

R A P O R T Y P I B

ZESZYT 3

2006

Jan Kuś, Andrzej Madej, Jerzy Kopiński

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

BILANS SŁOMY W UJĘCIU REGIONALNYM*

Wstęp

W ostatnich latach znacznie wzrosło zainteresowanie wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Szczególnie duże zainteresowanie budzi tu biomasa, gdyż jej wykorzystanie wiąże się ze stosunkowo małymi nakładami inwestycyjnymi ponoszonymi na uzyskanie jednostki energii (4, 13). Ponadto, w zależności od właściwości i składu chemicznego, biomasa może być przeznaczana do bezpośredniego spalania (drewno, słoma lub inny materiał roślinny bogaty w ligninę), do produkcji biogazu (niektóre gatunki roślin z uprawy polowej, odpady organiczne, odchody zwierzęce itp.) lub paliw płynnych (biodiesel i bioetanol). Wykorzystanie części produkcji roślinnej na cele energetyczne ma również duże znaczenie dla rolnictwa (2, 16), gdyż w warunkach nadprodukcji artykułów żywnościowych, umożliwia:

- zwiększenie zatrudnienia w rolnictwie;
- ograniczenie wahań cen na produkty rolne i stabilizację wielkości produkcji;
- wspieranie procesu restrukturyzacji i modernizacji rolnictwa poprzez zagwarantowanie trwałych i stabilnych dochodów;
- wspieranie inicjatyw lokalnych poprzez stworzenie warunków do rozwoju przedsiębiorczości na obszarach wiejskich.

Dla całej gospodarki narodowej natomiast, oznacza to:

- poprawę stanu środowiska przyrodniczego poprzez zamknięty obieg CO₂ i redukcję emisji NO_x,
- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego.

Szczególnie interesujące jest wykorzystanie na cele energetyczne słomy zbóż i rzepaku, której roczne zbiory w skali kraju wynoszą około 24-29 mln ton (2, 5). We wcześniejszym okresie, w tradycyjnym sposobie gospodarowania, słoma była przeznaczana na paszę i ściółkę i w zasadzie nie notowano znaczących jej nadwyżek. W ostatnim okresie nastąpiły jednak duże zmiany w produkcji rolniczej, a mianowicie:

- powierzchnia uprawy zbóż w latach 1985–2004 zwiększyła się z 7,8 do około 8,6 mln ha, a udział tej grupy roślin w strukturze zasiewów wzrósł z około 54 do 75%;

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.8 w programie wieloletnim IUNG - PIB

- w latach 1995–2004 pogłowie bydła zmniejszyło się o 31%, owiec o 60% i koni o 50%, co drastycznie ograniczyło zużycie słomy na paszę i ściółkę;
- powstała duża grupa gospodarstw bezinwentarzowych; w 2002 r. podstawowych grup zwierząt, czyli bydła i trzody chlewnej, nie posiadało 878 tys. indywidualnych gospodarstw rolnych, co stanowi 45% całkowitej liczby gospodarstw w kraju (7). Przy braku produkcji zwierzęcej, a tym samym nawozów naturalnych, dla utrzymania zrównoważonego bilansu próchnicy w glebie konieczne jest przyorywanie pewnej ilości słomy. Równocześnie w takich gospodarstwach występują duże nadwyżki słomy, która może być wykorzystywana na cele alternatywne, w tym energetyczne.

Celem opracowania jest analiza regionalnego zróżnicowania bilansu słomy ze szczególnym uwzględnieniem jej nadwyżek, które mogą być zagospodarowane w sposób alternatywny, w tym na cele energetyczne. Zaproponowany sposób postępowania może być także przydatny do określania bilansu słomy w skali gospodarstwa, rejonu lub kraju.

Plony i zbiory słomy

Określanie plonów słomy jest trudne, gdyż zależą one od gatunku i odmiany uprawianego zboża, jakości gleby, przebiegu pogody w danym roku oraz stosowanej technologii produkcji (nawożenie, przedplon, regulatory wzrostu zbóż itp.). Dodatkowo, w warunkach kombajnowego zbioru zbóż, czynnikiem istotnie wpływającym na plon słomy jest wysokość koszenia oraz dokładność jej zbioru. Do określania plonów słomy można wykorzystać indeksy (wskaźniki) opisujące stosunek plonu ziarna do plonu słomy. Na podstawie kilkuletnich pomiarów wykonanych w 14 zakładach doświadczalnych IUNG, ustalono takie indeksy dla podstawowych gatunków zbóż (w zasiewach produkcyjnych), w zależności od wielkości ich plonów (11). Dla plonów zbóż uzyskiwanych w produkcji w ostatnich latach należy przyjąć następujące wartości tych indeksów (plon ziarna poszczególnych gatunków zbóż = 1):

pszenica ozima	- 0,91	pszenica jara	- 0,94
pszenżyto ozime	- 1,13	jęczmień jary	- 0,86
żyto ozime	- 1,44	owies	- 1,08
jęczmień ozimy	- 0,87		

Z podanych powyżej wartości wynika, że w przypadku żyta, pszenżyta ozimego i owsa, uzyskane plony słomy, przy kombajnowym ich zbiorze, były większe niż plony ziarna, natomiast u pozostałych gatunków plon słomy był mniejszy od plonu ziarna. Przy tym sposobie liczenia plon słomy stanowi iloczyn plonów ziarna poszczególnych gatunków zbóż (dla gospodarstw lub jednostek administracyjnych) i podanych powy-

żej współczynników, natomiast zbiór słomy jest iloczynem jej plonu oraz arealu ich uprawy.

