowiedzi na 17 pytań dotyczących:

- form nawożenia,
- częstotliwości przyorania słomy,
- decyzji o zagospodarowaniu nadwyżek biomasy z gospodarstwa,
- źródeł wiedzy o odnawialnych źródłach energii,
- oceny wiedzy o odnawialnych źródłach energii,
- wiedzy o roślinach energetycznych,
- posiadania gruntów pod uprawy roślin energetycznych,
- możliwości uprawy roślin energetycznych przed upływem 5 lat,
- wpływu gwarancji ograniczających uprawę roślin energetycznych,
- niechęci do uprawy roślin energetycznych,
- oceny zachęt do uprawy roślin energetycznych,
- znajomości ofert skupu biomasy na cele energetyczne,
- szans wykorzystania odnawialnych źródeł energii we własnym gospodarstwie rolnym,
- szczeblach jednostek terytorialnych wykorzystania biomasy na cele energetyczne,
- transportu biomasy,
- skłonności do udziału w „bioenergetycznej” grupie producenckiej,
- skłonności do udziału w szkoleniach.

Odpowiedzi na pytania analizowano w pięćdziesięciu podgrupach rolników. Pozytywnym wypowiedziom, znacznie różniącym się od średniej wojewódzkiej, przyznawano 1 punkt, a negatywnym minus 1 punkt. W 40 przypadkach, uzasadnionych bardzo dużymi odchyleniami od średniej, przydzielono plus 2 lub minus 2 punkty. W ten sposób powstał ranking podgrup rolników pod względem możliwości pozyskania biomasy na cele energetyczne. Wypowiedzi negatywne dotyczyły mniejszej ilości podgrup (17) niż pozytywne (28 podgrup – zob. tab. 17). Osoby niechętne bioenergetyce lub nie posiadające wiedzy o niej wyrażały swoje opinie bardziej stanowczo niż „entuzjaści” bioenergetyki, co

Tab. 17. Ranking podgrup rolników według ich cech, charakterystyk gospodarstw i przychylności dla bioenergetyki.

Podgrupy rolników według ich cech i charakterystyk gospodarstw	Liczebności kategorii				Suma
	-2	-1	1	2	
1	2	3	4	5	6
moc ciągnika powyżej 100 KM	0	0	8	1	10
powierzchnia gospodarstwa ponad 15 ha	0	0	8	1	10
wiek do 35 lat	0	0	6	1	8
wykształcenie wyższe	0	0	5	1	7
przyoranie co drugi rok	0	0	6	0	6
rolnictwo i samozatrudnienie	0	2	7	0	5
towarowość 75-100	0	0	3	1	5
ciągnik nowszy niż 2000 r.	0	0	4	0	4
jrpp od 85pkt.	0	0	4	0	4
przyoranie rzadziej niż co 3 lata	0	0	4	0	4
nie prowadzi chowu zwierząt	0	0	2	1	4
powierzchnia gospodarstwa 10-15 ha	0	0	1	1	3
przyoranie co roku	0	0	1	1	3
chów krów	1	1	0	0	-3
kobieta	0	3	0	0	-3
nawożenie organiczne	1	3	0	0	-5
jrpp do 65 pkt.	2	3	1	0	-6
chów drobiu	3	4	1	0	-9
powierzchnia gospodarstwa 2-5 ha	0	11	0	1	-9
powierzchnia gospodarstwa 1-2 ha	1	10	1	0	-11
rolnictwo i renta	4	8	0	1	-14
towarowość produkcji 0-25	3	10	0	0	-16
wykształcenie podstawowe i niepełne	3	11	0	0	-17
wiek respondenta od 61 lat	5	10	0	0	-20

Zródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

potwierdza ujemna średnia dla ogółu wypowiedzi.

Najbardziej przychylni produkcji i wykorzystaniu biomasy na cele energetyczne byli rolnicy gospodarujący w dużych gospodarstwach, obejmujących ponad 15 ha i dysponujący wydajnym ciągnikiem o mocy ponad 100 KM. Młodość (wiek do 35 lat) zwiększała ich skłonność do ryzyka związanego z uprawą roślin energetycznych. Dobre wykształcenie umożliwiało racjonalną ocenę szans i zagrożeń wiążących się z uprawą tego typu roślin i zwiększało prawdopodobieństwo poszerzania wiedzy o biopaliwach, roślinach energetycznych i bioenergetyce.

Podobne wyniki uzyskali Frantal i Prousek (2016, ss. 29) dla okolic Hradec Kralove. Wyniki ich badań wskazują, że stosowanie przyorania słomy co drugi rok stanowiło bodziec do przeznaczania stałych produktów ubocznych rolnictwa na cele energetyczne. Uzyskiwanie dochodów z rolnictwa i samozatrudnienia również sprzyjało bioenergetyce, gdyż działalność pozarolnicza potencjalnie wymaga coraz większej ilości czasu, który można zaoszczędzić przy uprawie roślin energetycznych. Podobne wnioski sformułowali Jensen i inni (2007, s. 773). Obszary „konfliktu” bioenergetyki z samozatrudnieniem dotyczą niechęci do transportu biomasy i braku wiedzy o ofertach jej skupu. Frantal i

Prousek (2016, s. 30) stwierdzili, że samozatrudnieni z rejonu Hradec Kralove są z tego powodu niechętni wykorzystaniu biomasy na cele energetyczne.

Wysoka towarowość rolnictwa wiąże się z wysoką specjalizacją, gdy rolnik świadomie rezygnuje z nawożenia organicznego, zastępując je mineralnym, łatwiejszym w stosowaniu. Rolnicy, którzy stosowali głównie nawożenie mineralne traktowali środki ze sprzedaży słomy jako sposób obniżenia kosztów produkcji. W ten sposób pojawia się wręcz symbioza między wysoką towarowością i bioenergetyką. Nowoczesny park maszynowy zwykle „znamionuje” osoby aktywne, pewne siebie i dysponujące wyższą niż przeciętna wiedzą o biopaliwach. Rolnicy stosujący przyoranie rzadziej niż co trzeci rok deklarowali szybkie założenie plantacji roślin energetycznych. Rolnicy uprawiający dobre jakościowo grunty (jrpp powyżej 85 pkt.) stanowią istotną grupę dla rozwoju bioenergetyki ze względu na częste stosowanie nawożenia mineralnego i wynikające stąd nadwyżki sPUR. W krótkim okresie sprzyja to rozwojowi bioenergetyki, gdyż możliwe staje się łatwe pozyskanie słomy, siana i innych sPUR. W perspektywie, gdy większe znaczenie uzyskają plantacje roślin energetycznych, zakładane na gruntach o gorszej jakości, taka struktura deklaracji może stanowić utrudnienie dla rozwoju bioenergetyki.

Największą niechęć do produkcji biomasy na cele energetyczne wykazywali rolnicy w wieku powyżej 60 lat z wykształceniem podstawowym lub niepełnym podstawowym, czerpiący dochody z rolnictwa i renty lub emerytury i gospodarujący na powierzchni mniejszej niż 5 ha, co nie sprzyjało pozyskaniu biomasy. Koszty jej ewentualnego pozyskania okazałyby się niewspółmierne z jej wartością. Wyniki ankiet tylko częściowo potwierdziły niechęć hodowców zwierząt (zwłaszcza drobiu) do rozwoju kierunku biopaliwowego na obszarach wiejskich, na co wskazują na przykład Frantal i Prousek (2016, s. 32).

6 Potencjał produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne w województwie lubelskim

6.1 Potencjał techniczny biopaliw stałych

W niniejszej pracy, szacunki wykonane na podstawie zgromadzonego materiału oraz danych GUS, dotyczą tylko części potencjału biopaliw, gdyż nie uwzględniają biomasy pochodzenia leśnego⁴⁸ czy przemysłowego. Potencjał biopaliw oznacza tu zgodnie z założeniami i celami sformułowanymi we wstępie pracy, potencjał biopaliw pochodzenia rolniczego. Na poziomie województwa najbardziej odpowiednim jest potencjał techniczny biopaliw, gdyż teoretyczny jest szacowany w oparciu o zbyt ogólne dane, a ekonomiczny oblicza się dla konkretnych projektów energetycznego wykorzystania biomasy. W autorskiej koncepcji, teoretyczny potencjał odnosi się do ilości energii zgromadzonej w biomacie, którą można spożytkować bez uszczerbku dla wyżywienia ludności, produkcji przemysłowej i środowiska. Techniczny potencjał biopaliw stanowi część potencjału teoretycznego pozostałą po uwzględnieniu zapotrzebowania zwierząt na paszę⁴⁹, efektywności maszyn i urządzeń służących do zbioru biomasy, sprawności konwersji biomasy na biopaliwa czy konwersji biopaliw na energię. Ekonomiczny potencjał biomasy dotyczy opłacalności jej wykorzystania.

W 2012 r. w województwie lubelskim wartość potencjału siana wyniosła 122 tys. ton, gdy wzrosła powierzchnia łąk niewykorzystanych w żadnym pokosie. Według Kościka, w do zagospodarowania pozostało 80 tys. ton siana z łąk, gdyż część łąk trwałych jest użytkowana ekstensywnie (35% jednokośnie), 10% nie wykorzystana, a na łąkach skoszonych nie zbierano siana ze względu na duży udział turzyc o wysokiej zawartości celulozy (Kości B., Kowalczyk-Juško, Kościk K., 2008, s. 80). Gdyby uwzględnić łąki niewykorzystywane w drugim i trzecim pokosie oraz skoszone, na których nie zebrano siana,

⁴⁸Do potencjału energetycznego biomasy leśnej eksperci zaliczają: drewno pozyskiwane bezpośrednio z lasów na opał oraz zrębki z wycinki drzew, które odpowiadają nie więcej niż 160 tys. tonom słomy⁴⁸, a także drewno produkcyjne z przemysłu leśnego i drzewnego – 317,5 tys. m³ równoważne 172 tys. tonom słomy (Banak, 2006, ss. 58-59). W województwie lubelskim potencjał drewna jako biomasy, obliczony przez zespół Kościka na podstawie przyrostu miąższości i powierzchni lasów, wynosił 164 tys. ton (Kościk, Kowalczyk-Juško, Kościk, 2008, s. 87. Na podstawie pozyskania drewna oszacowali oni ten potencjał na 128 tys. ton (Kościk, Kowalczyk-Juško, Kościk, 2008, s. 91)⁴⁸, a drewna z sadów na 22 tys. ton (Kościk, Kowalczyk-Juško, Kościk., 2008, s. 93). Wzrost powierzchni sadów doprowadził do zwiększenia potencjału biomasy z tego źródła. W 2010 r. mogło to być 34 tys. ton (BDL GUS). Łączny potencjał drewna z uwzględnieniem potencjału zadrzewień (44 tys. ton) wynosiłby od 353 tys. ton do 389 tys. ton (Kościk, Kowalczyk-Juško, Kościk, 2008, s. 95).

⁴⁹ Liczba ludności na ogół jest funkcją niemalejącą. Nie oczekuje się spadku zapotrzebowania na żywność, chociaż zmiana systemu chowu i zmniejszenie stad bydła i trzody chlewnej „uwalnia” biomasę na pasze i ściółkę.

potencjał wzrósłby do 250 tys. ton siana (tab. 18).

Tab. 18. Szacunki potencjałów biopaliw w województwie lubelskim jako ekwiwalent słomy [tys. ton].

Źródło	Słoma	Siano	Rośliny energetyczne	Biodiesel	Biogaz	Drewno
Gradziuk	750 (1999-2001) i 300 (1995-2005), 650 (2006), 700 (2007), 1005 (2008)			600 (2012)		
BPP	1100 (2006)		1050 (2004), 462 (2010)			332 (2006)
Kościk i in.	907 (2008)	80 (2008), 120–250 (2012)	750 (2008)		800 (2008), +350 (2006)	447–493 (2008)
Jasiulewicz	920 (2006)	32 (2006)				1 400 (2008)
Jędrak, Jarosz	1 770 (2015)	290 (2015)			425 (2015)	
Pudełko	640–1 800 (2010)	400–900 (2010)				280–830 (2010)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gradziuk (2001, 2003), Banak (2006), Kości B., Kowalczyk-Juško, Kościk K. (2008), Jasiulewicz (2010), Jędrak i Jarosz (2017) i Pudełko (2013).

Produkcję słomy można obliczyć z dużą dokładnością na podstawie zbiorów ziarna zbóż. Relacja między wielkością zbiorów słomy i ziarna zależy od gatunku zboża (pszenica 0,9, żyto 1,3) i plonu ziarna w tonach z 1 ha, przy czym im większe plony, tym mniej słomy (Gradziuk, 2001b, s. 19). Gradziuk (2001b, s. 18-21) zwraca uwagę na duże wahania produkcji słomy zbożowej i rzepakowej. W ostatnim dwudziestopięcioletniu XX wieku, w Polsce różnica pomiędzy najwyższymi i najniższymi zbiorami słomy wynosiła 16 mln ton, stanowiąc 60% wartości średniej zbiorów. W XXI w. zmniejszyła się do 31% wartości średniej. Na przykład, w latach 2001 – 2016, w województwie lubelskim przeciętne zbiory słomy wyniosły 2,58 mln ton (dane BDL GUS), a ich zmienność ponad 1,26 mln ton (49% średniej), co stwarza ryzyko dla jej wykorzystania na cele energetyczne. W latach 2001 – 2016 średnioroczny przyrost zasobów słomy wynosił tu 37,5 tys. ton. W związku z ograniczeniem chowu bydła, koni i owiec zmniejszyło się zapotrzebowanie na słomę wykorzystywaną jako paszę i ściółkę. W drugiej połowie lat 70. XX w. w Polsce przeciętnie wynosił on 30,6 mln ton (Gradziuk, 2003a, s. 34), a w latach 2001-2015 ponad 12,5 mln ton (dane BDL GUS), co oznaczało ponad dwukrotny spadek, który w województwie lubelskim wystąpił z opóźnieniem. W latach 2005 – 2016, w Polsce, jak i województwie lubelskim, odnotowano spadek popytu na słomę.

Gradziuk (2001) oraz IUNG w Puławach (Kuś, Smagacz 2004, ss. 113-20) oszacowali potencjał słomy na cele energetyczne w województwie lubelskim na odpowiednio: 700 tys. ton i 500 tys. ton. Według ekspertów Biura Planowania Przestrzennego (BPP) w Lublinie (Banak, 2006, ss. 58-66, także Łoś, 2009, ss. 26-31), w

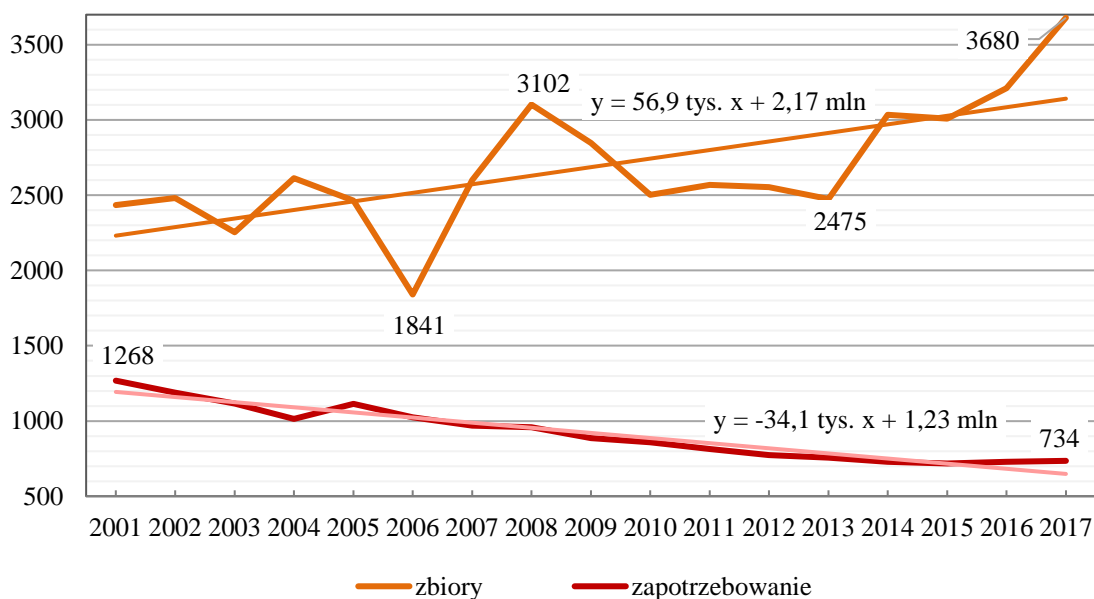
województwie lubelskim potencjał słomy na cele energetyczne wynosił 1,1 mln ton: 0,7 mln zbożowej i 0,4 mln rzepakowej (Banak, 2006, s. 60), a zatem potencjał przedstawiony przez Gradziuka i IUNG jest niedoszacowany⁵⁰. Kościk i Kowalczyk-Juško (2009, ss. 57-69) oraz Kościk B., Kowalczyk-Juško i Kościk K. (2008, ss. 32-112) badali potencjał biomasy w województwie lubelskim⁵¹, prezentując opracowanie o charakterze eksperckim, które dotyczyło głównie słomy i siana. Zdaniem Kościka (Kościk B., Kowalczyk-Juško, Kościk K., 2008, s. 77) w 2007 r. zasoby słomy do energetycznego wykorzystania wynosiły w województwie 907 tys. ton i były większe od oszacowanych przez Gradziuka. Z kolei Jasiulewicz (2010, s. 89, za: Kuś 2006) określił potencjał słomy dla województwa lubelskiego w latach 2002 – 2005 na 920 tys. ton (tab. 18). Ostrożny szacunek potencjału siana wykonany przez Jasiulewicza dotyczył tylko 8 tys. ha łąk, a więc 32 tys. ton biopaliwa (Jasiulewicz, 2010, s. 91, 2011, s. 28). Znacznie wyższą wartość potencjału biopaliw w województwie lubelskim przedstawili w swoich opracowaniach Pudełko (2013, ss. 55-91) oraz Jędrsek i Jarosz (2017, ss. 100-2), chociaż wydaje się, że został on przeszacowany.

W latach 2001 – 2017, w województwie lubelskim różnica pomiędzy produkcją a zapotrzebowaniem na słomę wynosiła średnio 1,69 mln ton, a w latach 2014 – 2017 sięgała 2,51 mln ton. Średniorocznemu wzrostowi produkcji słomy o 57 tys. ton towarzyszył zatem spadek zapotrzebowania na nią o 34 tys. ton, co oznaczało, że powiększały się jej zasoby dostępne do zagospodarowania na cele energetyczne (ryc. 102). W tym okresie dwukrotnie wystąpiły jednakże wyraźne spadki dostępnych zasobów słomy, na przykład w 2006 r. (BDL GUS), gdy jej produkcja zmalała o prawie 40% (ryc. 103). Wahanie dostępnych zasobów słomy stanowią jedną z barier jej wykorzystania poza rolnictwem (Gradziuk, 2015, s. 78). Potencjalni inwestorzy obawiają się bowiem kosztów gromadzenia zapasów słomy na lata nieurodzaju, co pogarsza opłacalność energetycznego wykorzystania biomasy (Gradziuk, 2003a, s. 40).

Część dostępnej słomy przeznaczana się na przyoranie, co jest związane ze strukturą

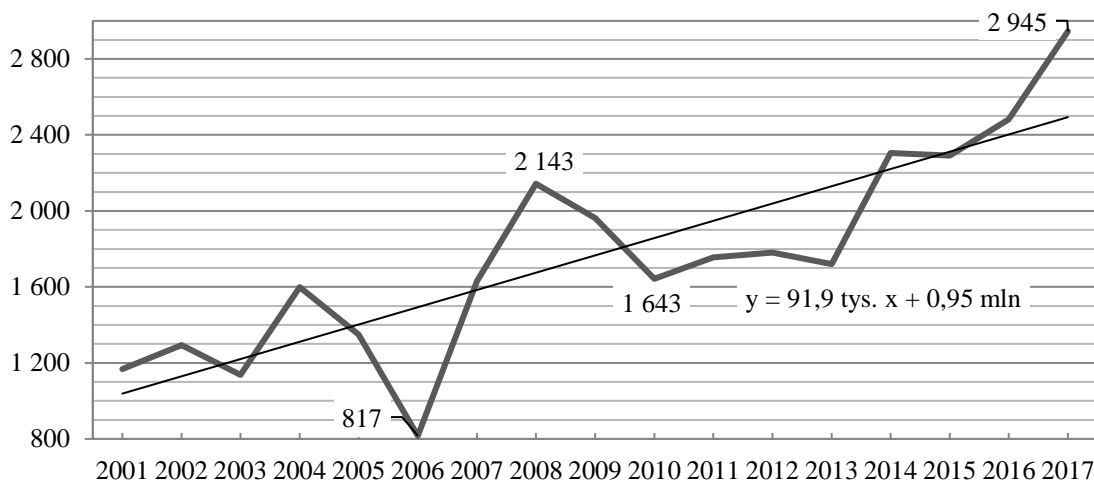
⁵⁰ Dla województwa śląskiego podobne analizy przeprowadził Bujakowski (2005, ss. 8 – 11, 19 – 20, ryciny), a dla podlaskiego Pieńkowski (2010, ss. 26 – 28 i 37 – 71). Analizy potencjału biomasy na poziomie województw często odnoszą się do wszelkich dostępnych źródeł energii odnawialnej i typów biomasy. Niekiedy badacze zawężają analizy do konkretnego typu biomasy (porównaj Kuś [@:] www.oze.bpp.lublin.pl/dokumenty/konf/ref/06.J.K.pdf).

⁵¹ Analizy dotyczące biomasy w województwie zachodniopomorskim przedstawili: Jasiulewicz i Zarębski (2009, ss. 199 – 216) oraz Zarębski (2009, ss. 104 – 107) Konieczny (2006, ss. 59 – 70) w sposób w jaki dokonała tego Grzybek (2004) dla Polski oraz Lechicki, Lewandowski i Mazur (2006, ss. 103 – 119). Zastosowana metoda polega na ustaleniu arealu gruntów dostępnych do wykorzystania pod rośliny energetyczne, przy czym analiza została wzbogacona o potencjał słomy zbożowej. Lechicki, Lewandowski i Mazur odnoszą się tylko do słomy i siana dostępnych na obszarze ograniczonym ekwidystantą 100 km od hipotetycznej elektrowni w okolicach Szczecina.



Ryc. 102. Zbiory słomy zbożowej i rzepakowej oraz zapotrzebowanie na słomę jako ściółkę i paszę w województwie lubelskim w latach 2001-2017 [tys. t].

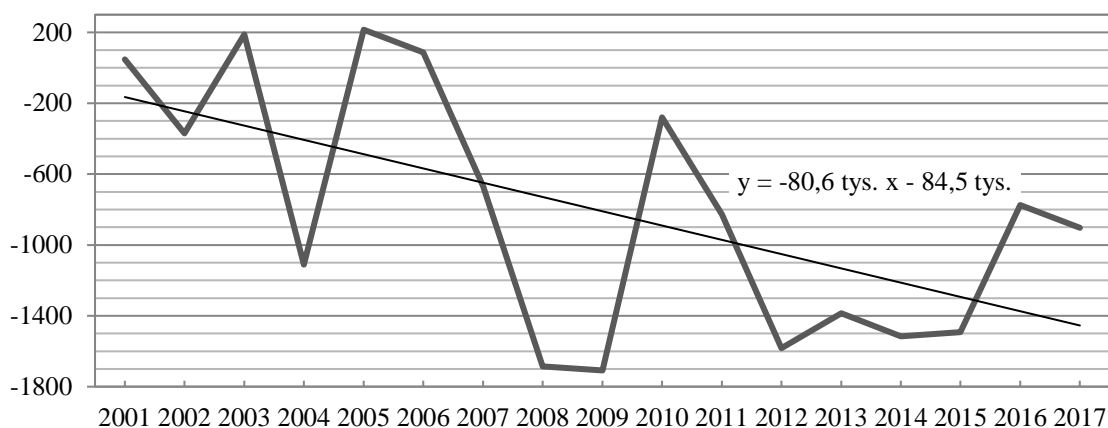
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BDL GUS. Obliczenia wykonane metodą Gradziuka (2001b, ss. 19-21, 2003, ss. 31-32; 2015, ss. 16-18).



Ryc. 103. Różnica między produkcją i zapotrzebowaniem na słomę w województwie lubelskim w latach 2001-2017 [tys. t].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS. Obliczenia wykonane metodą Gradziuka (2001b, ss. 19-21, 2003, ss. 31-32).

upraw. Na obszarach, gdzie przeważają rośliny ekstraktywne, powodują one degradację substancji organicznych w glebie, a nie wzbogacają jej, jak rośliny strukturotwórcze. Ograniczenie chowu zwierząt prowadzi zaś do zmniejszenia ilości obornika, który mógłby uzupełnić substancje organiczne w glebie. Obornik zastępuje się przyoraniem słomy (1 tona obornika odpowiada 1,54 tony przyoranej słomy – Gradziuk, 2001b, s. 21; 2015, s.18). Obliczenia wykonane metodą Gradziuka (2001b, ss. 18-21; 2015, ss. 16-18) wskazują, że niedobór produkcji obornika pogłębia się (ryc. 104). Jednakże odbudowa utraconych



Ryc. 104. Bilans substancji organicznej w Polsce [tys. t suchej masy obornika].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS. Obliczenia wykonano metodą zaproponowaną przez Gradziuka (2001b, ss. 19-21, 2003, ss. 31-32).

substancji organicznych może odbywać się w okresach wysokiej dostępności słomy, co zmniejsza ryzyko przedsięwzięć wykorzystujących słomę na cele energetyczne.

Przeprowadzono analizę trendu zbiorów słomy zbożowej i rzepakowej (ryc. 102), zapotrzebowania na słomę jako ściółkę i paszę (ryc. 102) oraz zapotrzebowania na przyoranie słomy (ryc. 104) Stwierdzono, że ilość słomy dostępna dla bioenergetyki systematycznie wzrasta. W latach 2001-2017, w województwie lubelskim sięgały one od 1,5 mln ton do 2,0 mln ton rocznie, lecz w okresach nieurodzaju mogą spaść poniżej 800 tys. ton, jak na przykład w 2006 roku (ryc. 102).

Dużych ilości biopaliw mogą dostarczyć rośliny energetyczne uprawiane na ugorach i odłogach, chociaż w latach 2004 – 2012 ich powierzchnia zmniejszyła się ponad dwukrotnie (BDL GUS). Grunty orne (152 tys. ha) oraz użytki zielone od IV do VI klasy bonitacyjnej (60 tys. ha), które nie są wykorzystywane rolniczo (Banak, 2006, s. 62) mogą stanowić źródło ponad 2 mln ton biomasy (prawie 2,7 mln ton jako ekwiwalentu słomy). Kościk, Kowalczyk-Juśko i Kościk (2008, ss. 57-59) również zwrócili uwagę na niewykorzystane grunty. Założyli przeciętny plon roślin energetycznych na poziomie 10 t/ha, możliwość doboru gatunków do wymogów glebowych, przeznaczenie pod uprawy roślin energetycznych kompleksów glebowych: 5, 8, 9 i 3z oraz wykorzystanie pod uprawy na cele energetyczne tylko części tego typu gruntów (10, 30 lub 50%). W scenariuszu optymistycznym w województwie lubelskim potencjał techniczny roślin energetycznych wyniósł 3,2 mln ton, w realistycznym 1,9 mln ton, a w pesymistycznym, określanym przez badaczy jako „bezpieczny”, 0,6 mln ton.

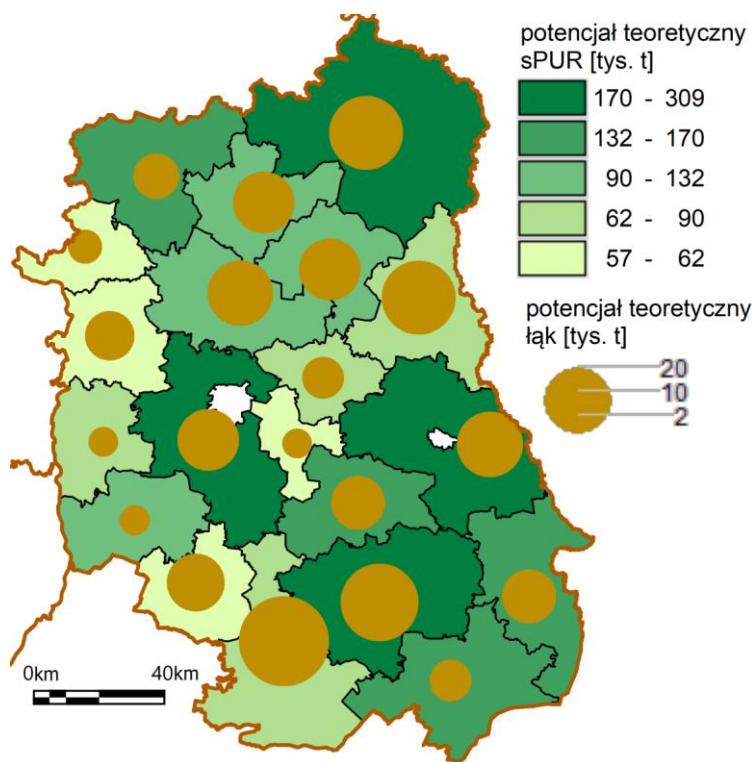
W niniejszej pracy obliczając potencjał sPUR pominięto pozostałości z uprawy roślin, które w małym stopniu mogą być wykorzystane do produkcji energii. Nie

uwzględniono także pozostałości po uprawie kukurydzy, buraków cukrowych, ziemniaków, truskawek, roślin pastewnych (innych niż trawy łąkowe) i gorzycy, o łącznej powierzchni zasiewów 3760 ha (12% powierzchni ankietowanych gospodarstw). Ankietowani rolnicy mogliby więc dostarczyć 48,2 tys. ton sPUR, co po uogólnieniu wyników na województwo lubelskie oznaczałoby 2,49 mln ton biomasy. Uwzględnienie wszystkich roślin, także tych, które można wykorzystać w produkcji biogazu, rzadko przeznaczanych do spalania, zwiększyłoby potencjał teoretyczny biopaliw o 600 tys. ton. W województwie siana nie zbiera się z 10% łąk, a 35% łąk kosi się tylko raz w roku (Kościk, Kowalczyk-Juško, Kościk, 2008, s. 80), należy więc dodać 10% – 15% tego rodzaju biomasy do potencjału teoretycznego.

Ankietowani rolnicy nie uwzględnili w swoich deklaracjach także 4,98 tys. ha gruntów rolnych, które w większości stanowią łąki. Zgłosili tylko 1034 ha łąk, co po uogólnieniu wyników oznaczałoby 53,4 tys. ha tego typu użytków w województwie. Według PSR 2010 (*Wynikowy...*, 2011, s. 47) areal łąk w województwie wynosił aż 205,2 tys. ha. Na podstawie porównania danych z ankiet i spisu powszechnego można stwierdzić, że różnica sięgała 151,8 tys. ha łąk. łąki o tej powierzchni dostarczyłyby 650 tys. ton siana, z czego 65 tys. – 100 tys. ton należy uwzględnić w potencjale biopaliw. Potencjał teoretyczny sPUR i siana w województwie lubelskim wynosił zatem 2,55 mln ton – 2,59 mln ton.

