

Karolina GAFKA*
Dorota JANISZEWSKA**

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SŁOMY NA CELE ENERGETYCZNE W WOJEWÓDZTWIE POMORSKIM

Zarys treści: Celem artykułu jest ocena możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w województwie pomorskim. W artykule dokonano oszacowania produkcji, zapotrzebowania w rolnictwie, nadwyżki oraz potencjału energetycznego słomy. Analizę przeprowadzono w układzie powiatów. Badania pokazują, że nadwyżka słomy możliwa do wykorzystania na cele energetyczne w województwie pomorskim wynosi ponad 1 mln ton, co stanowi 10,4 tys. TJ energii rocznie. Największy potencjał energetyczny słomy odnotowano w powiatach: słupskim, sztumskim, tczewskim, malborskim, człuchowskim i nowodworskim. Natomiast najniższy potencjał występuje w powiatach: lęborskim, puckim, kościerskim, chojnickim i kartuskim.

Słowa kluczowe: województwo pomorskie, biomasa, słoma, potencjał energetyczny.

Wprowadzenie

Odnawialne źródła energii, w wyniku wyczerpywania się paliw kopalnych i zwiększania się potrzeb energetycznych świata, zyskują coraz większą popularność. Głównymi zaletami odnawialnych źródeł energii (OZE) jest odnawialność zasobów i brak zanieczyszczenia środowiska, co przy pogłębiającym się efekcie cieplarnianym ma duże znaczenie. Do OZE zalicza się energetykę wodną, wiatrową, geotermalną, słoneczną oraz energię pozyskiwaną z biomasy, w tym ze słomy.

Słoma zwykle definiowana jest jako dojrzałe lub wysuszone źdźbła roślin zbożowych, ponadto określenia tego używa się również w stosunku do wysuszonych łodyg roślin strączkowych, lnu oraz rzepaku¹. Słoma, zaliczana do biomasy rolniczej stanowi pozostałość po produkcji roślinnej w gospodarstwach

* Absolwentka studiów licencjackich kierunku Gospodarka Przestrzenna na Wydziale Nauk Ekonomicznych Politechniki Koszalińskiej

** Katedra Polityki Ekonomicznej i Regionalnej, Wydział Nauk Ekonomicznych, Politechnika Koszalińska

¹ *Mala encyklopedia rolnicza*, PWRiL, Warszawa 1963, s. 732-733.

rolnych. Na wielkość produkowanej słomy ma wpływ wiele czynników, przy czym do najważniejszych można zaliczyć powierzchnię upraw roślin, których produktem ubocznym jest słoma; plony, gatunek i odmiany roślin; nawożenie oraz przebieg pogody². Najczęściej surowiec ten wykorzystywany jest w celach rolniczych, tj. jako ściółka, pasza oraz nawóz. Natomiast jej nadwyżki mogą stanowić cenny surowiec do produkcji energii.

W aspekcie energetycznym wyróżnia się dwa rodzaje słomy, tj. „żółtą” oraz „szarą”. Pierwsza z nich z uwagi, iż jest surowcem świeżym charakteryzuje się większą wilgotnością i w związku z tym mniejszą wartością opałową. Ponadto zawiera więcej metali alkalicznych i związków chloru, które przyspieszają procesy korozyjne i zwiększają ilość zużła³. Zatem na cele energetyczne bardziej przydatna jest słoma „szara”, która po skoszeniu jest zostawiana przez kilka dni na polu w celu pozbycia się niepożądanych związków chloru, potasu i siarki dzięki deszczom i rosie⁴. Jak podkreśla Denisiuk⁵ oraz Gradziuk⁶ największe znaczenie energetyczne ma słoma żytnia, pszenna, rzepakowa i gryczana oraz słoma i osadki z kukurydzy. Natomiast słoma owsiana z uwagi na dużą zawartość krzemu i potasu, ma niską temperaturę topnienia popiołu co sprawia duże kłopoty eksploatacyjne kotłów.

Utylizacja słomy przez jej zagospodarowanie w energetyce jest rozwiązaniem optymalnym, gdyż przynosi wszechstronne korzyści. Ponadto zdaniem Lewandowskiego i Rymsa⁷ słoma zaraz po drewnie jest najbardziej liczącym się biopaliwem stałym w Polsce.

