

MAGDALENA SUDOŁ, ANITA ZAPAŁOWSKA

Zakład Podstaw Rolnictwa i Gospodarki Odpadami, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: azapalowska@ur.edu.pl

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SŁOMY JAKO LOKALNEGO PALIWA NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

Utylizacja słomy przez jej zagospodarowanie w energetyce jest rozwiązaniem optymalnym, przynoszącym wszechstronne korzyści. Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w województwie podkarpackim. Analizę przeprowadzono w układzie powiatów. Oszacowano produkcję, zapotrzebowanie w rolnictwie, nadwyżkę oraz potencjał energetyczny słomy. Badania wykazały, że nadwyżka słomy możliwa do wykorzystania na cele energetyczne w województwie podkarpackim wynosi 256 408 t. Obliczony potencjał energetyczny słomy wskazuje na możliwość zastosowania na większą skalę w sektorze ciepłownictwa i wynosi 2 666 644 GJ. Największy potencjał energetyczny słomy odnotowano w powiatach: łańcuckim, dębickim, ropczycko-sędziszowskim, jarosławskim i przemyskim. Najniższym potencjałem charakteryzowały się powiaty: bieszczadzki, niżański i tarnobrzeski.

Słowa kluczowe: województwo podkarpackie, biomasa, słoma, potencjał energetyczny

I. WSTĘP

Słoma, zaliczana do biomasy rolniczej stanowi pozostałość po produkcji roślinnej w gospodarstwach rolnych. Są to dojrzałe lub wysuszone źdźbła roślin zbożowych, strączkowych, lnu oraz rzepaku. Na wielkość produkowanej słomy ma powierzchnia upraw, plon, gatunek, odmiana roślin, nawożenie oraz czynniki meteorologiczne. Surowiec ten wykorzystywany jest w celach rolniczych jako ściółka, pasza oraz nawóz. Nadwyżka może stanowić cenny surowiec do produkcji energii [Gradziuk 2015, Karcz i in. 2013].

Celem artykułu było oszacowanie bilansu biomasy rolnej na terenie województwa podkarpackiego. Skoncentrowano się na uwzględnieniu potencjału energetycznego słomy oraz ocenie możliwości wykorzystania zasobów roślin zbożowych, jako paliwa w lokalnych gospodarstwach domowych. Bazowano na powierzchni użytków rolnych oraz strukturze zasiewów powiatów. Pod uwagę wzięto waloryzację rolniczej przestrzeni produkcyjnej, obecny sposób wykorzystania słomy (nawóz, ściółka, pasza, cele energetyczne) oraz koszty ogrzewania budynków.

II. METODYKA BADAŃ

W celu oszacowania produkcji słomy w regionie bazowano na podstawie danych struktury zasiewów uprawy danego rodzaju zbóż, plonu ziarna oraz stosunku plonu nasion

do plonu słomy. Wzięto pod uwagę pszenicę, pszenżyto, żyto, jęczmień, owies i mieszanki zbożowe, które wlicza się w skład zboża ogółem. Analizie poddano 21 powiatów województwa podkarpackiego. Produkcja słomy została obliczona według wzoru [Gafka i Janiszewska 2016]:

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

gdzie,

P - produkcja słomy zbóż, rzepaku i rzepiku (t),
A – powierzchnia uprawy danego gatunku rośliny,
Y - plon ziarna danego gatunku rośliny,
 w_{zs} - stosunek plonu słomy do plonu ziarna.

Słomę poszczególnych gatunków roślin oszacowano na podstawie przyjętych wskaźników stosunku plonu nasion do plonu słomy [Gradziuk 2015, Jasiulewicz 2012]. Przy oszacowaniu słomy, która może być przeznaczona na cele energetyczne, zmniejszono jej zasoby o zużycie w rolnictwie. W szacunku tym uwzględniono słomę na pokrycie popytu w hodowli zwierząt, a także na podtrzymanie stabilnej zasobności glebowej materii organicznej. Nadwyżkę słomy możliwą do spożytkowania w celach energetycznych obliczono według wzoru [Gostomczyk 2017]:

$$N = P - (Z_s + Z_p + Z_n)$$

gdzie:

N – nadwyżka do alternatywnego (energetycznego) wykorzystania,
P – produkcja słomy z zbóż podstawowych oraz rzepaku i rzepiku,
 Z_s – zapotrzebowanie słomy na ściótkę,
 Z_p – zapotrzebowanie słomy na paszę,
 Z_n – zapotrzebowanie słomy na przyoranie.