Gospodarstwa o niskim potencjale teoretycznym sPUR wystąpiły głównie w powiatach na zachodzie i południowym zachodzie województwa lubelskiego, podczas gdy o wysokim potencjale były przestrzennie skoncentrowane w powiatach południowo-wschodnich (ryc. 105). W południowo-wschodniej części województwa wysoki wskaźnik potencjału teoretycznego, przekraczający 30 ton na gospodarstwo wiązał się ze znaczną przeciętną wielkością gospodarstwa rolnego. Duży udział powierzchni leśnych nie sprzyjał natomiast wysokim wartościom potencjału teoretycznego sPUR w powiatach biłgorajskim i janowskim. W powiatach centralnej i wschodniej części województwa potencjał teoretyczny biopaliw stanowiło głównie siano (rejon doliny Wieprza (8) i Bugu (5)). Stwierdzono także, że pomiędzy sąsiednimi powiatami wystąpiły duże różnice w potencjale teoretycznym sPUR, chociaż tylko w co piątym jego wartość nie osiągnęła 15 ton w przeliczeniu na 1 gospodarstwo.

Określenie potencjału teoretycznego stanowi punkt wyjścia do ustalenia technicznie dostępnego zasobu biomasy. Gradziuk (2003a, s. 31) przechodzi od wielkości teoretycznych do technicznych, pomniejszając te pierwsze o zapotrzebowanie na ściólkę, pasze i przyoranie. Przedstawia to formuła:



Ryc. 105. Potencjał teoretyczny stałych produktów ubocznych rolnictwa oraz siana z łąk „nieujawnionych” w deklaracjach rolników według powiatów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie uogólnienia wyników wywiadów ankietowych.

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n) , \text{ gdzie:}$$

N – nadwyżka słomy do alternatywnego (energetycznego) zagospodarowania,

P – produkcja słomy ze zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku,

Z_s – zapotrzebowanie słomy na ściółkę,

Z_p – zapotrzebowanie słomy na pasze,

Z_n – zapotrzebowanie słomy na przyoranie (nawóz).

Gradziuk (2003a) oblicza potencjał teoretyczny i techniczny jedynie dla słomy, przy czym stosuje pojęcia: nadwyżka słomy i produkcja słomy. Zapotrzebowanie na ściółkę i paszę wynika z pogłowia zwierząt i normatywów rocznego zapotrzebowania na słomę jako paszę i ściółkę (Gradziuk 2003, s. 32 [za:] Majewski, Wojtkiewicz, Zabrzewska, 1983). Ilość słomy przeznaczanej na nawóz wiąże się ze stopniem degradacji substancji organicznej w glebie, a więc ilością obornika wytwarzanego przez zwierzęta gospodarskie. W niniejszej pracy zapotrzebowanie na słomę jako paszę oszacowano w województwie lubelskim na 370 tys. ton, a na ściółkę 525 tys. ton (BDL GUS). W związku ze znacznym spadkiem pogłowia zwierząt i produkcji obornika, zapotrzebowanie na słomę jako nawóz w 2009 r. znacznie przekraczało 520 tys. ton, średnią dla lat 1999 – 2001 (Gradziuk, 2003a, s. 42). Oszacowana jego wartość zawierała się w przedziale 800 tys. ton - 900 tys. ton, a więc zapotrzebowanie

na słomę ogółem wynosiłby od 1,7 mln ton do 1,8 mln ton.

Zaproponowane algorytmy alternatywne wobec metody Gradziuka⁵², określono jako wariant I oraz wariant II. Analizie poddano odpowiedzi rolników na pytania o przeważający typ nawożenia (mineralne lub organiczne), stosowanie przyorania słomy jako sposobu nawożenia (tak lub nie) i częstotliwość przyorywania słomy (jeśli było stosowane). W drugim wariantcie obliczania potencjału sPUR zapytano ankietowanych o nadwyżki słomy, siana i innych resztek poźniwnych (tak lub nie), typy resztek poźniwnych występujących w gospodarstwie (jeśli występowały) oraz przewidywaną częstotliwość ich sprzedaży. Odpowiedziom respondentów przypisano wagi ustalone na podstawie rozmów z rolnikami i wywiadów eksperckich. Tabela 19 przedstawia współczynniki cząstkowe.

Tab. 19. Zestawienie współczynników redukcyjnych biomasy.

WARIANT I			WARIANT II		
treść pytania	wsp.		treść pytania	wsp.	
nawożenie mineralne	TN	0,95	brak nadwyżek produktów ubocznych	NPU	0,01
nawożenie organiczne		0,50	nadwyżki słomy zbożowej		0,95
przyoranie nie	PS	0,95	nadwyżki słomy rzepakowej		0,90
przyoranie co roku		0,30	nadwyżki wycinek z sadów		0,95
przyoranie co drugi rok		0,60	nadwyżki siana		0,90
przyoranie co trzeci rok		0,70	nadwyżki inne		0,95
przyoranie rzadziej		0,80	sprzedaż całości		1,00
			sprzedaż więcej niż połowy	WPU	0,60
			sprzedaż mniej niż połowy		0,30
			brak zainteresowania sprzedażą		0,01

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wywiadów z rolnikami oraz wywiadów eksperckich.

Oba sposoby określenia potencjału pomijają informacje z zakresu agrotechniki. Sformułowano zatem założenia, że:

- przeważający typ nawożenia zależy od ilości produkowanego w gospodarstwie obornika, a więc od pogłowia zwierząt gospodarskich (wariant I)
- częstotliwość wykorzystania słomy jako nawozu zależy nie tylko od pogłowia zwierząt, lecz także od czynników ekonomicznych, jak ceny nawozów (wariant I),
- wybór sposobu nawożenia pośrednio wskazuje na sposoby wykorzystania biomasy w gospodarstwie (wariant I),
- rolnik, podejmując decyzje o zagospodarowaniu pozostałości poprodukcyjnych oprócz uwarunkowań agrotechnicznych i ekonomicznych bierze pod uwagę także

⁵² Metodę zaproponowała także Gostomczyk (2017, s. 53).

inne czynniki (wariant II).

Potencjał techniczny sPUR obliczono w następujący sposób:

WARIANT I

$$sPUR_{tech} = \sum_{i=1}^n sPUR_{teor} \cdot TN \cdot PS$$

$sPUR_{tech}$ – techniczny potencjał sPUR,

$sPUR_{teor}$ – teoretyczny potencjał sPUR,

TN – współczynnik typu nawożenia (zob. tab. 19),

PS – współczynnik częstotliwości stosowania przyorania słomy (zob. tab. 19),

n – liczba obserwacji,

WARIANT II

$$PUR_{tech} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^c NPU_{ij} \cdot WPU_j \cdot SS$$

NPU – wielkość nadwyżki produktów ubocznych (zob. tab. 19),

WPU – współczynnik rodzaju produktów ubocznych (zob. tab. 19),

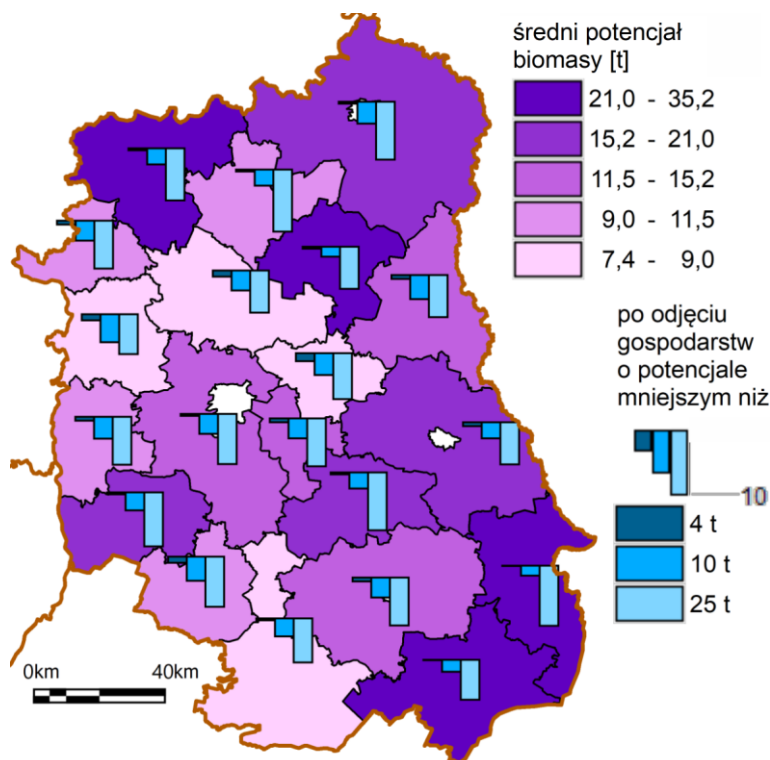
SS – skłonność do sprzedaży (część nadwyżki, którą rolnik deklaruje do sprzedaży),

c – liczba produktów ubocznych.

Potencjały techniczne sPUR według algorytmów I i II różnią się. Wariant I dotyczy perspektywy kilku – kilkunastoletniej, a wariant II krótkiego okresu. Wykorzystanie technik znanych na świecie, lecz jeszcze niestosowanych w ankietowanych gospodarstwach, może prowadzić do pozyskania większej ilości biopaliw niż obecnie. Deklarowane przez rolników ilości biomasy odnosiły się głównie do zasobów, które były zbędne w gospodarstwie i dostępne w krótkim czasie (najbliższe zbiory). Wariant II jest bliski potencjałowi ekonomicznemu, jednak nie może być określany jako ekonomiczny, gdyż do jego obliczenia wykorzystano tylko dane dotyczące „chęci” rolnika, przy pominięciu opłacalności produkcji biopaliw.

W wariantcie I w województwie lubelskim potencjał techniczny sPUR wynosił 1,74 mln ton. Dodano do niego część siana z łąk „nieujawnionych” (od 65 tys. ton do 95 tys. ton). Ostateczny szacunek sięgał 1,8 mln ton stałych produktów ubocznych rolnictwa. Ograniczenia ekonomiczne związane z logistyką i kosztami pozyskania biopaliw uniemożliwiały natychmiastowe, pełne zagospodarowanie potencjału technicznego sPUR. Pozyskanie sPUR od rolników dysponujących małymi nadwyżkami tego rodzaju produktów

wiązałyby się ze wzrostem kosztów. W analizie pominięto więc gospodarstwa o potencjale mniejszym niż wyznaczone minima (4t, 10t i 25t). Wyróżniono powiaty, charakteryzujące się „wysoką” (z dużą liczbą podmiotów posiadających nadwyżki biomasy stałej przekraczające wskazane progi) lub „niską” przestrzenną koncentracją biomasy/biopaliw. Rycina 106 przedstawia wariant 1 zróżnicowania potencjału technicznego sPUR według powiatów we wszystkich gospodarstwach oraz bez gospodarstw o potencjale mniejszym niż 4 tony, 10 ton i 25 ton.



Ryc. 106. Średni potencjał biopaliw stałych – wariant I.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Ankietowani rolnicy powszechnie twierdzili, że są w posiadaniu zbędnych pozostałości poprodukcyjnych. Deklaracje ankietowanych rolników wskazywały, że w województwie lubelskim 20% sPUR może stać się paliwem, gdyż ankietowani wykazywali umiarkowaną skłonność do sprzedaży nadwyżek słomy, siana i innej biomasy, słabo oceniali opłacalność nowych projektów zagospodarowania biomasy na cele energetyczne oraz prezentowali sceptycyzm w ocenie szans powodzenia tego typu inicjatyw.

Tabela 20 i rycina 106 łączą analizę kosztów pozyskania biopaliw z wymaganą wielkością ich zasobów. Określenie progu minimalnych ilości sPUR w dyspozycji pojedynczego dostawcy zależy od powierzchni obszaru, z którego planowane jest pozyskanie biopaliw oraz liczby potencjalnych konkurentów (bezpośrednich i pośrednich).

Tab. 20. Potencjał techniczny sPUR w województwie lubelskim⁵³ ogółem oraz z wyłączeniem wybranych grup gospodarstw [mln t].

Potencjał techniczny gospodarstw o potencjale powyżej	Minimum	Maksimum	Spadek w %
> 4 t	1,77	1,80	3,0
> 10 t	1,51	1,55	17,7
> 25 t	1,01	1,04	46,5
Potencjał techniczny dla wszystkich gospodarstw	1,82	1,86	-

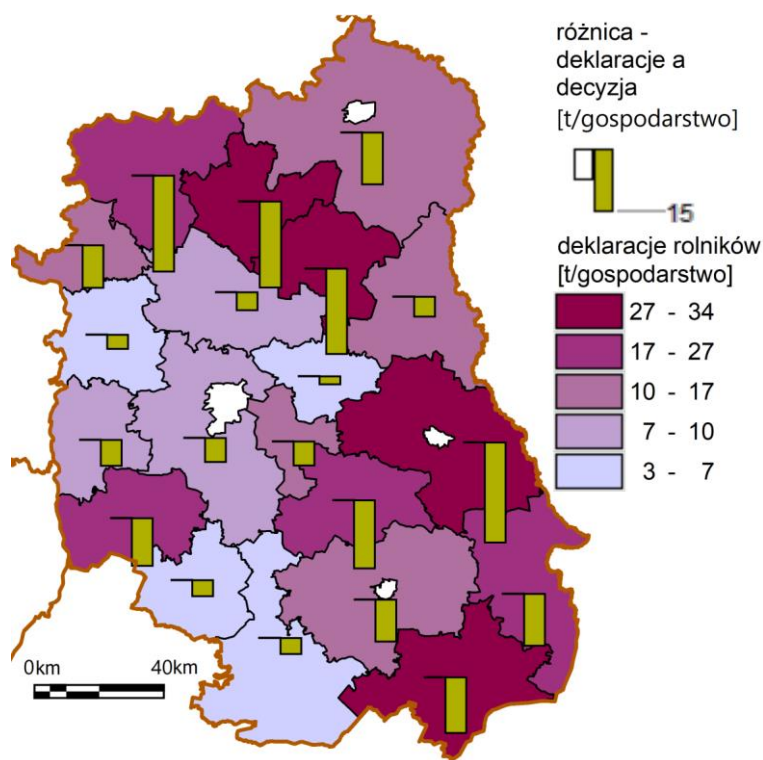
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Przy określonym obszarze działania i znanej konkurencji, możliwe staje się zmniejszenie wydatków na organizację i utrzymanie sieci dostaw sPUR, a także ryzyka wystąpienia problemów z pozyskaniem odpowiedniej ilości biopaliw. Rezygnacja ze współpracy z rolnikami dysponującymi mniej niż 4 tonami sPUR prowadziłyby do minimalnego ograniczenia potencjału technicznego, a jednocześnie wywołałyby spadek wydatków na kampanie informacyjne, zarządzanie i logistykę. Limit 10 t, a zwłaszcza 25 t, oznaczałyby zaś więcej strat niż korzyści. Sześciokrotny wzrost wymaganej minimalnej ilości sPUR, z 4 ton do 25 ton oznaczałyby zaś znaczne zmniejszenie ich wielkości przy niewielkim ograniczeniu kosztów pozyskania biomasy (tab. 20tab. 20). Przyjęcie ograniczeń umożliwiło zatem wyodrębnienie powiatów o płytkim potencjale technicznym sPUR, tworzonym przez gospodarstwa z małą ilością biopaliw.

W wariancie II na szacunek potencjału technicznego sPUR składały się deklaracje o posiadaniu przez rolników określonych ilości biomasy do niekonsumpcyjnego zagospodarowania i sposobie wykorzystania tych nadwyżek (ryc. 107). Na tej podstawie określono potencjał techniczny biopaliw dla województwa lubelskiego, który wynosiłby 1,15 mln ton. Większość produktów ubocznych rolnicy wykorzystywali do różnych celów. Uwzględnienie zagospodarowania biomasy we własnym zakresie spowodowało zmniejszenie potencjału technicznego sPUR w wariancie II do 0,50 mln ton (co stanowiło 20,2% potencjału teoretycznego lub 28,7% potencjału technicznego w wariancie I).

W wariancie II wysoki potencjał biopaliw występował we wschodniej i południowo-wschodniej części województwa lubelskiego oraz między Włodawą i Parczewem. Przeciętnym potencjałem charakteryzował się powiat lubelski oraz powiaty w północno-

⁵³ Dane w tabeli odnoszą się do potencjału technicznego sPUR, oszacowanego dla województwa lubelskiego w latach 2011 i 2012, nie uwzględniają wahań wielkości produkcji, a zatem mają charakter statyczny. Problem zmian dostępnych ilości biopaliw w województwie lubelskim porusza Gradziuk (2003a, ss. 41-42) oraz Kościk B., Kowalczyk-Juško, Kościk K. (2008, s. 77), przy czym obydwie analizy dotyczą słomy zbożowej i rzepakowej. Potencjał techniczny słomy w województwie lubelskim miałyby wynosić 976,9 tys. ton (1999), 361,3 tys. ton (2000), 906,3 tys. ton (2001) i 907,0 tys. ton (2007). Wykorzystanie zróżnicowanych źródeł biomasy zdaniem autora niniejszej pracy przyczyni się do zmniejszenia poziomu wahań potencjału technicznego sPUR.



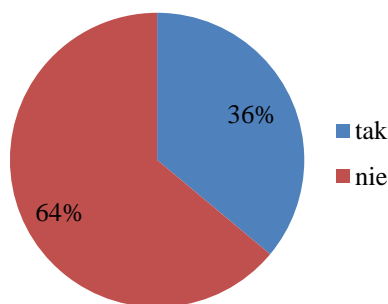
Ryc. 107. Średni potencjał techniczny sPUR – wariant II.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

zachodniej części województwa. Powiat janowski i biłgorajski, obejmują głównie obszary leśne, nie uwzględnione w szacunkach potencjału biomasy rolnej. Obszary rolnicze, ograniczone powierzchniowo i o słabej jakości gleb, dostarczały w obu powiatach niewielkich ilości biomasy, którą można wykorzystać na cele energetyczne. W powiatach puławskim i opolskim, rozwinięta towarowa produkcja rolna i rozdrobnienie agrarne również nie sprzyjały występowaniu nadwyżek biomasy.

Wariant II wyróżnia:

- spadek średniej potencjału technicznego sPUR z kilkunastu do kilku ton w przeliczeniu na 1 gospodarstwo,
- zmniejszenie zróżnicowania potencjału technicznego sPUR między powiatami,
- mniejsze znaczenie (w stosunku do wariantu I) powiatów hrubieszowskiego, tomaszowskiego i zamojskiego,
- większy udział powiatu łukowskiego pod względem deklarowanych zasobów biomasy na cele energetyczne.

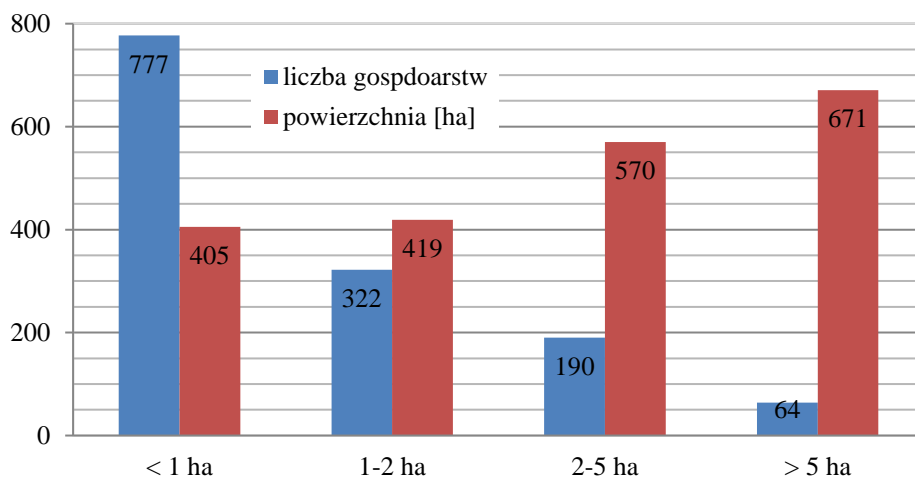
Pełny obraz potencjału technicznego sPUR uzyskano przez powiększenie zasobów oszacowanych w wariantcie I i II o potencjalne plony roślin energetycznych. Problem stanowiło określenie areału gruntów z tego typu uprawami. Większość ankietowanych nie



Ryc. 108. Możliwość przeznaczenia gruntów pod uprawę roślin energetycznych [%].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

posiadała gruntów, które mogliby przeznaczyć pod uprawę roślin energetycznych (ryc. 108). Jeśli tylko 36% ankietowanych zadeklarowało przeznaczenie części swoich gruntów pod uprawę roślin energetycznych, to aż 62% wskazało powierzchnię, którą mogli przeznaczyć pod tego typu uprawy. Jej oszacowanie wykonano przyporządkowując średnie wartości przedziałom wskazanym przez ankietowanych rolników. W przedziale do 1 ha przyjęto 0,7 ha, jeśli respondent zadeklarował posiadanie gruntów pod uprawę roślin energetycznych i wskazał ten przedział powierzchni. Mniejszy areal (0,4 ha) zastosowano, gdy respondent zadeklarował brak gruntów pod uprawę roślin energetycznych, lecz jednocześnie stwierdził, że może założyć plantację o powierzchni do 1 ha. Wskazaniom od 1 ha do 2 ha przypisano 1,3 ha, od 2 ha do 5 ha – 3 ha, a powyżej 5 ha rolnicy sami deklarowali powierzchnię upraw roślin energetycznych. Pominięcie respondentów, którzy wykazali się niekonsekwencją i zgłosili mniej niż 1 ha gruntów, powodowało obniżenie szacowanej wartości potencjału energetycznego o 19,6%.

Ogółem 890 ankietowanych rolników zadeklarowało przeznaczenie 2 067 ha gruntów rolnych pod uprawę roślin energetycznych (ryc. 109), co w skali województwa lubelskiego przełożyłoby się na powstanie plantacji o powierzchni 106,5 tys. ha (6,6% powierzchni zajmowanej przez gospodarstwa o powierzchni powyżej 1 ha). Większość rolników udostępniłaby pod uprawę roślin energetycznych tereny o niskiej i bardzo niskiej jakości, gdyż na wsi rośliny alimentacyjne mają pierwszeństwo przed inną produkcją. Współczynnik korelacji liniowej Pearsona pomiędzy wyznaczonymi potencjałami stałych produktów ubocznych rolnictwa i wskaźnikiem jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej były niskie (0,3 – 0,4). Wartość statystyki p przekroczyła przyjęty próg (0,05), a zatem współczynniki korelacji okazały się nieistotne statycznie. Grunty o słabej jakości obsadzone roślinami energetycznymi mogą dostarczyć 7 ton suchej masy z 1 hektara w pierwszych 3-5 latach i 10 ton w kolejnych, w miarę opanowania przez plantatorów umiejętności uprawy tego rodzaju roślin. Ankietowane gospodarstwa dysponowały potencjałem biopaliw z roślin



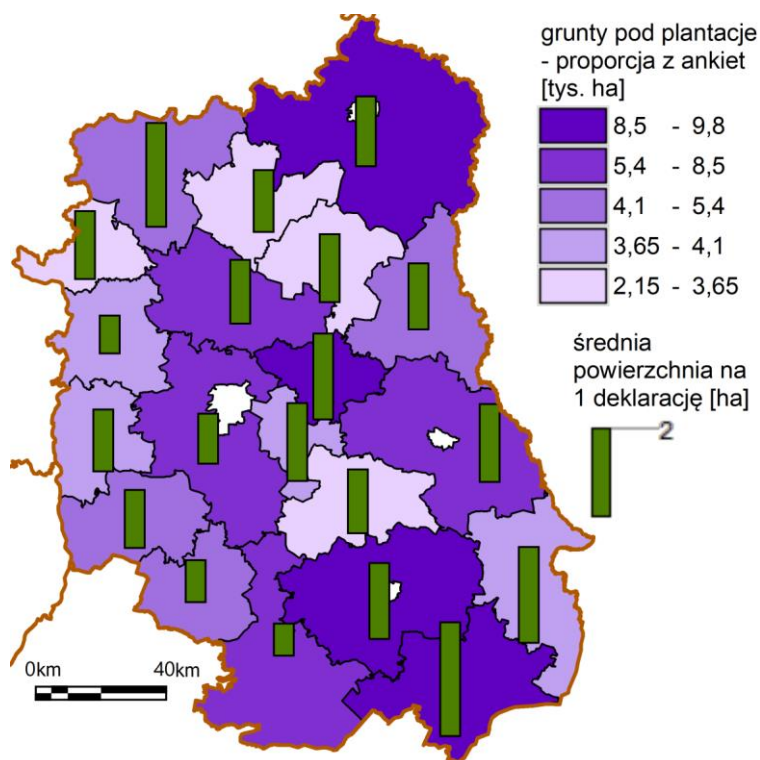
Ryc. 109. Deklaracje założenia plantacji roślin energetycznych.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

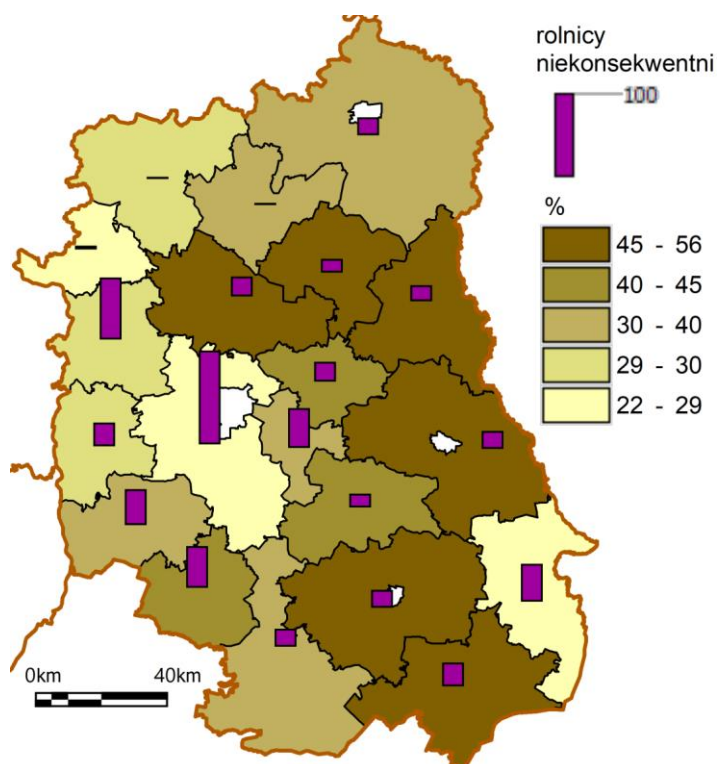
energetycznych wynoszącym 14 450 ton (do 5 lat od założenia plantacji) oraz 20 640 ton w kolejnych latach, co w skali województwa oznacza: 0,75 mln ton i 1,07 mln ton. Byłyby to zatem ilości porównywalne z zasobem stałych produktów ubocznych rolnictwa gospodarstw.

Deklaracje rolników dotyczące założenia plantacji roślin energetycznych, uogólnione dla województwa lubelskiego, przedstawia rycina 110. Rolnicy deklarowali przeznaczenie dużych powierzchni pod uprawę tego rodzaju roślin nie tylko w powiatach południowo-wschodnich, lecz także w centrum (powiat łączyński) i na północnym-wschodzie województwa (powiat bialski). Przestrzenny rozkład zjawiska był urozmaicony i zbliżony do „mozaiki”, gdzie jednostki z wysokimi wartościami często sąsiadowały z jednostkami o bardzo niskich wartościach, co może sprzyjać upowszechnianiu „dobrych praktyk” w powiatach, w których rolnicy prezentowali postawy zachowawcze. Relatywnie niski potencjał techniczny sPUR w powiatach hrubieszowskim i krasnostawskim, gdzie odpowiedzi na inne pytania wskazywały na skłonność rolników dla założenia plantacji roślin energetycznych, wymagają rozpoznania przyczyn tego rodzaju sprzeczności. Rolnicy, którzy deklarowali założenie plantacji przeciętnie zgłaszali na ten cel prawie 1,5 ha gruntów. Szczególnie w powiecie tomaszowskim ankietowani deklarowali duży areal i wysoką powierzchnię upraw roślin bioenergetycznych. W rejonie Białej Podlaskiej areal był równie wysoki, lecz rozdrobniony (najgorzej pod tym względem było w powiatach: biłgorajskim, puławskim i janowskim). Za lepszy wariant należy bowiem uznać skupienie uprawy roślin energetycznych w mniejszej liczbie gospodarstw niż powiększenie ich areалу upraw kosztem jego rozproszenia.

Odpowiedzi niekonsekwentne (ryc. 111), gdy rolnik zaprzeczał posiadaniu gruntów,



Ryc. 110. Deklarowane powierzchnie gruntów pod plantacje roślin energetycznych [ha].
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).



Ryc. 111. Udział respondentów skłonnych do założenia plantacji roślin energetycznych oraz rolnicy niekonsekwentni w deklarowaniu ich założenia.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

które mogłyby przeznaczyć pod uprawę roślin energetycznych, lecz deklarował określony

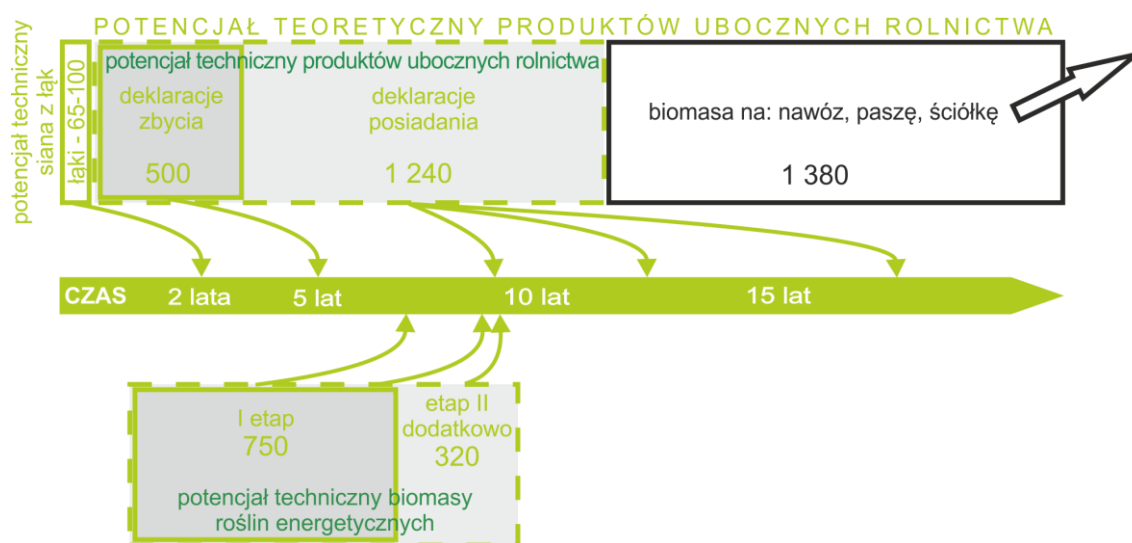
areal pod tego rodzaju rośliny, odnotowano głównie w gminach skupionych wokół Lublina. Na tym obszarze można spodziewać się wysokich kosztów współpracy z rolnikami w uprawie roślin energetycznych, co wiąże się z ich niezdecydowaniem i składaniem sprzecznych deklaracji. Nie jest to czynnik dyskwalifikujący dostawców biomasy, lecz sygnał do wdrożenia rozwiązań organizacyjnych tworzących korzystne warunki dla wykorzystania istniejącego potencjału, takich jak: akcje informacyjne i współpraca z wieloma producentami. Mniejszy areal upraw przypadający na jedną umowę oznacza jednakże większe koszty obsługi prawnej, logistyki i innych działań.