Cel i metody badań

Celem pracy jest ocena możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w powiatach województwa pomorskiego. Z uwagi na to, iż dane na podstawie których można dokonać oszacowania słomy na cele energetyczne w układzie powiatów pojawiają się jedynie w Powszechnych Spisach Rolnych

² P. Gradziuk, *Biopaliwa*, Wydawnictwo „Wieś Jutra”, Warszawa 2003, s. 30.

³ W. Lewandowski, M. Ryms, *Biopaliwa. Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2013, s. 141.

⁴ H. Karcz, M. Kantorek, M. Grabowicz, K. Wierzbicki, *Możliwość wykorzystania słomy jako źródła paliwowego w kotłach energetycznych*, „Inżynieria Środowiska”, XI-XII 2013, s. 10.

⁵ W. Denisiuk, *Brykiety/pelety ze słomy w energetyce*, „Inżynieria Rolnicza”, nr 9 (97) 2007, s. 41-47.

⁶ P. Gradziuk, *Gospodarcze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w Polsce*, IUNG-BIP, Puławy 2015, s. 71-72.

⁷ W. Lewandowski, M. Ryms, op. cit., s. 141.

jako zakres czasowy przyjęto ostatni rok spisowy tj. 2010. Ponadto badania obejmują analizę potencjału technicznego słomy, definiowanego jako potencjał teoretyczny pomniejszony o ilość biomasy wykorzystywanej w celach innych niż energetyczne, który może być pozyskany w ramach określonych technologii z uwzględnieniem sprawności energetycznej urządzeń przetwarzających surowiec na energię użytkową⁸.

Zatem w procesie szacowania potencjału energetycznego słomy w pierwszej kolejności należy obliczyć jej nadwyżkę. Nadwyżka słomy jest rozumiana jako różnica między zbiorem i zapotrzebowaniem na nią w rolnictwie (pasza, ściółka i nawóz). Do obliczenia nadwyżki słomy posłużono się następującą formułą⁹:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n) \quad (1)$$

gdzie:

N – nadwyżka słomy możliwa do wykorzystania energetycznego (t),

P – produkcja słomy zbóż oraz rzepaku i rzepiku,

Z_s – zapotrzebowanie na słomę ściółkową,

Z_p – zapotrzebowanie na słomę paszową,

Z_n – zapotrzebowanie słomy na przyoranie.

Tabela 1. Stosunek plonu ziarna do plonu słomy

Pszenica	Żyto	Jęczmień	Owies	Pszennyto	Mieszanki zbożowe	Rzepak i rzepik	Kukurydza
1: 0,8	1: 1,4	1: 0,9	1: 1,05	1: 0,8	1: 0,95	1: 1	1: 1,5

Źródło: M. Jasiulewicz, *Potencjał biomasy w Polsce*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 2012, s. 86.

Produkcję słomy w regionie oszacowano na podstawie arealu uprawy danego rodzaju zboża i rzepaku, plonu ziarna oraz współczynników plonu ziarna do plonu słomy. Do obliczeń zastosowano następującą formułę¹⁰:

⁸ A. Kowalczyk-Juśko, *Metodyka szacowania regionalnych zasobów biomasy na cele energetyczne*, (w:) „Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej”, „Zeszyty Naukowe SGGW”, Nr 85, Warszawa 2010, s. 104.

⁹ P. Gradziuk, op. cit., s. 31.

¹⁰ A. Kowalczyk-Juśko, *Zasady sporządzania bilansu odnawialnych źródeł energii i oceny zasobów biomasy*, (w:) *Odnawialne źródła energii w Polsce. Rolnicze surowce energetyczne*, PWRiL, Poznań 2012, s. 440.

$$P = \sum_{i=1}^n A \cdot Y \cdot w_{zs} \quad (2)$$

gdzie:

P – produkcja słomy zbóż oraz rzepaku i rzepiku (t),

A – powierzchnia uprawy danego gatunku rośliny (ha),

Y – plon ziarna danego gatunku rośliny (t),

w_{zs} – stosunek plonu słomy do plonu ziarna (tab. 1).