W uproszczeniu można również przyjąć, że w warunkach kombajnowego zbioru zbóż plon słomy jest równy plonowi ziarna w ten sposób plony i produkcję słomy określa GUS. Obliczone dla lat 1999–2001 zbiory słomy według podanych powyżej współczynników dla Polski i poszczególnych województw porównano ze zbiorami ziarna zbóż publikowanymi przez GUS (16). Obliczony zbiór słomy, średnio za 3 lata w skali kraju, był tylko o 2-3% większy niż zbiory ziarna. Nieco większe różnice odnotowano w poszczególnych województwach, co związane jest z jakością gleb i doborem gatunków wysiewanych zbóż. W województwach o słabszych glebach i w związku z tym dużą powierzchnią uprawy żyta oraz pszenżyta ozimego (łódzkie, mazowieckie) obliczone zbiory słomy były o około 10% większe niż ziarna. Natomiast w województwach o lepszych glebach i dominacji w zasiewach pszenicy i jęczmienia (dolnośląskie, opolskie, małopolskie) zbiory słomy były o około 4-5% mniejsze od produkcji ziarna. W związku z tym można przyjąć, że zbiory słomy zbóż w warunkach kombajnowego ich zbioru, w skali gospodarstwa lub jednostki administracyjnej, są zbliżone do produkcji ziarna. W taki sposób dla potrzeb bilansowania można szacować zbiory (produkcję) słomy.

Obok tradycyjnych roślin zbożowych słomy dostarczają również kukurydza uprawiana na ziarno lub CCM, rzepak oraz rośliny strączkowe. Szacuje się, że w przypadku rzepaku i kukurydzy zbieranej na ziarno lub CCM plon słomy jest równy plonowi nasion lub ziarna, natomiast u roślin strączkowych plon słomy stanowi 0,8 plonu nasion.

Wykorzystując informacje GUS o powierzchni uprawy poszczególnych gatunków roślin (8) oraz o wielkości uzyskiwanych plonów (9) w latach 2002–2005 obliczono zbiory słomy w poszczególnych województwach oraz w kraju. Łączne zbiory słomy w Polsce (zbóż ozimych i jarych oraz pozostałych gatunków roślin), średnio w 4-leciu (2002–2005), wynosiły 26,6 mln ton, z wahaniami w latach od 23 mln ton w bardzo suchym 2003 r. do prawie 30 mln ton w wyjątkowo urodzajnym 2004 r. (tab. 1, rys. 1). W ogólnym zbiorze słoma zbóż ozimych stanowiła – 54%, jarych – 33%, kukurydzy – 7,5%, rzepaku – 4,5% i strączkowych 1% (tab. 2).

Zagospodarowanie słomy

W zagospodarowaniu słomy trzeba uwzględnić następujące pozycje:

- zapotrzebowanie na ściólkę;
- zapotrzebowanie na paszę;
- konieczna ilość na przyoranie;
- nadwyżki, które mogą być zagospodarowane w alternatywny sposób, w tym również na cele energetyczne.

Zużycie słomy na ściólkę. Ilość słomy zużywanej na ściólkę zależy przede wszystkim od stanu pogłowia zwierząt oraz rodzaju pomieszczeń inwentarskich (sposób utrzy-

Tabela 1

Zbiory słomy (zbóż, kukurydzy, rzepaku i strączkowych) w tys. ton

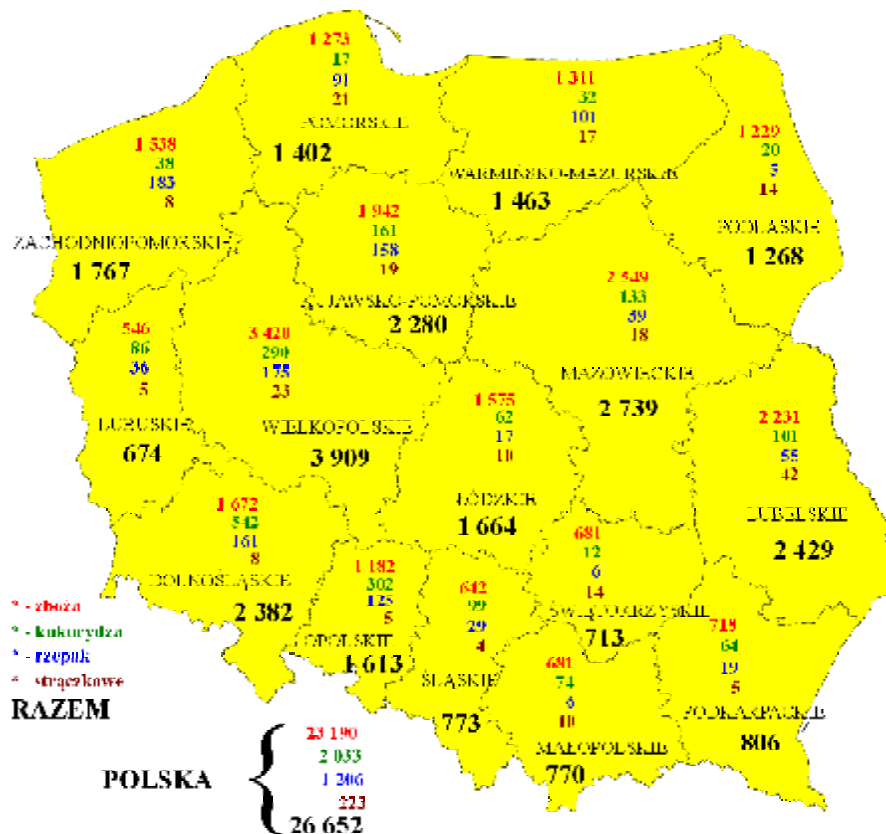
Województwo	Lata				
	2002	2003	2004	2005	średnio
Dolnośląskie	2379	2021	2632	2497	2382
Kujawsko-pomorskie	2399	1985	2559	2176	2280
Lubelskie	2436	2224	2620	2436	2429
Lubuskie	600	407	886	802	674
Łódzkie	1640	1382	1947	1687	1664
Małopolskie	745	716	820	801	770
Mazowieckie	2694	2533	2982	2749	2739
Opolskie	1598	1378	1796	1681	1613
Podkarpackie	770	726	912	817	806
Podlaskie	1206	1191	1338	1336	1268
Pomorskie	1456	1230	1534	1387	1402
Śląskie	718	750	839	786	773
Świętokrzyskie	714	670	754	713	713
Warmińsko-mazurskie	1440	1547	1602	1261	1463
Wielkopolskie	3990	3025	4530	4090	3909
Zachodniopomorskie	1682	1313	2151	1924	1767
Polska	26 467	23 098	29 902	27 143	26 652

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (7-9)

mywania zwierząt). W celu określenia zapotrzebowania na ściółkę w latach 2002–2005 pogłowie zwierząt podawane w poszczególnych województwach przeliczono na sztuki obornikowe (1 sztuka obornikowa odpowiada 1 krowie produkującej 10 ton obornika rocznie lub odpowiedniej ilości innych gatunków zwierząt, od których uzyskuje się taką samą ilość obornika w ciągu roku), wykorzystując odpowiednie współczynniki (10). W praktyce spotyka się trzy sposoby utrzymywania zwierząt (typy pomieszczeń inwentarskich):

- na płytkiej ściółce;
- na głębokiej ściółce;
- bezściółowy (gnojowicowy).