Potencjał energetyczny słomy w danych powiatach wyznaczono na podstawie występującej nadwyżki słomy, przyjętej wartości energetycznej i sprawności urządzeń do spalania surowca. Założono, że wartość energetyczna 1 tony słomy o wilgotności 18-22% wynosiła 13GJ/t, a sprawność kotła do spalania słomy 80%. Do oszacowania potencjału energetycznego użyto formuły [Gafka i Janiszewską 2016]:

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

gdzie:

E_{st} – potencjał energetyczny słomy (GJ/rok),
 Z_{st} – masa nadwyżek słomy (t),
80% – sprawność urządzeń do spalania słomy,
13 GJ/t – wartość energetyczna słomy.

Przyjęto, że średnie roczne zapotrzebowanie do ogrzania średniej powierzchni domu wynosi 66,7 GJ (około 5 ton słomy). W celu wyznaczenia potencjalnej liczby domów możliwych do ogrzania potencjał energetyczny słomy (80%) podzielono przez przyjęty współczynnik.

III. WYNIKI

Z przeprowadzonej analizy wynika, że województwo podkarpackie wykazuje się znacznymi zasobami słomy dostępnej ogółem. Produkcja słomy wynosi 765 501 t. Spośród powiatów województwa podkarpackiego najwyższą produkcję słomy stwierdzono

w powiecie jarosławskim, co wynika to z różnicy areału zasiewów. Najniższą produkcją słomy charakteryzują się powiaty bieszczadzki i tarnobrzeski.

Wykorzystanie słomy jako materiału ściółkowego uznawane jest za jedną z najstarszych metod zagospodarowania zasobu. Zapotrzebowanie na ściółkę dla poszczególnych grup zwierząt w województwie podkarpackim wyniosło 180 778 ton. Największe zapotrzebowanie stwierdzono w powiatach: dębickim i łańcuckim. Najmniejszym zaś charakteryzował się powiat tarnobrzeski (tab. 1). Na podstawie wyników wykazano większe zapotrzebowanie na ściółkę niż na paszę.

Tabela 1 - Table 1

Bilans słomy do energetycznego wykorzystania w powiatach (t) / *Straw balance for energy use in districts (t)*

Lp. No	Powiaty Districts	Produkcja słomy Straw production	Słoma na paszę i ściółkę Straw for fodder and bedding	Słoma na przyoranie Straw for plowing	Niedobór słomy Straw shortage	Nadmiar słomy na cele energetyczne Straw surplus for energy purposes
1.	bieszczadzki	764	8357	-	-7593	-
2.	brzozowski	12420	9928	-		2492
3.	dębicki	56289	24283	-		32006
4.	jarosławski	116915	20318	73526		23071
5.	jasielski	20072	15519	-		4553
6.	kolbuszowski	21540	15828	-		5712
7.	krośnieński	21661	12978	-		8683
8.	leski	28515	11482	6053		10980
9.	leżajski	60950	19154	28932		12864
10.	lubaczowski	43196	8575	28009		6612
11.	łańcucki	78956	31284	-		47672
12.	mielecki	19767	9286	-		10481
13.	niżański	63406	14494	60056	-11144	-
14.	przemyski	62631	18776	22872		20983
15.	przeworski	35073	19301	-		15772
16.	rop.- sędziszowski	46357	21435	-		24922
17.	rzeszowski	27726	22544	-		5182
18.	sanocki	14884	5762	-		9122
19.	stalowowolski	17619	10435	-		7184
20.	strzyżowski	14708	6591	-		8117
21.	tarnobrzeski	2052	4672	-	-2620	-