Zapotrzebowanie na słomę wykorzystywaną w produkcji zwierzęcej tj. na paszę i ściółkę obliczono na podstawie ilości pogłowia zwierząt gospodarskich oraz rocznych normatywów dla danych gatunków zwierząt (tab. 2). Do obliczeń wykorzystano następujące formuły¹¹:

$$Z_s = \sum_{i=1}^n q_1 s_1 \quad \text{oraz} \quad Z_p = \sum_{i=1}^n q_1 p_1 \quad (3)$$

gdzie:

Z_s – zapotrzebowanie słomy na ściółkę (t),

Z_p – zapotrzebowanie słomy na paszę (t),

q_1 – pogłowie danego gatunku zwierząt,

s_1 – normatyw zapotrzebowania słomy na ściółkę dla danego gatunku zwierząt,

p_1 – normatyw zapotrzebowania słomy na paszę dla danego gatunku zwierząt.

Tabela 2. Roczne normatywy zapotrzebowania na słomę w produkcji zwierzęcej (t/rok/szt.)

Wyszczególnione	Pasza (p_i)	Ściółka (s_i)
Bydło:		
krowy	1,2	1,0
pozostałe	0,6	0,5
Trzoda chlewna:		
lochy	-	0,5
pozostałe	-	0,2
Owce	0,2	0,2
Konie	0,8	0,9

Źródło: A. Kowalczyk-Juško, *Zasady ...*, op. cit., s. 442.

¹¹ A. Kowalczyk-Juško, *Zasady ...*, op. cit., s. 441.

Według szacunków Kusia, Madeja i Kopińskiego z IUNG w Puławach w województwie pomorskim nawożenie obornikiem w całości pokrywa niedobór próchnicy¹². Na podstawie tych badań przyjęto, że w województwie pomorskim nie ma potrzeby stosowania słomy jako nawozu organicznego.

Na podstawie oszacowanej nadwyżki słomy, jej wartości opałowej oraz sprawności urządzeń do spalania słomy obliczono techniczny potencjał energetyczny. W badaniach przyjęto wartość opałową słomy na poziomie 13 GJ/t przy wilgotności 18-22%, natomiast sprawność urządzeń służących do jej spalania przyjęto na poziomie 80%. Zastosowano następującą formułę¹³:

$$E_{sl} = Z_{sl} \cdot 13 \cdot 80\% \text{ (GJ/rok)} \quad (4)$$

gdzie:

E_{sl} – potencjał energetyczny słomy (GJ/rok),

Z_{sl} – masa nadwyżek słomy (t),

80% – sprawność urządzeń do spalania słomy,

13 GJ/t – wartość energetyczna słomy (przy wilgotności 18-22%).

Zasoby słomy w powiatach województwa pomorskiego

W pracy przyjęto, iż na wielkość zasobów słomy składa się produkcja zbóż podstawowych, mieszanek zbożowych, kukurydzy na ziarno oraz rzepaku i rzepiku. Z danych Powszechnego Spisu Rolnego GUS wynika, iż w 2010 roku grunty pod zasiewami zajmowały obszar 571,9 tys. ha, stanowiąc 70,6% użytków rolnych województwa pomorskiego. Największą powierzchnię zasiewów w badanym regionie zajmują uprawy pszenicy – 136,7 tys. ha, tj. 28,9%, rzepaku i rzepiku – 74,2 tys. ha, tj. 15,7% oraz pszenżyta – 69,7 tys. ha, tj. 14,8% ogólnej powierzchni gruntów pod zasiewami. Natomiast zdecydowanie mniejszą powierzchnią zasiewów w województwie pomorskim cechują się uprawy kukurydzy na ziarno – 5,6 tys. ha oraz owsa – 36,8 tys. ha, których udział w powierzchni zasiewów zbóż wynosi odpowiednio 1,2% i 7,8%. Zasiewy zbóż podstawowych wraz z mieszanekami zbożowymi, kukurydzą na ziarno oraz rzepakami i rzepikami w 2010 roku zajmowały obszar 472,7 tys. ha, tj. 82,7% ogólnej powierzchni pod zasiewami. Z przeprowadzonych badań wynika, iż produkcja słomy w regionie jest znaczna, ale bardzo zróżnicowana przestrzennie. W całym województwie pomorskim produkcja słomy z uwzględnionych w analizie zbóż w 2010 roku wyniosła 1524,9 tys. ton. Najwyższą produkcję

¹² J. Kuś, A. Madej, J. Kopiński, *Bilans słomy w ujęciu regionalnym*, (w:) *Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce*, IUNG, Puławy 2006, s. 220.