Brak jest dokładniejszych danych dotyczących udziału poszczególnych typów pomieszczeń, jednak można szacować, że średnio w kraju, około 80% zwierząt jest utrzymywane na płytkiej ściółce, około 15-20% na głębokiej i tylko 3-5% w pomieszczeniach bezściółowych (gnojowicowych). W ujęciu regionalnym proporcje te są bardziej zróżnicowane. W dalszej analizie przyjęto, że 100% stanowią pomieszczenia inwentarskie z płytką ściółką. Założono, że większe zużycie słomy w pomieszczeniach z głęboką ściółką jest kompensowane jej oszczędnością w budynkach inwentarskich bezściółowych. Roczne zużycie słomy na ściółkę w przeliczeniu na 1 sztukę obornikową wynosi (10):



Rys. 1. Zbiory słomy (tys. t) poszczególnych gatunków roślin w województwach (średnio za lata 2002–2005)

Źródło: Opracowanie własne

- w pomieszczeniach z płytą ściółką – 1,5;
- w pomieszczeniach z głęboką ściółką – 2,0.

W tabeli 3 podano liczebność poszczególnych grup zwierząt, średnio w latach 2002–2005 (8) w przeliczeniu na sztuki obornikowe; roczne zużycie słomy na ściółkę można szacować na około 12 mln ton.

Zużycie słomy na paszę. Pewne ilości słomy w dalszym ciągu zużywa się na paszę. Można w przybliżeniu przyjąć, że zapotrzebowanie to wynosi około 2,0 kg na 1 dzień, a w uproszczeniu 0,8 tony na rok na jedną sztukę przeliczeniową (sztukę dużą) bydła, koni i owiec. W związku z tym można szacować, że w ostatnich latach na paszę zużywano około 4 mln ton słomy rocznie (tab. 3).

Zużycie słomy na przyoranie. Podstawowym warunkiem poprawnego gospodarowania jest utrzymanie dodatniego lub co najmniej zrównoważonego bilansu glebowej substancji organicznej (próchnicy). Jej ubytki powstające w następstwie uprawy

Tabela 2

Zbiór słomy poszczególnych grup roślin średnio w latach 2002–2005 (tys. ton)

Województwo	Zboża oz.	Zboża j.	Rzepak	Kukurydza	Strączkowe	Razem
Dolnośląskie	1 256	416	161	542	8	2 382
Kujawsko-pomorskie	1 253	689	158	161	19	2 280
Lubelskie	1 212	1 019	55	101	42	2 429
Lubuskie	380	166	36	86	5	674
Łódzkie	922	653	17	62	10	1 664
Małopolskie	381	300	6	74	10	770
Mazowieckie	1 426	1 123	39	133	18	2 739
Opolskie	845	337	125	302	5	1 613
Podkarpackie	419	299	19	64	5	806
Podlaskie	535	694	5	20	14	1 268
Pomorskie	856	417	91	17	21	1 402
Śląskie	372	270	29	99	4	773
Świętokrzyskie	375	306	6	12	14	713
Warmińsko-mazurskie	842	469	101	32	17	1 463
Wielkopolskie	2 262	1 158	175	290	23	3 909
Zachodniopomorskie	1 033	505	183	38	8	1 767
Polska	14 369	8 821	1 206	2 033	223	26 652

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (7-9)

roślin muszą być wyrównywane poprzez nawożenie obornikiem lub innymi nawozami naturalnymi albo organicznymi, w tym również słomą (18). Bilans substancji organicznej gleby w uproszczony sposób można określić wykorzystując współczynniki jej degradacji i reprodukcji, opracowane na podstawie badań przeprowadzonych w Niemczech, a podane w podręczniku (3). Współczynnik reprodukcji ze znakiem „+” lub degradacji ze znakiem „-” odpowiada ilości materii organicznej wyrażonej w tonach, o jaką zostanie wzbogacona lub zubożona gleba w wyniku uprawy na 1 ha danego gatunku roślin. W podobny sposób ustalono o ile zostanie wzbogacona gleba w wyniku zastosowania 1 t·ha⁻¹ suchej masy różnych nawozów naturalnych i organicznych. Rośliny okopowe i kukurydza silnie zubażają glebę, natomiast motylkowate wieloletnie i ich mieszanki z trawami wzbogacają ją w materię organiczną. W przypadku zbóż i rzepaku w okresie roku ulega degradacji około 0,5 t · ha⁻¹ próchnicy. W warunkach kombajnowego zbioru tych roślin oraz pozostawiania wysokiej ścierni, wartości tych współczynników mogą być przeszacowane, jednak ich przyjęcie gwarantuje, że faktyczny bilans glebowej substancji organicznej jest korzystniejszy niż wynika to z przeprowadzonych obliczeń.