W szacowaniu potencjału technicznego biopaliw nie bierze się pod uwagę czynników ekonomicznych i na przykład politycznych. Potencjał ustala się na dany moment, zakładając jego zmiany (na ogół wzrost) związane z postępem technologicznym i społecznym. Określanie jego wielkości w przedziałach czasu ma na celu stworzeniu kontinuum pomiędzy „sztywnymi” potencjałami technicznym i ekonomicznym. Potencjał techniczny biopaliw stałych dla województwa lubelskiego przedstawiono zatem jako szereg wartości (tab. 21).

Tab. 21. Potencjał techniczny biopaliw stałych w województwie lubelskim [mln t].

Wyszczególnienie	Wartość	
	min.	max.
Produkty uboczne rolnictwa	0,50	1,74
Siano z tzw. nieujawnionych łąk	0,07	0,10
Rośliny energetyczne	0,75	1,07
Ogółem	1,32	2,91

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet oraz BDL GUS.



Ryc. 112. Prognoza potencjału technicznego biopaliw stałych według źródeł ich pochodzenia [tys. t].

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet oraz BDL GUS.

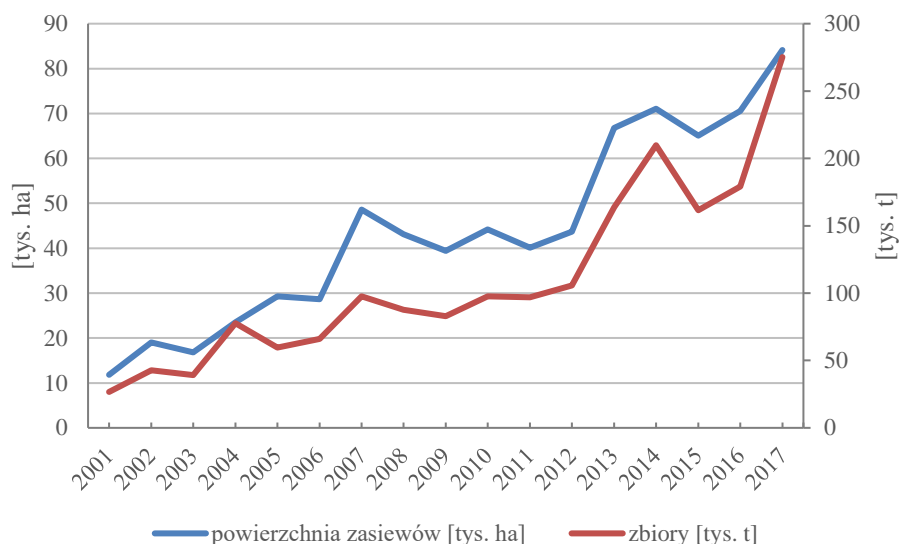
Największe znaczenie dla rozwoju obszarów wiejskich województwa lubelskiego ma zagospodarowanie produktów ubocznych rolnictwa, biomasy roślin energetycznych i biogazu, a także w mniejszym stopniu biodiesla. Najłatwiej pozyskać i zagospodarować 0,5 mln ton produktów ubocznych rolnictwa oraz cały zasób siana z łąk, podczas gdy pozyskanie biomasy roślin energetycznych wymaga wysiłku i czasu. Potrzebny jest czas na promocję tego rodzaju upraw, dojrzewanie plantacji i sezonowanie biopaliw (od roku do trzech lat) oraz zdobycie doświadczenia przez plantatorów. Osiągnięcie zbiorów roślin energetycznych na poziomie 0,8 mln ton zajmie co najmniej 5 lat od upowszechnienia tego typu upraw, a 1,1 mln ton byłoby możliwe do pozyskania nie wcześniej niż po 8-10 latach. Górną granicę potencjału technicznego biopaliw stałych można osiągnąć w ciągu kilkunastu lat (ryc. 112).

6.2 Potencjał techniczny biopaliw płynnych i gazowych

Biomasa stała po przetworzeniu może być traktowana jako biopaliwo gazowe i płynne. Biomasa i biopaliwa gazowe różnią się, gdyż substrat wykorzystywany w reaktorach biogazowni ma inną postać niż ten, który przeznaczony jest do spalania. Podstawową różnicą jest zawartość wody. Ponadto jako wsad często zagospodarowuje się całą roślinę, a nie tylko jej pozostałości poprodukcyjne. Dotychczasowe metody pozyskiwania biopaliw płynnych wiążą się z wykorzystaniem roślin, które stanowią źródło pożywienia dla ludności. Biodiesel jest produkowany głównie z ziaren rzepaku, a bioetanol ze zbóż, bulw ziemniaków czy buraków cukrowych⁵⁴. Produkcja i przetwórstwo rzepaku w gospodarstwie rolnym i wykorzystanie biodiesla do napędu maszyn rolniczych, może przynieść większe korzyści niż sprzedaż żyta do górzelnicy położonych poza granicami województwa lubelskiego. Możliwość uzyskania efektów synergii przemawia na korzyść biodiesla. Charakterystykę potencjału biopaliw płynnych w województwie lubelskim ograniczono zatem do biodiesla.

W Polsce rzepak i rzepik stanowią główny surowiec do produkcji biodiesla (Gradziuk 2003, ss. 44-45). W latach 2001 – 2017 zbiory rzepaku i rzepiku wzrastały średnio o 115 tys. ton, a w województwie lubelskim o 12 tys. ton rocznie (ryc. 113). Szczególnie wysoką dynamikę produkcji rzepaku odnotowano od 2012 roku, gdy w ciągu 5 lat jego zbiory zwiększyły się o 160%. Celem uprawy rzepaku jest konsumpcja, na którą przeznaczony jest 1,1 mln ton – 1,3 mln ton zbiorów ziarna tej rośliny (Kuś, 2007, s. 2). Pozostałą część, 0,6 mln ton w 2012 r. i 1,4 mln ton w 2017 r. można wykorzystać do produkcji biodiesla. Zwiększenie jego produkcji stanowi element narodowego celu wskaźnikowego (NCW),

⁵⁴ Brazylia i Stany Zjednoczone koncentrują się na produkcji bioetanolu i biometanolu, podczas gdy w Europie, zwłaszcza w Niemczech czy Polsce, większy nacisk kładzie się na biodiesel.



Ryc. 113. Powierzchnia zasiewów i zbiory rzepaku i rzepiku w województwie lubelskim w latach 2001-2017

Źródło: Opracowanie własne na podstawie BDL GUS.

odnoszącego się do etapowego wprowadzania na rynek paliw ze źródeł odnawialnych (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 r.). Aby osiągnąć NCW, nadwyżka zbiorów rzepaku i rzepiku ponad potrzeby konsumpcyjne powinna sięgać 1 mln ton w 2010 r. i ponad 2 mln ton w 2020 r., a w województwie lubelskim 43 tys. ton w 2010 i 86 tys. ton w 2020 r. (Jasiulewicz, 2010, s. 81, 2011, s. 23).

Ankietowani rolnicy powszechnie wskazują, że rzepak stanowi surowiec do produkcji paliw, lecz ich wiedzę o bioetanolu można ocenić jako szczątkową. W województwie lubelskim znajduje się prawie 10% całości gruntów rolnych i taki mógłby być jego udział w produkcji rzepaku na cele konsumpcyjne. Według Jasiulewicza (2010, s. 81), w 2014 r. i 2017 r. zbiory rzepaku w województwie lubelskim (BDL GUS 2018) wystarczały do produkować olej rzepakowy do konsumpcji i biodiesel, które zaspokoiłyby popyt zgłaszany na oba produkty, podczas gdy w Polsce w 2014 r. brakowało 100 tys. ton ziarna rzepaku. Rolnicy z pozostałych województwach powinni zatem uprawiać rzepak na większą skalę niż dotychczas by Polska osiągnęła narodowy cel wskaźnikowy w zakresie biopaliw.

Przy obecnych technologiach z każdej tony rzepaku pozyskuje się 35% biodiesla, co w latach 2013-2017 przełożyłoby się na wielkość od 11,0 tys. ton do 50,8 tys. ton biodiesla (po odjęciu zapotrzebowania na rzepak na cele konsumpcyjne). W latach 2013 – 2016 r. polskie rolnictwo zużywało 1,6 mln ton oleju napędowego (*Gospodarka...*, 2015, s. 218, *Gospodarka...*, 2017, s. 218). Odnosząc tę wartość do 10% udziału województwa lubelskiego w powierzchni użytków rolnych, zużycie oleju napędowego przez gospodarstwa

na jego terenie wynosiłoby 160 tys. ton rocznie. Potencjał techniczny biodiesla w województwie lubelskim mógłby pokryć od 7% do nawet 30% rocznego zapotrzebowania na paliwo w rolnictwie, pod warunkiem obniżki podatku akcyzowego na biopaliwa produkowane przez rolników na własne potrzeby. Wydaje się, że korzyści dla obszarów wiejskich przewyższyłyby straty dla budżetu państwa, które mogą wystąpić w związku z produkcją biodiesla.

Z kolei powierzchnia zasiewów kukurydzy (dane BDL GUS z 2011 roku) sięgała w województwie lubelskim 43,6 tys. ha. Podczas gdy dane ankietowe po uogólnieniu oznaczałyby 59 tys. ha jej upraw. W 2011 roku rolnicy z województwa lubelskiego przeznaczali na ziarno dwie piąte areału upraw kukurydzy, co w odniesieniu do uogólnionych danych ankietowych oznaczałoby 24,3 tys. ha. Pozostałe 36,5 tys. ha zostało obsadzone kukurydzą na zielonkę, która w małej części może posłużyć jako źródło surowca dla biogazowni. Przy założeniu stagnacji areału uprawy kukurydzy, byłoby to najprawdopodobniej 3 tys. ha, co oznaczałoby od 90 tys. ton do 130 tys. ton substratu (przy plonowaniu 45 t kukurydzy z 1 ha).

Uzyskane od ankietowanych rolników informacje, po uogólnieniu wskazywały na dwukrotnie większą powierzchnię uprawy buraków cukrowych w stosunku do danych GUS (73,0 tys. ha na podstawie ankiet, 31,3 tys. ha według BDL GUS). Zmniejszająca się powierzchnia tej uprawy może stanowić szansę, jak i zagrożenie dla produkcji biogazu. Buraki cukrowe są wykorzystywane w rolnictwie w całości, bulwa sprzedawana do cukrowni, a liście spasane w postaci świeżej lub kiszonki. Zmniejszanie areału uprawy buraka cukrowego w następstwie spadku zapotrzebowania przemysłu cukrowniczego, oznacza ograniczenie możliwości pozyskania tej rośliny do produkcji biogazu. Jednakże możliwe jest jej zastąpienie burakiem energetycznym. Każde 1000 ha przeznaczone pod uprawę buraka energetycznego (bądź cukrowego) może dostarczyć 45 tys. ton biomasy do wykorzystania w reaktorach biogazowych, bez uwzględnienia masy liści.

Powszechnie uprawianą rośliną są ziemniaki, które mogą zostać użyte jako substrat w biogazowniach. Na podstawie deklaracji rolników zbiory ziemniaków w województwie lubelskim oszacowano na 41,3 tys. ha (według BDL GUS w 2011 roku osiągnęły one 38,3 tys. ha). Ograniczanie areału upraw ziemniaka wiąże się ze spadkiem popytu na niego i niekorzystnymi warunkami pogodowymi. Ziemniaki w stosunku do buraków cukrowych mają małe wymagania glebowe, a więc łatwo wygospodarować grunty pod ich uprawę, lecz plony ziemniaka są 2,5 krotnie niższe od buraka cukrowego (2,3 t z 1 ha w 2011 roku – BDL GUS). Pozostałości z uprawy warzyw mogą także zostać częściowo wykorzystane do

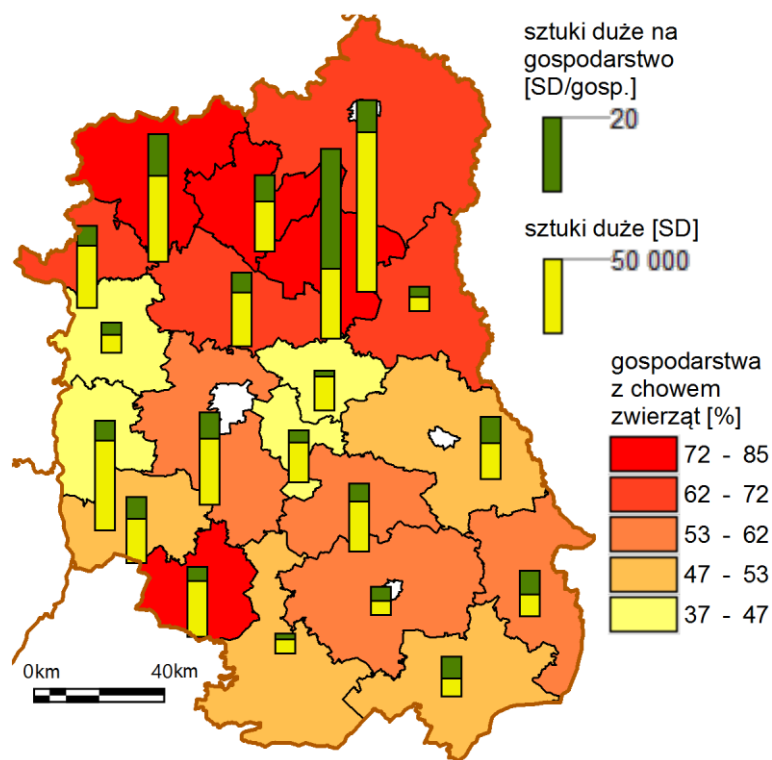
produkcji biogazu. GUS określił w 2011 r. areał upraw warzyw w przedziale od 21 tys. ha do 23 tys. ha, lecz uogólniając dane pozyskane podczas przeprowadzonych badań ankietowych w województwie lubelskim, uzyskano prawie dwukrotnie większą powierzchnię tego typu upraw.

Uwzględniając zielonkę z kukurydzy, buraki cukrowe, ziemniaki oraz część odpadów z produkcji warzyw, potencjał biomasy można określić na ponad 300 tys. ton, przy założeniu wykorzystania większości odpadów pochodzących z produkcji warzyw. Oszacowana ilość biomasy stanowiłaby paliwo do zasilania silników o łącznej mocy 13 MW (www.biogaz.com.pl), aczkolwiek wzrost zapotrzebowania na żywność i pasze oraz regulacje prawne niekorzystne dla wykorzystania biogazu, mogą zmniejszyć ten potencjał.

Dla zachodniej, północnej i centralnej części Polski, w miejscach, gdzie funkcjonują skoncentrowane systemy chowu zwierząt, Jasiulewicz (2010, s. 123) sformułował założenie energetycznego wykorzystania całości obornika i gnojowicy. W województwie lubelskim tego typu rolnictwo występuje jedynie punktowo, w jego północnej części. Założenie dotyczące określenia potencjału biogazu nie może być zatem wykorzystane dla województwa lubelskiego z rozdrobnionym rolnictwem, gdzie obornik i gnojowica w większości lub w całości są wykorzystywane jako nawóz (lubelskie zaliczono do grupy województw z potencjałem biogazu w przedziale od 0,8 mld m³ do 1,0 mld m³).

W 2006 roku, w województwie lubelskim, jak podają Kościk, Kowalczyk-Juško i Kościk (2008, s. 109), wyprodukowano 350 tys. ton niesegregowanych odpadów komunalnych (w 2017 r. 440 tys. ton – BDL GUS) oraz 21 tys. ton osadów ściekowych (Kościk B., Kowalczyk-Juško, Kościk K., 2008, s. 110; a w 2017 r. 21 tys. ton – BDL GUS), które można wykorzystać do produkcji biogazu. Z przemysłu rolno-spożywczego może pochodzić zaś ponad 800 tys. ton biomasy do produkcji biogazu (Kości B., Kowalczyk-Juško, Kościk K., 2008, s. 107). Plany Ministerstwa Gospodarki z 2011 r. (biznes.newsweek.pl) zakładały powstanie biogazowni w prawie każdej gminie. Gdyby we wszystkich jednostkach wiejskich (172) i miejsko-wiejskich (21) województwa lubelskiego powstała instalacja biogazu o mocy 0,5 MW, to zapotrzebowanie na biomasę powinno wynosić od 2,1 mln ton do 2,2 mln ton. W 2011 r., w województwie pogłowie zwierząt wynosiło 609 tys. SD/DJP i dostarczało rocznie kilka mln ton obornika oraz gnojowicę i gnojówkę, bardziej przydatne w biogazowniach niż obornik. Problemem stanowi jednak spadek pogłowia zwierząt, w 2017 r. było to już tylko 535 tys. SD/DJP. Substraty reaktora biogazowego mogą być podawane do niego w różnych proporcjach. W scenariuszu, w którym 25% wsadu stanowi gnojowica, a 75% biomasa roślinna, do zasilenia 193

biogazowni potrzeba pięciokrotnie większej ilości biomasy niż jest dostępna.



Ryc. 114. Udział gospodarstw z chowem zwierząt oraz liczba sztuk dużych w gospodarstwie i powiecie.

Liczba SD dotyczy ankietowanych gospodarstw (w powiatach obliczono ją proporcjonalnie do ich powierzchni).

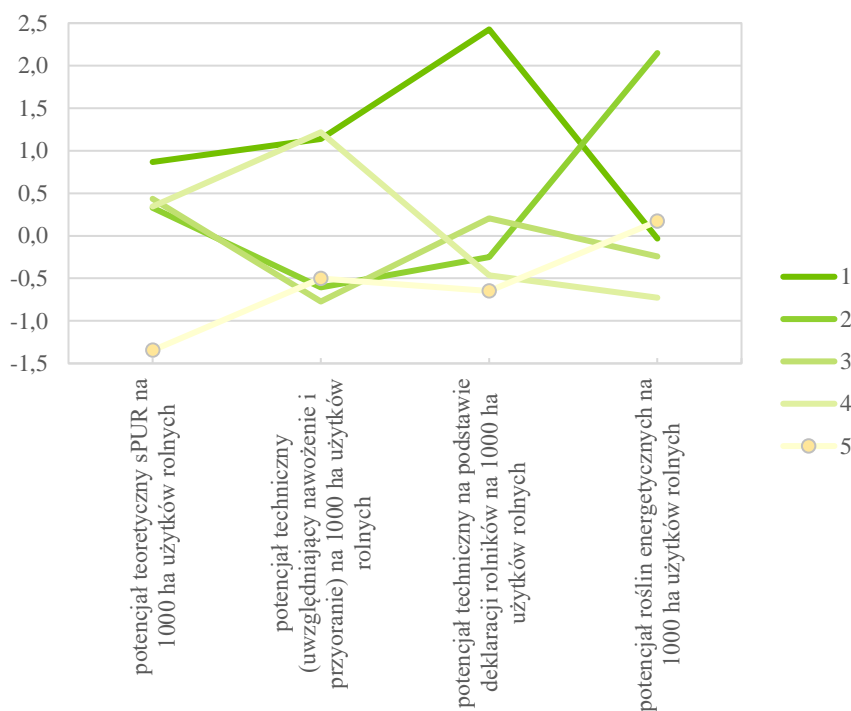
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Na podstawie rozmieszczenia chowu zwierząt i produkcji roślinnej proponuje się lokalizację biogazowni w powiatach parczewskim, łukowskim, bialskim i radzyńskim (ryc. 114). W biłgorajskim i zamojskim biogazownie powinny być nastawione głównie na przerób substratów roślinnych. Produkcja biogazu wiąże się z powstawaniem płynu pofermentacyjnego, który zastępuje obornik jako nawóz, co może stanowić zachętę dla rolników do przechodzenia na chów bezściółkowy.

6.3 Klasyfikacja powiatów według potencjałów biomasy rolniczej

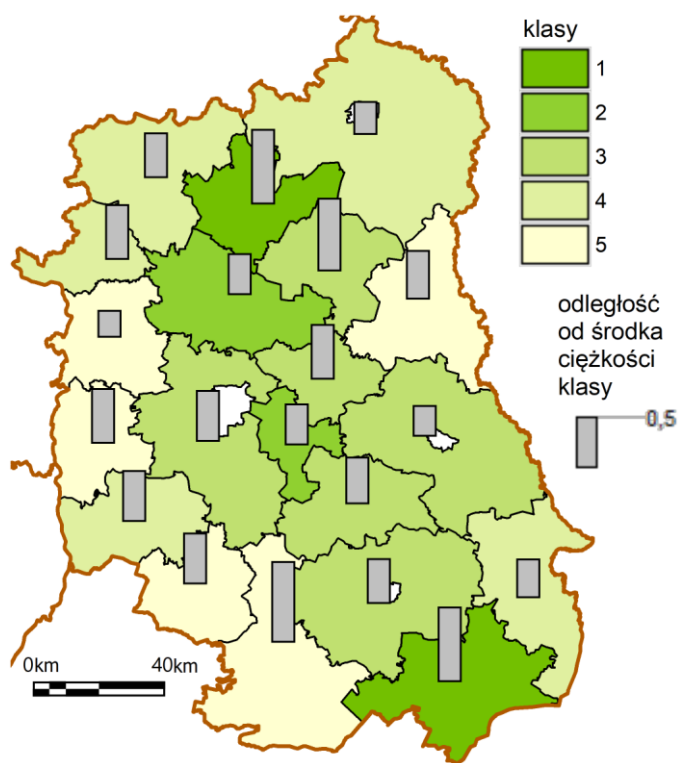
Procedurom klasyfikacji, której metody przedstawiono w punkcie 1.4 niniejszej pracy, poddano sześć kategorii potencjałów obliczonych na podstawie danych ankietowych odniesionych do powierzchni użytków rolnych. Powiaty podzielono na klasy na podstawie: potencjału teoretycznego stałych produktów ubocznych rolnictwa (sPUR, str. 12), potencjału technicznego sPUR przy uwzględnieniu nawożenia organicznego i przyorania słomy (wariant I, 6.1), potencjału technicznego według deklaracji rolników (wariant II, 6.1)

oraz potencjału roślin energetycznych według tego rodzaju deklaracji. Wartości średnie dla każdej z pięciu wyróżnionych klas przedstawia rycina 115.



Ryc. 115. Średnie dla klas potencjałów biomasy na cele energetyczne.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Powiaty należące do klasy 1, tomaszowski i radzyński (ryc. 116), wyraźnie wyróżniają się na tle pozostałych. Charakteryzują je: najwyższy potencjał teoretycznym sPUR, bardzo wysoki potencjał techniczny uwzględniający nawożenie i przyoranie, bardzo wysoki potencjał techniczny określony na podstawie deklaracji rolników oraz relatywnie mały potencjał roślin energetycznych. Powiaty klasy 1, które stanowią źródło w pełni dostępnych stałych produktów ubocznych rolnictwa, powinny odegrać decydującą rolę w początkowych fazach upowszechniania i rozwoju biopaliwowego kierunku produkcji rolnej. Fakt, iż powiat tomaszowski położony jest w południowej części województwa, a radzyński w północnej, oznacza istnienie dwóch obszarów jako centrów dyfuzji pozyskania sPUR. W średnim okresie (5-10 lat) możliwy jest w nich wzrost dostępności sPUR na cele energetyczne, na co wskazuje wysoki potencjał teoretyczny i techniczny sPUR uwzględniający nawożenie organiczne. Słabą stroną klasy 1 jest mała liczebność tworzących ją powiatów oraz ich niejednorodność (duża odległość od środka ciężkości klasy). W długim okresie nastąpi prawdopodobnie spadek znaczenia powiatów klasy 1 w rozwoju kierunku biopaliwowego produkcji rolnej.



Ryc. 116. Klasyfikacja powiatów według potencjałów biomasy na cele energetyczne.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet (n=2 191).

Klasa 2 (powiaty lubartowski i świdnicki) w dużym stopniu stanowią przeciwieństwo klasy 1. Potencjał teoretyczny jest tu wysoki, lecz wartości potencjałów technicznych wskazują, że podjęcie działań na rzecz produkcji i pozyskania w krótkim okresie (roku czy dwóch lat) dużej ilości sPUR, przyniesie gorsze efekty niż średnio w województwie. Na obszarze powiatów klasy 2 może powstać sieć plantacji roślin energetycznych. Rolnicy oferują tu największe w województwie arealy pod tego rodzaju uprawy, są względnie jednolite (charakteryzują je małe odległości od środka ciężkości klasy) i położone blisko siebie.

Wskaźniki potencjałów dla klasy 3 można określić jako przeciętne (bliskie średniej wojewódzkiej). Potencjał wynikający z deklaracji rolników o zagospodarowaniu biomasy na cele energetyczne przyjmuje w niej wartości wyższe od średniej dla ankietowanych gospodarstw, podczas gdy potencjał techniczny sPUR uwzględniający nawożenie organiczne i przyoranie jest niski. Niskie (poza powiatem parczewskim) odległości od środka ciężkości klasy wskazują na duże podobieństwo powiatów tej klasy. Korzystnie przedstawia się także ich rozkład przestrzenny, gdyż tworzą one zwarty obszar. W powiatach klasy 3 ilość stałych produktów ubocznych rolnictwa na cele energetyczne wyraźnie zwiększy się, jeśli zmaleje pogłowie zwierząt gospodarskich i wzrośnie rentowność produkcji rolnej.

Klasa 4 i 5, w porównaniu do klas 1, 2 i 3, są znacznie mniej atrakcyjne dla rozwoju biopaliwowego kierunku produkcji rolnej. Powiaty klasy 4 dysponują względnie dużym potencjałem teoretycznym sPUR, a potencjał techniczny pomniejszony o biomasę przeznaczoną na nawożenie i przyoranie, jest tu równie wysoki jak w klasie 1. Problemem nie jest zatem brak biomasy czy przeznaczanie jej na inne cele niż produkcja energii (ryc. 115). Powiaty klasy 5 odznaczają się najniższymi wskaźnikami potencjałów sPUR, chociaż potencjał roślin energetycznych przekracza w nich średnią wojewódzką.

Przestrzenny rozkład klas potencjałów biomasy na cele energetyczne, będzie sprzyjał upowszechnieniu biopaliwowego kierunku produkcji rolnej. Obszar rozciągający się od powiatu tomaszowskiego do radzyńskiego stanowi główną oś rozwojową bioenergetyki. Na wschód i zachód od osi głównej występują obszary dyfuzji bioenergetyki (szczególnie w kierunku wschodnim). Przynależność powiatu hrubieszowskiego do klasy 4 i włodawskiego do 5, nie odzwierciedla jednakże w pełni ich potencjału energetycznego biomasy. Rolnicy z tych powiatów mogą (a wręcz powinni) przejąć dobre praktyki kierunku biopaliwowego produkcji rolnej, od rolników z sąsiednich powiatów (ryc. 116). Na powiaty bialski, łukowski i rycki będzie oddziaływało sąsiedztwo (dobre praktyki rolników w zakresie produkcji i energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej) powiatów radzyńskiego czy lubartowskiego. Wydaje się, że przenikanie pozytywnych wzorców bioenergetyki najslabiej zaznaczy się w pasie powiatów od puławskiego do biłgorajskiego.

7 Polityka rozwoju produkcji biomasy rolniczej i jej energetycznego wykorzystania – model i rekomendacje praktyczne

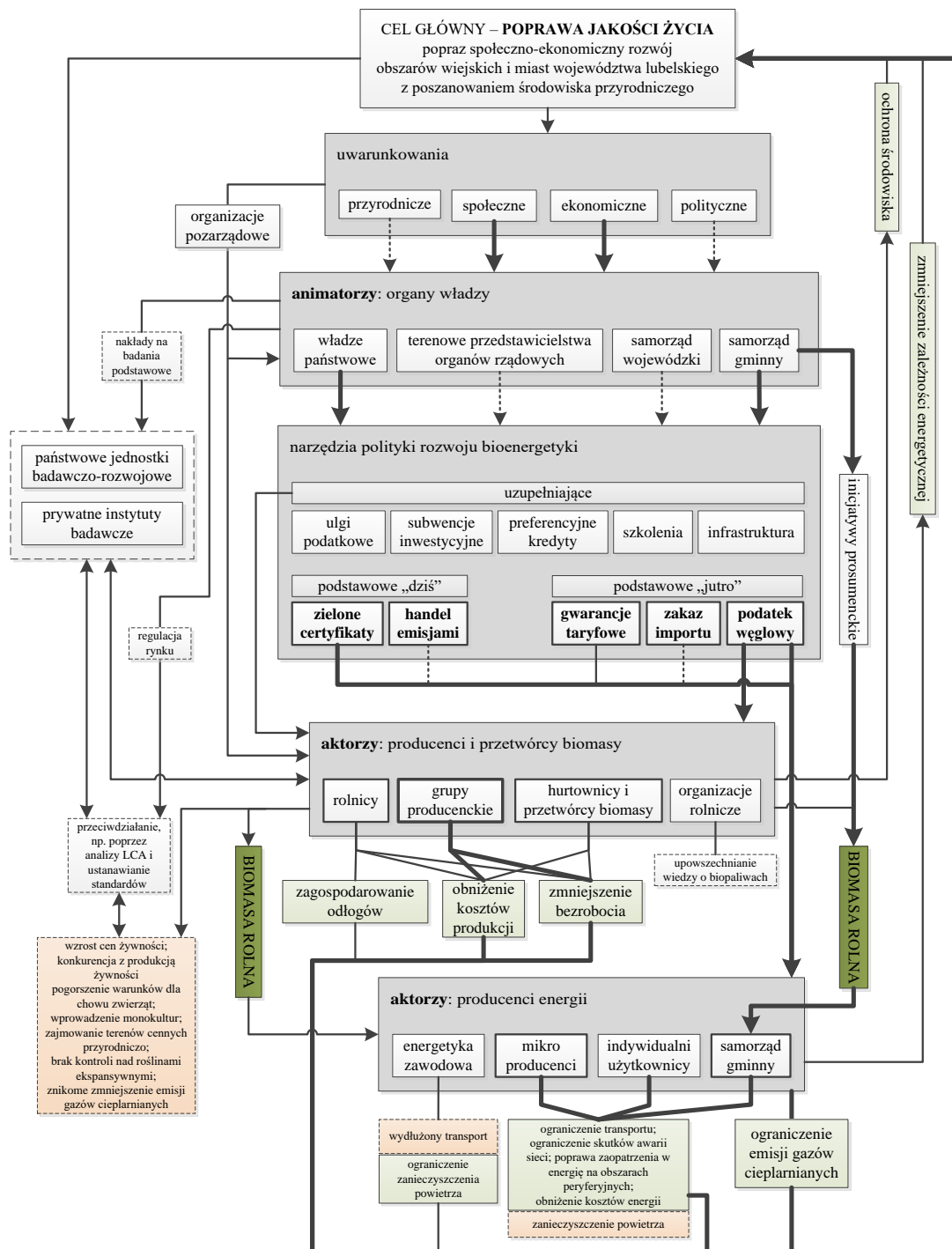
7.1 Cele i przewidywane efekty

W formułowaniu zmian polityki energetycznej należy uwzględnić sukcesy i porażki dotychczas prowadzonej polityki. W Polsce polityka energetycznego wykorzystania biomasy, rozwoju bioenergetyki czy szerzej wykorzystania odnawialnych źródeł energii, pozostaje niekonsekwentna, chaotyczna i nie wykorzystuje bądź wykorzystuje, lecz w niewłaściwy sposób, instrumenty ekonomiczne, informacyjne czy prawne. Wyraziste przykłady chaotyczności polityki energetycznej stanowią niekorzystne zmiany zielonych certyfikatów i dotyczące farm wiatrowych. W niniejszej pracy opracowano model polityki rozwoju produkcji biomasy rolniczej i jej energetycznego wykorzystania (ryc. 117). Model obejmuje kluczowe podmioty, zjawiska i procesy oraz relacje między nimi.