¹³ E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii. Przykłady obliczeniowe*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015, s. 51.

słomy odnotowano w powiecie słupskim, która kształtuje się na poziomie ponad 161 tys. ton. Dużą produkcją słomy cechują się także powiaty: człuchowski, sztumski, tczewski i starogardzki, na obszarach tych produkcja słomy przekracza 100 tys. ton na rok (tab. 3). Na wielkość zbiorów słomy na tych obszarach wpływa w znacznym stopniu duży areał upraw zbóż, który wynika głównie z korzystnych warunków dla produkcji roślinnej tj. dobrej jakości gleb, klimatu, warunków wodnych oraz ukształtowania terenu. Najmniej słomy produkuje się natomiast w powiatach: wejherowskim, kartuskim, lęborskim i kościerskim, które charakteryzują się mniejszym areałem upraw oraz gorszymi warunkami dla produkcji roślinnej (rys. 1).

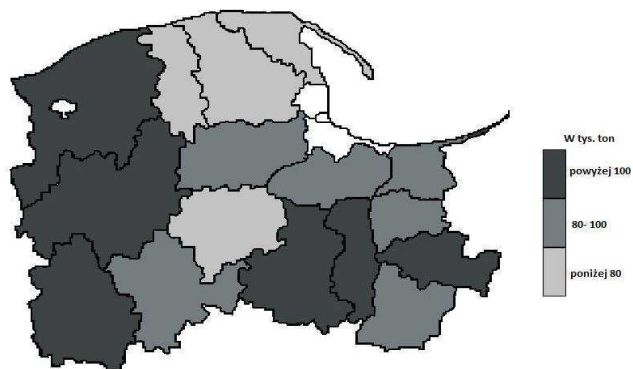
Tabela 3. Zapotrzebowanie w rolnictwie na słomę w powiatach województwa pomorskiego w 2010 roku

Wyszczególnienie	Produkcja słomy	Zapotrzebowanie na słomę w rolnictwie				Udział rolniczego zapotrzebowania na słomę w ogólnej produkcji słomy
		na ściólkę	na paszę	ogółem	udział w zapotrzebowaniu ogólnym	
	tys. t/rok	tys. t/rok			%	%
gdański	82,4	6,5	5,5	11,9	2,3	0,8
kartuski	89,5	33,8	21,7	55,5	10,7	3,6
nowodworski	94,5	10,2	9,2	19,4	3,7	1,3
pucki	42,2	10,4	7,8	18,2	3,5	1,2
wejherowski	77,2	21,3	12,9	34,2	6,6	2,2
bytowski	108,1	22,5	13,9	36,4	7,0	2,4
lęborski	32,5	8,2	6,9	15,1	2,9	1,0
słupski	161,3	15,1	9,5	24,5	4,7	1,6
kwidzyński	94,0	19,1	8,6	27,7	5,3	1,8
malborski	96,3	6,9	6,6	13,6	2,6	0,9
starogardzki	118,8	36,5	12,1	48,6	9,3	3,2
tczewski	113,4	20,9	8,1	29,0	5,6	1,9
sztumski	123,8	17,5	11,8	29,3	5,6	1,9
chojnicki	83,4	31,1	20,2	51,3	9,9	3,4
czyłuchowski	136,8	56,9	3,6	60,5	11,6	4,0
kościerski	70,7	27,8	17,7	45,5	8,7	3,0
Razem	1 524,9	344,6	176,1	520,7	100,0	34,1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, J. Kuś, A. Madej, J. Kopiński, op. cit., s. 220.