Średni współczynnik reprodukcji lub degradacji glebowej substancji organicznej dla gospodarstwa, rejonu lub kraju można wyliczyć według wzoru:

$$\text{Współczynnik degradacji} = \frac{\sum (\% \text{ pow. zbóż} \times -0,53) + (\% \text{ pow. okopowych} \times -1,40) + (\dots)}{\text{powierzchnia zasiewów} (\%)}$$

Tabela 3

Pogłowie zwierząt oraz zużycie słomy na ściółkę i paszę (średnio w latach 2002–2005)

Województwo	Pogłowie zwierząt (tys. sztuk obornikowych)						Zużycie słomy (tys. ton) na:	
	bydło	trzoda	owce i kozy	konie	drób	razem	ściółkę	paszę
Dolnośląskie	115,5	68,8	1,9	6,8	22,3	215,3	323	99
Kujawsko-pomorskie	359,2	304,8	2,8	6,1	25,0	697,9	1047	294
Lubelskie	372,6	179,3	3,4	30,0	25,4	610,7	916	325
Lubuskie	61,2	37,2	0,6	3,8	17,8	120,5	181	52
Łódzkie	389,8	199,7	3,0	12,9	35,2	640,6	961	325
Małopolskie	247,6	72,1	8,4	23,2	25,0	376,3	564	223
Mazowieckie	823,1	272,8	2,0	43,6	64,1	1205,6	1808	695
Opolskie	110,8	103,8	0,7	2,3	13,1	230,8	346	91
Podkarpackie	164,8	50,5	2,7	21,9	21,2	261,2	392	152
Podlaskie	616,1	125,0	2,1	16,0	13,9	773,1	1160	507
Pomorskie	166,4	148,2	1,3	8,8	21,1	345,8	519	141
Śląskie	126,6	57,3	3,2	6,3	28,2	221,6	332	109
Świętokrzyskie	176,4	57,0	1,1	15,6	16,2	266,3	399	154
Warmińsko-mazurskie	350,1	119,0	1,2	11,9	17,9	500,1	750	291
Wielkopolskie	630,7	642,9	5,0	12,9	82,3	1373,8	2061	519
Zachodniopomorskie	97,9	89,8	1,0	4,6	20,6	213,9	321	83
Polska	4 808,9	2 528,2	40,4	226,7	449,3	8 053,5	12 080	4 061

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (8)

W liczniku występuje suma iloczynów (udział powierzchni uprawy poszczególnych grup lub gatunków roślin w strukturze zasiewów pomnożony przez współczynniki dla poszczególnych gatunków roślin), natomiast w mianowniku powierzchnia zasiewów w %; jeżeli uwzględni się wszystkie obsiane grunty, to wynosi ona 100%.

Według powyższego wzoru obliczono wartości współczynników degradacji glebowej substancji organicznej dla poszczególnych województw, uwzględniając strukturę zasiewów średnią z ostatnich czterech lat (tab. 4). Uzyskane wyniki wskazują, że średnio w kraju w następstwie rolniczego użytkowania gruntów ornych zmniejsza się ilość glebowej materii organicznej o około 0,53 tony na 1 ha, w ciągu roku zaś w poszczególnych województwach wartość ta waha się od 0,39 do 0,66 t · ha⁻¹. Niższe wartości tego współczynnika odnotowane w trzech województwach: warmińsko-mazurskim, podlaskim i małopolskim są następstwem większego udziału w strukturze zasiewów roślin motylkowatych wieloletnich lub ich mieszanek z trawami, natomiast najwyższe – woj. dolnośląskie i opolskie – wiążą się z dużym udziałem w zasiewach roślin okopowych i kukurydzy.

W kolejnym etapie obliczono reprodukcję glebowej substancji organicznej spowodowaną stosowaniem obornika, który zawiera 25% suchej masy, a współczynnik reprodukcji glebowej substancji organicznej dla suchej masy tego nawozu wynosi 0,35

Tabela 4

Wartości współczynników degradacji glebowej substancji organicznej dla poszczególnych województw obliczone dla struktury zasiewów średniej z lat 2002–2005

Województwo	Udział w strukturze zasiewów (%) i wartości współczynników reprodukcji/ degradacji próchnicy						Średni współczynnik degradacji próchnicy
	zboża, oleiste (-0,53)	okopowe (-1,40)	kukurydza (-1,15)	strączkowe (+0,35)	motylkowe wieloletnie z trawami (+1,96)	pozostałe (0)	
Dolnośląskie	74,5	8,7	13,3	0,5	0,7	2,3	-0,66
Kujawsko-pomorskie	75,9	9,7	6,2	1,0	3,7	3,4	-0,53
Lubelskie	77,3	10,2	3,1	1,9	2,3	5,1	-0,54
Lubuskie	79,6	5,9	8,0	1,1	1,4	3,9	-0,57
Łódzkie	76,0	11,4	3,9	0,7	3,5	4,5	-0,54
Małopolskie	61,4	16,7	4,1	1,0	8,0	8,9	-0,45
Mazowieckie	76,1	9,8	4,7	0,9	4,0	4,5	-0,51
Opolskie	76,0	8,1	13,1	0,5	1,1	1,2	-0,64
Podkarpackie	68,4	18,3	3,6	0,6	4,0	5,0	-0,58
Podlaskie	76,0	7,9	6,0	1,0	7,5	1,7	-0,43
Pomorskie	80,7	8,9	2,3	2,0	2,7	3,4	-0,52
Śląskie	73,9	10,3	7,4	0,6	4,2	3,7	-0,54
Świętokrzyskie	72,0	14,2	1,5	2,1	3,3	7,0	-0,52
Warmińsko-mazurskie	81,7	4,4	3,5	1,4	7,2	1,8	-0,39
Wielkopolskie	77,8	8,7	7,4	0,8	2,1	3,3	-0,58
Zachodniopomorskie	86,8	6,2	2,2	0,8	1,8	2,2	-0,53
Polska	76,6	9,6	5,6	1,1	3,4	3,7	-0,53

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (8)

(3). Zgodnie z założeniem, że sztuka obornikowa zwierząt produkuje w ciągu roku 10 t obornika można przyjąć, iż średnio w kraju dawka tego nawozu może wynosić około $7,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ obsiewanych gruntów ornych (tab. 5). W poszczególnych województwach waha się ona od około $3\text{--}4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dolnośląskie, lubuskie i zachodniopomorskie) do $9\text{--}11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (wielkopolskie, mazowieckie, małopolskie i podlaskie).