Głównym założeniem opracowanego modelu jest zmiana polityki energetycznej państwa. Realizacja celów nakreślonych w *Polityce energetycznej Polski do 2030 r.* oznaczałaby bowiem dominacją wielkiej energetyki, drenaż zasobów, utrwalanie dotychczasowego podziału regionalnego na obszary rdzeniowe i peryferia, a zwłaszcza niekorzyści zewnętrzne dla środowiska (zanieczyszczenie powietrza), które bardzo negatywnie oddziałują na zdrowie ludzi. Celem polityki rozwoju bioenergetyki powinien być rozwój społeczno-ekonomiczny z poszanowaniem wartości środowiska przyrodniczego, z celem nadrzędnym, którym jest wzrost jakości życia. Cel w zaproponowanym kształcie sprzyja inicjatywom lokalnym rozwoju energetyki rozproszonej, zwłaszcza bioenergetyki.

Wśród uwarunkowań rozwoju bioenergetyki za najważniejsze uznano społeczne i ekonomiczne, co wiąże się z ich wyższą zmiennością w czasie niż uwarunkowań przyrodniczych. W opracowanym modelu polityki rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania sformułowano założenie, że określając najważniejsze cele tego typu polityki, należy uwzględnić opinie rolników, ich postawy i wartości. Opinie rolników z województwa lubelskiego na temat efektów rozwoju produkcji biomasy i bioenergetyki przedstawiono w rozdziale 5.4 (ryc. 88-89). Za najważniejszy przewidywany rezultat ankietowani uznali zagospodarowanie odłogów, chociaż zwrócili także uwagę na obniżenie kosztów produkcji rolnej i zmniejszenie bezrobocia na obszarach wiejskich.

Główne cele polityki rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania, określono za pomocą metody SMART. Nazwa metody stanowi akronim określający reguły formułowania celów, z angielskiego: *specific* (skonkretyzowany),



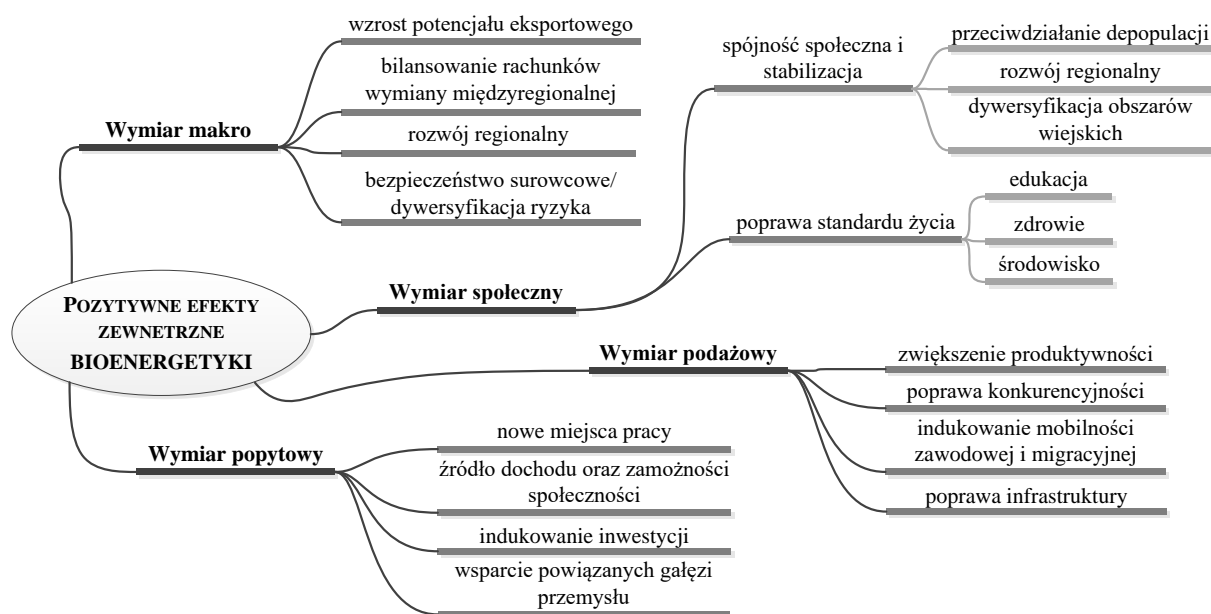
Ryc. 117. Model polityki rozwoju produkcji energii z biomasy rolnej.
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

measurable (mierzalny), *achievable* (osiągalny), *relevant* (istotny) i *time-bound* (ograniczony czasem). Na podstawie literatury, opinii rolników i empirycznych wyników pracy sformułowano następujące cele polityki rozwoju produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania:

- powstanie w ciągu 5 lat plantacji roślin energetycznych na powierzchni stanowiącej 3% gruntów rolnych i 5% powierzchni gruntów rolnych w perspektywie 10 lat,

- stworzenie w ciągu trzech lat systemu zielonych certyfikatów produkcji energii z biomasy w małych obiektach o mocy do kilkunastu lub do kilkudziesięciu MWe/MWt (zaspokajających potrzeby jednej lub kilku gmin),
- organizację grup producentów biomasy rolnej w każdym powiecie,
- obniżenie kosztów produkcji rolnej i zmniejszenie bezrobocia na obszarach wiejskich,
- pełne wykorzystanie czynników produkcji rolnej i bioenergetyki (zwłaszcza ziemi i pracy) z zachowaniem zasad zrównoważonej gospodarki.

Polityka rozwoju produkcji biomasy na cele energetyczne powinna przynieść korzystne zmiany w wielu dziedzinach gospodarki i życia społecznego. Pozytywne efekty tego rodzaju polityki sklasyfikowano na: ekonomiczne (podażowe i popytowe) i pozaekonomiczne (społeczne, ekologiczne i przestrzenne), odnoszące się do poziomu kraju, a także szczebli regionalnego i lokalnego (ryc. 118). Dotyczą one zmniejszenia zależności energetycznej kraju, nowych miejsc pracy, korzyści infrastrukturalnych, zagospodarowania odłogów, obniżenia kosztów produkcji czy ochrony środowiska.



Ryc. 118. Pozytywne efekty rozwoju bioenergetyki.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Domac J., Richards K., Risovic S., *Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects*, Biomass and Bioenergy, nr 28, Elsevier, 2004, s. 98.

Z punktu widzenia ogólnokrajowego interesu publicznego główną korzyścią energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej jest wzrost bezpieczeństwa energetycznego Polski. Tylko na obszarze województwa lubelskiego można pozyskać 2,93 mln ton stałych produktów ubocznych rolnictwa (tab. 21), a także wsad 2,1 mln ton biomasy

do biogazowni w „każdej gminie” (łącznie 5 mln ton). Przyjmując przeciętną wartość opałową 1 t biomasy jako 15 GJ, można w ten sposób poyskać 75 PJ energii. Jest to wartość maksymalna, teoretyczna, którą można osiągnąć w warunkach optymistycznego, a więc stosunkowo mało prawdopodobnego scenariusza energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej. Wartość opałowa 1 m³ gazu GZ-50 wynosi 32 MJ. Ilość energii z biomasy dostępnej na obszarze województwa lubelskiego odpowiadałaby zatem 2,2 mld m³ gazu ziemnego. W 2017 r. w Polsce zużyto 16 mld m³ gazu z czego 70%, 11,2 mld m³ pochodziło z Rosji. Gdyby zostały spełnione założenia optymistycznego scenariusza energetycznego wykorzystania energii zakumulowanej w stałych produktach ubocznych rolnictwa, roślinach energetycznych i wsadzie do biogazowni, w województwie lubelskim odpowiadałaby one 19,6% energii zakumulowanej w gazie importowanym z Rosji w 2017 r.

W scenariuszu realistycznym, najbardziej prawdopodobnym, stopień zastąpienia importowanego gazu z Rosji biomasą z województwa lubelskiego w ciągu 10 lat mogłyby sięgnąć 5% - 10%, a w dłuższym okresie nawet 15%, co zmniejszyłoby zapotrzebowanie na import paliw. Substytucja 10% gazu ziemnego zaimportowanego z Rosji w 2016 r., wymagałaby budowy biogazowni rolniczej lub utylizacyjnej o mocy od 1 MW do 1,5 MW w każdej gminie (mikro-, małe i średniej wielkości instalacje), stanowiąc wyzwanie pod względem nakładów inwestycyjnych i logistycznym.

W 2014 r. cel OZE dla UE ustalono jako udział tego typu źródeł energii na poziomie 27%, a dla Polski prawdopodobnie na poziomie 25%. Ilość biopaliw jaką można pozyskać dzięki rozwojowi energetycznego kierunku produkcji rolnej zrównoważyłaby od 3,6 mln do 7,6 mln ton węgla. Wydobycie węgla kamiennego w Polsce w 2017 r. wyniosło 65,8 mln ton (GUS), a w kopalni Lubelski Węgiel Bogdanka 9,1 mln ton (www.lw.com.pl, dostęp 22.05.2018 r.). Do 2030 r. energia uzyskana z biomasy rolnej w województwie nie „zrównoważy” zatem węgla kamiennego. Nawet częściowe zastąpienie paliw kopalnych zwiększy jednak bezpieczeństwo energetyczne Polski i ograniczy kary finansowe za nadmierny udział węgla kamiennego w bilansie energetycznym Polski.

Korycińska (2009, s. 16) zwraca uwagę na indukowanie rozwoju lokalnego i regionalnego poprzez realizację projektów bioenergetyki. Jako istotny efekt energetycznego zagospodarowania biomasy rolniczej, w modelu wskazano nowe miejsca pracy, generowane bezpośrednio, jak i pośrednio przez bioenergetykę (co podkreśla także Gradziuk -2017, s. 92). Wykorzystując dane EurObserv'ER oszacowano liczbę miejsc pracy, które powstałyby dzięki zagospodarowaniu w województwie lubelskim potencjału biopaliw stałych (tab. 21). Przyjęto charakterystyki Polski i UE z lat 2012-16 r. dotyczące produkcji energii pierwotnej

z biomasy stałej [toe] (*The state...* 2017, s. 64) oraz bezpośredniego i pośredniego zatrudnienia w sektorze produkcji energii z biomasy stałej (*The state...* 2017, s. 136). Obliczono wartość energetyczną poszczególnych kategorii wymienionych w tabeli 21, przypisując 1 tonie produktów ubocznych rolnictwa 14 GJ, sianu 16 GJ, a roślinom energetycznym 18 GJ. Straty związane ze składowaniem, transportem i podwyższoną wilgotnością określono na 15%. Wartość energetyczną przeliczono na ekwiwalent oleju opałowego.

W scenariuszu minimum potencjał techniczny biopaliw stałych w województwie lubelskim wyniósł 1,32 mln ton (438,9 tys. toe), a w scenariuszu maksimum zakładającym potencjał techniczny 2,91 mln ton, 917,4 tys. toe. Przy aktualnie stosowanych rozwiązaniach technicznych produkcji energii z biomasy stałej, każde 1000 toe zużyte do produkcji energii jest równoznaczne z wygenerowaniem 3,5 miejsca pracy w sposób bezpośredni i pośredni. Zagospodarowanie 1,32 mln ton biomasy stałej pochodzenia rolniczego (tab. 21) doprowadziłoby do powstania 1500 miejsc pracy. Przy zaangażowaniu organizacyjnym można pozyskać 2,91 mln ton biomasy stałej z rolnictwa, co przełożyłoby się na 3200 miejsc pracy. Liczba utworzonych miejsc pracy mogłaby być jednak niższa o 10% - 20%, jeśli wzrastałaby wydajność pracy w ciepłowniach czy elektrociepłowniach. Z kolei przy założeniu ograniczenia strat w procesach pozyskania biomasy z pól, jej składowania, transportu i przetworzenia, mogłaby być ona wyższa niż 3200.

Rozwój produkcji biopaliw płynnych również oznaczałby powstanie nowych miejsc pracy. Założono, iż jedna trzecia zbiorów rzepaku w województwie lubelskim mogłaby być przetworzona na biodiesel (bez ograniczania konsumpcyjnego wykorzystania rzepaku). W 2016 r. było to ponad 59 tys. ton ziarna, z którego można wyprodukować 19,5 tys. toe energii pierwotnej. Według Gradziuka (2017, s. 95), w 2015 r. z wytworzeniem 1000 toe energii pierwotnej wiązało się zatrudnienie 7 osób, a zatem z produkcją biodiesla tylko w województwie lubelskim wiązałoby się utworzenie 135 miejsc pracy.

Budowa biogazowni rolniczej o mocy 0,5 MW, w scenariuszu optymistycznym w każdej gminie wiejskiej i miejsko-wiejskiej województwa lubelskiego (zob. rozdział 6.2), również wywołałaby wzrost zatrudnienia. Obsługa instalacji o łącznej mocy przekraczającej 95 MW i komplementarne działania związane z produkcją biogazu wygenerowałyby tylko na jego obszarze 580 miejsc pracy (Gradziuk 2017, s. 95). Rezultat ten byłby możliwy do osiągnięcia w ciągu kilku lat, a w scenariuszu pesymistycznym 10 lat. Aby w pełni wykorzystać dostępne zasoby biomasy rolnej w województwie lubelskim i stworzyć nawet 3900 nowych miejsc pracy, potrzebne byłoby konsekwentne działania w ciągu 15-20 lat i

wysokie nakłady finansowe.

Energetyka rozproszona dywersyfikuje źródła wytwarzania energii, co ogranicza zakłócenia w jej dostawach wynikające z awarii głównych sieci, przyczynia się do spadku kosztów budowy i eksploatacji linii przesyłowych i zmniejsza straty w procesie przesyłania energii (energia wytwarzana z biomasy jest wykorzystywana lokalnie) Poprawia więc zaopatrzenie w energię obszarów, gdzie występuje słaba infrastruktura energetyczna. Efektem rozwoju bioenergetyki będzie obniżenie kosztów pozyskania energii elektrycznej i ciepłej.

W ostatnich dwu dekadach bioenergetyka nie zawsze była konkurencyjna w stosunku do energetyki konwencjonalnej spalającej paliwa kopalne, o czym świadczy spadek liczby nowych projektów wykorzystania biomasy rolnej. W warunkach wzrastających cen paliw kopalnych i opłat za emisję dwutlenku węgla, utrzymanie niskiej ceny energii elektrycznej (*Ceny prądu...*, 2018) nie jest możliwe, a zatem wzrost jej cen będzie stanowił zachętę do podejmowania projektów energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej. Zwiększone zapotrzebowanie na biomasę na cele energetyczne spowoduje wzrost wartości słomy, siana i innych odpadów poźniwnych. Rolnicy będą mogli je sprzedać uzyskując dodatkowe dochody i poprawiając opłacalność produkcji rolnej. Obniżenie kosztów produkcji nastąpi także wskutek zajęcia części gruntów pod uprawę roślin na cele energetyczne.

Energetyczne wykorzystanie biomasy spowoduje pozytywne efekty ekologiczne poprzez ograniczenie spalania paliw kopalnych i zmniejszenie emisji metanu, związków azotu i dwutlenku węgla. Dwutlenek węgla, powstaje także przy spalaniu biomasy pochodzenia rolnego, lecz uprawiane rośliny w okresie wzrostu pochłaniają go z atmosfery. Energetyczne zagospodarowanie produktów ubocznych rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego rozwiąże także część problemów związanych z odpadami organicznymi. W procesach fermentacji powstaje bowiem biodegradowalny nawóz, łatwo przyswajalny przez rośliny, który może zastąpić nawozy sztuczne, negatywnie oddziałujące na wody podziemne i gruntowe. Zużycie biomasy rolniczej na cele energetyczne wpłynie zatem na zmniejszenie zanieczyszczenia wód podziemnych i gruntowych.

Rośliny energetyczne, które pobierają szkodliwe substancje z gleb, mogą być wykorzystane do rekultywacji terenów poprzemysłowych i nieużytków. W województwie lubelskim odsetek nieużytków stanowi mniej niż 1% jego powierzchni, jednakże uprawa roślin energetycznych może go obniżyć, jednocześnie poprawiając jakość gruntów. Ważnym efektem uprawy roślin energetycznych będzie także zagospodarowanie części

gruntów, czasowo wyłączonych z uprawy. Po wprowadzeniu dopłat bezpośrednich do upraw, zmniejszono areał odlogów. Ten sam skutek w odniesieniu do gruntów ugorowanych przyniesie uprawa roślin energetycznych (w województwie lubelskim, w 2017 r. areał ugorów był trzeci pod względem wielkości w Polsce, po województwach podkarpackim i mazowieckim – BDL GUS).

7.2 Podmioty i instrumenty

Władza publiczna formułuje politykę rozwoju bioenergetyki na szczeblu krajowym i lokalnym (Schillo i in., 2017, s. 131). Realizacja inwestycji bioenergetycznych przez gminy zwiększa ich rangę jako animatorów (i aktorów rozwoju lokalnego), podczas gdy rola samorządu wojewódzkiego jako inicjatora rozwoju bioenergetyki jest marginalna. Ekspertów stanowią źródło fachowej wiedzy na temat bioenergetyki i wykorzystania biomasy na cele energetyczne. Ich rolą, podobnie jak dziennikarzy, jest upowszechnianie rzetelnych informacji o bioenergetyce. Mieszkańcy, którzy oceniają efekty polityki rozwoju bioenergetyki, powinni uczestniczyć w jej formułowaniu i wdrażaniu na szczeblu lokalnym.

Polityka rozwoju bioenergetyki oddziałuje na podmioty gospodarujące w przestrzeni (rolnicy indywidualni, przedsiębiorstwa rolne, grupy producenckie i właściciele gruntów, producenci i dystrybutorzy biopaliw i energii oraz użytkownicy bioenergii). Dominującą rolę w produkcji biomasy na cele energetyczne mają rolnicy indywidualni. Przedsiębiorstwa w formie spółek i grupy producenckie dysponują mniejszą od rolników łączną powierzchnią gruntów rolnych, chociaż są bardzo atrakcyjnym źródłem biomasy. Współpracując z nimi łatwo osiągnąć korzyści skali, charakteryzuje ich wysoka zdolność przyswajania wiedzy i duży potencjał innowacyjny.

Głównym problemem producentów biomasy jest ich ograniczona racjonalność. Zadaniem władz, sektora nauki, przetwórców biomasy i organizacji pozarządowych jest więc dostarczanie jak najszerszych informacji by rolnicy mogli podejmować racjonalne decyzje. Jednym z rozwiązań, poprawiającym przepływ informacji i zwiększającym racjonalność decyzji, jest tworzenie grup producentów biomasy, także klastrów (łącznie z jednostkami badawczo-rozwojowymi i wdrożeniowymi). Przykładem jest Lubelski Klaster Ekoenergetyczny (*Klustry w...*, 2012, ss. 36-37). Tworzenie grup producentów i klastrów sprzyja przekazywaniu wiedzy, dzieleniu się innowacjami i „zarażaniu” nimi.

Ze względu na duże zróżnicowanie przetwarzanej biomasy, ogniwa pośrednie w bioenergetycznym łańcuchu jej dostaw, są niejednorodne. Tworzą je zakłady przemysłu spożywczego i przedsiębiorstwa biotechnologiczne, które produkują na przykład biodiesel

lub bioetanol, a także spalające biomasę stałą biogazownie, elektrownie i elektrociepłownie. Producentami biopaliw mogą być też rolnicy. Rolą producentów biopaliw płynnych i gazowych i wytwórców energii elektrycznej z biopaliw jest zachęcanie rolników, poprzez ceny skupu czy umowy kontraktacyjne, do jej produkcji i dostaw biomasy. Przedsiębiorstwa transportowe dostarczają biomasę do przetwórców, a operatorzy linii energetycznych przesyłają ją odbiorcom. Niezbędny jest monitoring i raportowanie analizy cyklu życia (LCA). Dane z ogniwa logistycznego powinny być przetwarzane na przykład przez jednostki naukowe by zarządzać zmianami polityki bioenergetyki.

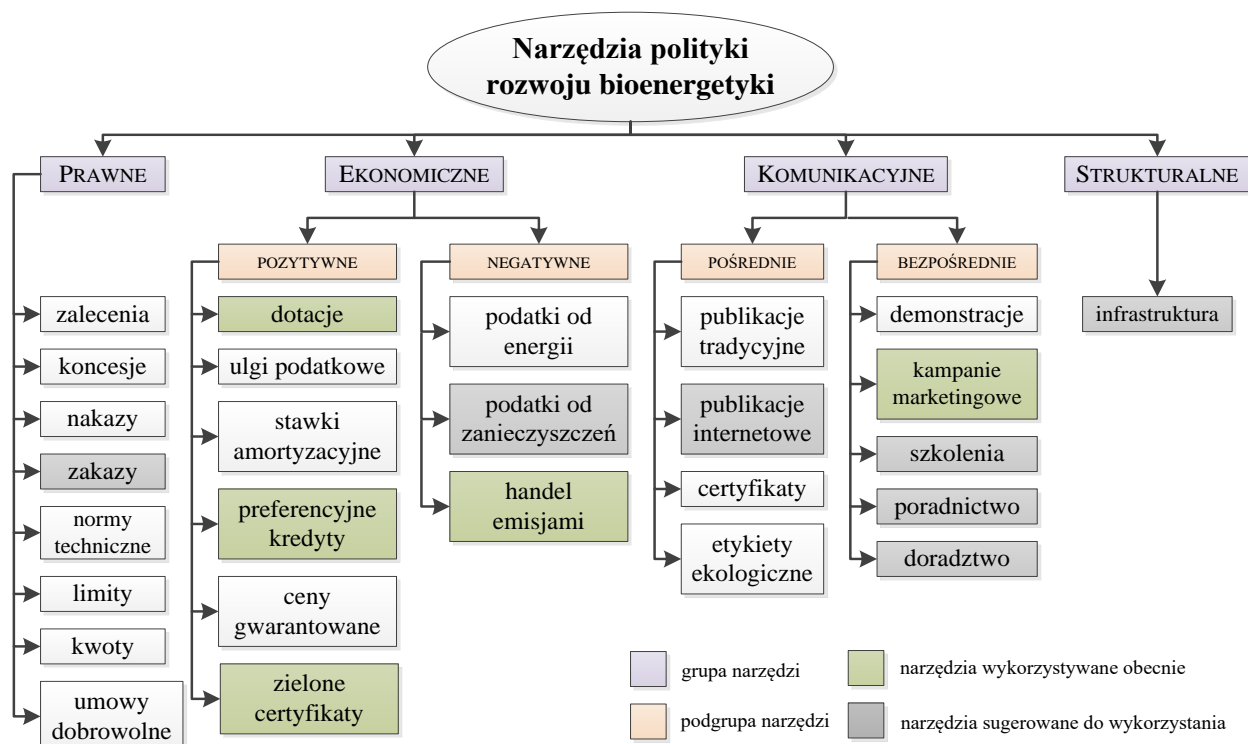
Inwestorzy, akcjonariusze, fundusze inwestycyjne czy banki, podejmują i finansują projekty energetycznego wykorzystania biomasy, oczekując zwrotu nakładów powiększonych o premię za ryzyko. W sektorze energetyki wiatrowej obecność funduszy inwestycyjnych jest częste. Instytuty badawczo-rozwojowe, uczelnie wyższe i przedsiębiorstwa biotechnologiczne odgrywają istotną rolę w rozwoju bioenergetyki przez identyfikowanie problemów, formułowanie wariantów rozwiązań i doradztwo. Zadaniem badaczy jest określenie obszarów ryzyka polityki rozwoju bioenergetyki. Ośrodki doradztwo rolniczego upowszechniają wśród rolników teoretyczną i praktyczną wiedzę o bioenergetyce. Organizacje pozarządowe, stowarzyszenia branżowe i zawodowe, towarzystwa naukowe, organizacje bezpieczeństwa żywności, organizacje międzyrządowe, ekologiczne i społeczne, stanowią źródła informacji i promocji energetycznego wykorzystania biomasy i biopaliw.

Wśród producentów i przetwórców biomasy, w zaprezentowanym modelu (ryc. 117) największe znaczenie przypisano grupom producenckim, na co wskazywali ankietowani rolnicy. Przewidywane korzyści rozwoju bioenergetyki na poziomie producentów i przetwórców biomasy obejmowałyby zagospodarowanie odłogów, obniżenie kosztów produkcji i zmniejszenie bezrobocia. Najwięcej korzyści przyniosłby sam udział mikro producentów, użytkowników indywidualnych i władz gminnych w produkcji bioenergii i jej konsumpcji.

Wyniki badań ankietowych i dane o dopłatach do roślin energetycznych wskazują, że energetyczne wykorzystanie biomasy przez rolników indywidualnych, przynajmniej w początkowym okresie, będzie prawdopodobnie niewielkie. Ludność na obszarach wiejskich województwa lubelskiego i szerzej „ściany wschodniej”, potrzebuje bowiem pozytywnego przykładu (zarażanie innowacjami) jako motywacji do produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania oraz mechanizmu pozytywnych instrumentów rozwoju bioenergetyki. Wydaje się, że najlepszym rozwiązaniem jest ukierunkowanie realizacji

projektów bioenergetycznych na grupy producenckie oraz podmioty zarządzane przez gminy. Lokalnym inwestorom i władzom gminy najłatwiej przekonać rolników do współpracy, przedstawiając im korzyści bioenergetyki jakie uzyska lokalna społeczność.

Instrumenty polityki rozwoju bioenergetyki, poza gwarancjami cenowymi typowymi dla polityki rolnej, są podobne do narzędzi polityki energetycznej. Można je podzielić za Łuckim (2010) na cztery grupy: prawne, ekonomiczne, komunikacyjne i strukturalne (ryc. 119). Część z nich jest stosowana, niekiedy w sposób niewłaściwy, podczas gdy inne nie są wykorzystywane, lecz warto je stosować. Handel zielonymi certyfikatami, jako mechanizm wsparcia energii ze źródeł odnawialnych, stanowił najważniejsze narzędzie polityki rozwoju bioenergetyki. Przedsiębiorstwa energetyczne sprzedające energię są zobowiązane do wytworzenia jej części ze źródeł odnawialnych lub przedstawienia do umorzenia zielonych certyfikatów w ilości proporcjonalnej do sprzedanej energii (w 2018 r. obligatoryjny udział oze w bilansie energetycznym wynosi co najmniej 17,5%). W Polsce instytucje państwa nie zareagowały na ich nadpodaż na rynku i w konsekwencji nastąpił drastyczny spadek ich wartości.



Ryc. 119. Narzędzia polityki rozwoju bioenergetyki.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Łucki Z., *Instrumenty polityki energetycznej*, Polityka Energetyczna, t. 13, z. 1, 2010, ss. 7-8.

Narzędziem polityki rozwoju bioenergetyki, które stosowano na szeroką skalę, były także dotacje (dopłaty) do uprawy roślin energetycznych. Do dopłat zgłoszono głównie

rzepak, roślinę, którą rolnicy uprawialiby także bez dopłat. Oprócz niewłaściwego doboru gatunków roślin uprawnionych do dopłat, problemem okazały się uwarunkowania społeczno-ekonomiczne: niski popyt sektora energetycznego na biomasę roślin energetycznych oraz niechęć rolników do podejmowania ryzykownych inwestycji zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. Dotacje do uprawy okazały się drogim eksperymentem, który nie przyniósł spodziewanych efektów. Preferencyjne kredyty, na przykład na budowę biogazowni czy biokotłowni, również nie spowodowały ich rozwoju, wręcz przeciwnie, do 2018 r. inwestycje skoncentrowano w innych sektorach odnawialnych źródeł energii niż bioenergetyka.

Handel prawami do emisji CO₂ pośrednio wpływał na wykorzystanie biomasy na cele energetyczne. Ilość praw do emisji jest z góry określona i co roku zmniejszana, co ma powodować stopniowy wzrost ich ceny. W województwie lubelskim narzędzia zielonych certyfikatów i praw do emisji CO₂ nie wywołały rozwoju projektów bioenergetycznych. Wyjątek stanowiła próba budowy dwóch bloków na biomasę w elektrociepłowniach w Lublinie, wobec której skutecznie zaprotestowali mieszkańcy. Niskie rezultaty przyniósł także rozgłos czyniony wokół biopaliw w trakcie niezamierzonej „kampanii marketingowej”, na rok, dwa przed i po wprowadzeniu ustawy o biopaliwach płynnych. Nie doszło do przełożenia zainteresowania biopaliwami w trwałe efekty rozwoju bioenergetyki. Narzędzia wdrażania polityki rozwoju bioenergetyki wymagają bowiem dostosowania do sytuacji rynkowej i koncentracji środków, na przykład na realizację biogazowni w każdej gminie.