Całość wyprodukowanej słomy w województwie pomorskim nie może być przeznaczona jedynie na cele energetyczne. Duże zapotrzebowanie na słomę

wykazuje rolnictwo. Zatem szacując ilość słomy możliwej do wykorzystania na cele energetyczne obliczono jej zapotrzebowanie w rolnictwie tj. na potrzeby ściółkowe, paszowe oraz przyoranie.



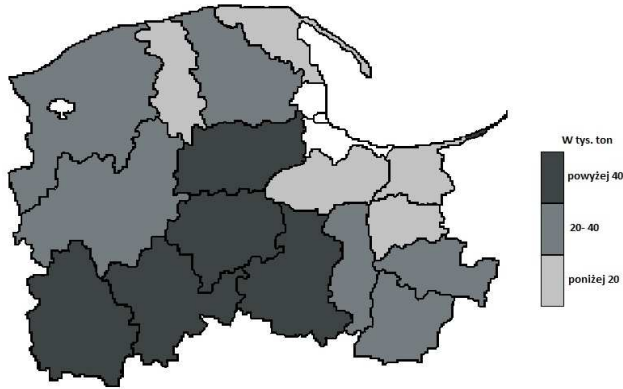
Rysunek 1. Produkcja słomy w powiatach województwa pomorskiego w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Najstarszym sposobem zagospodarowania słomy jest wykorzystanie jej jako materiału ściółkowego. Ze względu na spadek pogłowia zwierząt gospodarskich występuje coraz mniejsza potrzeba wykorzystywania słomy pod ściółkę. W województwie pomorskim na cele ściółkowe przeznaczana się 344,6 tys. ton słomy. Zdecydowanie największe zapotrzebowanie na słomę odnotowano w powiecie człuchowskim (56,9 tys. ton), które wynika z chowu bardzo dużej ilości zwierząt gospodarskich na tym obszarze. Ponadto wysokie zapotrzebowanie na ściółkę odnotowano również w powiatach starogardzkim i kartuskim, które wynosi odpowiednio 36,5 tys. ton i 33,8 tys. ton. Natomiast najmniej słomy na ściółkę zużyto w powiecie gdańskim, malborskim i lęborskim, odpowiednio 6,5 tys. ton, 6,9 tys. ton i 8,2 tys. ton, w gospodarstwach tych powiatów występuje najmniej inwentarza (tab. 3).

Pomimo małej wartości odżywczej słoma wykorzystywana jest także jako pasza dla zwierząt. W województwie pomorskim łącznie na ten cel zużywa się 176,0 tys. ton słomy. Zdecydowanie największe zużycie słomy na paszę odnotowano w powiecie kartuskim – 21,7 tys. ton, wynika to głównie z występującej dużej liczby koni i owiec na tym obszarze, a to w chowie tych zwierząt w szczególności stosuje się słomę jako paszę lub dodatek do pasz. Ponadto wysokie zapotrzebowanie na ten cel występuje w powiatach chojnickim, kościerskim i bytowskim, odpowiednio 20,2 tys. ton, 17,7 tys. ton i 13,9 tys. ton. W 2010 roku najmniej słomy na cele paszowe odnotowano w powiecie

człuchowskim, gdańskim i malborskim, odpowiednio 3,6 tys. ton, 5,5 tys. ton i 6,6 tys. ton (tab. 3).