Wyniki przeprowadzonych obliczeń zestawione w tabeli 6 wskazują, że w 11 województwach nawożenie obornikiem w pełni pokrywa ubytki glebowej substancji organicznej spowodowane uprawą roślin. W przypadku 4 województw: małopolskiego, wielkopolskiego, warmińsko-mazurskiego i podlaskiego występuje nawet znacząca nadwyżka, co wskazuje, że przy występującym pogłowiu zwierząt dopływ substancji organicznej do gleby w formie obornika przewyższa jej ubytki spowodowane uprawą roślin. W 5 województwach bilans ten jest ujemny i dla jego zrównoważenia konieczne jest przyorywanie słomy. Szczególnie znaczne ilości słomy powinny być przyorywane w 4 województwach, gdyż niedobory wynoszą: w opolskim i lubuskim $0,9\text{--}1,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, około $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w zachodniopomorskim oraz aż $1,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w woj.

Tabela 5

Obsada zwierząt i produkcja obornika przypadająca na 1 ha obsiewanych gruntów ornych

Województwo	Sztuki obornikowe (tys.)	Zasiewy (tys. ha)	Sztuki obornikowe na ha zasiewów	Produkcja obornika (t·ha ⁻¹)
Dolnośląskie	215,3	717,4	0,30	3,0
Kujawsko-pomorskie	697,9	910,6	0,77	7,7
Lubelskie	610,7	1 099,0	0,56	5,6
Lubuskie	120,5	272,4	0,44	4,4
Łódzkie	640,6	810,1	0,79	7,9
Małopolskie	376,3	403,3	0,93	9,3
Mazowieckie	1 205,6	1 327,2	0,91	9,1
Opolskie	230,8	455,3	0,51	5,1
Podkarpackie	261,2	396,1	0,66	6,6
Podlaskie	773,1	661,1	1,17	11,7
Pomorskie	345,8	562,9	0,61	6,1
Śląskie	221,6	297,6	0,74	7,4
Świętokrzyskie	266,3	385,0	0,69	6,9
Warmińsko-mazurskie	500,1	617,0	0,81	8,1
Wielkopolskie	1 373,8	1 471,0	0,93	9,3
Zachodniopomorskie	213,9	647,3	0,33	3,3
Polska	8 053,5	11 033,3	0,73	7,3

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (8)

dolnośląskim, natomiast w woj. lubelskim ilość ta wynosi tylko 0,2 t · ha⁻¹ substancji organicznej w przeliczeniu na 1 ha obsiewanych gruntów ornych.

W sumie w skali kraju na przyoranie powinno się przeznaczać około 3 mln ton słomy, co stanowi niespełna 12% całkowitych jej zbiorów (tab. 2). W poszczególnych województwach ilość ta waha się od 11% (lubelskie) poprzez około 30% (opolskie i lubuskie) do ponad 50% (dolnośląskie).

W gospodarstwach, w celu nawożenia gruntów ornych w pierwszej kolejności powinna być przeznaczana słoma:

1. Kukurydzy uprawianej na ziarno, którą zbiera się późną jesienią (często w listopadzie lub nawet w grudniu), kiedy wilgotność słomy jest bardzo duża i nie ma możliwości jej dosuszenia na polu.

2. Roślin strączkowych, która w warunkach kombajnowego ich zbioru jest silnie rozdrobniona i praktycznie bardzo trudno jest ją zebrać, a ponadto zawiera kilkakrotnie więcej azotu niż słoma zbóż, dlatego też powinna być ona przyorywana lub (ewentualnie) przeznaczana na paszę.

3. Rzepaczanka, która jest bardzo przydatna na cele energetyczne, jednak w naszych warunkach uprawa rzepaku koncentruje się w większych gospodarstwach, w których obsada zwierząt jest bardzo mała, a w strukturze zasiewów dominują zboża i rzepak (14). W takich gospodarstwach konieczne jest przyorywanie na wybranych

Tabela 6

Bilans glebowej substancji organicznej w poszczególnych województwach

Województwo	Współczynnik degradacji substancji organicznej gleby	Dawka obornika (t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹)	Sucha masa obornika (t·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹)	Reprodukcja substancji organicznej (t·ha ⁻¹)	Bilans (t·ha ⁻¹)	Słoma na przyoranie (t·ha ⁻¹)	Powierzchnia zasiewów (tys. ha)	Słoma do przyorania (tys. t)
Dolnośląskie	-0,66	3,0	0,75	0,26	-0,39	1,87	717	1342
Kujawsko-pomorskie	-0,53	7,7	1,92	0,67	0,14	0	911	0
Lubelskie	-0,54	5,6	1,39	0,49	-0,05	0,24	1099	268
Lubuskie	-0,57	4,4	1,11	0,39	-0,18	0,85	272	232
Łódzkie	-0,54	7,9	1,98	0,69	0,16	0	810	0
Małopolskie	-0,45	9,3	2,33	0,82	0,37	0	403	0
Mazowieckie	-0,51	9,1	2,27	0,79	0,28	0	1327	0
Opolskie	-0,64	5,1	1,27	0,44	-0,20	0,96	455	436
Podkarpackie	-0,58	6,6	1,65	0,58	0,00	0,01	396	4
Podlaskie	-0,43	11,7	2,92	1,02	0,59	0	661	0
Pomorskie	-0,52	6,1	1,54	0,54	0,02	0	563	0
Śląskie	-0,54	7,4	1,86	0,65	0,11	0	298	0
Świętokrzyskie	-0,52	6,9	1,73	0,61	0,08	0	385	0
Warmińsko-mazurskie	-0,39	8,1	2,03	0,71	0,32	0	617	0
Wielkopolskie	-0,58	9,3	2,34	0,82	0,24	0	1471	0
Zachodniopomorskie	-0,53	3,3	0,83	0,29	-0,25	1,17	647	757
Polska	-0,53	7,3	1,82	0,64	0,10	0,27	11 033	3039

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (8)

polach słomy; wówczas słoma rzepaku powinna być w pierwszej kolejności przeznaczana na ten cel, gdyż:

- za jej pośrednictwem nie są przenoszone choroby grzybowe zbóż, ponieważ nie występują one na rzepaku;
- ulega ona w glebie szybszemu rozkładowi niż słoma zbóż, a ponadto zawiera nieco więcej azotu niż słoma zbożowa i przy jej przyorywaniu nie jest konieczne stosowanie dodatkowego nawożenia azotem.