W opracowanym modelu, założono, że produkcja energii z biomasy, zwłaszcza w początkowym okresie rozwoju bioenergetyki, wymaga wsparcia państwa. Jeśli konsumenci ponoszą wyższe koszty bioenergii niż wykorzystania paliw kopalnych, to niezbędne są „negocjacje społeczne”. Władza publiczna szczebla centralnego dokonuje oceny zasadności wsparcia bioenergetyki, wytycza kierunki działań, przyporządkowuje im zadania, promuje wybrane rozwiązania (kampanie informacyjne i programy wsparcia), tworzy ramy prawne i kontroluje realizację przyjętych założeń. Organy centralne ze swoimi przedstawicielstwami, na przykład Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, Urząd Dozoru Technicznego, Urząd Regulacji Energetyki i Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, monitorują wykonywanie polityki bioenergetycznej, a także motywują podmioty na przykład karami administracyjnymi do zachowań zgodnych z prowadzoną polityką. Największe władztwo gmin w zakresie polityki bioenergetycznej występuje w związku z planowaniem

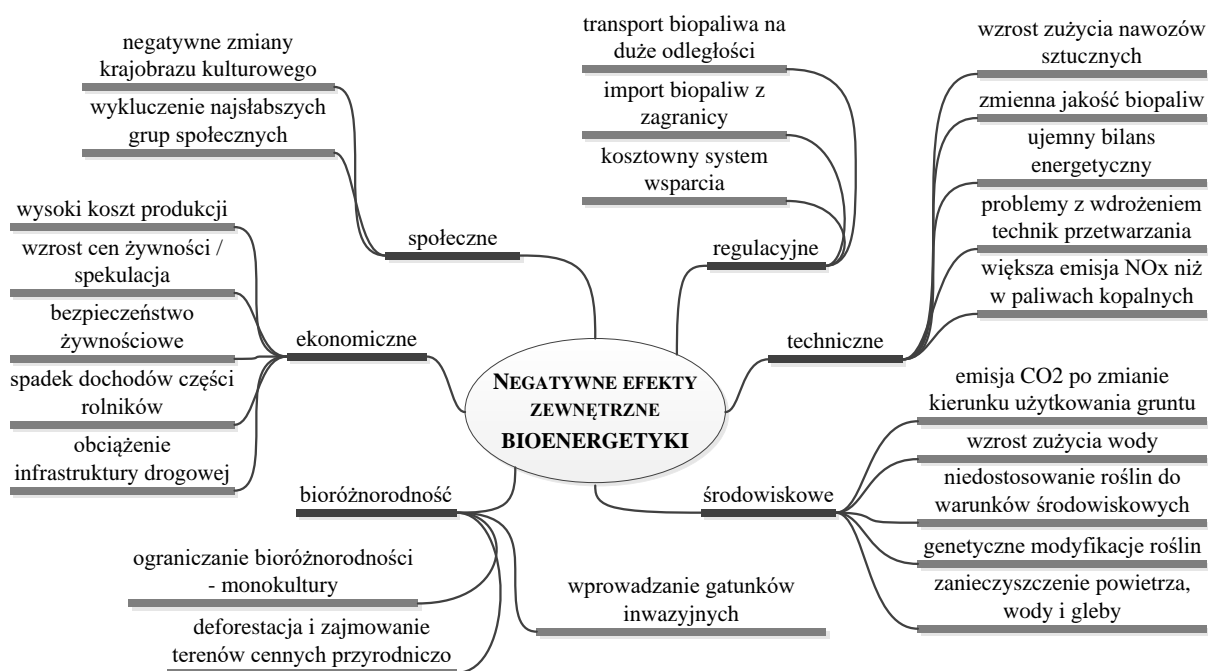
przestrzennym, a głównym narzędziem oddziaływania są plany miejscowe, w których określa się na przykład lokalizację komunalnych biogazowni.

W przedstawionym modelu polityki rozwoju bioenergetyki (ryc. 117) proponuje się preferowanie nie zielonych certyfikatów i handlu emisjami, jako jej narzędzi, lecz podatku węglowego, gwarancji taryfowych i zakazu importu biomasy na cele energetyczne. Duże podmioty powinny być zniechęcane karami do współspalania biomasy leśnej i paliw kopalnych, zaś małe motywowane zachętami do uczestnictwa w bioenergetyce. Proponowana zmiana narzędzi polityki bioenergetycznej uczyni je bardziej skutecznymi w energetycznym wykorzystaniu biomasy od obecnie stosowanych. W polityce rozwoju bioenergetyki, niezbędne jest konsekwentne stosowanie zakazu importu biomasy na cele energetyczne z zagranicy. W ramach narzędzi strukturalnych proponuje się dalsze ułatwienia w przyłączaniu wytwórców bioenergii do istniejącej sieci elektrycznej, a w rejonach ze słabo rozwiniętą infrastrukturą możliwość sprzedaży prądu bezpośrednio odbiorcom (z pominięciem operatora sieci lub poza siecią). Spośród narzędzi ekonomicznych zaproponowano wprowadzenie podatku węglowego, daniny nakładanej na paliwa proporcjonalnie do powstającej przy ich spalaniu emisji gazów cieplarnianych, co będzie trudne do zrealizowania ze względu na zależność Polski od węgla i potencjalną siłę oddziaływania tego rodzaju podatku. Wzrost cen energii spowodowany podatkiem węglowym, w największym stopniu odczułyby najuboższe warstwy społeczeństwa.

7.3 Obszary ryzyka

Słabe strony rozwoju bioenergetyki są inaczej postrzegane globalnie i lokalnie. Jak bardzo różnią się jej oceny formułowane na obu poziomach, wskazuje Self i in. (2011, s. 1385). Ankietowani mieszkańcy trzech miejscowości, w stanach Kansas i Iowa, oceniali wpływ instalacji do produkcji (bio-)etanolu na jakość życia. Odpowiedzi różniły się w zależności od miejsca prowadzonego wywiadu, aczkolwiek z badań wynikają ogólne wnioski. Zwracano uwagę na odór i przechwytywanie zasobów wody do produkcji bioetanolu. Wskazywano na niszczenie lokalnych dróg, zmiany struktur upraw i zanieczyszczenie powietrza. Małe znaczenie miał wzrost ruchu na drogach i cen żywności. Inne niekorzyści pojawiały się w mniej niż jednej na dziesięć odpowiedzi: pogorszenie środowiska, ograniczanie świadczenia usług dla lokalnej ludności czy wzrost zanieczyszczenia wód i problemy zdrowotne mieszkańców.

Negatywne efekty zewnętrzne polityki rozwoju bioenergetyki na poziomach lokalnym, regionalnym i krajowym, przedstawia rycina 120. Powinny być one



Ryc. 120. Negatywne efekty zewnętrzne rozwoju bioenergetyki.

Źródło: Opracowanie własne.

diagnozowane przez władze publiczne i jednostki naukowe oraz badawczo-rozwojowe by opracować plany przeciwdziałania niekorzyściom.

Zaproponowano instrumenty, które minimalizują lub eliminują niepożądane efekty zewnętrzne rozwoju bioenergetyki, jak obowiązek udokumentowania przez obiekty dużej energetyki, że wykorzystywana biomasa nie pochodzi z importu. Wskazano system zachęt do nabywania biomasy rolniczej z obszarów położonych nie dalej niż w sąsiednim województwie (np. do 150 km) oraz likwidację wsparcia importowanych biopaliw płynnych. W Polsce niszczeniu lasów sprzyjało zwłaszcza współspalanie paliw kopalnych z biomasą leśną. Ochronę obszarów leśnych, szerzej chronionych, należy wzmocnić przepisami prawa (na przykład zakazami pozyskania biomasy w okresach np. lęgu ptactwa) i systemem dopłat do zielonej energii (takie rozwiązania są wprowadzane, na przykład dopłaty do późnego, sierpniowego koszenia łąk). Gatunki inwazyjne roślin energetycznych powinny zostać objęte systemem kontroli przed ich dopuszczeniem do uprawy, jak i w jej trakcie.

8 Zakończenie

Wyniki badań wskazują, że wyprodukowaną w województwie lubelskim biomasę rolniczą przeznacza się głównie na cele konsumpcyjne, paszę dla zwierząt gospodarskich i traktuje jako nawóz bądź pozostawia niezagospodarowaną jako uboczny produkt rolnictwa (potwierdzenie istnienia problemu). Rozległy obszar Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, z dużym udziałem łąki i uprawy zbóż, stanowi wyrazisty przykład niewykorzystania we wschodniej Polsce biomasy siana i słomy na cele energetyczne. Ankietowani rolnicy rzadko wykorzystywali także biodiesel, biogaz czy zrębki wierzby energetycznej. Niewielu rolników było skłonnych oddać lub sprzedać na cele energetyczne słomę, która stanowiła często zbędny produkt uboczny produkcji rolnej, a większość w ogóle nie zetknęła się ze skupem słomy, siana i roślin energetycznych. Nieopłacalność wykorzystania biopaliw zniechęcała rolników do uprawy roślin energetycznych. Ankietowani rolnicy z rejonu, w którym biogazownię uruchomiono przed przeprowadzeniem badań ankietowych, także nie dostrzegali w niej szansy zbytu biomasy rolniczej i możliwości pozyskania taniej energii. W warunkach dużego rozdrobnienia struktury wielkości gospodarstw, biomasy rolniczej do produkcji biogazu nie skupowano od miejscowych małych gospodarstw, lecz pozyskiwano ją z gospodarstw dużych, położonych także w sąsiednich gminach. Regulacje krajowego systemu energetycznego narzuciły zaś wymóg sprzedaży energii wyprodukowanej przez lokalną biogazownię do ogólnopolskiej sieci energetycznej, a nie bezpośrednio do odbiorców lokalnych. Rolnicy nie dostrzegali zatem wpływu uruchomionej biogazowni na ceny energii. Niektórzy ankietowani, szczególnie prowadzący gospodarstwa wysokotowarowe, preferowali wykorzystanie biomasy na poziomie krajowym, w zawodowych elektrowniach i elektrociepłowniach. Ceny energii elektrycznej stanowiły istotną pozycję kosztów produkcji, a więc spodziewali się oni ich obniżenia po uruchomieniu dużych projektów energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej.

Deklarowana przez znaczną część rolników niechęć do energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej we własnym gospodarstwie dowodzi nieskuteczności dotychczasowej promocji uprawy roślin energetycznych i energetycznego wykorzystania biomasy. Według rolników, inwestycje gmin stanowią lepszą formę zagospodarowania biomasy rolniczej niż jej spalanie we własnej kotłowni. Rolnicy, wrażliwi na ceny i koszty paliw, stwierdzali, że przewożenie biomasy rolniczej na duże odległości jest kosztowne i wykazywali zainteresowanie jej transportem na małą odległość, od 20 km do 30 km. Tego rodzaju deklaracje sprzyjają lokalnym, energetycznym projektom zagospodarowania słomy czy innej biomasy. Jednocześnie wskazują, że system logistyczny dużych projektów

wykorzystania biomasy może obejmować transport wykonywany przez rolników, na przykład do zakładów zagęszczających biomasę, przed jej dostarczeniem do elektrociepłowni.

Energetyczne wykorzystanie biomasy rolniczej może przyjąć formę przestrzennie rozproszoną (małe kotłownie ogrzewające budynki i obiekty użyteczności publicznej, lokalne biogazownie, agrorafinerie, gorzelnie) lub przestrzennie skoncentrowaną (zawodowe elektrownie, elektrociepłownie, rafinerie). Większość ankietowanych, szczególnie młodzi rolnicy w wieku poniżej 35 lat i rolnicy z wykształceniem wyższym i policealnym, dostrzegało potrzebę tworzenia grup producenckich w celu wspólnej realizacji lokalnych projektów energetycznego wykorzystania biomasy. Jednakże projekty agrorafinerii wykonywano rzadko, a liczba gorzelnii wyraźnie zmniejszyła się, gdyż zamknięto liczne małe, nierentowne zakłady. Produkcję energii elektrycznej z biomasy podjęto w nielicznych obiektach. Pozyskanie słomy, siana i innej biomasy rolniczej nadal miało głównie zasięg lokalny, chociaż na obszarach, gdzie projekty energetycznego wykorzystania biomasy realizowano od wielu lat, oddziaływały one poprzez pozytywne efekty zewnętrzne na kilka gmin lub powiat. Na lokalny zasięg energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej wskazuje także wyraźnie przestrzenne zróżnicowanie wiedzy o ofertach skupu słomy i podmiotach ją sprzedających, gdyż różnice w tym zakresie wystąpiły często między rolnikami z sąsiadującymi ze sobą gminami.

W pracy pozytywnie zweryfikowano sformułowaną we wstępie hipotezę, że społeczne i ekonomiczne uwarunkowania produkcji biomasy rolniczej i jej wykorzystania na cele energetyczne mają charakter obiektywny (struktura wielkości i własności gospodarstw, udział gruntów ornych w strukturze użytkowania ziemi, dominacja bądź przewaga produkcji roślinnej czy towarowość produkcji rolnej) i subiektywny (wyobrażenia o roślinach energetycznych, silne przywiązanie do dotychczasowego kierunku upraw czy negatywne podejście do jego zmiany) i są wzajemnie powiązane.

Wyniki pracy wskazują, że struktura wielkości i własności gospodarstw rolnych stanowi istotne uwarunkowanie uprawy roślin energetycznych i energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej. W województwie lubelskim, podobnie jak we wschodniej i środkowej Polsce, gdzie przeważają obszary o rozdrobnionej strukturze agrarnej, utrudnia ona bądź uniemożliwia osiągnięcie efektów skali w produkcji biomasy, uprawie roślin energetycznych i bioenergetyce, podczas gdy na obszarach o dużej średniej powierzchni gospodarstwa rolnego można osiągnąć tego typu efekty w pozyskaniu, transporcie czy energetycznym wykorzystaniu biomasy. Innymi słowy, na obszarach o rozdrobnionej

strukturze wielkościowej i własnościowej gruntów, koszty gromadzenia i zagospodarowania biomasy rolniczej, a także koszty akcji informacyjnych związanych z promocją upraw roślin energetycznych, skupem biomasy, promocją biopaliw czy bioenergetyki, są wysokie.

Wysoki udział gruntów ornych w strukturze użytkowania ziemi wpływał korzystnie na jednolitość pozyskiwanej biomasy. Stwierdzono, że im większy udział w powierzchni zasiewów miały zboża, tym więcej powstawało słomy jako ubocznego produktu ich uprawy. Wysoki udział gruntów ornych w użytkach rolnych oznaczał także na ogół niski udział łąk i pastwisk, a więc duże zasoby słomy. Słoma ma wyższą wartość energetyczną, mniejszą zawartość siarki i korzystniejsze parametry spalania niż siano. Jej efektywność (wydajność) energetycznego wykorzystania pozostaje zatem wyższa niż siana, jest więc wykorzystywana jako biopaliwo częściej niż siano. Wyniki pracy wskazują, że na obszarach, które charakteryzowały się wysoką jakością rolniczej przestrzeni produkcyjnej, rolnicy częściej niż na obszarach o niskim tego rodzaju wskaźniku, byli skłonni do uprawy roślin energetycznych, chociaż pod ich uprawę powinno przeznaczać się słabe grunty rolne. Sformułowano zatem nową hipotezę, że udział obszarów o niskiej jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej w powierzchni upraw roślin energetycznych wzrośnie, gdy zostanie wdrożona masowa produkcja biopaliw drugiej i wyższych generacji i pogłębi się specjalizacja w bioenergetyce.

Dominacja bądź przewaga produkcji roślinnej, a więc małe znaczenie chowu zwierząt, stanowiło uwarunkowanie sprzyjające zwiększeniu podaży słomy jako biomasy rolniczej, którą można wykorzystać na cele energetyczne. Właściciele ferm hodowlanych, którzy na ogół nie posiadali wystarczającej ilości słomy, pozyskiwali ją od innych rolników. Wykorzystanie słomy przez hodowców zwierząt (także przez producentów podłoża pod uprawę pieczarek), zwiększało popyt i powodowało wzrost jej ceny, stanowiąc konkurencję dla jej energetycznego wykorzystania. Rolnicy, którzy w gospodarstwach hodowlanych wykorzystywali słomę jako ściółkę, nie wykazywali zatem zainteresowania zachętami do wykorzystania biomasy na cele energetyczne. Na obszarach, na których duże znaczenie ma chów zwierząt, wsparcie zagospodarowania ubocznych produktów rolnictwa poprzez stosownie ekonomicznych zachęt, nie będzie skuteczne, co bardziej dotyczy chowu drobiu niż innej produkcji zwierzęcej. Na tego typu obszarach powinno promować się rozwój plantacji roślin energetycznych bądź produkcji biomasy wykorzystywanej do produkcji biogazu, a więc kierunków, które nie konkurują o słomę z chowem zwierząt.

Udział produkcji sprzedanej w produkcji rolnej stanowił również istotne ekonomiczne uwarunkowanie wykorzystania biomasy rolniczej. W małych gospodarstwach,

o powierzchni nie przekraczającej 5 ha, często produkujących głównie na własne potrzeby, uprawiano zboża, stanowiące źródło słomy niezbędnej do wytworzenia obornika, którym nawożono pola uprawne. Rolnicy gospodarujący w małych gospodarstwach, na ogół zagospodarowywali więc słomę we własnym zakresie, chociaż niekiedy wymieniali ją z sąsiednimi gospodarstwami (słomę przeznaczoną na ściólkę oddawali w zamian za obornik do nawożenia pól). Wysoka towarowość produkcji rolnej wiązała się natomiast z ograniczeniem nawożenia organicznego obornikiem (a więc i wykorzystania słomy), na rzecz łatwiejszego w stosowaniu nawożenia mineralnego. W gospodarstwach towarowych, lecz niehodowlanych, występowały więc duże nadwyżki słomy jako ubocznego produktu rolnictwa, które można przeznaczyć na cele energetyczne. Sprzedaż słomy na cele energetyczne może stanowić istotne źródło dochodów dla tego rodzaju gospodarstw.

Najbardziej korzystne, obiektywne uwarunkowania produkcji i energetycznego wykorzystania biomasy, występują na obszarach, które charakteryzują się wysokim udziałem bardzo dobrych i dobrych gleb, wysoką średnią powierzchnią gospodarstwa rolnego i relatywnie dużym ubytkiem rzeczywistym ludności, na których funkcjonują zakłady zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. Na bardzo dobrych i dobrych glebach dominuje uprawa zbóż, rzepaku czy buraków cukrowych przy ograniczonym chowie zwierząt, co przekłada się na dostępność słomy i innych rodzajów biomasy rolniczej dla bioenergetyki. Na tego rodzaju obszarach rolnicy, zwłaszcza w gospodarstwach towarowych, stosują nawożenie mineralne zamiast obornika, a więc posiadają nadwyżki stałych produktów ubocznych rolnictwa. Wysoka średnia powierzchnia gruntów i ubytek rzeczywisty ludności w gospodarstwie sprzyjają mechanizacji upraw. Ubytek rzeczywisty ludności stanowi także uwarunkowanie powiększania areałów gospodarstw rolnych (własnościowej i przestrzennej koncentracji ziemi), poprzez kupno bądź dzierżawę gruntów od rolników w podeszłym wieku. Najmniej korzystnymi uwarunkowaniami produkcji biomasy i jej energetycznego wykorzystania odznaczają się natomiast obszary, gdzie dominują gospodarstwa niskotowarowe, o powierzchni mniejszej niż 5 ha, często prowadzone są przez „rolników” utrzymujących się z renty lub emerytury. Koszty pozyskania biomasy na obszarach o rozdrobnionej strukturze gospodarstw są niewspółmierne wysokie w stosunku do jej wartości.

W pracy pozytywnie zweryfikowano hipotezę, że w gospodarstwach dużych, towarowych, lecz nie prowadzących chowu zwierząt, kapitałochłonnych, kierowanych przez osoby młode, wykształcone i czerpiące dochody z pracy poza rolnictwem (uwarunkowania obiektywne), deklarowana skłonność rolników do uprawy roślin energetycznych i ich

wykorzystania na cele energetyczne (uwarunkowania subiektywne) jest wyższa niż w gospodarstwach małych, subsystencyjnych, kierowanych przez rolników w podeszłym wieku i utrzymujących się tylko z rolnictwa. Najbardziej przychylni produkcji biomasy rolniczej na cele energetyczne byli rolnicy gospodarujący w dużych gospodarstwach obejmujących ponad 15 ha, posiadający ciągnik o mocy przekraczającej 100 KM, a także dysponujący nowoczesnymi maszynami i mający wyższą od przeciętnej wiedzę o biopaliwach. Odnawianie parku maszynowego przez rolników sprzyjało energetycznemu zagospodarowaniu biomasy, gdyż by zwiększyć dochody i spłacić kredyty związane z zakupem ciągnika i maszyn rolniczych, poszukiwali oni wszelkich dostępnych źródeł dochodów. Wiek i wykształcenie rolników oraz okres kierowania gospodarstwem stanowiły istotne uwarunkowania uprawy roślin energetycznych. Założenie plantacji tego typu roślin zawiera bowiem element ryzyka, podczas gdy zbicie słomy na dowolny cel dotyczy zbędnego odpadu produkcji rolnej, a więc nie jest obciążone ryzykiem. Młodzi rolnicy, mający poniżej 35 lat, wykazali większą skłonność do podejmowania ryzyka uprawy nieznanych im roślin energetycznych niż rolnicy w starszym wieku.

Ankietowani częściej wskazywali na ekonomiczne niż pozaekonomiczne korzyści produkcji roślin energetycznych i wykorzystania biomasy rolniczej na cele energetyczne. Częściej podkreślali oni korzyści lokalne niż ponadlokalne efekty zewnętrzne związane z jej wykorzystaniem na cele energetyczne, a więc kampania informacyjno-promocyjna powinna kłaść nacisk na korzyści uprawy roślin energetycznych i energetycznego wykorzystania biomasy, które odniosą miejscowi rolnicy. Gospodarstwa towarowe odznaczają się specjalizacją produkcji i dążeniem do obniżania jej kosztów. Według prawie jednej piątej ankietowanych rolników, obniżka kosztów produkcji stanowiła najważniejszą korzyść energetycznego wykorzystania biomasy. Rolnicy wskazywali na produkcję biodiesla na własne potrzeby oraz wytwarzanie energii elektrycznej z biogazu, jako sposoby obniżenia kosztów produkcji, a ściślej mówiąc kosztów energii. Wydaje się, że świadomość korzyści ekonomicznych związanych z funkcjonowaniem lub planowaną budową instalacji wykorzystujących biomasę na cele energetyczne, przekładała się na deklaracje sprzedaży nadwyżek słomy przez rolników, którzy prowadzili towarowe gospodarstwa rolne. Rolnicy często wskazywali także na zmniejszenie bezrobocia, jako istotną korzyść wykorzystania biomasy na cele energetyczne, chociaż część ankietowanych nie dostrzegała mechanizmów tworzenia tego rodzaju miejsc pracy.

Wybór kierunku upraw, szczególnie w gospodarstwach towarowych powinien wynikać z rachunku ekonomicznego, często uproszczonego, który łatwiej przeprowadzić

osobom dobrze wykształconym niż słabo wykształconym. Wykształceni rolnicy, którzy posiadali wiedzę i umiejętności pozwalające im na ocenę ryzyka związanego z określonymi uprawami, byli skłonni podjąć uprawę roślin energetycznych, podczas gdy słabo wykształceni przejawiali wyraźną niechęć do ryzyka i wprowadzania upraw roślin energetycznych. Wykształcenie sprzyjało także poszerzaniu wiedzy o biopaliwach, roślinach energetycznych i bioenergetyce. Niektórzy rolnicy deklarujący podjęcie uprawy roślin energetycznych, nie zamierzali jednak ponosić całości związanego z tym ryzyka. Szczególnie właściciele gospodarstw towarowych wskazywali na konieczność wsparcia ich przez odbiorców biomasy rolniczej. Wsparcie stanowiło warunek podjęcia współpracy w uprawie roślin energetycznych i energetycznym wykorzystaniu biomasy. Rolnicy, jako najważniejszą zachętę do podjęcia uprawy tego typu roślin, wymieniali zagwarantowanie im w umowie z odbiorcami biomasy jej ceny zbytu. Wydaje się, że ich negatywne doświadczenia z kontraktacją oraz sprzedażą produktów rolnych na rynku, doprowadziły do przypisywania cenie zbytu większej wagi, niż gwarancjom zbytu biomasy rolniczej. Niska skłonność do podjęcia upraw roślin energetycznych, nawet jeśli zostaną spełnione określone warunki, świadczyła o wątpliwościach rolników co do opłacalności tego rodzaju przedsięwzięcia i możliwości zbytu roślin energetycznych.

Prowadzący własną firmę, określani jako samozatrudnieni, a także pracujący na etacie poza rolnictwem, którzy kierowali gospodarstwem rolnym, na ogół poszukiwali dodatkowego źródła dochodu. Podkreślali oni możliwość podjęcia uprawy roślin energetycznych, pod warunkiem, że nie będzie ona odbywać się kosztem działalności pozarolniczej, która pochłania dużo czasu. Szczególnie młodzi rolnicy byli skłonni podjąć uprawę roślin energetycznych, gdyby przyniosła im zyski i poprawiła opłacalność produkcji. Dla tej grupy, bardziej niż dla rolników w wieku powyżej 60 lat, liczył się zysk osiągany w krótkim okresie.

Rolnicy, dla których praca na roli stanowiła jedyne źródło dochodu, wskazywali na czynniki pozafinansowe jako motywację do podjęcia produkcji roślin energetycznych i sprzedaży biomasy na cele energetyczne. Kierujący gospodarstwami mniejszymi niż 5 ha deklarowali zaś, że nie będą uprawiać roślin energetycznych, nawet w warunkach istnienia systemu zachęt do podjęcia tego rodzaju upraw. Deklarowali jednakże, że ich grunty mogłyby być wykorzystywane do produkcji roślin energetycznych, gdyby podjęli zatrudnienie poza rolnictwem. Ziemia przestałaby wówczas stanowić bezpośrednie źródło wyżywienia ich rodzin, a stałaby się źródłem dochodów z dzierżawy. Rolnicy w wieku powyżej 60 lat, którzy utrzymywali się ze źródeł niezarobkowych, prowadzący

gospodarstwa o charakterze subsystencyjnym i słabo wykształceni, również nisko oceniali szanse na wykorzystanie biomasy w swoich gospodarstwach. Emeryci i renciści, którzy prowadzili małe gospodarstwa, nie byli zaś w ogóle zainteresowani sprzedażą stałych produktów ubocznych rolnictwa, które powstawały w ich gospodarstwach i nie planowali podjęcia uprawy roślin energetycznych.

Właściciele gospodarstw niskotowarowych, którzy przekroczyli 60 lat, podobnie jak producenci żywca i drobiu, nie deklarowali sprzedaży stałych produktów ubocznych rolnictwa. Ich niechęć do uprawy roślin energetycznych wiązała się z podeszłym wiekiem i ograniczoną sprawnością fizyczną, brakiem środków finansowych, bardzo słabymi powiązaniem z rynkiem, ograniczoną wiedzą o roślinach energetycznych i energetycznym wykorzystaniu biomasy oraz negatywnym podejściem do zmian kierunków upraw na rzecz nieznanymi im roślin energetycznych (oporem wobec zmian). Dla części rolników tej grupy, silne przywiązanie do dotychczasowego kierunku upraw czy chowu zwierząt, a nie lęk przed nowym, nieznanymi roślinami energetycznymi, stanowiło główną barierę podjęcia ich uprawy. Wyniki pracy stanowią potwierdzenie spostrzeżeń Roggersa (1983), że osoby określane jako „maruderzy”, w starszym wieku, słabo wykształcone i silnie przywiązane do dotychczasowych kierunków upraw, jeśli w ogóle wdrażają innowacje, na przykład uprawę nieznanymi im roślin energetycznych, robią to jako ostatni. Rolnicy, którzy nie posiadali ciągnika i innych maszyn, byli skłonni jednakże oddać grunty w dzierżawę. Ankietowani w wieku powyżej 60 lat, z wykształceniem podstawowym lub niepełnym podstawowym, najczęściej deklarowali oddanie w dzierżawę gruntów. Dzierżawa ziemi stanowiła korzystne uwarunkowanie dla uprawy roślin energetycznych, gdyż prowadziła do wzrostu areału gruntów możliwych do zagospodarowania pod tego rodzaju rośliny, co sprzyjało osiągnięciu efektów skali.

W pracy zweryfikowano trzecią hipotezę, iż wiedza rolników o roślinach energetycznych i wykorzystaniu biomasy na cele energetyczne jest niepełna, często fragmentaryczna, a niekiedy można mówić bardziej o wyobrażeniach na temat tego rodzaju roślin niż wiedzy o nich. Większość rolników rozumiała pojęcie rośliny energetycznej bardzo szeroko, zaliczając do tej kategorii każdą, którą można przeznaczyć na cele energetyczne. Ankietowani najczęściej wymieniali wierzbę energetyczną i rzepak, lecz wskazania wierzby nie przekładały się na upowszechnienie jej uprawy, mimo, że jej wykorzystanie jako biopaliwa na potrzeby związane z ogrzewaniem domu może być bardziej opłacalne niż spalanie węgla kamiennego i innych tradycyjnych paliw. Ankietowani rzadko wymieniali inne gatunki roślin i produkty uboczne rolnictwa, co odnosiło się zwłaszcza do

niekonsumpcyjnych roślin energetycznych (w wąskim rozumieniu tylko one stanowią tego rodzaju rośliny).

Deklarowanie niskich nadwyżek biomasy rolniczej wiązało się z niewiedzą rolników. Rolnicy nie potrafili odróżnić roślin energetycznych od produktów ubocznych rolnictwa i biopaliw. Słomę, pozostałość po zbiorze zbóż, która stanowiła większość deklarowanych nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa, określali jako roślinę energetyczną. Często wskazywali oni nie gatunki roślin energetycznych, lecz wymieniali pojęcia mniej lub bardziej związane z bioenergetyką. Niektórzy wyróżniali ścinki drzew, trociny, brykiet, drewno, siano, gałęzie malin i zielonki, które stanowią biomasę, a nie rośliny. Wymieniali także rośliny alimentacyjne (ziemniaki, soję, bób, rabarbar, gorczycę) oraz przemysłowe (konopie, oleiste i wiklinę). Rzadko wyróżniali: topinambur, ślazowiec pensylwański, różę bezkolcową, trzcinę, brzozę, klon, topolę, olszę i robinie, które mogą być traktowane jako rośliny energetyczne, jeśli są uprawiane na plantacjach. Błędne odpowiedzi dotyczyły torfu i węgla. Można zatem mówić o bardzo ograniczonej wiedzy ankietowanych rolników o roślinach energetycznych. Najśłabszą wiedzą o roślinach energetycznych odznaczyli się rolnicy w wieku powyżej 60 lat, właściciele gospodarstw o powierzchni mniejszej niż 5 ha, z wykształceniem podstawowym lub niższym, a także utrzymujące się z renty lub emerytury. Prowadzący gospodarstwa o niskim i bardzo niskim stopniu towarowości, z produkcją na własne potrzeby, podobnie jak kierujące gospodarstwami rolnymi kobiety i osoby o niskim wykształceniu, rzadko uczestniczyli w wystawach, przy czym korzystali z wiedzy znajomych o roślinach energetycznych (prawdopodobnie nie podejmą oni ich uprawy). Z kolei ograniczona wiedza o roślinach energetycznych rolników, którzy czerpią dodatkowe dochody z pracy poza rolnictwem, wynikała z braku czasu na studiowanie czasopism o bioenergetyce.

Wyniki pracy stanowią potwierdzenie teorii geografii behawioralnej, że informacje są odbierane i przekształcane za pomocą niedoskonałego aparatu poznawczego, a następnie filtrowane z wykorzystaniem zmysłów i doświadczeń ekonomicznych czy społeczno-kulturowych. Po modyfikacjach danych wejściowych powstają wyobrażenia o rzeczywistości, na podstawie których często podejmowane są decyzje bądź formułowane deklaracje określonych działań. Wyniki pracy wskazują, że lista wymienianych przez rolników roślin energetycznych bardzo różniła się od uprawianych na cele energetyczne. Spośród roślin energetycznych rolnicy najczęściej uprawiali rzepak, kukurydzę i buraki cukrowe oraz wierzbę energetyczną, owies i ziemniaki, rzadziej ślazowiec pensylwański czy olszynę. Dominacja rzepaku i kukurydzy świadczy o ostrożności rolników w podejmowaniu

uprawy nieznanych im roślin i ograniczaniu się do znanych im upraw. Możliwości alternatywnego wykorzystania, na przykład z rzepaku, ograniczają ryzyko związane z jego zbytem jako surowca do produkcji biodiesla. Innymi słowy, w warunkach niepowodzenia projektu energetycznego wykorzystania ziarna rzepaku jako biopaliwa lub biogazu, można je na ogół sprzedać jako surowiec do produkcji oleju jadalnego czy margaryny. Wyniki badań stanowią zatem potwierdzenie spostrzeżeń McCormica i Kabergera (2007), że obawy rolników nieposiadających doświadczenia w wykorzystaniu energii ze źródeł odnawialnych i ograniczona wiedza o roślinach energetycznych, stanowią bariery podjęcia uprawy tego typu roślin i ich energetycznego wykorzystania.