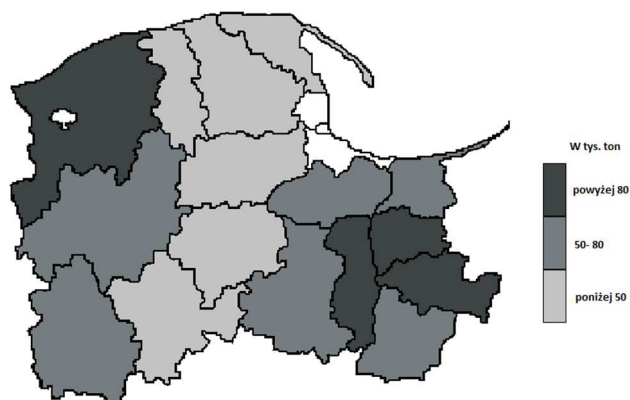
Rysunek 2. Zapotrzebowanie rolnictwa na słomę w powiatach województwa pomorskiego w 2010 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Największe zapotrzebowanie słomy na cele rolnicze, tj. na ściółkę i paszę, w województwie pomorskim odnotowano w powiatach: człuchowskim (60,5 tys. t), kartuskim (55,5 tys. t), chojnickim (51,3 tys. t), starogardzkim (48,6 tys. t) i kościerskim (45,5 tys. t). Łącznie powiaty te kumulują 40,2% zapotrzebowania rolnictwa na słomę w regionie. Natomiast najmniejsze zapotrzebowanie odnotowano w powiatach: gdańskim (11,9 tys. t), malborskim (13,6 tys. t) lęborskim (15,1 tys. t), puckim (18,2 tys. t) i nowodworskim (19,4 tys. t). Łącznie powiaty kumulują jedynie 15,0% ogólnego zapotrzebowania na słomę w województwie pomorskim (rys. 2).

Potencjał energetyczny nadwyżek słomy w powiatach województwa pomorskiego

Na podstawie areалу upraw zbóż, zbiorów zbóż, plonu słomy oraz wielości zapotrzebowania na słomę w rolnictwie oszacowano nadwyżkę słomy, która może zostać wykorzystana na cele energetyczne w województwie pomorskim. Łącznie w badanym regionie nadwyżka słomy w 2010 roku wyniosła ponad 1 mln ton (tab. 4).



Rysunek 3. Nadwyżka słomy w powiatach województwa pomorskiego (w t)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

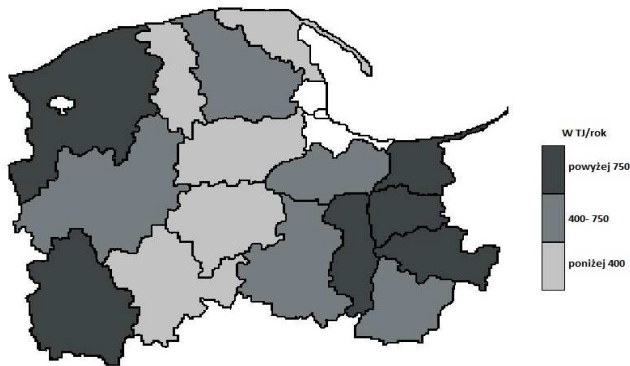
Tabela 4. Nadwyżka oraz potencjał energetyczny słomy w powiatach województwa pomorskiego w 2010 roku

Wyszczególnione	Nadwyżka słomy (tys. t)	Potencjał energetyczny słomy (TJ/rok)	Udział w potencjale ogólnym (%)
gdański	70,4	732,6	7,0
kartuski	34,0	353,2	3,4
nowodworski	75,1	780,7	7,5
pucki	24,0	250,1	2,4
wejherowski	42,9	446,5	4,3
bytowski	71,7	745,5	7,1
lęborski	17,4	181,2	1,7
słupski	136,7	1421,9	13,6
kwidzyński	66,3	690,0	6,6
malborski	82,7	860,6	8,2
starogardzki	70,3	731,1	7,0
tczewski	84,4	878,3	8,4
sztumski	94,5	982,9	9,4
chojnicki	32,1	334,1	3,2
człuchowski	76,3	793,4	7,6
kościerski	25,2	262,3	2,5
Razem	1 004,2	10 444,2	100,0

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W układzie lokalnym zdecydowanie najwyższą nadwyżką słomy możliwą do wykorzystania na cele energetyczne cechował się powiat słupski (136,7 tys. t). Dużą nadwyżkę słomy odnotowano również w powiatach: sztumskim (94,5 tys. t), tczewskim (84,5 tys. t) i malborskim (82,7 tys. t). W powiatach tych występują duże zasiewy zbóż i rzepaku, co wpływa na dużą produkcję słomy. Ponadto w wymienionych powiatach występuje stosunkowo niskie zapotrzebowanie słomy na cele rolnicze. Natomiast najmniejszą nadwyżkę słomy odnotowano w powiecie lęborskim (17,4 tys. t/rok) i jest ponad trzy razy mniejsza niż średnia nadwyżka dla województwa (62,8 tys. t). Małą nadwyżką słomy w porównaniu z powiatem słupskim odnotowano także w powiatach: puckim (24,0 tys. t), kościerskim (25,2 tys. t) i chojnickim (32,1 tys. t). Na tak niski wynik wpływa przede wszystkim mały areal upraw zbóż i rzepaku (słaba jakość gleb), a także dość duża liczba zwierząt gospodarskich, która wiąże się z zapotrzebowaniem na słomę w rolnictwie (rys. 3).