Warunkiem szybkiego rozkładu i skutecznego działania słomy (obok zastosowania uzupełniającej dawki azotu) jest dobre jej rozdrobnienie i równomierne rozrzucenie na całej powierzchni pola oraz wymieszanie z glebą. W przeszłości brak technicznych możliwości poprawnego zastosowania słomy bardzo ograniczał jej wykorzystanie nawozowe. Montowane na kombajnach zbożowych w ostatnim okresie urządzenia rozdrabniające słomę (szarpacze) czynności tę wykonują poprawnie.

Należy również podkreślić, że zbyt częste przyorywanie słomy zbożowej może powodować także szereg zjawisk niekorzystnych, do których należy zaliczyć:

- powstawanie w glebie biologicznie czynnych substancji o inhibicyjnym działaniu na uprawiane rośliny (głównie zboża), które szczególnie wyraźnie hamują początkowy wzrost roślin (1, 20);
- zachwianie gospodarki azotowej w glebie, gdyż słoma zbożowa zawiera tylko około 0,5% azotu, a stosunek węgla do azotu (C : N) kształtuje się w niej, jak 80-100 : 1. Mikroorganizmy powodujące jej rozkład w glebie muszą pobierać azot z innych źródeł, co może powodować gorsze zaopatrzenie roślin w ten składnik;
- przyorywanie słomy, szczególnie zbóż ozimych pod zboża ozime, stwarza niebezpieczeństwo nasilonego występowania niektórych chorób, głównie naczyniowej pasiastości zbóż, której nie potrafimy chemicznie zwalczać (19).

Bilans słomy

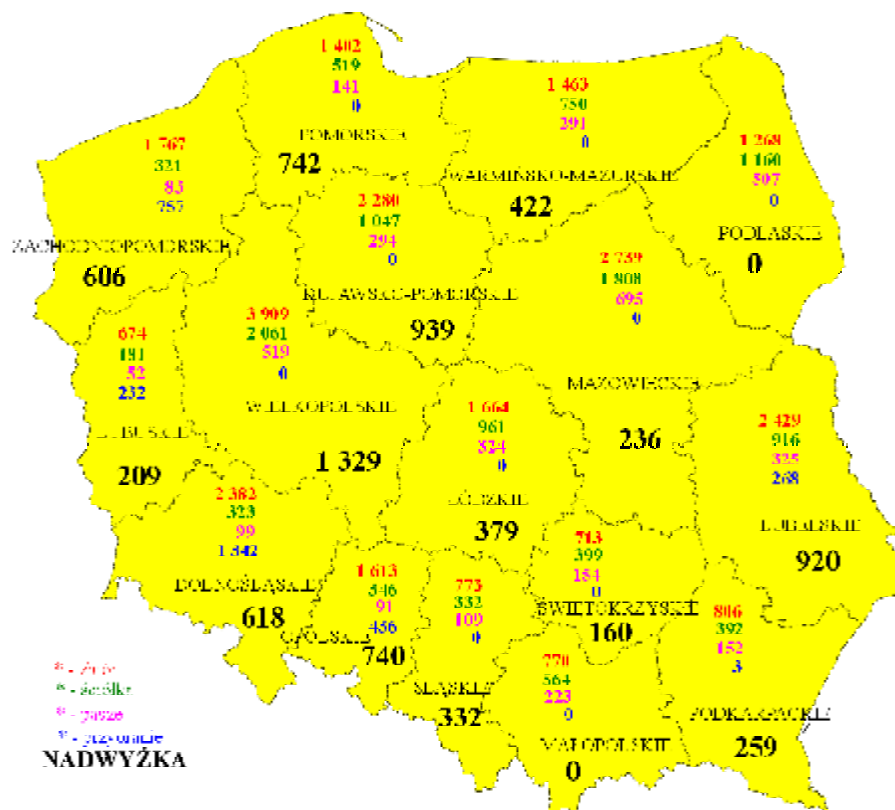
Obliczony bilans słomy uwzględniający jej produkcję (zbiory) oraz rozdysponowanie na ściółkę, paszę i przyoranie wskazuje, że w skali kraju występują nadwyżki wynoszące około 7,9 mln ton, które mogą być przeznaczone na cele energetyczne (tab. 7, rys. 2). Należy jednak podkreślić, że występuje duże zróżnicowanie ilości słomy, która może być wykorzystana na cele energetyczne w latach oraz regionach (województwach). W latach 2002–2005 nadwyżka ta wahała się od około 3,9 mln ton w 2003 r. (długotrwała susza i niskie plony zbóż) do 10,7 mln ton, w wyjątkowo urodzajnym 2004 r.

Tabela 7

Bilans słomy (tys. t) w województwach (średnio za lata 2002–2005)

Województwo	Zbiór słomy	Zużycie słomy na:				Saldo	
		ściółkę	paszę	przyoranie	razem	niedobór	nadwyżka
Dolnośląskie	2 382	323	99	1 342	1 764	0	618
Kujawsko-pomorskie	2 280	1 047	294	0	1 341	0	939
Lubelskie	2 429	916	325	268	1 509	0	920
Lubuskie	674	181	52	232	465	0	209
Łódzkie	1 664	961	324	0	1 285	0	379
Małopolskie	770	564	223	0	787	-17	0
Mazowieckie	2 739	1 808	695	0	2 503	0	236
Opolskie	1 613	346	91	436	873	0	740
Podkarpackie	806	392	152	3	547	0	259
Podlaskie	1 268	1 160	507	0	1 667	-399	0
Pomorskie	1 402	519	141	0	660	0	742
Śląskie	773	332	109	0	441	0	332
Świętokrzyskie	713	399	154	0	553	0	160
Warmińsko-mazurskie	1 463	750	291	0	1 041	0	422
Wielkopolskie	3 909	2 061	519	0	2 580	0	1 329
Zachodniopomorskie	1 767	321	83	757	1 161	0	606
Polska	26 652	12 080	4 059	3 038	19 177	-416	7 891