Ankietowani rolnicy na ogół nisko oceniali informacje o roślinach energetycznych i ich skupie przekazywane im przez administrację rządową, agencje państwowe, jednostki samorządu terytorialnego, media czy prywatnych przedsiębiorców. Edukacja dotycząca uprawy roślin energetycznych, prowadzona za pośrednictwem prasy, radia i telewizji, stanowiła źródło ogólnej wiedzy rolników o roślinach energetycznych. Większość ankietowanych pozyskiwało ją ze źródeł o stosunkowo niskiej wartości (tylko znajomi, tylko telewizja oraz znajomi i telewizja). Mniej niż połowa ankietowanych rolników korzystała wyłącznie z telewizji jako źródła informacji o roślinach energetycznych. Chociaż ich wiedza na ten temat była powierzchowna, fragmentaryczna i niepełna, nie byli oni zainteresowani jej poszerzaniem. Na wsi wiedza teoretyczna o roślinach energetycznych i ich skupie jest traktowana jako mniej wartościowa niż umiejętności praktyczne. Brak przykładów wykorzystania biomasy na cele energetyczne oddziaływał na niski poziom wiedzy rolników na ten temat. Wycofanie się Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa z programów wsparcia uprawy roślin energetycznych, które funkcjonowały w latach 2006-2009, także wpłynęło na opinie ankietowanych o niewystarczającej wiedzy rolników o roślinach energetycznych i biopaliwach.

Łączenie prasy, wystaw i wiedzy znajomych jako źródeł informacji może jednakże prowadzić do pozytywnej synergii i wzrostu jakości informacji o roślinach energetycznych, ich skupie i energetycznym wykorzystaniu. Rolnicy dysponujący nowoczesnym sprzętem rolniczym, gospodarujący na arealach powyżej 15 ha, z wykształceniem rolniczym, potrafili wymienić stosunkowo dużo roślin energetycznych. Korzystali oni z różnych źródeł wiedzy: telewizji, prasy oferującej porady praktyczne o naukowych podstawach oraz wiedzy i umiejętności znajomych rolników, którzy dzielili się swoimi doświadczeniami i praktyką. Wykształceni rolnicy oraz ci którzy posiadali duże gospodarstwa i ciągnik o mocy powyżej 100 KM, korzystali ze specjalistycznej wiedzy o roślinach energetycznych, ich skupie i

wykorzystaniu jako źródła energii, którą czerpali z prasy i udziału w targach. Rolnicy prowadzący gospodarstwa o stopniu towarowości powyżej 75%, częściej niż przeciętny ankietowany sięgali po specjalistyczne czasopisma by poszerzyć swoją wiedzę o roślinach energetycznych i bioenergetyce. Gospodarujący na dobrych glebach, o wskaźniku jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej powyżej 90 pkt., częściej niż przeciętny ankietowany rolnik, korzystali z informacji o roślinach energetycznych, które przekazywano na targach oraz wymieniano między sobą i znajomymi. Znajomość roślin energetycznych prawdopodobnie będzie miała charakter tendencji rosnącej, gdyż udział młodych wykształconych rolników, gospodarujących na dużych arealach gruntów, będzie wzrastał.

Rolnicy prowadzący dodatkowo pozarolniczą działalność gospodarczą, właściciele gospodarstw najlepiej wyposażonych w maszyny oraz rzadko stosujący przyoranie słomy potrafili wskazać podmioty czy osoby sprzedające i skupujące biomasę. Posiadali oni szerokie kontakty na lokalnym rynku, a niekiedy sami poszukiwali sposobów na zagospodarowanie nadwyżek słomy. Ograniczoną wiedzą o skupie biomasy odznaczyli się właściciele najsłabszych gruntów, co mogło wiązać się z ich zapotrzebowaniem na nawóz organiczny. Wyraźnie większy od średniej udział rolników znających sprzedającego biomasę „ze słyszenia”, może świadczyć o przekłamaniach i mitach dotyczących energetycznego wykorzystania biomasy. Sąsiedztwo powiatów z kontrastującymi ze sobą opiniami rolników, wskazuje, jak się wydaje, że część rolników zmienia zdanie na temat energetycznego wykorzystania biomasy pod wpływem atrakcyjnych cen jej skupu.

Rolnicy w wieku powyżej 60 lat oraz ci, którzy gospodarowali w małych gospodarstwach o powierzchni poniżej 5 ha, nie dostrzegali problemów technicznych związanych z uprawą roślin energetycznych, pozyskaniem biomasy i jej energetycznym wykorzystaniem. Wśród uwarunkowań technicznych ważniejszy był brak dostępu do sadzonek roślin energetycznych niż niewystarczające wyposażenie gospodarstwa w maszyny. Większość rolników wierzyła w swoje umiejętności agrotechniczne i wolała samodzielnie (a nie we współpracy z innymi podmiotami) założyć plantację roślin energetycznych, by przejąć całość dochodów z uprawy tego rodzaju roślin. Rolnicy gospodarujący na najsłabszych gruntach spodziewali się zysków z uprawy roślin energetycznych i zakładali, że poszerzenie wiedzy o biopaliwach umożliwi im wykorzystanie tego typu roślin w ramach dostępnych zasobów technicznych. Co piąty ankietowany rolnik uważał, że informacje i wiedza, które posiada o biopaliwach są wystarczające do uprawy roślin energetycznych. Rolnicy posiadający średniej wielkości bądź duże gospodarstwa byli niekiedy zbyt pewni swojej wiedzy i umiejętności w zakresie

uprawy roślin energetycznych. W projektach bioenergetyki na obszarze kilku powiatów, gdzie rośliny energetyczne, a nie stałe produkty uboczne produkcji rolnej, stanowiłyby główny surowiec do produkcji energii, wiedza rolników o roślinach energetycznych i ich zagospodarowaniu na cele energetyczne, często jest jednak niewystarczająca. Niezbędne są zatem kampanie informacyjno-edukacyjne o roślinach energetycznych, biopaliwach i bioenergetyce, które pogłębiłyby wiedzę rolników i ich praktyczne umiejętności w zakresie uprawy tego typu roślin i energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej.

9 Summary

The main goal of the doctoral thesis is to identify the socio-economic determinants of agricultural biomass production for energy purposes and to present their spatial diversity, on the example of Lubelskie voivodeship, with emphasis on the characteristics of farmers and farms. The methodological aim of the work is to develop a method for estimating the biomass energy potential, the practical aim is to estimate biomass volume in spatial terms, to develop a policy model for the expansion of agricultural biomass production and its energy use, and to stress practical recommendations in this respect. The aims of the work were carried out in the course of considerations taken in seven chapters.

In the first introductory chapter, the choice of the research problem was defined and justified, the aims were defined, the hypotheses and the scope of work were presented and the source materials, as well as methods used in the work, were characterized.

In the second chapter, the basic concepts used in its empirical part have been defined, the literature on biomass and its energy use has been reviewed, and theoretical concepts relating to research on the knowledge, preferences, and opinions of farmers (subjective conditions) were presented.

The third chapter presents global, European and national conditions for the use of energy from agricultural biomass and broadly renewable sources. The fourth chapter shows the socio-economic and natural conditions to produce plant and animal biomass for energy purposes in Lubelskie voivodeship. Such conditions, which refer to the structures of demographic, economic and natural phenomena and processes, have been described as objective. A classification was prepared, ordering poviats (districts) of the Lublin voivodeship according to objective conditions for the agricultural biomass energy use.

In the fifth chapter, based on the results of the farmers' questionnaire survey, the subjective determinants of agricultural biomass production for energy purposes in Lubelskie voivodeship were presented. The analysis included the declarations, opinions and knowledge of farmers on the use of straw as a fertilizer, the surplus of straw and other solid biomass on the farm, the tendency to grow energy crops, knowledge about this type of plants, opinions on biofuels, tendency to associate in order to produce biomass for energy purposes and tendency to participate in biofuels training. The synthesis of this chapter is the classification of farmers according to their characteristics, characteristics of their farms, their tendency to grow energy crops and use biomass for energy purposes.

The sixth chapter presents the results of calculations of the potential of solid, liquid and gas biofuels for Lubelskie voivodeship. It also presents the classification of poviats (districts) of Lubelskie voivodeship according to the potential of agricultural biomass. In the last chapter of the work, which precedes the ending, the public policy model for the development of biomass production and its energy use has been presented. Assumptions, objectives, expected outcomes and risk areas, as well as policy instruments for supporting energy crops and energy use of biomass, were presented.

Keywords: agricultural biomass potential, biomass energy use, agricultural by-products, straw, hay, energy crops, energy policy, rural areas, socio-economic conditions.

10 Literatura

- Altman I., Sanders D., *Producer willingness and ability to supply biomass: Evidence from the U.S. Midwest*, Biomass and Bioenergy, nr 36, Elsevier, 2012, ss. 176-81.
- Altman I., Johnson T., *The choice of organizational form as a non-technical barrier to agro-bioenergy industry development*, Biomass and Bioenergy, nr 32, Elsevier, 2008, ss. 28-34.
- Andrews J., Jelley N., *Energy science. Principles, technologies and impacts*, Oxford University Press, Oxford, 2007.
- Annamali K., Priyadarsam S., Arumugam S., Sweeten J., *Energy conversion – principles for coal, animal waste and biofuels*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of energy engineering and technology*, CRC Press, Londyn 2007, ss. 476-497.
- Armaroli N., Balzani V., *Energy for a sustainable world. From the oil age to a sun-powered future*, Wiley-VCH, Weinheim, 2011.
- Arnold M., Tainter J., Strumsky D., *Productivity of innovation biofuel technologies*, Energy Policy, nr 124, Elsevier, 2019, ss. 54-62.
- Asplund R., *Profiting from clean energy. A complete guide to trading green in solar, wind, ethanol, fuel cell, power efficiency, carbon credit industries, and more*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2004.
- Aswathanarayana U., *Biomass*, [w:] Aswathanarayana U., Harikrishnan T., Thayyib Sahini K. (red.), *Green energy. Technology, economics and policy*, CRC Press, Boca Raton, 2010, ss. 29-38.
- Aurelio M., Bernardes S. (red.), *Economic effects of biofuel production*, InTech, Rijeka, 2011.
- Banak E. (red.), *Wojewódzki program rozwoju alternatywnych źródeł energii dla województwa lubelskiego*, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie, Lublin, 2006.
- Bański J., *Przemiany rolniczego użytkowania ziemi w Polsce w latach 1975-1988*, Prace Geograficzne nr 168, 1997, ss. 72-74.
- Bański J., *Obszary problemowe w rolnictwie Polski*, Prace Geogr., IGiPZ PAN, nr 172, 1999, ss. 28-91.
- Barnabe D. i in., *Land use change impacts of biofuels. A methodology to evaluate biofuel sustainability*, [w:] Fang Z. (red.), *Biofuels. Economy, environment and sustainability*, InTech, Rijeka, 2013, ss. 3-38.
- Basu P., *Biomass gasification and pyrolysis. Practical design and theory*, Elsevier, Amsterdam, 2010.
- Battles S., *Energy intensity trends*, [w:] Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001, ss. 461-63.
- Beith R. (red.), *Small and micro combined heat and power (CHP) systems. Advanced design, performance, materials and applications*, Woodhead Publishing Ltd., Oxford, 2011.
- Benett S., *Encyclopedia of energy*, Global Media, Delhi 2007.
- Berck P., Roberts M., *History of prices of energy*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. V, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 135-43.
- Berndes G., *The contribution of renewables to society*, [w:] Dewulf J., Van Langenhove H. (red.), *Renewables-based technology. Sustainability assessment*, John Wiley & Sons, Chichester, 2006, ss. 3-18.
- Berndes G., Hoogwijk M., van den Broek R., *The contribution of biomass in the future global energy supply, a review of 17 studies*, Biomass and Bioenergy, nr 25, Elsevier, 2003, ss. 1-28.
- Bieranowski J., Piechocki J., *Metodyka programu ekoenergetycznego dla wybranego obszaru administracyjnego z uwzględnieniem odnawialnych zasobów energii pochodzenia rolniczego*, Inżynieria Rolnicza, nr 8(96), 2007, ss. 21-28.
- Bilans energetyczny dotyczący odnawialnych źródeł energii na terenie gminy Sosnowica, analiza możliwości*, [a:] www.sosnowica.pl/download/Bilans_energetyczny.pdf, dostęp 2 kwiecień 2011.
- Bioenergy project development and biomass supply*, OECD/IEA, 2007.
- Biofuels for transport. Global potential and implications for sustainable energy and agriculture*, Worldwatch Institute, Earthscan, Londyn, 2007.
- Biofuels. Linking support to performance, Round table 138*, IEA/International Transport Forum, 2008.
- Bogdanienko J., *Odnawialne źródła energii*, PWN, Warszawa 1989.
- Bridge G., *Rational choice theory (and rational choice Marxism)* [w:] Kitchin R., Thrift N. (red.), *International encyclopedia of human geography*, t. 9, Elsevier, 2009, ss. 158-66.
- Brown L., *Diffusion* [w:] Kitchin R., Thrift N. (red.), *International encyclopedia of human geography*, t. 3, Elsevier, 2009, ss. 170-84.
- Brown L., *Diffusion: geographical aspects* [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral*

- sciences, Wright J. (red.), vol. 6, Elsevier, Amsterdam, 2015, ss. 406-10.
- Bruns E., Ohlhorst D., Wenzel B., Koppel J., *Renewable energies in Germany's electricity market. A biography of the innovation process*, Springer, Dordrecht, 2011.
- Bujakowski W. (red.), *Odnawialne źródła energii i możliwości ich wykorzystania na obszarach nieprzemysłowych województwa śląskiego*, IGSMiE PAN, Kraków, 2005.
- Bulkin B., *The future of today's energy sources*, [w:] Hester R., Harrison R. (red.), *Sustainability and environmental impact of renewable energy resources*, Cambridge, 2003, ss. 1-18.
- Buskens V., *Bounded rationality*, [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Wright J. (red.), vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 2015, ss. 773-6.
- Buskens V., *Rational choice theory in sociology*, [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Wright J. (red.), vol. 19, Elsevier, Amsterdam, 2015, ss. 901-6.
- Capehart B. (red.), *Encyclopedia of engineering and technology*, vol. 1 - 3, CRC Press, Boca Raton, 2007.
- Casper J., *Energy. Powering the past, present and future*, Chelsea House Publishers, Nowy Jork, 2007.
- Ceny prądu muszą wzrosnąć. W tle przedwyborcze przepychanki*, [a] www.money.pl, 24.09.2018, dostęp 01.10.2018.
- Chandraraj K., Gunasekaran P., *Bacterial alcoholic fermentation*, [w:] Pandey A. (red.), *Concise encyclopedia of bioresource technology*, Haworth Press Inc., Nowy Jork, 2004, ss. 327-34.
- Cheng H., Wang L., *Lignocelluloses feedstock biorefinery as petrorefinery substitutes*, [w:] Matovic M. (red.), *Biomass now – sustainable growth and use*, InTech, Rijeka, 2013, ss. 347-388.
- Clark G., Marshall J., Strauss K., *Financial knowledge*, [w:] Kitchin R., Thrift N. (red.), *International encyclopedia of human geography*, t. 4, Elsevier, Amsterdam, ss. 158-66.
- Czudec A., Grzebyk B., Ślusarz G. (red.), *Odnawialne źródła energii jako element zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich*, UR w Rzeszowie, Rzeszów, 2006.
- Hester R., Harrison R. (red.), *Sustainability and environmental impact of renewable energy resources*, Cambridge, 2003.
- Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. I-VI, Elsevier Science, Washington, 2004.
- Cleveland C., Morris C., *Dictionary of energy*, Elsevier, Amsterdam, 2006.
- CO₂ emissions from fuel combustion*, IEA/OECD, Paryż, 2010.
- Craig B., *On the foundations of expected utility*, 2003, ss. 285-288 [at] *Proceeding of the Eighteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, IJCAI-03 Contents, dostęp 10.04.2018
- Crocker M., *Thermochemical conversion of biomass to liquid fuels and chemicals*, RSC Publishing, Cambridge, 2010.
- Curley R., *Renewable and alternative energy. Energy – past, present and future*, Britannica Educational Publishing, Rosen Educational Services, Nowy Jork, 2012.
- van Dam J., Faaij A., Fischer G., Lewandowski I., *Biomass production potentials in Central and Eastern Europe under different scenarios*, Biomass and Bioenergy, nr 31, Elsevier, 2007, ss. 345-366.
- Demirbas A., *Biorefineries for biomass upgrading facilities*, Springer, Londyn, 2010.
- Demirbas A., Demirbas M., *Algae energy. Algae as a new source of biodiesel*, Springer, Londyn, 2010.
- Denisiuk W., Piechocki J., *Techniczne i ekologiczne aspekty wykorzystania słomy na cele grzewcze*, Wyd. UW-M w Olsztynie, Olsztyn, 2005.
- Deublein D., Steinhäuser A., *Biogas from waste and renewable resources*, Wiley-VCH, Weinheim, 2008.
- Dewulf J., Van Langenhove H. (red.), *Renewables-based technology. Sustainability assessment*, John Wiley & Sons, Chichester, 2006.
- Domac J., Richards K., Risovic S., *Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects*, Biomass and Bioenergy, nr 28, Elsevier, 2004, ss. 97-106.
- Doman L., *Global energy use – status and trends*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. III, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 11-21.
- Dubas J., *Pelety nowej generacji*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Energetyczne wykorzystanie biomasy w działalności gospodarczej*, Politechnika Koszalińska, Koszalin, 2009, ss. 247-56.
- Dubas J., *Wierzba*, [w:] Kościk B. (red.), *Rośliny energetyczne*, Wyd. AR w Lublinie, Lublin, 2003, ss. 56-78.
- Dufour J., Moreno J., Rodriguez R., *Life cycle assessment of biodiesel production from microalgae oil. Effect of algae species and cultivation system*, [w:] Finkbeiner M. (red.), *Towards life cycle sustainability management*, Springer, Dordrecht, 2011, ss. 437-50.
- Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania

produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.

Dyrektywa 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2003 r. w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych.

Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE

Dyrektywa 2003/96/WE Rady z dnia 27 października 2003 r. w sprawie restrukturyzacji wspólnotowych przepisów ramowych dotyczących opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej.

Dyrektywa 2009/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.

Dyrektywa 2009/29/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.

Eichhout B., Faaij A., Hoogwijk M., de Vries B., Turkenburg W., *Potential of biomass energy out to 2100, for four IPCC SRES land-use scenarios*, Biomass and Bioenergy, nr 29, Elsevier, 2005, ss. 225-257.

Eisentraut A., *Sustainable production of second-generation biofuels. Potential and perspectives in major economies and developing countries*, IEA, Paryż, 2010.

El Bassam N., *Handbook of bioenergy crops. A complete reference to species, development and applications*, Earthscan, Londyn, 2010.

Energia ze źródeł odnawialnych w 2016 r., GUS, Warszawa, 2017, ss. 25-27.

Energy markets, US Government Accountability Office, [w:] Zenfora A. (red.), *Encyclopedia of energy research and policy*, Nova Science Publishers Inc., Nowy Jork, 2010, ss. 3-51.

Ericsson K., Nilsson L., *Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach*, Biomass and Bioenergy, nr 30, Elsevier, 2006, ss. 1-15.

European Environmental Agency, *Corine Land Cover 2006*, wersja 13, 2010, Kopenhaga.

Faaij A., *Biomass combustion*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. I, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 175-91.

Faaij A., de Wit M., *Biomass resources potential and related costs, assessment of the EU-27, Switzerland, Norway and Ukraine*, Refuel, 2008.

Faber A., 2008, *Prognoza wykorzystania przestrzeni rolniczej dla produkcji roślin na cele energetyczne oraz przyrodnicze skutki uprawy tych roślin*, [w:] Gradziuk P. (red.), *Energia odnawialna*, Wieś Jutra, Płońsk 2008, ss. 35-47.

Faber A., Kuś J., *Alternatywne kierunki produkcji rolniczej*, Studia i Raporty IUNG – PIB, z. 7, 2007, ss. 139-149.

Faber A., Kuś J., Madej A., *Przewidywane kierunki zmian produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym*, Raporty PIB, z. 3, 2006, ss. 195-210.

Fang Z., *Liquid, gaseous and solid biofuels conversion techniques*, InTech, Rijeka, 2013.

Fay J., Golomb D., *Energy and the environment*, Oxford University Press, Nowy Jork, Oxford, 2002.

Fijałkowska E., *Możliwości uprawy i wykorzystania roślin energetycznych na cele biomasy – paliw płynnych (bioetanolu, biodiesela)*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Uwarunkowania i możliwości uprawy roślin niekonsumpcyjnych w województwie zachodniopomorskim*, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2005, ss. 59-76.

Fijałkowska E., Jasiulewicz M., *Znaczenie upraw roślin energetycznych w rozwoju wielofunkcyjnym obszarów wiejskich Pomorza zachodniego*, [w:] Górz B., Guzik C. (red.), *Współczesne przeobrażenia i przyszłość polskiej wsi*, Studia Obszarów Wiejskich, t. IV, IGiPZ PAN, Warszawa 2003, ss. 109-122.

Finkbeiner M. (red.), *Towards life cycle sustainability management*, Springer, Dordrecht, 2011.

Fischer G., Hiznyik E., Prieler S., van Velthuisen H., *Assessment of biomass potentials for biofuel feedstock production in Europe, methodology and results*, Refuel, 2007.

Formighieri C., Bassi R., *Algae, a new biomass resource*, [w:] Meyers R. (red.), *Encyclopedia of sustainability science and technology*, Springer, Nowy Jork, 2012, ss. 346-72.

Francis S., *Algal biofuels*, [w:] Aswathanarayana U., Harikrishnan T., Thayyib Sahini K. (red.), *Green energy. Technology, economics and policy*, CRC Press, Boca Raton, 2010, ss. 137-47.

Frantal B., Prousek A., *It's not right, but we do it. Exploring why and how Czech farmers become renewable energy producers*, Biomass and Bioenergy, nr 87, Elsevier, 2016, ss. 26-34.

- Fraza L. i in., *Land use in production of raw materials for biofuels*, [w:] Lal R., Stewart B. (red.), *Soil quality and biofuel*, CRC Press, Boca Raton, 2010, ss. 93-118.
- Fung P., Kirschbaum M., Raison R., Stucley C., *The potential for bioenergy production from Australian forests, its contribution to national greenhouse targets and recent developments in conversion processes*, *Biomass and Bioenergy*, nr 22, Elsevier, 2002, ss. 223-236.
- Galarraga I., Gonzalez-Eguino M., Markandya A. (red.), *Handbook of sustainable energy*, Edward Elgar, Cheltenham, 2011.
- Ghezloun A., Saidane A., Merabet H., *New commitments in support of the Paris Agreement*, [w:] *Energy Procedia*, nr 119, Elsevier, 2017, ss. 11-6.
- Giampietro M., Mayumi K., *The biofuel delusion. Fallacy of large-scale ago-biofuel production*, Earthscan, Londyn, 2009.
- Goldemberg J., *Development and energy overview*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. I, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 801-07.
- Golomb D., *Fossil fuel combustion. Air pollution and global warming*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of engineering and technology*, vol. 1, CRC Press, Boca Raton, 2007, ss. 715-25.
- Gopalakrishnan K., Leeuwen J., Brown R. (red.), *Sustainable bioenergy and bioproducts. Value added engineering applications*, Springer, Londyn, 2012.
- Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2013 i 2014*, GUS, Warszawa, 2015.
- Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2015 i 2016*, GUS, Warszawa, 2017.
- Gostomczyk W., *Diagnoza stanu pod względem struktury społeczno-gospodarczej gmin objętych badaniami w aspekcie możliwości uprawy roślin niekonsumpcyjnych*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Uwarunkowania i możliwości uprawy roślin niekonsumpcyjnych w województwie zachodniopomorskim*, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2005, ss. 45-58.
- Gostomczyk W., *Potencjal biomasy i możliwości jej kreowania*, *Roczniki Naukowe SERiA*, t. X, z. 1, 2008, ss. 97-101.
- Gostomczyk W., *Energetyczne wykorzystanie słomy jako lokalnego paliwa*, [w:] Lisowski A. (red.), *Konwersja odnawialnych źródeł energii*, *Wiś Jutra*, Warszawa, 2009a, ss. 109-121.
- Gostomczyk W., *Opinie rolników o możliwości rozwoju plantacji energetycznych*, *Roczniki Naukowe SERiA*, t. XI, z. 1, 2009b, ss. 106-10.
- Gostomczyk W., *Wykorzystanie biomasy do celów energetycznych w kreowaniu rozwoju obszarów wiejskich i miejsc pracy*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Energetyczne wykorzystanie biomasy w działalności gospodarczej*, Politechnika Koszalińska, Koszalin, 2009c, ss. 179-197.
- Gostomczyk W., *Możliwości wykorzystania słomy jako lokalnego paliwa*, *Roczniki Naukowe SERiA*, t. XIX, z. 2, 2017, ss. 52-7.
- Gouveia L., *Microalgae as a feedstock for biofuels*, Springer, Heidelberg, 2011.
- Gradziuk P., *Ekonomiczna analiza wykorzystania słomy na cele energetyczne*, [w:] Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K. (red.), *Słoma energetyczne paliwo*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, *Wiś Jutra*, Warszawa, 2001a, ss. 54-61.
- Gradziuk P., *Produkcja i kierunki wykorzystania słomy*, [w:] Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K. (red.), *Słoma energetyczne paliwo*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, *Wiś Jutra*, Warszawa, 2001b, ss. 17-22.
- Gradziuk P., *Alternatywne wykorzystanie gruntów rolniczych – rośliny energetyczne*, *Konf. Nauk.-Techn. Uprawy roślin energetycznych – prezentacja technologii, pokaz zbioru i sprzęt*, 31.07 – 01.08.2002, Lubań, ss. 27-31.
- Gradziuk P., *Zasoby energetyczne biomasy i ich rozmieszczenie*, [w:] Gradziuk P. (red.), *Biopaliwa*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, *Wiś Jutra*, Warszawa, 2003a, ss. 22-59.
- Gradziuk P., *Alternatywne wykorzystanie gruntów rolnych na cele niezwiązane z produkcją żywności ze szczególnym uwzględnieniem energetyki*, [w:] Kościk B. (red.), *Rośliny energetyczne*, Wyd. AR w Lublinie, Lublin, 2003b, ss. 8-27.
- Gradziuk P., *Potencjalne możliwości wykorzystania biomasy na cele energetyczne w woj. lubelskim*, [w:] Koślak J., Wrońska A., (red.), *Gospodarka energetyczna gmin Lubelszczyzny stan aktualny, prognozy rozwoju, finansowanie*, *Tow. Gosp. Energ.*, Związek Gmin Lubelszczyzny, Lublin, 2004, ss. 127-142.
- Gradziuk P., *Gospodarze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne*, *Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG-PIB Puławy*, nr 45, 2015, ss. 1-173.
- Gradziuk P., *Wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych a zatrudnienie*, *Roczniki Nauk. Stow. Ekon. Roln. i Agrobiz.*, t. XIX, z. 6, 2017, ss. 92-98.

- Gradziuk P., Grzybek A., *Charakterystyka odnawialnych źródeł energii*, [w:] Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K. (red.), *Słoma energetyczne paliwo*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, Wieś Jutra, Warszawa, 2001, ss. 7-16.
- Gradziuk P., Grzybek A., *Charakterystyka odnawialnych źródeł energii*, [w:] Gradziuk P. (red.), *Biopaliwa*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, Wieś Jutra, Warszawa, 2003, ss. 10-21.
- Gradziuk P., Grzybek A., Kowalczyk K., *Słoma*, [w:] Gradziuk P. (red.), *Biopaliwa*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, Wieś Jutra, Warszawa, 2003, ss. 87-124.
- Graetz M., *The end of energy, The unmaking of America's environment, security and independence*, The MIT Press, Cambridge, Londyn, 2011.
- Gramelis P. (red.), *Solid biofuels for energy. A lower greenhouse gas alternative*, Springer, Londyn, 2011.
- Green K., *Climatic effects*, [w:] Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001, ss. 238-50.
- Green S., *Rational choice theory. An overview*, 2002 [at] https://business.baylor.edu/steve_green/green1.doc, dostęp 10.04.2018
- Griffiths M. i in., *Advantages and challenges of microalgae as a source of oil for biodiesel*, [w:] Stoytcheva M., Montero G. (red.), *Biodiesel – feedstocks and processing technologies*, InTech, Rijeka, 2011, ss. 177-200.
- Grover V., *Intergovernmental panel on climate change*, [w:] Philander G. (red.), *Encyclopedia of global warming and climate change*, Sage, Los Angeles, 2012, ss. 778-80.
- Grupa Tauron dąży do zwiększenia mocy wytwórczych w technologii wiatrowej, 02.10.2018 [@] media.tauron.pl, dostęp 08.10.2018 r.
- Grzybek A., *Prognoza produkcji biomasy na cele energetyczne*, [w:] Sosińska A. (red.), *Stan polskiej energetyki odnawialnej, Materiały konferencyjne, zeszyt III*, RCDRRiOW Poświętne w Płońsku, Poświętne, 9-10 grudnia 2004, ss. 46-50.
- Grzybek A., Gradziuk P., *Prospects for solid biomass use in energy production in Poland and its technical and economic properties*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, Wieś Jutra, Warszawa, 2006.
- Grzybek A., Kowalczyk K., *Technologie spalania słomy*, [w:] Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K. (red.), *Słoma energetyczne paliwo*, AR w Lublinie, Polskie Towarzystwo Biomasy, IBMiER, Wieś Jutra, Warszawa, 2001, ss. 31-45.
- Grzybek A., Ludwicka A., *Zapotrzebowanie na biomasę i strategia energetycznego jej wykorzystania*, [w:] Gradziuk P. (red.), *Energia odnawialna*, Mazowiecki ODR w Warszawie, Wieś Jutra, 2008, ss. 5-12.
- Gurban G., *European Union*, [w:] Philander G. (red.), *Encyclopedia of global warming and climate change*, Sage, Los Angeles, 2012, ss. 539-43.
- Hall D., De Groot P., *Biomass for food or fuel. A world problem?*, [w:] *Energy applications of biomass*, Lowenstein M. (red.), Elsevier, Londyn, 2005, ss. 17-29.
- Hanas A., *Sposób wytwarzania energii elektrycznej, ciepłej i biometanu pozyskiwanego z biomasy z celowych upraw*, [w:] Koślak J., Wrońska A., (red.), *Gospodarka energetyczna gmin Lubelszczyzny stan aktualny, prognozy rozwoju, finansowanie*, Tow. Gosp. Energ., Związek Gmin Lubelszczyzny, Lublin 2004, ss. 97-100.
- Hanas J., *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach przygranicznych Polski, Białorusi i Ukrainy*, Dom Europy, Werset, Lublin 2005.
- Harvey D., *Carbon-free energy supply. Energy and the new reality 2*, Earthscan, Londyn, 2010.
- Hazell P., Evans M., *Environmental, economic and policy aspects of biofuels*, [w:] Galarraga I., Gonzalez-Eguino M., Markandya A. (red.), *Handbook of sustainable energy*, Edward Elgar, Cheltenham, 2011, ss. 375-92.
- Heukelom F., *Prospect theory*, [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Wright J. (red.), vol. 19, Elsevier, Amsterdam, 2015, ss. 261-9.
- Hochman G., Rajagopal D., Timilisina G., Zilberman D., *Quantifying the causes of the global food commodity price crisis*, *Biomass and Bioenergy*, nr 68, Elsevier, 2014, ss. 106-14.
- Hood E., Nelson P., Powell R. (red.), *Plant biomass conversion*, Wiley-Blackwell, Chichester, 2011.
- Horbaj P., Kisely P., *Wood as a revivable energy source in Slovak Republic*, [w:] Mikielwicz J., Nowak W., Stachel A. (red.), *Heat transfer and renewable sources of energy*, Wyd. Uczelniane Polit. Szczecińskiej, Szczecin 2006, ss. 77-82.
- Hordeski M., *Megatrends for energy efficiency and renewable energy*, CRC Press, Lilburn, 2011.
- Huesemann M., Roesjadi G., Benemann J., Metting B., *Biofuels from microalgae and seaweeds*, [w:] Vertes A., Qureshi N., Blaschek H., Yukawa H. (red.), *Biomass to biofuels. Strategies for global industries*, John Wiley and Sons, Chichester, 2010, ss. 165-84.