Źródło: Badania własne / Source: Own research

Niedobór słomy wystąpił w powiatach: bieszczadzkim (-7,6 tys.t), niżańskim (-11,1 tys. t) i tarnobrzeskim (-2,6 tys. t). Główną przyczyną było zwiększone zapotrzebowanie na paszę i ściółkę poprzedzone niewystarczającą produkcją słomy. Pozostałe powiaty w układzie lokalnym charakteryzowały się nadmiarem słomy, w konsekwencji czego największą nadwyżkę odnotowano w powiatach: łańcuckim (47,7 tys. t), dębickim (32,0 tys. t), ropczycko-sędziszowskim (25,0 tys. t), jarosławskim (23,1 tys. t) i przemyskim (21,0 tys. t).

Wyznaczenie nadmiaru słomy i przyjęcie jej wartości energetycznej oraz sprawności urządzeń pozwoliło na oszacowanie potencjału energetycznego słomy w regionie. Na podstawie obliczeń potencjał słomy na cele energetyczne w województwie podkarpackim wynosi 3 333 304 GJ, przy czym największym potencjałem zdecydowanie cieszą się powiaty charakteryzujące się licniejszą nadwyżką słomy (tab. 2).

Tabela 2 - Table 2

Potencjał energetyczny słomy i możliwości wykorzystania / *Straw energy potential and possibilities of use*

Lp. No	Powiaty Districts	Potencjał słomy na cele energetyczne (GJ) <i>The potential of straw for energy purposes (GJ)</i>	Potencjał słomy 80% (GJ) <i>80% straw potential (GJ)</i>	Potencjalna liczba domów możliwych do ogrzania wynikająca z potencjału słomy <i>The potential number of houses that can be heated due to the potential of straw</i>
1.	bieszczadzki	-	-	-
2.	brzozowski	32 396	25 917	389
3.	dębicki	416 078	332 862	4 990
4.	jarosławski	299 923	239 938	3 597
5.	jasielski	59 189	47 351	710
6.	kolbuszowski	74 256	59 405	891
7.	krośnieński	112 879	90 303	1 354
8.	leski	142 740	114 192	1 712
9.	leżajski	167 232	133 786	2 006
10.	lubaczowski	85 956	68 765	1 031
11.	łańcucki	619 736	495 789	7 433
12.	mielecki	136 253	109 002	1 634
13.	niżański	-	-	-
14.	przemyski	272 779	218 223	3 272
15.	przeworski	205 036	164 029	2 459
16.	rop.- sędziszowski	323 986	259 189	3 886
17.	rzeszowski	67 366	53 893	808
18.	sanocki	118 586	94 869	1 422
19.	stałowowolski	93 392	74 714	1 120
20.	strzyżowski	105 521	84 417	1 266
21.	tarnobrzeski	-	-	-
województwo podkarpackie <i>Podkarpackie Province</i>		3 333304	2 666644	39 980

Zródło: Badania własne / *Source: Own research*

Obliczony potencjał słomy 80% wskazuje na możliwość zastosowania słomy na większą skalę w sektorze ciepłownictwa i wynosi 2 666 644 GJ, dzięki temu potencjalna liczba domów możliwych do ogrzania wynikająca z potencjału słomy osiąga wartość 39 980.

IV. PODSUMOWANIE

Podstawowym kierunkiem zagospodarowania słomy jest produkcja zwierzęca. Słomę zużywa się jako paszę uzupełniającą oraz ściółkę. Wykorzystuje się ją też na przyoranie, które według Jędrejek i Jarosz [2017] sprzyja utrzymaniu dodatniego bilansu substancji organicznej w glebie. Przy szacowaniu słomy z przeznaczeniem na cele energetyczne, zmniejsza się jej zasoby o zużycie w rolnictwie.