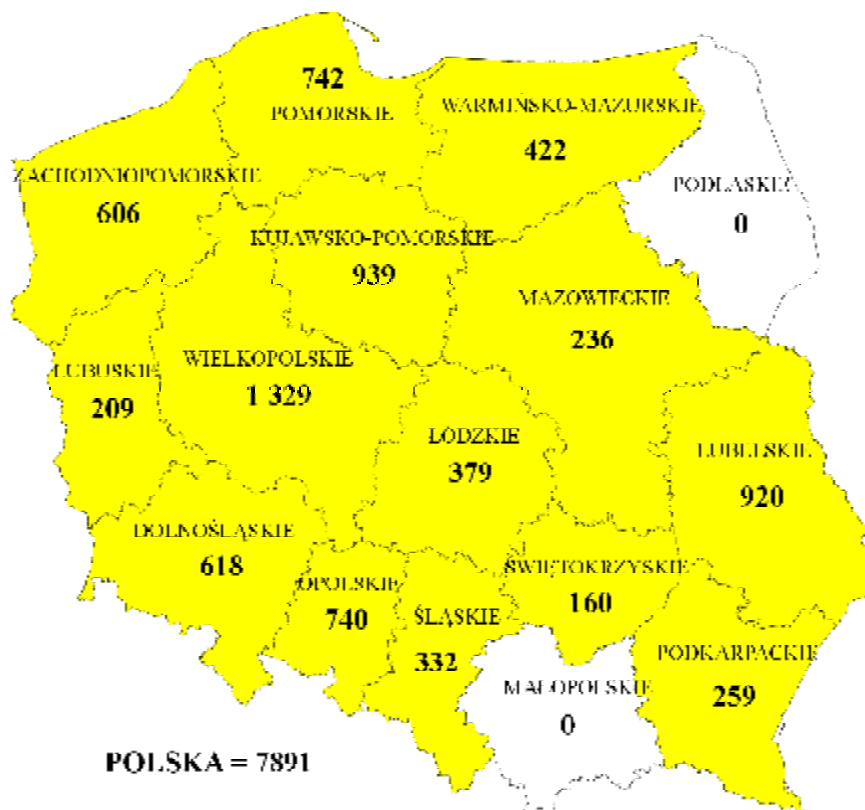
Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS (8, 9)



Rys. 2. Rozdysonowanie słomy (tys. t) w poszczególnych województwach (średnio za lata 2002–2005)

Źródło: Opracowanie własne

W 2 województwach (małopolskie i podlaskie) całość produkowanej słomy powinna być wykorzystywana w produkcji zwierzęcej (tab. 7, rys. 3). W podlaskim występuje nawet znaczny jej deficyt, jednak w wielu rejonach tego województwa specjalistyczne gospodarstwa mleczne przeprowadziły transformację gruntów ornych na użytki zielone, czemu towarzyszy bezściółowy system utrzymywania bydła. W pozostałych województwach ilość słomy jaka może być przeznaczana na cele energetyczne waha się od około 160 tys. ton (woj. świętokrzyskie), do około 1,3 mln ton (woj. wielkopolskie).



Rys. 3. Nadwyżki słomy (tys. t) w województwach do zagospodarowania w sposób alternatywny (średnio z lat 2002–2005)

Źródło: Opracowanie własne

Przewidywane zmiany w produkcji i zagospodarowaniu słomy

Prognozowanie zmian w powierzchni uprawy poszczególnych gatunków roślin w Polsce jest trudne, gdyż decydujące znaczenie będzie miała ich konkurencyjność na rynku Wspólnoty Europejskiej. Duże znaczenie mogą mieć nowe uregulowania prawne umożliwiające dotowanie produkcji biomasy na cele energetyczne, przygotowywane w UE i w Polsce. Można oczekiwać następujących zmian w powierzchni uprawy roślin, których produktem ubocznym jest słoma:

- **zboża** – w większości analiz ekonomiczno-organizacyjnych (12, 21) wskazuje się, że powierzchnia ich uprawy w najbliższych latach utrzyma się na poziomie zbliżonym do aktualnego lub nawet może wzrosnąć do około 9 mln ha. W ramach arealu obsiewanego zbożami należy oczekiwać zwiększenia powierzchni uprawy pszenżyta i pszenicy, głównie kosztem jarych mieszanek zbożowych. Należy także oczekiwać

pewnej intensyfikacji produkcji zbóż, co pozwala zakładać, że zbiór słomy utrzyma się na stałym poziomie lub nawet wzrośnie;

- **rzepak** – aktualnie zajmuje około 500 tys. ha, ale powierzchnia jego uprawy w okresie kilku najbliższych lat będzie systematycznie wzrastać i może nawet osiągnąć około 1 mln ha (15), co wiąże się z rozwojem produkcji biodiesla i realizacją Dyrektywy UE (2003/30/WE);

- **rośliny strączkowe** – z uwagi na niskie plony, konkurencyjne ceny importowanej śrutu sojowej oraz wzrost produkcji poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej trudno oczekiwać wzrostu areалу uprawy tych roślin (22).

Podane powyżej uwarunkowania wskazują, że w najbliższym okresie produkcja słomy może być nieznacznie większa od uzyskiwanej w ostatnich latach. Natomiast jej zużycie na ściółkę i paszę nie będzie wzrastać, gdyż czynniki ekonomiczne będą wymuszać wzrost wydajności jednostkowej zwierząt, głównie mleczności krów, przy dalszym ograniczaniu ich pogłowia. W tej sytuacji ilość słomy przeznaczanej na cele energetyczne może wzrastać.