- Hultman N., *Climate policy. International*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of engineering and technology*, vol. 1, CRC Press, Boca Raton, 2007, ss. 135-42.
- IEA scoreboard 2009. *35 key energy trends over 35 years*, OECD/IEA, Paryż, 2009.
- Infield D., Rowley P., *Renewable energy: Technology considerations and electricity integration*, [w:] Hester R., Harrison R. (red.), *Sustainability and environmental impact of renewable energy resources*, Cambridge, 2003, ss. 49-68.
- International energy outlook 2011*, eia.gov, dostęp 15 lipca 2013.
- Jabłoński W., Wnuk J., *Odnawialne źródła energii w polityce energetycznej Unii Europejskiej i Polski*, Wyd. Wyższej Szkoły Zarządzania i Marketingu w Sosnowcu, Sosnowiec, 2004.
- Jacob-Lopes E., Franco T., *Microalgae-based systems for carbon dioxide sequestration and industrial biorefineries*, [w:] Momba M., Bux F. (red.) *Biomass*, Sciyo, Rijeka, 2010, ss. 135-46.
- Jaggard L., *Climate change politics in Europe. Germany and the international relations of the environment*, Tauris Academic Studies, Londyn, 2007.
- Jasiulewicz M., *Uprawa roślin energetycznych i agroturystyka jako alternatywne źródła dochodów ludności rolniczej w województwie zachodniopomorskim*, [w:] Pałka E. (red.), *Pozarolnicza działalność gospodarcza na obszarach wiejskich*, Studia Obszarów Wiejskich, t. V, IGiPZ PAN, Warszawa 2004, ss. 177-183.
- Jasiulewicz M., *Potencjał biomasy z rolnictwa w rozwoju energetyki rozproszonej i produkcji biopaliw*, [w:] Zawłocka E. (red.), *Stan pozyskiwania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, PAN Inst. Masz. Przepływ., PWSiIP w Łomży, Łomża 2009, ss. 149-160.
- Jasiulewicz M., *Potencjał biomasy w Polsce*, Politechnika Koszalińska, Koszalin, 2010 (a).
- Jasiulewicz M., *Potencjał produkcji biogazu w Polsce*, [w:] Cenian A., Noch T., *Ekoenergetyka – zagadnienia technologii, ochrony środowiska i ekonomiki*, Wyd. Gdańskiej Wyż. Szk. Admin., Gdańsk, 2010 (b), ss. 81-102.
- Jasiulewicz M., *Regional energy potential of biomass in Poland*, [w:] *Regional and local biomass potential*, Politechnika Koszalińska, *bioenergypromotion.w.interia.pl*, 2011, ss. 9-50.
- Jasiulewicz M., *Produkcja energii z agrobiomasy w Polsce na tle wybranych krajów Unii Europejskiej*, *Roczniki Naukowe SERiA*, t. XVII, z. 2, 2015, ss. 94-9.
- Jasiulewicz M., Zarębski P., *Potencjał biomasy rolniczej do celów energetycznych w woj. Zachodniopomorskim*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Energetyczne wykorzystanie biomasy w działalności gospodarczej*, Politechnika Koszalińska, Koszalin, 2009, ss. 199-216.
- Jensen K., Clark C., Ellis P., English B., Menard J. Walsh M., Torre Ugarte D., *Farmer willingness to grow switchgrass for energy production*, *Biomass and Bioenergy*, nr 31, Elsevier, 2007, ss. 773-781.
- Jędrak A., Jarosz Z., *Potencjał biomasy rolniczej na cele energetyczne w województwie lubelskim*, *Roczniki Naukowe SERiA*, t. XIX, z. 3, 2017, ss. 98-103.
- Junginger M., Faaij A., Bjorheden R., Turkenburg W., *Technological learning and cost reductions in wood fuel supply chains in Sweden*, *Biomass and Bioenergy*, nr 29, Elsevier, 2005, ss. 399-418.
- Junginger M., de Wit M., Sikkema R., Faaij A., *International bioenergy trade in the Netherlands*, *Biomass and Bioenergy*, nr 32, Elsevier, 2008, ss. 672-87.
- Kahneman D., Tversky A., *Choices, values and frames*, *American Psychologist*, vol. 39, 4, 1984, ss. 341-350.
- Kahneman D. Tversky A., *Prospect theory. An analysis of decision under Risk*, *Econometrica*, vol. 47, issue 2, 03.1979, ss. 263-292.
- Kammen D., *Renewable energy, taxonomic overview*, [w:] Cleveland C. (red.), *Encyclopedia of energy*, tom V, Elsevier Science, 2004, ss. 385-412.
- Kata R., *Odnawialne źródła energii i ich wykorzystanie w Unii Europejskiej i w Polsce*, [w:] Czudec A., Grzebyk B., Ślusarz G. (red.), *Odnawialne źródła energii jako element zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich*, UR w Rzeszowie, Rzeszów, 2006.
- Kaur S. i in., *Eco-physiological barriers and technological advances for biodiesel production from microalgae*, [w:] Stoytcheva M., Montero G. (red.), *Biodiesel – feedstocks and processing technologies*, InTech, Rijeka, ss. 161-76.
- Khanna M., Scheffran J., Zilberman D. (red.), *Handbook of bioenergy economics and policy*, Springer, Nowy Jork, 2010.
- Kiełczewski R., *Diagnoza stanu w zakresie uprawy i wykorzystania roślin niekonsumpcyjnych w subregionie koszalińskim województwa zachodniopomorskiego*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Uwarunkowania i możliwości uprawy roślin niekonsumpcyjnych w województwie zachodniopomorskim*, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2005, ss. 21-43.

- Klass D., *Biomass for renewable energy, fuels and chemicals*, Academic Press, Nowy Jork, 1998.
- Klass D., *Biomass for renewable energy and fuels*, [w:] Cleveland C. (red.), *Encyclopedia of energy*, tom I, Elsevier Science, 2004, ss. 193-212.
- Klustry w Polsce. Katalog*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa, 2012.
- Kole C., Joshi C., Shonnard D. (red.), *Handbook of bioenergy crop plants*, CRC Press, Boca Raton, 2012.
- Kondracki J., *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, 2009.
- Konieczny S., *Zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii na obszarach wiejskich – wyniki miniankiety*, [w:] Lewandowski P. (red.), *Energia odnawialna na Pomorzu zachodnim, energia z biomasy szansą na rozwój, uwarunkowania i prognozy*, Szczecin 2005, Wyd. Hobgen, ss. 127-132.
- Konieczny S., *Wielkość i dostępność arealu niezbędnego do uprawy biomasy na obszarze woj. zachodniopomorskiego*, [w:] Lewandowski P. (red.), *Energia odnawialna na Pomorzu zachodnim, produkcja energii z surowców odnawialnych w Regionie Zachodniopomorskim*, Szczecin 2006, Wyd. Hobgen, ss. 59-70.
- Kopiński J., Kuś J., Madej A., *Bilans słomy w ujęciu regionalnym*, Raporty PIB, z. 3, 2006, ss. 211-226.
- Koplow D., *Biofuels – at what cost? Government support for ethanol and biodiesel in the United States: 2007 update*, Earth Track, Geneva, 2007.
- Korycińska A., *Stan rozwoju sektora bioenergii*, [w:] Kucharska B. (red.), *Odnawialne źródła energii nowym wyzwaniem dla obszarów wiejskich w Polsce*, Opole, FAPA, Opole, 2009, ss. 6-17.
- Kostrowicki J., *Typologia rolnictwa*, Przegląd Geograficzny, t. XLI, z. 4, 1969, ss. 599-621.
- Kościk B., Kowalczyk-Juśko A., *Potencjał biomasy w województwie lubelskim*, [w:] Kościk B., Sławińska M. (red.), *Energetyka a ochrona środowiska naturalnego w skali globalnej i lokalnej*, Wieś Jutra, Warszawa 2009, ss. 57-69.
- Kościk B., Kowalczyk-Juśko A., Kościk K., *Wstępna analiza potencjału biomasy możliwej do wykorzystania na cele energetyczne w województwie lubelskim*, Lublin, 2008, maszynopis.
- Kreith F., Goswami D., *The CRC handbook of mechanical engineering*, CRC Press LLC, Boca Raton, 2005.
- Kryłowicz A., Chrzanowski K., Usidus J., *Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej oraz paliw z biomasy*, [w:] *Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej oraz biopaliw z biomasy szansa dla regionu*, I Konf. Nauk.-Techn., 4-5.12.2008, Zamość 2008, ss. 13-21.
- Kulshreshtha S. i in., *Biobased economy – sustainable use of agricultural resources*, [w:] dos Santos Bernardes M. (red.), *Environmental impact of biofuels*, InTech, Rijeka, 2011, ss. 137-60.
- Kurka T., Jefferies C., Blackwood D., *GIS-based location suitability of decentralized, medium scale bioenergy developments to estimate transport CO2 emissions and costs*, Biomass and Bioenergy, nr 46, Elsevier, 2012, ss. 366-79.
- Kurevija T., Kukulj N., *Algae biofuels as a possible alternative to environmentally doubtful conventional methods of biodiesel production*, [w:] Gokcekus H., Turker U., LaMoreaux J. (red.), *Survival and sustainability. Environmental concerns in the 21st century*, Springer, Heidelberg, 2011, ss. 499-510.
- Kuś J., *Uwarunkowania i możliwości wzrostu produkcji rzepaku na cele energetyczne na Lubelszczyźnie*, Materiały z konferencji *Odnawialne źródła energii na Lubelszczyźnie – promocja i możliwości rozwoju*, Lublin, grudzień 2007, ss. 1-10.
- Kuś J., *Uwarunkowania i możliwości wzrostu produkcji rzepaku na cele energetyczne na Lubelszczyźnie*, [w:] www.oze.bpp.lublin.pl/dokumenty/konf/ref/06.J.K.pdf, dostęp 3 kwiecień 2011.
- Kuś J., Smagacz J., *Ocena możliwości produkcji biomasy na cele energetyczne na Lubelszczyźnie*, [w:] Koślak J., Wrońska A. (red.), *Gospodarka energetyczna gmin Lubelszczyzny*, Konf. Nauk.-Techn., 30.09.2004, Lublin, ss. 113-126.
- Lal R., Stewart B. (red.), *Soil quality and biofuel*, CRC Press, Boca Raton, 2010.
- Lancker J., Wauters E., Huylbroeck G., *Managing innovation in the bioeconomy: An open innovation perspective*, Biomass and Bioenergy, nr 90, Elsevier, 2016, ss. 60-69.
- Langeveld J., Sanders J., *General introduction*, [w:] Langeveld J., Sanders J., Meeusen M. (red.), *The biobased economy. Biofuels, materials and chemicals in the post-oil era*, Earthscan, London, 2010, ss. 3-17.
- Lauber V., *Switching to renewable power. A framework for the 21st century*, Earthscan, Londyn, 2005.
- Lechicki S., Lewandowski P., Mazur P., *Zasoby surowców energetycznych pochodzenia roślinnego, niezbędne do funkcjonowania klastra energetycznego w regionie zachodniopomorskim*, [w:] Lewandowski P. (red.), *Energia odnawialna na Pomorzu zachodnim, produkcja energii z surowców odnawialnych w Regionie Zachodniopomorskim*, Szczecin 2006, Wyd. Hobgen, ss. 103-119.
- Lee S., *Energy of biomass conversion*, [w:] Lee S., Speight J., Loyalka S., *Handbook of alternative fuel technologies*, CRC Press, Boca Raton, 2007, ss. 377-394.

- Lee S., Speight J., Loyalka S., *Handbook of alternative fuel technologies*, CRC Press, Boca Raton, 2007.
- Lewandowski W., *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa, 2007.
- Londo H. (red.), *Eyes on the track, mind on the horizon. From inconvenient rapeseed to clean wood: A European road map for biofuels*, ECN Policy Studies, 2008.
- Loo S., Koppejan J. (red.), *Handbook of biomass combustion and co-firing*, Earthscan, Londyn, 2008.
- Lorenzini G., Biserni C., Flacco G., *Solar thermal and biomass energy*, WIT Press, Southampton, 2010.
- Ludwicka A., Grzybek A., *Bilans biomasy rolnej (słomy) na potrzeby energetyki*, Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 2, 2010, ss. 101-111.
- Lynch D., *Resource management for scientist and engineers*, Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- Łoś E. (red.), *Program rozwoju energetyki dla województwa lubelskiego*, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie, Lublin, 2009.
- Łucki Z., *Instrumenty polityki energetycznej*, Polityka Energetyczna, t. 13, z. 1, 2010, ss. 5-21.
- MacIntosh R., *Intensive microalgae culture for production of lipids for fuel*, [w:] Lowenstein M., (red.), *Energy applications of biomass*, Elsevier, Londyn, 2005, ss. 140-46.
- Madlener R., Vogtli S., *Diffusion of bioenergy in urban areas: A socio-economic analysis of the Swiss wood-fired cogeneration plant in Basel*, Biomass and Bioenergy, nr 32, Elsevier, 2008, ss. 815-28.
- Mahalec V. i in., *Design challenge – toward zero emissions fossil fuel power plants*, [w:] El-Halwagi M., Linninger A., *Design for energy and the environment*, CRC Press, Boca Raton, 2010, ss. 497-504.
- Martinez R., Dubinsky Z., *Useful products from algal photosynthesis*, [w:] Archer M., Barber J., *Molecular to global photosynthesis*, Imperial College Press, 2004, ss. 323-95.
- Mazzucato M., Semieniuk G., *Financing renewable energy: Who is financing what and why it matters*, Technological Forecasting and Social Change, vol. 127, 2018, ss. 8-22.
- McCormic K., Kaberger T., *Key barrier for bioenergy in Europe: Economic conditions, know-how and institutional capacity, and supply chain co-ordination*, Biomass and Bioenergy, nr 31, Elsevier, 2007, ss. 443-52.
- Michalski R., *Rozwój produkcji biopaliw pierwszej i drugiej generacji*, [w:] Piekarski W. (red.), *Biopaliwa i smary ekologiczne*, Wieś Jutra, Warszawa 2009, ss. 11-21.
- McNerney J., Cheek M., *Clean energy nation. Freeing America from the tyranny of fossil fuels*, Amacom, New York, 2012.
- Medlock K., *Economics of energy demand*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. II, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 65-78.
- Meeusen M., *Public debate on sustainability of biofuels*, [w:] Langeveld J., Sanders J., Meeusen M. (red.), *The biobased economy. Biofuels, materials and chemicals in the post-oil era*, Earthscan, London, 2010, ss. 259-73.
- Meyers R. (red.), *Encyclopedia of sustainability science and technology*, Springer, Nowy Jork, 2012.
- Moncada J., Luszko Z., Junginger M., Faaij A., Weijnen M., *A conceptual framework for the analysis of the effect of institutions on biofuel supply chains*, Applied Energy, nr 185, 2017, ss. 895-915.
- Moncada J., Verstegen J., Posada J., Junginger M., Luszko Z., Faaij A., Weijnen M., *Exploring policy options to spur the expansion of ethanol production and consumption in Brazil: An agent-based modeling approach*, Energy Policy, nr 123, Elsevier, 2018, ss. 619-641.
- Moore C., Smith K., *Renewable energy in south east Europe*, GMB Publishing, Londyn, 2007.
- Mowery D., *Biofuels*, [w:] Zumerchik J. (red.), *Macmillan encyclopedia of energy*, Macmillan Reference, Nowy Jork 2001, ss. 155-166.
- Mueller S., Anderson J., Wallington T., *Impact of biofuel production and other supply and demand factors on food price increases in 2008*, Biomass and Bioenergy, nr 35, Elsevier, 2011, ss. 1623-1632.
- Mullainathan S., Thaler R., *Behavioral economics*, [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Wright J. (red.), vol. 2, Elsevier, Amsterdam, 2015, ss. 437-42.
- Muuls M., Colmer J., Martin R., Wagner U., *Evaluating the EU Emissions Trading System: Take it or leave it? An assessment of the data after ten years*, Grantham Institute Briefing paper nr 21, Imperial College London, 10.2016, [a] www.imperial.ac.uk, dostęp 1.10.2018.
- Nelson V., *Introduction to renewable energy*, CRC Press, Boca Raton, 2011.
- Nersesian R., *Energy for the 21st century. A comprehensive guide to conventional and alternative sources*, M.E.Sharpe, Armonk, 2007.
- Ngo C., Natowitz J., *Our energy future. Resources, alternatives, and the environment*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2009.

- Ohadi M., Jianwei Q., *Alternative energy technologies – price effects*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of energy engineering and technology*, CRC Press, Londyn 2007, ss. 31-49.
- Ong Lim K., Sims R., *Liquid and gaseous biomass fuels*, [w:] Sims R. (red.), *Bioenergy options for a cleaner environment*, Elsevier, Amsterdam, 2004, ss. 103-41.
- Ozcimen D. i in., *Algal biorefinery for biodiesel production*, [w:] Fang Z. (red.), *Biodiesel – feedstocks, production and applications*, InTech, 2012, ss. 25-58.
- Pandey A. (red.), *Concise encyclopedia of bioresource technology*, Haworth Press Inc., Nowy Jork, 2004.
- Pandey A. (red.), *Handbook of plant-based biofuels*, CRC Press, Boca Raton, 2009.
- Parikka M., *Global biomass fuel resources*, Biomass and Bioenergy, nr 27, Elsevier, 2004, ss. 613-620.
- PGE chce przejąć Polenergię ze względu na farmy wiatrowe*, 23.05.2018. [w:] wnp.pl, dostęp 01.08.2018.
- Philander G. (red.), *Encyclopedia of global warming and climate change*, Sage, Los Angeles, 2012.
- Pieńkowski K. (red.), *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w województwie podlaskim*, Wyd. Fund. Innowacyjnej Gosp., Białystok 2010.
- Pietras C., *Rynek. Rodzaje konkurencji*, [w:] *Makro- i mikroekonomia. Podstawowe problemy*, red. Marciniak S., Wyd. Nauk. PWN, 2005, ss. 175-176
- Pimentel D., *A brief discussion on algae for oil production. Energy issues*, [w:] Pimentel D., (red.), *Biofuels, solar and wind as renewable energy. Benefits and risks*, Springer, Nowy Jork, 2008 (a), ss. 499-500.
- Pimentel D., (red.), *Biofuels, solar and wind as renewable energy. Benefits and risks*, Springer, Nowy Jork, 2008 (b).
- Piszczatowska J., *Zapaść w zielonej energii*, rp.pl, dostęp 29 lipca 2013 r.
- Plichta J., Wróbel-Mierzwa A. (red.), *Lokalna strategia rozwoju ekologicznej gospodarki energetycznej (z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii)*, Urząd Miasta i Gminy w Miechowie, MAEiŚ Sp. z o.o., AE w Krakowie, Kraków 2003, ss. 74.
- Platności do upraw roślin energetycznych*, ARiMR, 2008.
- Pogłowie bydła i owiec według stanu w grudniu 2011 r.*, GUS, Warszawa 2012.
- Pogłowie trzody chlewnej według stanu w końcu listopada 2011 r.*, GUS, Warszawa 2012.
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, zał. do uchwały 202/2009 Rady Ministrów, Warszawa, 10.11.2009, ss. 1-29.
- Potential contribution of bioenergy to the world's future energy demand*, IEA Bioenergy, 2007.
- Priest J., *Renewable energy*, [w:] Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001, ss. 1005-07.
- Pudelko R., *Ocena potencjałów biomasy ubocznej i odpadowej w UE-27 i Szwajcarii oraz ich regionalizacja*, Monografie i Rozprawy Naukowe IUNG-PIB nr 39, Puławy, 2013, s. 159.
- Quaschnig V., *Understanding renewable energy systems*, Earthscan, London, 2005.
- Quaschnig V., *Renewable energy and climate change*, A John Wiley and Sons, Chichester, 2010.
- Rabcewicz J., *Określenie ilości drewna pozyskiwanego z cięcia drzew i krzewów owocowych do wykorzystania na cele energetyczne*, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach, Skierniewice, 2007.
- Rapier R., *Renewable diesel*, [w:] Pimentel D. (red.), *Biofuels, solar and wind as renewable energy systems. Benefits, and risks*, Springer, Nowy Jork, 2008, ss. 153-71.
- Rechberger P., Lotjonen T., *Introduction*, [w:] *Energy form field energy crops – handbook for energy producers*, Intelligent Energy Europe, Finlandia 2009, ss. 6-13.
- Reed A., *Renewable energy*, [w:] Philander G. (red.), *Encyclopedia of global warming and climate change*, Sage, Los Angeles, 2012, ss. 1179-82.
- Renewable energy. Market and policy trends in IEA countries*, IEA, Paryż, 2004.
- Renewable energy in Europe. Markets, trends and technologies*, European Renewable Energy Council, Earthscan, Londyn, 2010.
- Reynolds D., *Import/export market for energy*, [w:] Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001, ss. 661-65.
- Rocznik statystyczny rolnictwa 2012*, GUS, Warszawa.
- Rogers E., *Diffusion of innovations*, The Free Press, Nowy Jork 1983.
- Rogers E., *Evolution: Diffusion of innovations*, [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Wright J. (red.), vol. 7, Elsevier, 2015, ss. 378-81.
- Rogulska M., *Dobre praktyki wdrażania biopaliw transportowych (projekt BITES)*, [w:] Gradziuk P. (red.),

- Energia odnawialna*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2008, ss. 150-153.
- Rosa A., *Fundamentals of renewable energy processes*, Elsevier, Amsterdam, 2005.
- Rosenfeld A., McAuliffe P., Wilson J., *Energy efficiency and climate change*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. II, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 373-82.
- Rossi A., Hinrichs C., *Hope and skepticism: Farmer and local community views on the socio-economic benefits of agricultural bioenergy*, Biomass and Bioenergy, nr 35, Elsevier, 2011, ss. 1418-28.
- Rosillo-Calle F., de Groot P., Hemstock S., Woods J. (red.), *The biomass assessment handbook, bioenergy for a sustainable environment*, Earthscan, Londyn, 2007 (a).
- Rosillo-Calle F., *Overview of biomass energy*, [w:] Rosillo-Calle F., de Groot P., Hemstock S., Woods J. (red.), *The biomass assessment handbook, bioenergy for a sustainable environment*, Earthscan, Londyn, 2007 (b), ss. 1-26.
- Rowlands I., *Global climate change and renewable energy. Exploring the links*, [w:] Lauber V., *Switching to renewable power. A framework for the 21st century*, Earthscan, London, 2005, ss. 62-82
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 270/2007 z dnia 13 marca 2007 r. zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 1973/2004 ustanawiające szczegółowe zasady stosowania Rozporządzenia Rady (WE) nr 1782/2003 w odniesieniu do systemów wsparcia przewidzianych w tytułach IV i IVa tego rozporządzenia oraz wykorzystania odłogowanych gruntów do produkcji surowców.*
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 993/2007 z dnia 27 sierpnia 2007 r. zmieniające i zawierające sprostowanie Rozporządzenia Rady (WE) nr 1782/2003 w odniesieniu do systemów wsparcia przewidzianych w tytułach IV i IVa tego rozporządzenia oraz wykorzystania gruntów odłogowanych do produkcji surowców.*
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1973/2004 z dnia 29 października 2004 r. ustanawiające szczegółowe zasady stosowania Rozporządzenia Rady (WE) nr 1782/2003 w odniesieniu do systemów wsparcia przewidzianych w tytułach IV i IVa tego rozporządzenia oraz wykorzystania odłogowanych gruntów do produkcji surowców.*
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 1257/1999 z dnia 17 maja 1999 r. w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich z Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej (EFOGR) oraz [...].*
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 2012/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. zmieniające i poprawiające Rozporządzenie (WE) nr 1782/2003 [...] oraz zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 1698/2005 [...].*
- Ryder F., *Renewable energy commercialization. Three generation technological study*, The English Press, Delhi, 2011.
- Ryther J., *Technology for the commercial production of macroalgae*, [w:] Lowenstein M., (red.), *Energy applications of biomass*, Elsevier, Londyn, 2005, ss. 145-57.
- Scheer H., *The energy imperative, 100 per cent renewable now*, Earthscan, Londyn, 2012.
- Scheffran J., *The global demand for biofuels. Technologies, markets and policies*, [w:] Vertes A., Qureshi N., Blaschek H., Yukawa H. (red.), *Biomass to biofuels. Strategies for global industries*, John Wiley and Sons, Chichester, 2010, ss. 27-57.
- Schillo S., Isabelle D., Shakiba A., *Linking advanced biofuels policies with stakeholder interests: A method building on Quality Function Deployment*, Energy Policy, nr 100, Elsevier, 2017, ss. 126-37.
- Schimel D., *Photosynthesis and the global carbon cycle*, [w:] Archer M., Barber J., *Molecular to global photosynthesis*, Imperial College Press, 2004, ss. 619-628.
- Schlager N., Weisblatt J., *Alternative energy*, Thomson-Gale, Detroit, 2006.
- Schneider R. i in., *Potential production of biofuel from microalgae biomass produced in wastewater*, [w:] Fang Z. (red.), *Biodiesel – feedstocks, production and applications*, InTech, 2012, ss. 3-24.
- Schubert R. i in., *Future bioenergy and sustainable land use*, WBGU – German Advisory Council on Global Change, Malta, 2009.
- Schumacher L., van Gerpen J., Adams B., *Biodiesel fuels*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. I, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 151-62.
- Scragg A., *Biofuels production, application and development*, CABI, Cambridge, 2009.
- Selfa T., Kulcsar L., Bain C., Goe R., Middendorf G., *Biofuels Bonanza?: Exploring community perceptions of the promises and perils of biofuels production*, Biomass and Bioenergy, nr 35, Elsevier, 2011, ss. 1379-89.
- Seten R., *What is bounded rationality?* Dahlem Conference 1999, ss. 2-5.
- Shapiro H., (red.), *America's energy future. Technology and transformation*, National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, National Research Council, The National Academies Press, Waszyngton, 2009.
- Shepherd W., Shepherd D., *Energy studies*, Imperial College Press, 2003.
- Siejka K., Tańczuk M., Trinczek K., *Koncepcja szacowania potencjału energetycznego biomasy na przykładzie*

- wybranej gminy województwa opolskiego, Inżynieria Rolnicza, nr 6(104)/2008, ss. 167-74.
- Silveira S., *How to realize the bioenergy prospects?* [w:] Silveira S., *Bioenergy – realizing the potential*, Swedish Energy Agency, Elsevier Science and Technology Books, Amsterdam, 2005.
- Singh D., Singh P., *Biomethanogenesis*, [w:] Pandey A. (red.), *Concise encyclopedia of bioresource technology*, Haworth Press Inc., Nowy Jork, 2004, ss. 53-62.
- Slanina J., *Air pollution from energy production and use*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. I, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 39-54.
- Soetaert W., Vandamme E. (red.), *Biofuels*, Wiley, Londyn, 2009.
- Soetaer W., Vandamme E., *Biofuels in perspective*, [w:] Soetaert W., Vandamme E. (red.), *Biofuels*, Wiley, Londyn, 2009, ss. 1-8.
- Solińska M., Soliński I., *Efektywność ekonomiczna proekologicznych inwestycji rozwojowych w energetyce odnawialnej*, AGH Uczelniane Wyd. Nauk.-Dyd., Kraków 2003.
- Solomon B., *Economic geography of energy*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. II, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 25-34.
- Sorensen B., *Renewable energy. Physics, engineering, environmental impacts, economics & planning*, Elsevier, Amsterdam, 2004.
- Spiegel E., McArthur N., Norton R., *Energy shift. Game-changing options for fueling the future*, Booz & Company Inc., 2009.
- Splithof H., *Power generation from solid fuels*, Springer, 2010.
- Spychalski G., *Ekonomiczne uzasadnienie różnicowania kierunków produkcji roślinnej i wykorzystania użytków rolnych pod uprawę roślin niekonsumpcyjnych*, [w:] Jasiulewicz M. (red.), *Uwarunkowania i możliwości uprawy roślin niekonsumpcyjnych w województwie zachodniopomorskim*, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2005, ss. 77-88.
- Stamatelatos K., Antonopoulou G., Lyberatos G., *Production of biogas via anaerobic digestion*, [w:] Luque R., Campelo J., Clark J. (red.), *Handbook of biofuels production. Processes and technologies*, Woodhead Publishing, Oxford, 2011, ss. 266-304.
- Statistical review of world energy 2018*, bp.com.
- Staudt A., Hultman N., *Global climate change*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of engineering and technology*, vol. 1, CRC Press, Boca Raton, 2007, ss. 760-70.
- Stępień B., Szarzec K., *Ewolucja teorii ekonomii na temat koncepcji człowieka gospodarującego*, *Ekonomista*, 1/07, ss. 13-17.
- Sunggyu L., *Global energy overview*, [w:] Sunggyu L., Speight J., Loyalka S., *Handbook of alternative fuel technologies*, CRC Press, Londyn 2007, ss. 1-24.
- Sustainable bioenergy. A framework for decision makers*, UN-Energy, 2007.
- Szafrąńska M., *Największe bankructwo farmy wiatrowej w Polsce. Farmę przejmie Polenergia*, [@] money.pl, 20.01.2018, dostęp 01.08.2018.
- Szecówka L., *Ekologiczny efekt energetycznego wykorzystania biopaliw*, Wyd. Politech. Częstochowskiej, Częstochowa, 2009.
- Szurlej A., *Biomasa*, [w:] Mokrzycki E. (red.), *Podstawy gospodarki surowcami energetycznymi*, AGH Uczelniane Wyd. Nauk.-Dyd., Kraków, 2003, ss. 339-404.
- Szyszlak-Bargłowicz J., Piekarski W., *Charakterystyka biomasy jako paliwa*, [w:] Jackowska I. (red.), *Biomasa jako źródło energii*, Wieś Jutra, Warszawa 2009, ss. 29-38.
- Tabak J., *Biofuels. Energy and the environment*, Facts on File, Nowy Jork, 2009.
- Technology roadmap. Biofuels for transport*, IEA, Paryż, 2011.
- Tietjen J., *Electric supply system, generation*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of energy engineering and technology*, CRC Press, Londyn 2007, ss. 374-378.
- Timperley J., *COP23: Key outcomes agreed at the UN climate talks in Bonn* [@] www.carbonbrief.org, dostęp 1.10.2018 r.
- Traverso A., *Biomass*, [w:] Capehart B. (red.), *Encyclopedia of energy engineering and technology*, CRC Press, Londyn 2007, ss. 86-92.
- Trojanowska M., *Analiza potencjału energetycznego biomasy dla potrzeb planowania energetycznego w regionie*, [w:] Lisowski A. (red.), *Konwersja odnawialnych źródeł energii*, Wieś Jutra, Warszawa 2009, ss. 79-87.
- Twidell J., Weir T., *Renewable energy resources*, Taylor and Francis, Londyn, Nowy Jork, 2006.