Na podstawie oszacowanej nadwyżki słomy, jej wartości energetycznej oraz sprawności urządzeń przetwarzających surowiec na odnawialną energię cieplną obliczono techniczny potencjał energetyczny słomy w województwie pomorskim. Z przeprowadzonych badań wynika, że w całym regionie można uzyskać 10 444,2 TJ energii rocznie ze słomy (tab. 4).



Rysunek 4. Potencjał energetyczny słomy w powiatach województwa pomorskiego w 2010 roku (TJ/rok)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Największy potencjał energetyczny ze słomy odnotowano w powiecie słupskim. Potencjał ten kształtuje się na poziomie 1421,9 TJ energii i jest prawie o 800 TJ/rok większy od średniej województwa. Na tak wysoki potencjał energetyczny ze słomy w regionie słupskim wpłynął bardzo duży areal zasiewów zbóż oraz dosyć małe zapotrzebowanie słomy na cele rolnicze. W powiecie słupskim większość gospodarstw nastawionych jest głównie na produkcję

roślinną, natomiast mniejsza część zajmuje się produkcją zwierzęcą. Duży potencjał odnotowano także w powiatach: sztumskim (982,9 TJ), tczewskim (878,3 TJ), malborskim (860,6 TJ), człuchowskim (793,4 TJ) i nowodworskim (780,7 TJ), jednak wyniki te są znacznie mniejsze niż w powiecie słupskim. Natomiast najmniejszy techniczny potencjał energetyczny odnotowano w powiecie lęborskim, jest to zaledwie 181,2 TJ/rok. Wynik ten jest prawie czterokrotnie mniejszy od średniej dla województwa (652,7 TJ). Niskim potencjałem energetycznym ze słomy (niższym od średniej regionu) cechują się także powiaty: pucki (250,1 TJ), kościerski (262,3 TJ), chojnicki (334,1 TJ) i kartuski (353,2 TJ). Niski potencjał energetyczny wymienionych powiatów jest spowodowany przede wszystkim stosunkowo małą powierzchnią zasiewów zbóż i rzepaku, co skutkuje niską produkcją słomy w tych regionach. Ponadto powiaty te charakteryzują się występowaniem licznych jezior oraz obszarów prawnie chronionych, m.in. Słowiński Park Narodowy w powiecie lęborskim czy park krajobrazowy „Dolina Słupi” w powiecie kartuskim. Na obszarach o najniższym potencjale energetycznym ze słomy, występują także wysoka lesistość. W powiecie chojnickim ponad połowę powierzchni zajmują lasy (51,6%), w pozostałych powiatach wskaźnik ten także jest wysoki i kształtuje się na poziomie od 31% do 45%. Dlatego też obszary te powinny pełnić inne funkcje niż wytwarzanie energii odnawialnej ze słomy.

Zakończenie

Zgodnie z celem artykułu dokonano oceny możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w województwie pomorskim. Badania wykazały, że w województwie pomorskim występuje znaczna nadwyżka słomy, która może zostać wykorzystana na cele energetyczne. Przy czym potencjał energetyczny jest zróżnicowany lokalnie i zdeterminowany głównie warunkami przyrodniczymi.

Najwyższy potencjał energetyczny słomy w województwie pomorskim występuje na obszarach związanych z funkcją rolniczą tj. rejonów Żuław, Powiśla, oraz powiaty słupski i człuchowski. Występujące na tych obszarach dobrej jakości gleby oraz odpowiednio długi okres wegetacyjny sprzyjają wysokiemu plonowaniu roślin, a w związku z tym i dużej ilości słomy powstałej przy ich zbiorze.