Badania własne wykazały, że w województwie podkarpackim występuje nadwyżka słomy, która może zostać wykorzystana na cele energetyczne. Potencjał energetyczny jest różnicowany lokalnie. Wykazano, że największą produkcję słomy z roślin zbożowych w województwie podkarpackim stanowi pszenica ozima – 200 685 t. Wysoko klasyfikują się również mieszanki zbożowe jare (99 575 t) i owies (78 945 t). Produkcja słomy z roślin strączkowych, przemysłowych oraz kukurydzy na ziarno stanowi łącznie ok. 129 344 t. Największe wyniki uzyskuje kukurydza na ziarno i dominuje wśród pozostałych roślin stanowiąc aż 82% produkcji. Rośliny przemysłowe wynoszą 16%, natomiast strączkowe zaledwie 2%.

W ocenie potencjalnych możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne szczególnie znaczenie mają parametry wilgotności, składu chemicznego oraz rodzaju słomy. Wartość opałowa zależy od wilgotności i wynosi $19 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ przy wilgotności 5% (słoma szara), $13,5 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ przy wilgotności 20% (słoma żółta) [Denisiuk 2009, Gradziuk 2015]. Wartość energetyczna 1 tony słomy o wilgotności 18-22% wynosi 13GJ/t. Według Krzywego [2000] istotny jest skład chemiczny. Znaczna zawartość chloru, potasu, wapnia i magnezu powoduje korozyjność i zażużanie elementów kotła w procesie spalania. Jedną z podstawowych przeszkód w wykorzystaniu energetycznym słomy jest jej niejednorodna struktura, która utrudnia transport i magazynowanie. Ze względu na małą koncentrację energii w surowcu, w celu zwiększenia wartości opałowej, należy przetworzyć słomę na pelet, brykiet albo bele. Aby potencjał techniczny ze słomy mógł być praktycznie wykorzystywany, należy wytwarzać energię ze słomy lokalnie, aby nie generować dodatkowych kosztów związanych z transportem, które zmniejszą jej opłacalność.

BIBLIOGRAFIA

1. Denisiuk W. 2009. Słoma jako paliwo. Inżynieria Rolnicza. 1(110). 83-89.
2. Gafka K., Janiszewska D. 2016. Możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w województwie pomorskim. Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych Politechniki Koszalińskiej. 20. 83-95.
3. Gostomczyk W. 2017. Możliwości wykorzystania słomy jako lokalnego paliwa. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. 2(19). 52-57.
4. Gradziuk P. 2015. Gospodarcze znaczenie i możliwości wykorzystania słomy na cele energetyczne w Polsce. IUNG-BIP. Puławy. 1-173.
5. Jasiulewicz M. 2012. Potencjał biomasy w Polsce. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.

6. Jędrejek A., Jarosz Z. 2017. Potencjał biomasy rolniczej na cele energetyczne w województwie lubelskim. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. 3(19). 98-103.
7. Krzywy E. 2000. Nawożenie gleb i roślin. Akademia Rolnicza w Szczecinie.
8. Karcz H, Kantorek M, Grabowicz M., Wierzbicki K. 2013. Możliwość wykorzystania słomy jako źródła paliwowego w kotłach energetycznych. Inżynieria Środowiska. XI-XII.

POSSIBILITIES OF USING STRAW AS A LOCAL FUEL IN THE AREA OF THE PODKARPACKIE PROVINCE

Summary

Using straw through its use in the energy sector is the optimal solution, with many advantages. The article presents the possibilities of using straw for energy purposes in Podkarpackie Province. The analysis was performed in 21 districts of Podkarpackie Province. The production, agricultural demand, surplus and energy potential of straw were estimated. The study showed that surplus for energy purposes is equal to 256 408 tones which could provide 2,666,644 GJ energy annually. The highest energy potential of straw was recorded in the following districts: łańcucki, dębicki, ropczycko-sędziszowski, jarosławski and przemyski. While the lowest energy potential is characterised by bieszczadzki, niżański and tarnobrzeski districts.

Keywords: Podkarpackie Province, biomass, straw, energy potential