- Tytko R., *Odnawialne źródła energii*, OWG, Warszawa, 2009.
- Uprawy rolne i wybrane elementy metod produkcji rolnej*, Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa 2011.
- Użytkowanie gruntów*, Powszechny Spis Rolny 2010, GUS, Warszawa, 2011.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne*, Dz.U. 2018, poz. 755.
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o *biokomponentach i biopaliwach ciekłych*, Dz.U. 2006, poz. 1199.
- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o *inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych*, Dz.U. 2016, poz. 961.
- Vertes A., Qureshi N., Blaschek H., Yukawa H., *Biomass to biofuels. Strategies for global industries*, John Wiley & Sons, Chichester, 2010.
- Villacampa Y., Mammoli A., Brebbia C., *Energy and sustainability III*, WIT Press, Southampton, 2011.
- Voivontas D., Assimacopoulos D., Koukios E., *Assessment of biomass potential for power production: a GIS based method*, Biomass and Bioenergy, nr 20
- Volpi G., *Renewable energy for developing countries. Challenges and opportunities*, [w:] Lauber V., *Switching to renewable power. A framework for the 21st century*, Earthscan, London, 2005, ss. 83-96.
- Walmsley D., Lewis G., *Geografia behawioralna. Podejścia behawioralne*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1997.
- Weiland P., Verstraete W., van Haandel A., *Biomass digestion to methane in agriculture. A successful pathway for the energy production and waste treatment worldwide*, [w:] Soetaert W., Vandamme E. (red.), *Biofuels*, John Wiley & Sons, 2009, Chippenham, ss. 171-95.
- Węglarzy K., Stekla J., *Dlaczego klimatyczne „być albo nie być”?*, [w:] *Biopaliwa dźwignią postępu w rolnictwie*, Konf. Nauk.-Techn., 27.11.2007, Grodziec Śląski 2007, ss. 3-10.
- Wiatraki przestają się kręcić. Firmy walczą o odszkodowania*. 04.01.2018 [@] businessinsider.pl, dostęp 01.08.2018.
- Wilson J., Burgh G., *Energizing our future. Rational choices for the 21st century*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2008.
- Witek T. (red.), *Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski wg gmin*, IUNG, Puławy, 1994.
- World energy outlook 2014*, IEA/OECD, 2010.
- Wyman Ch., *Ethanol fuel*, [w:] Cleveland C., *Encyclopedia of energy*, vol. II, Elsevier Science, Washington, 2004, ss. 541-55.
- Wynikowy szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodnich w 2011 r.*, GUS, Warszawa 19.12.2011.
- Zarębski P., *Analiza zróżnicowania przestrzennego potencjału biomasy odpadowej jako element planowania wykorzystania odnawialnych źródeł energii w woj. zachodniopomorskim*, [w:] Klepacki B. (red.), *Ekonomiczne uwarunkowania stosowania odnawialnych źródeł energii*, Warszawa 2009, Wieś Jutra, ss. 102-108.
- Zey, *Rational choice and organization theory*, [w:] *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Wright J. (red.), vol. 19, Elsevier, 2015, ss. 892-5.
- Zittel W., Schindler J., *Oil depletion*, [w:] Lauber V., *Switching to renewable power. A framework for the 21st century*, Earthscan, London, 2005, ss. 21-61.
- Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, (a), MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001.
- Zumerchick J., *Consumption*, (b), [w:] Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001, ss. 291-96.
- Zumerchick J., *Government agencies*, (c), [w:] Zumerchick J. (red.), *MacMillan encyclopedia of energy*, MacMillan Reference USA, Nowy Jork, 2001, ss. 581-92.
- Zwart K., Langeveld J., *Biogas*, [w:] Langeveld J., Sanders J., Meeusen M. (red.), *The biobased economy. Biofuels, materials and chemicals in the post-oil era*, Earthscan, London, 2010, ss. 180-97.
- Zwart R., van Ree R., *Bio-based Fischer-Tropsch diesel production technologies*, [w:] Soetaert W., Vandamme E. (red.), *Biofuels*, John Wiley & Sons, 2009, Chippenham, ss. 95-116.
- Zwierzęta gospodarskie 2010 r.*, GUS, Warszawa 2011.
- Żelazowska M., *Wskazania do opracowania projektów założeń do planów zaopatrzenia gmin w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe*, [w:] Koślak J., Wrońska A., (red.), *Gospodarka energetyczna gmin Lubelszczyzny stan aktualny, prognozy rozwoju, finansowanie*, Tow. Gosp. Energ., Związek Gmin Lubelszczyzny, Lublin 2004, ss. 15-18.
- Żmuda K., *Rolniczy potencjał energetyczny – biogazownie rolnicze przyszłością polskiej wsi*, [w:] Piekarski W. (red.), *Biopaliwa i smary ekologiczne*, Wieś Jutra, Warszawa 2009, ss. 5-10.

11 Wykaz rycin

Ryc. 1. Liczba przeprowadzonych ankiet według miejscowości.....	9
Ryc. 2. Algorytm szacowania potencjału energetycznego.....	14
Ryc. 3. Wykres przebiegu aglomeracji na przykładzie badanych powiatów.....	16
Ryc. 4. Dendrogram odległości wiązania na przykładzie badanych powiatów.....	16
Ryc. 5. Wykres średnich dla grup/klas/skupień uzyskanych metodą k-średnich.....	16
Ryc. 6. Metody pozyskiwania energii z biomasy.....	28
Ryc. 7. Procesy konwersji biomasy w energię użyteczną.....	32
Ryc. 8. Energetyczne wykorzystanie biomasy w literaturze naukowej.....	36
Ryc. 9. Teoretyczny potencjał biomasy rolniczej a różne kategorie potencjału biopaliw.....	41
Ryc. 10. Percepcja środowiska i zachowanie się jednostki.....	45
Ryc. 11. Uwarunkowania ludzkiego zachowania się.....	46
Ryc. 12. Związek PKB i zużycia energii w wybranych krajach świata w 2010 r.....	49
Ryc. 13. Zużycie energii na świecie według trzech scenariuszy do 2040 r. [Mtoe].....	50
Ryc. 14. Zmiany ceny ropy naftowej (1900 – 2017) [USD].....	52
Ryc. 15. Zmiany cen gazu ziemnego, ropy naftowej i węgla kamiennego [USD/1 mln BTU].....	52
Ryc. 16. Samowystarczalność energetyczna członków IEA w 2008 roku.....	53
Ryc. 17. Mechanizm efektu cieplarnianego.....	55
Ryc. 18. Powierzchnia roślin energetycznych zgłoszonych do dopłat w 2008 i 2009 roku.....	67
Ryc. 19. Jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej w województwie lubelskim [pkt].....	69
Ryc. 20. Powierzchnia oraz udział wybranych kompleksów glebowych w użytkach rolnych według powiatów (2007).....	71
Ryc. 21. Udział obszarów o niekorzystnych warunkach rozwoju rolnictwa [%].....	72
Ryc. 22. Obszary ochrony przyrody w województwie lubelskim.....	72
Ryc. 23. Łąki na obszarach Natura 2000.....	73
Ryc. 24. Udział łąk i pastwisk w powierzchni użytków rolnych w województwie lubelskim według PSR i GUGiK.....	75
Ryc. 25. Liczba sztuk dużych na 100 ha użytków rolnych w 2010 r. oraz jej zmiany w latach 2010-2017... ..	76
Ryc. 26. Średnia powierzchnia gospodarstwa rolnego oraz udział gospodarstw w powierzchni użytków rolnych według powiatów województwa lubelskiego w 2010 r.....	78
Ryc. 27. Zbiory zbóż oraz rzepaku i rzepiku w województwie lubelskim w latach 2001-2017.....	79
Ryc. 28. Kierunki użytkowania gruntów ornych według powiatów w 2010 r.....	80
Ryc. 29. Zużycie nawozów mineralnych i wapniowych według powiatów w 2010 r.....	81
Ryc. 30. Wyposażenie gospodarstw rolnych w ciągniki według powiatów w 2010 r.....	82
Ryc. 31. Inwestycje wykorzystujące biomasę.....	83
Ryc. 32. Średni wiek osób prowadzących gospodarstwa rolne według powiatów w 2010 r.....	85
Ryc. 33. Średni okres kierowania gospodarstwem rolnym według powiatów w 2010 r.....	85
Ryc. 34. Wskaźnik wykształcenia rolniczego kierujących gospodarstwem rolnym według powiatów w 2010 r.....	86
Ryc. 35. Udział i dynamika zatrudnienia w rolnictwie i leśnictwie (2012 r., 2015 r.) oraz bezrobocie rejestrowane (2016 r.) według powiatów.....	87
Ryc. 36. Przyrost rzeczywisty na obszarach wiejskich według powiatów w 2012 r.....	88
Ryc. 37. Obszary o korzystnych uwarunkowaniach dla upraw roślin energetycznych.....	91
Ryc. 38. Obszary o znacznym udziale ugorów w powierzchni użytków rolnych w 2010 r.....	92
Ryc. 39. Udział łąk w użytkach rolnych oraz obsada zwierząt na 1 ha łąk i pastwisk.....	93
Ryc. 40. Obszary z niską obsadą zwierząt w stosunku do arealu upraw podstawowych zbóż.....	94
Ryc. 41. Propozycje projektów zagospodarowania biomasy na cele energetyczne.....	94
Ryc. 42. Zakładana struktura miejsc pracy generowanych przez poszczególne typy inwestycji (b – bezpośrednio, p – pośrednio).....	96

Ryc. 43. Typy inwestycji w wykorzystanie biomasy rolniczej i tworzonych miejsc pracy oraz moc proponowanych instalacji biogazowych według powiatów.	96
Ryc. 44. Klasyfikacja powiatów według obiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne.	97
Ryc. 45. Średnie dla klas obiektywnych uwarunkowań produkcji biomasy na cele energetyczne.	98
Ryc. 46. Struktura wykształcenia ankietowanych rolników.	101
Ryc. 47. Udział respondentów z wykształceniem rolniczym.	103
Ryc. 48. Struktura źródeł dochodu respondentów kierujących gospodarstwem rolnym.	104
Ryc. 49. Zróżnicowanie źródeł dochodu ankietowanych rolników według powiatów.	106
Ryc. 50. Towarowość produkcji gospodarstw ankietowanych rolników według powiatów.	107
Ryc. 51. Wyposażenie ankietowanych gospodarstw w maszyny i urządzenia zagospodarowania biomasy według powiatów.	108
Ryc. 52. Wyposażenie ankietowanych gospodarstw w maszyny i urządzenia zagospodarowania biomasy.	110
Ryc. 53. Typy nawożenia w ankietowanych gospodarstwach na tle wskaźnika jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej.	113
Ryc. 54. Formy nawożenia w ankietowanych gospodarstwach [%].	114
Ryc. 55. Odchylenia od dominujących form nawożenia w gospodarstwach [p. proc.].	115
Ryc. 56. Udział respondentów stosujących przyoranie słomy jako sposób nawożenia według powiatów. ...	116
Ryc. 57. Częstotliwość przyorania oraz współczynnik zużycia słomy na ten cel w ankietowanych gospodarstwach [%].	116
Ryc. 58. Udział oraz struktura nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa według deklaracji ankietowanych rolników [%].	118
Ryc. 59. Udział i struktura nadwyżek stałych produktów ubocznych rolnictwa na sprzedaż według deklaracji ankietowanych rolników [%].	119
Ryc. 60. Odchylenia od przeciętnych deklaracji sprzedaży stałych produktów ubocznych rolnictwa [p. proc.].	120
Ryc. 61. Udział deklaracji transportu biomasy i deklarowana średnia odległość przewozu [km].	122
Ryc. 62. Liczba roślin energetycznych wskazanych przez ankietowanych [%].	123
Ryc. 63. Średnia liczba gatunków roślin energetycznych wskazanych przez ankietowanych.	125
Ryc. 64. Typologia deklaracji uprawy roślin energetycznych.	128
Ryc. 65. Ankietowani skłonni do podjęcia uprawy roślin energetycznych w ciągu 5 lat.	128
Ryc. 66. Odchylenia od typowych deklaracji uprawy roślin energetycznych przed upływem 5 lat w wybranych podgrupach ankietowanych [p. proc.].	129
Ryc. 67. Skłonność ankietowanych rolników do podjęcia bezwarunkowej i warunkowej uprawy roślin energetycznych [%].	131
Ryc. 68. Uwarunkowania zmiany negatywnej decyzji respondentów o założeniu plantacji roślin energetycznych przed upływem 5 lat [%].	131
Ryc. 69. Zachęty, które mogłyby skłonić osoby niechętne założeniu plantacji roślin energetycznych do zmiany decyzji przed upływem 5 lat [%].	133
Ryc. 70. Źródła informacji o energii odnawialnej z surowców rolniczych.	135
Ryc. 71. „Telewizja” i inne źródła wiedzy o odnawialnych źródłach energii [%].	135
Ryc. 72. Odchylenia od przeciętnego wykorzystania źródeł informacji o bioenergetyce (w p. proc.) oraz ocena punktowa źródeł.	137
Ryc. 73. Odchylenia od średnich w pytaniu o źródła informacji o bioenergetyce według cech rolników i atrybutów ich gospodarstw [p. proc.].	139
Ryc. 74. Rolnicy posiadający wiedzę o skupie surowców rolnych na cele energetyczne.	140
Ryc. 75. Wiedza o skupie biomasy rolniczej według rodzaju roślin [%].	140
Ryc. 76. Wiedza o skupie biomasy rolniczej na cele energetyczne według charakterystyk gospodarstw [odchylenia od średniej w p. proc.].	141
Ryc. 77. Źródła wiedzy o rolnikach sprzedających biomasę na cele energetyczne [%].	142
Ryc. 78. Wiedza ankietowanych o rolnikach sprzedających biomasę na cele energetyczne.	143
Ryc. 79. Wiedza o ofertach skupu i sprzedających biomasę na cele energetyczne.	144

Ryc. 80. Przyczyny niekorzystania z biopaliw przez gospodarstwa rolne.....	146
Ryc. 81. Przyczyny niewykorzystywania biopaliw według cech rolników i charakterystyk gospodarstw – odchylenia od średniej [p. proc].....	147
Ryc. 82. Ocena możliwości energetycznego wykorzystania biopaliw w gospodarstwie [%].	147
Ryc. 83. Możliwości energetycznego wykorzystania biopaliw w gospodarstwie według ankietowanych rolników.....	148
Ryc. 84. Możliwości energetycznego wykorzystania biomasy w gospodarstwie według cech ankietowanych rolników i charakterystyk gospodarstw [p. proc.].....	148
Ryc. 85. Opinie ankietowanych dotyczące energetycznego wykorzystania surowców rolniczych w gospodarstwie i poza nim [%].....	149
Ryc. 86. Opinie ankietowanych o wykorzystaniu biomasy do produkcji energii w gospodarstwie lub poza nim – odchylenia od średniej [p. proc.].....	150
Ryc. 87. Opinie ankietowanych o wykorzystaniu biomasy do produkcji energii w gospodarstwie lub poza nim – odchylenia od średniej.	152
Ryc. 88. Korzyści energetycznego wykorzystania biomasy według ankietowanych [%].	154
Ryc. 89. Korzyści energetycznego wykorzystania biomasy.	155
Ryc. 90. Korzyści z wykorzystania surowców rolniczych do produkcji energii – odchylenia od średniej [p. proc].....	157
Ryc. 91. Ocena możliwości zastąpienia konwencjonalnych źródeł energii źródłami odnawialnymi.	158
Ryc. 92. Opinia ankietowanych o organizacji grup producenckich biomasy rolniczej [%].....	159
Ryc. 93. Opinie ankietowanych o organizacji grup producenckich w bioenergetyce.....	160
Ryc. 94. Skłonności ankietowanych do udziału w szkoleniach na temat biopaliw [%].....	161
Ryc. 95. Skłonność ankietowanych do udziału w szkoleniu na temat biopaliw według powiatów.....	162
Ryc. 96. Opinia rolników o wiedzy innych rolników województwa lubelskiego na temat produkcji energii odnawialnej z surowców rolniczych.	163
Ryc. 97. Opinia ankietowanych o wiedzy społeczności wiejskiej na temat bioenergetyki i przekazach informacji o bioenergetyce.	164
Ryc. 98. Średnie dla klas subiektywnych uwarunkowań zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa i uprawy roślin energetycznych.	166
Ryc. 99. Klasyfikacja powiatów według deklaracji rolników zagospodarowania stałych produktów ubocznych rolnictwa i uprawy roślin energetycznych.	166
Ryc. 100. Średnie dla klas wiedzy i opinii rolników o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu na cele energetyczne.	168
Ryc. 101. Klasyfikacja powiatów według wiedzy i opinii rolników o roślinach energetycznych i ich wykorzystaniu na cele energetyczne.....	169
Ryc. 102. Zbiory słomy zbożowej i rzepakowej oraz zapotrzebowanie na słomę jako ściólkę i paszę w województwie lubelskim w latach 2001-2017 [tys. t].	176
Ryc. 103. Różnica między produkcją i zapotrzebowaniem na słomę w województwie lubelskim w latach 2001-2017 [tys. t].	176
Ryc. 104. Bilans substancji organicznej w Polsce [tys. t suchej masy obornika].	177
Ryc. 105. Potencjał teoretyczny stałych produktów ubocznych rolnictwa oraz siana z łąk „nieujawnionych” w deklaracjach rolników według powiatów.	179
Ryc. 106. Średni potencjał biopaliw stałych – wariant I.....	182
Ryc. 107. Średni potencjał techniczny sPUR – wariant II.....	184
Ryc. 108. Możliwość przeznaczenia gruntów pod uprawę roślin energetycznych [%].	185
Ryc. 109. Deklaracje założenia plantacji roślin energetycznych.	186
Ryc. 110. Deklarowane powierzchnie gruntów pod plantacje roślin energetycznych [ha].....	187
Ryc. 111. Udział respondentów skłonnych do założenia plantacji roślin energetycznych oraz rolnicy niekonsekwentni w deklarowaniu ich założenia.	187
Ryc. 112. Prognoza potencjału technicznego biopaliw stałych według źródeł ich pochodzenia [tys. t].	188
Ryc. 113. Powierzchnia zasiewów i zbiory rzepaku i rzepiku w województwie lubelskim w latach 2001-2017	190
Ryc. 114. Udział gospodarstw z chowem zwierząt oraz liczba sztuk dużych w gospodarstwie i powiecie. .	193

Ryc. 115. Średnie dla klas potencjałów biomasy na cele energetyczne.....	194
Ryc. 116. Klasyfikacja powiatów według potencjałów biomasy na cele energetyczne.....	195
Ryc. 117. Model polityki rozwoju produkcji energii z biomasy rolniczej.....	198
Ryc. 118. Pozytywne efekty rozwoju bioenergetyki.....	199
Ryc. 119. Narzędzia polityki rozwoju bioenergetyki.....	205
Ryc. 120. Negatywne efekty zewnętrzne rozwoju bioenergetyki.....	208

12 Wykaz tabel

Tab. 1. Ankietowane gospodarstwa według powierzchni.....	10
Tab. 2. Powierzchnia upraw roślin w województwie lubelskim w 2011 r. – porównanie estymacji na podstawie ankiet z danymi GUS [tys. ha].....	11
Tab. 3. Pogłowie zwierząt gospodarskich w województwie lubelskim – porównanie estymacji na podstawie ankiet z danymi GUS (2010) [tys. szt.].....	12
Tab. 4. Współczynniki Z_{kz} , W_{kz} , PU_1 produktów ubocznych uprawy roślin.....	14
Tab. 5. Odnawialne źródła energii – procesy przemian i formy energii.....	26
Tab. 6. Zmiany liczby ludności świata w latach 1980 – 2035.....	50
Tab. 7. Udokumentowane zasoby ropy naftowej oraz gazu ziemnego na świecie.....	51
Tab. 8. Emisja CO ₂ w wybranych krajach, regionach i na świecie [mln m ³].....	59
Tab. 9. Wnioski z województwa lubelskiego o dopłaty do uprawy roślin energetycznych w latach 2007-2009.....	66
Tab. 10. Struktura użytków rolnych w Polsce i województwie lubelskim w 2017 r.....	75
Tab. 11. Przeciętny wiek ankietowanego rolnika a powierzchnia gospodarstwa rolnego.....	100
Tab. 12. Udział kierujących gospodarstwem rolnym z wykształceniem rolniczym według powierzchni gospodarstwa rolnego.....	103
Tab. 13. Udział ankietowanych nieposiadających ciągnika według powierzchni gospodarstw.....	109
Tab. 14. Ocena źródeł wiedzy o energii odnawialnej z surowców rolniczych.....	136
Tab. 15. Ceny skupu surowców rolniczych w sezonie 2011-12 [zł].....	141
Tab. 16. Wysokie odchylenia od średnich o źródłach wiedzy na temat sprzedających biomasę rolną na cele energetyczne [p. proc.].....	144
Tab. 17. Ranking podgrup rolników według ich cech, charakterystyk gospodarstw i przychylności dla bioenergetyki.....	171
Tab. 18. Szacunki potencjałów biopaliw w województwie lubelskim jako ekwiwalent słomy [tys. ton].....	174
Tab. 19. Zestawienie współczynników redukcyjnych biomasy.....	180
Tab. 20. Potencjał techniczny sPUR w województwie lubelskim ogółem oraz z wyłączeniem wybranych grup gospodarstw [mln t].....	183
Tab. 21. Potencjał techniczny biopaliw stałych w województwie lubelskim [mln t].....	188

13 Załącznik

Kwestionariusz ankiety dla kierujących gospodarstwem rolnym

Ankieta ma charakter anonimowy i zostanie wykorzystana wyłącznie w celach naukowych. Celem kontroli ankietujących studentów proszony/a jest Pan/Pani o podanie numeru telefonu. Nie jest to jednak wymagane.

mgr Jacek Dobrowolski

METRYCZKA

1. **Miejscowość**....., **gmina**.....,
2. Cechy kierującego gospodarstwem: **pleć**: M K, **wiek**....., **stan cywilny**.....
3. Wykształcenie: a). rodzaj: rolnicze nierolnicze, b). poziom: niepełne podstawowe, podstawowe, zawodowe średnie, policealne, wyższe magisterskie, inżynierskie, licencjackie

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GOSPODARSTWA

4. Źródła dochodu kierującego gospodarstwem: tylko rolnictwo, rolnictwo i inne źródła (jakie?).....,
5. Powierzchnia gospodarstwa z dzierżawami (łąki też)ha, w tym: grunty dzierżawione.....ha
6. Główne uprawy i ich areal (2010 r.): a)....., ... ha; b)....., ...ha; c)....., ...ha; d) rośliny sadownicze....., ...ha; e) przemysłowe (jakie?) , ...ha.
7. Czy gospodarstwo prowadzi produkcję zwierzęcą?: tak nie Jeśli nie, proszę przejść do pytania 9.

8. Zwierzęta gospodarskie (sztuk): **bydło**.....(w tym **krowy**.....), **trzoda chlewna**....., **drób** (jeśli ponad 100 szt.) , **inne** (jeśli ponad 5 sztuk podać ile, jeśli nie pominąć)....., jakie?

9. Jaka część całej produkcji rolnej przeznaczana jest na sprzedaż? 0 – 25%, 25 – 50%, 50 – 75%, 75 – 100%.

MECHANIZACJA I NAWOŻENIE

10. Czy posiada Pan/i ciągnik: tak nie Jeśli nie to przejść od razu do pytania 14.

11. Czy jego moc jest wyższa niż 100 koni mechanicznych? tak nie, Czy jest nowszy niż rocznik 2000? tak nie.

12. Czy posiada Pan/i co najmniej jedną przyczepę? tak nie. Ładowność największej:

13. Czy ma Pan/i prasę do zbioru słomy: tak nie. Jeśli tak, to Pana/i prasa wytwarza: małą kostkę, bele, dużą kostkę.

14. Jaki typ nawożenia przeważał w Pan/i gospodarstwie w ostatnich kilku latach? mineralne, organiczne.

15. Czy stosował/a Pan/i przyoranie słomy jako sposób nawożenia? tak nie. Jeśli nie to przejść do pytania 17.

16. Jeśli tak to jak często: co roku, co drugi rok, co trzeci rok, rzadziej.

RESZTKI POŹNIWNE

17. Czy występują w Pana/i gospodarstwie nadwyżki słomy, siana lub innych resztek poźniwnych? tak nie. Jeśli nie, proszę przejść do pytania 21.

18. Jakiego typu resztki poźniwne występują w Pana/i gospodarstwie rolnym? słoma zbożowa, słoma rzepakowa, wycinki z sadów (ponad 1ha), siano, inne, podać jakie (ziola, chmiel, len)

19. Czy sprzedawał/a by Pan/i te resztki corocznie?: tak, całość, tak, więcej niż połowę, tak, mniej niż połowę, nie, nie byłbym/abym zainteresowany/a. Jeśli nie, proszę przejść do pytania 21.

20. Czy byłby/aby Pan/i zainteresowana tym, aby samodzielnie przetransportować resztki poźniwne do odbiorcy (jeśli warunki byłyby satysfakcjonujące)? tak nie. Jeśli tak, to na jaką maksymalną odległość? km.

UPRAWA ROŚLIN ENERGETYCZNYCH

21. Czy prowadzi Pan/i produkcję roślin energetycznych? tak nie. Jeśli tak to: Na jakiej powierzchni? gatunek rośliny Jeśli odpowiedziano tak na to pytanie, to pominąć pytania 24, 25 i 26.

22. Czy posiada Pan/Pani grunty, które mogłyby być aktualnie przeznaczone pod uprawę roślin

energetycznych? tak, nie. *Jeśli nie, to przejść do pytania 24.*

23. Jaki **areal** przeznaczyłby/aby Pan/i pod uprawę roślin energetycznych? do 1ha, 1 – 2ha, 2 – 5ha, ponad 5ha. Jeśli więcej niż 5ha to ile? ha.

24. Czy widzi Pan/Pani możliwość podjęcia takich upraw przed upływem 5 lat? tak, nie. *Jeśli tak, to przejść do pytania 27.*

25. Czy podjął/ęła by Pan/Pani uprawę roślin energetycznych, gdyby w okolicy istniał wiarygodny odbiorca surowca, a przedsięwzięcie byłoby zyskowne? tak nie.

26. Co mogłoby zainteresować Pana/ią uprawą roślin energetycznych? *Wybrać najodpowiedniejszą (jedną) opcję.* nic, nie jest w stanie mnie zainteresować, zagwarantowanie ceny w umowie, zagwarantowanie zbytu w umowie, pomoc w założeniu plantacji lub szkolenia na ten temat.

WYKORZYSTANIE BIOPALIW W GOSPODARSTWIE

27. Czy korzysta Pan/ni w swoim gospodarstwie z innych biopaliw niż drewno? tak, nie. *Jeśli tak, to z jakich?..... Jeśli tak to przejść do pytania 29.*

28. Jaka przyczyna powoduje, że we własnym gospodarstwie nie korzysta Pan/ni z odnawialnych źródeł energii? czynniki ekonomiczne – bo to się nie opłaca, brak dostatecznej własnej wiedzy, dostępność sadzonek, urządzeń.

29. Czy widzi Pan/ni możliwość produkcji paliwa rolniczego z rzepaku lub szanse na wykorzystywanie resztek z uprawy do produkcji energii cieplnej na potrzeby gospodarstwa? tak, nie.

WIEDZA I OPINIE

30. Jakie zna Pan/i gatunki roślin energetycznych (*to znaczy takich, które uprawia się z myślą o przetworzeniu na paliwo lub energię*)?

31. Skąd czerpie Pan/i informacje o energii odnawialnej z surowców rolniczych (biopaliwach itp.). *Zaznaczyć maksymalnie 3:* z telewizji, z fachowej prasy rolniczej, z wystaw i targów rolniczych, ze spotkań informacyjnych w gminie, od znajomych rolników.

32. Jak ocenia Pan/Pani poziom poinformowania społeczności wiejskiej na temat produkcji energii odnawialnej z surowców rolniczych? niski, wystarczający, dobry, bardzo dobry.

33. Czy w najbliższej przyszłości widzi Pan/i konieczność wykorzystania w gospodarce (na różnych szczeblach) surowców rolniczych do produkcji energii (ogrzewania, elektryczności i paliw)? tak, na poziomie kraju, tak, lokalnie, np. w gminie, tak, w moim gospodarstwie, nie.

34. Która Pana/i zdaniem korzyść płynąca z wykorzystania surowców rolniczych do produkcji energii jest najważniejsza: zagospodarowanie terenów odlogowanych oraz łąk itp., obniżenie kosztów produkcji rolnej, ochrona środowiska, zmniejszenie bezrobocia na obszarach wiejskich, zmniejszenie zależności energetycznej kraju,

35. Czy uważa Pan/i że odnawialne źródła energii mogą całkowicie zastąpić konwencjonalne źródła i energii cieplnej elektrycznej? tak nie.

UWARUNKOWANIA LOKALNE

36. Czy w Pana/i okolicy pojawiają się oferty skupu produktów i odpadów rolnych (z przeznaczeniem) na biodiesel, spalanie, biogaz lub inne?: tak nie. *Jeśli nie, to przejść do pytania 38.*

37. Jeśli tak to, **jakiego produktu dotyczy oferta**, **jaką oferuje się cenę**, w jakich **jednostkach następuje rozliczenie** (tona, GJ, bela, itp.).....

38. Czy zna Pan/i gospodarza, który sprzedaje swoją produkcję lub odpady z niej (z przeznaczeniem) na biodiesel, spalanie, biogaz lub inne: tak, osobiście, tak, ze słyszenia, nie.

39. Czy widzi Pan/i potrzebę organizowania grup producenckich w celu wspólnej realizacji inwestycji z zakresu produkcji lub wykorzystania roślin energetycznych? tak nie.

40. Czy wzięł/ęła by Pan/i udziału w bezpłatnym seminarium/szkoleniu/demonstracji na temat odnawialnych źródeł energii z biomasy? tak nie.

Dziękuję za udzielone odpowiedzi