Zdecydowanie niższym potencjałem energetycznym możliwym do uzyskania ze słomy w regionie cechuje się obszar kaszubski. Jest to obszar bardzo różnorodny, charakteryzujący się wysokimi walorami przyrodniczymi tj. wzniesieniami morenowymi, dużą lesistością oraz dużą liczbą jezior oraz oczek wodnych. Jednak z uwagi na niską jakość gleb (gleby lekkie – wytworzone z piasków i żwirów) oraz krótszy okres wegetacyjny warunki przyrodnicze tego obszaru są mało korzystne dla produkcji roślinnej, czego efektem są niższe niż w

pozostałych rejonach plony. Niskie plony zbóż oznaczają również niższe plony słomy, a w związku z tym i niższy potencjał energetyczny.

Podsumowując należy podkreślić, iż mimo wysokich zasobów, wykorzystywanie słomy jako surowca energetycznego nie jest powszechną praktyką. Jedną z podstawowych przeszkód w wykorzystaniu energetycznym słomy jest jej niejednorodna struktura, która utrudnia transport i magazynowanie. Ponadto w surowcu jest mała koncentracja energii, dlatego w celu zwiększenia wartości opałowej, należy przetworzyć słomę na pelet, brykiet albo bele. Jednak, aby potencjał techniczny ze słomy mógł być praktycznie wykorzystywany, należy wytwarzać energię ze słomy lokalnie, by nie generować dodatkowych kosztów związanych z transportem, które zmniejszą jej opłacalność.

Bibliografia

1. Denisiuk W. *Brykiety/pelety ze słomy w energetyce*, Inżynieria rolnicza, nr 9 (97) 2007.
2. Gradziuk P., *Gospodarcze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w Polsce*, IUNG-BIP, Puławy 2015.
3. Gradziuk P., *Biopaliwa*, Wydawnictwo „Wieś Jutra”, Warszawa 2003.
4. Jasiulewicz M., *Potencjał biomasy w Polsce*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2012.
5. Karcz H., Kantorek M., Grabowicz M., Wierzbicki K., *Możliwość wykorzystania słomy jako źródła paliwowego w kotłach energetycznych*, Inżynieria Środowiska, XI-XII 2013.
6. Klugmann-Radziemska E., *Odnawialne źródła energii. Przykłady obliczeniowe*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015.
7. Kowalczyk-Juśko A., *Metodyka szacowania regionalnych zasobów biomasy na cele energetyczne*, (w:) „Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej”, „Zeszyty Naukowe SGGW”, Nr 85, Warszawa 2010.
8. Kowalczyk-Juśko A., *Zasady sporządzania bilansu odnawialnych źródeł energii i oceny zasobów biomasy*, (w:) *Odnawialne źródła energii w Polsce. Rolnicze surowce energetyczne*, PWRiL, Poznań 2012.
9. Kuś J., Madej A., Kopiński J., *Bilans słomy w ujęciu regionalnym*, (w:) *Regionalne zróżnicowanie produkcji rolniczej w Polsce*, IUNG, Puławy 2006.
10. Lewandowski W., Ryms M., *Biopaliwa. Proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, Warszawa 2013.
11. *Mała encyklopedia rolnicza*, PWRiL, Warszawa 1963.

THE POSSIBLE USES OF STRAW FOR ENERGY PURPOSES IN POMORSKIE VOIVODESHIP

The aim of the article is an appraisal of possible uses of straw for energy purposes in pomorskie voivodeship. The article assessed: production, agricultural demand, straw energy potential and its surplus. The research of energy potential was conducted in pomorskie voivodeship districts. The research shows that straw surplus for energy purposes is equal to 1 M tones which could provide 10,4 thousand TJ of energy annually. The highest straw energy potential is characterized by słupski, sztumski, tczewski, malborski, człuchowski and nowodworski districts. While the lowest energy potential is characterized by lęborski, pucki, kościerski, chojnicki and kartuski ditriacts.

Keywords: pomorskie, voivodeship, biomass, straw, energy potential.