Podsumowanie

Oceniając potencjalne ilości słomy możliwej do alternatywnego zagospodarowania należy podkreślić, że w rejonach o rozdrobnionej strukturze agrarnej nieopłacalny będzie jej zbiór i transport; występują również duże wahania wielkości jej zbioru w latach. W związku z tym można szacować, iż nadwyżki produkcji słomy, które mogą być realnie przeznaczane na cele energetyczne wynoszą w skali kraju około 4-5 mln ton. Szczególnie duże ilości słomy na cele energetyczne mogą być przeznaczane w rejonach o dominacji dużych gospodarstw, ponieważ:

- w strukturze zasiewów takich gospodarstw udział powierzchni uprawy zbóż i rzepaku często przekracza 90% (14);
- obsada zwierząt jest bardzo mała, często poniżej 0,2 sztuki obornikowej na 1 ha;
- na większych polach koszty zbioru słomy na cele energetyczne są znacznie mniejsze.

Można również założyć, że w najbliższych latach produkcja słomy będzie większa od uzyskiwanej w ostatnim okresie, natomiast jej zużycie na potrzeby produkcji zwierzęcej nie powinno wzrastać, a nawet może się zmniejszać.

Dokładne ustalenie bilansu słomy w makroskali (województwo lub kraj) jest praktycznie niemożliwe, gdyż w tak dużych jednostkach administracyjnych występuje pewna rejonizacja produkcji. W związku z tym bardziej miarodajne wyniki można uzyskać dla mniejszych jednostek administracyjnych (gmina, powiat) lub dla dużych gospodarstw. Dla potrzeb bilansowania można przyjąć, że plony słomy w gospodarstwie lub jednostce administracyjnej są zbliżone do plonów ziarna. W rozdysponowaniu słomy, obok zużycia na ściółkę i paszę, konieczne jest przeznaczenie pewnej jej ilości na przyoranie. Zaprezentowany w tym opracowaniu sposób analizy może stanowić pewien wzorzec do bilansowania słomy w dowolnej skali (gospodarstwo, gmina, powiat, rejon itp.).

Literatura

1. D u e r I.: Fitotoksyczność słomy i resztek poźniwnych pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **452**: 59-70.
2. F a b e r A., K u ś J.: Alternatywne kierunki produkcji rolnictwa polskiego. Pam. Puł., 2003, **132**: 59-73.
3. F o t y m a M., M e r c i k S.: Współczynniki reprodukcji glebowej materii organicznej. W: Chemia rolna. PWN Warszawa, 1992.
4. G o g ó ł W.: Możliwości wykorzystania energii odnawialnych w Polsce. W: Praca zbiorowa pod red. A. Chocholskiego: Techniczne, ekologiczne i ekonomiczne aspekty energetyki odnawialnej. SGGW Warszawa, 2001, 12-25.
5. G r a d z i u k P.: Możliwości energetycznego wykorzystania słomy. Post. Nauk Rol., 1995, **5**: 31-39.
6. G r a d z i u k P.: Techniczno-ekonomiczne aspekty wykorzystania słomy i ziarna zbóż na cele energetyczne. W: 2 Regionalne Forum Energetyki Odnawialnej. ODR Przysiek, 2006, 33-45.
7. GUS: Systematyka i charakterystyka gospodarstw rolnych. Powszechny spis rolny 2002. Warszawa, 2003.
8. GUS: Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich w latach 2002–2005. GUS Warszawa.
9. GUS: Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w latach 2002–2005. GUS Warszawa.
10. H a r a s i m A.: Zbiór mierników i wskaźników stosowanych w badaniach ekonomiczno-rolniczych. IUNG Puławy, 1988, **R(250)**.
11. H a r a s i m A.: Relacja między plonem słomy i ziarna u zbóż. Pam. Puł., 1994, **104**: 51-59.
12. K l e p a c k i B. (red.): Procesy dostosowawcze produkcji roślinnej w Polsce w kontekście integracji z Unią Europejską. SGGW Warszawa, 2001.
13. K o w a l i k P.: Światowe tendencje w wykorzystaniu biomasy do produkcji ciepła, elektryczności i paliw samochodowych. Gosp. Paliw. i Energ., 1997, **1**: 2-5.
14. K u ś J., K r a s o w i c z S.: Przyrodniczo-organizacyjne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych. Pam. Puł., 2001, **124**: 273-288.
15. K u ś J.: Możliwości produkcji i wykorzystania biomasy na cele energetyczne. Probl. Ekol., 2006, **1**: 29-34.
16. K u ś J.: Określenie zbiorów słomy zbóż i rzepaku w poszczególnych województwach i ich rozdysponowanie ze szczególnym uwzględnieniem ilości jaka może być przeznaczona na cele energetyczne. IUNG Puławy, (maszynopis), 2002.
17. K u ś J., S m a g a c z J.: Ocena możliwości produkcji biomasy na cele energetyczne na Lubelszczyźnie. EKO-ENERGIA. Mat. Konf.: „Gospodarka energetyczna gmin Lubelszczyzny”. Lublin, 2004, 113-127.
18. M a ć k o w i a k Cz.: Słoma jako nawóz w gospodarstwie bezinwentarzowym. Wieś Jutra, 1998, **5**: 46-48.
19. M a r t y n i u k S.: Badania nad naczyniową pasiastością zbóż (*Cephalosporium gramineum* Nisikado et Ikata). IUNG Puławy, 1993, **H(5)**.
20. P a r y l a k D.: Wpływ wyciągów glebowych spod monokultury pszenicy ozimej na jego kiełkowanie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **452**: 83-93.
21. S t a n k o S., B o j a n c z u k E.: Rynek zbożowy. W: Praca zbiorowa pod red. E. Majewskiego i G. Daltona: Strategiczne opcje dla polskiego sektora agrobiznesu w świetle analiz ekonomicznych. SGGW Warszawa, 2000, 283-323.
22. Ż u k J.: Rynek roślin strączkowych. W: Praca zbiorowa pod red. E. Majewskiego i G. Daltona: Strategiczne opcje dla polskiego sektora agrobiznesu w świetle analiz ekonomicznych. SGGW Warszawa, 2000, 342-352.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Jan Kuś
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. (081) 886-34-21 w. 360
e-mail: jankus@iung.pulawy.pl