

# Zakład przemysłu mięsnego

## ENERGIA-WODA-ŚRODOWISKO

### Cz. II. Wybrane wskaźniki stosowane do oceny ekologicznych aspektów przetwórstwa mięsnego

Janusz Wojdalski<sup>1</sup>, Przemysław Ligenza,  
Roman Niżnikowski<sup>2</sup>, Marta Postuła<sup>3</sup>,  
Bogdan Drózd<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,  
Instytut Inżynierii Mechanicznej,

Katedra Inżynierii Produkcji

<sup>2</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,  
Instytut Nauk o Zwierzętach, Katedra Hodowli Zwierząt

<sup>3</sup>Uniwersytet Warszawski,

Katedra Finansów i Rachunkowości,

W tabeli 1 zestawiono dane liczbowe zaczerpnięte z literatury, dotyczące energochłonności produkcji zakładów mięsnych. Uwzględniono różne zakresy wskaźników jednostkowego zużycia wymienionych na rysunku 1 (część I, PH 3 2024). Efektywność energetyczna w przetwórstwie mięsnym jest wyrażana przy użyciu wskaźników, których porównywanie jest utrudnione, gdyż często nie odnoszą się one do konkretnych warunków występujących w danym zakładzie. Neryng i in. [14] podają, że w dwóch badanych zakładach mięsnych maksymalne wykorzystanie mocy zainstalowanych urządzeń elektrycznych wynosiło 41-54% przy dobowych wskaźnikach wykorzystania uruchomionej mocy zainstalowanej w operacjach produkcyjnych  $K_m$  w granicach 10,78-11,21 kW/Mg produktów. Średnia wartość współczynnika wyrównania wykresu obciążenia dla okresu miesięcznego  $m$  wynosiła 0,56-0,61. Współczynnik:  $m = P_{sr}/P_{max}$ , w którym  $P_{sr}$  [kW] (średnie dobowe lub miesięczne obciążenie);  $P_{max}$  = maksymalne obciążenie dobowe lub miesięczne obciążenie [kW]. Ze względów praktycznych największe znaczenie mają wskaźniki zakładowe  $W_z$ . W tabeli 1 nie uwzględniono wyników badań zakładów przetwórstwa drobiarskiego, stanowiących odrębną branżę przemysłu rolno-spożywczego.

W tabeli 2 przedstawiono zakładowe wskaźniki zużycia wody w zakładach różniących się wielkością rocznej produkcji. Należy zaznaczyć, że w ciągu ostatnich kilkunastu lat, dzięki stosowaniu częściowo za-

mkniętych obiegów wody, zmniejsza się jej jednostkowe zużycie. Zapotrzebowanie wody na cele mycia pomieszczeń produkcyjnych i utrzymania higieny w dużym zakładzie produkcyjnym stanowi 24,0-28,7% dobowego zużycia [13].

Przedstawione w tabelach 1-2 różne zakresy wskaźników energochłonności produkcji w zakładach mięsnych uzyskano na podstawie wieloletnich badań. Wskaźniki te mogą posłużyć do oszacowania emisyjności i śladu węglowego produktów, mogących mieć znaczenie w doborze innowacji technologicznych, zwłaszcza energooszczędnych rozwiązań możliwych do zastosowania na poziomie C (rysunek 2, część I, PH 3 2024) Przykładów dostarczają producenci maszyn i aparatury: Frizo, Ka-Gra, Nadratowski, Mayekawa, Trepko, JBT Corporation [28, 29, 30, 31, 32, 33] oraz autorzy publikacji Pathare i in. oraz Smetana i in. [15, 19]. Zmniejszanie liczby przemian nośników energii na poszczególnych poziomach A-C prowadzi do zmniejszania strat  $Q_n$ . Równocześnie zakresy zmienności przedstawionych wskaźników wskazują na potencjał zarówno zmniejszania energochłonności (wzrostu efektywności) produkcji, jak i oszacowania emisji oraz emisyjności  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$ , CO i pyłu całkowitego, mających związek z produkcją lub ewentualnie wynikających z marnotrawstwa poszczególnych produktów spożywczych. Emisję zanieczyszczeń można powiązać z jednostką produkcji; otrzymuje się wskaźnik emisyjności stanowiący iloraz: (wielkość emisji danego rodzaju zanieczyszczeń)/(wielkość produkcji). Ilość zanieczyszczeń danego rodzaju może być przeliczana również na jednostkę zużytych nośników energii, stanowiąc iloraz: (wielkość emisji danego rodzaju zanieczyszczeń)/(ilość zużytych nośników energii). W tabeli 3 przytoczono wskaźniki mogące mieć zastosowanie do oceny oddziaływania zakładów mięsnych na środowisko.

Według KOBiZE [26] wskaźniki emisji w [kg/MWh] dla odbiorców końcowych energii elektrycznej: ditlenek węgla ( $CO_2$ ) 698; tlenki siarki ( $SO_x/SO_2$ ) 0,509; tlenki azotu ( $NO_x/NO_2$ ) 0,522; tlenek węgla (CO) 0,203; pył całkowity 0,026.

**Przykład** obliczeń dla innowacyjnego zakładu utylizacyjno-produkcyjnego do przerobu odpadów poubojowych, obejmującego produkcję mączki mięsno-kostnej i tłuszczów zwierzęcych.

Hipotetyczne warunki finansowania przedsięwzięcia:

- całkowity koszt przedsięwzięcia: 104 448 947 zł, w tym: koszty kwalifikowane: 104 448 947 zł; koszty niekwalifikowane: 0 zł;

- kwota dofinansowania: do 78 336 710 zł;

- kwota dofinansowania stanowi do 75% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia.

Obliczenia dotyczą masy odpadów poddanych odzyskowi w pełnym roku działania instalacji 79 000 Mg.

Oszczędności nośników energii i koszty uzyskania efektu ekologicznego przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 1

## Zużycie energii w zakładach przetwórstwa mięsnego

Nośniki energii	Oznaczenia i jednostki	Wskaźniki*		Średnio	Źródło	
		zakres	wartości liczbowe			
Energia elektryczna ( $A_e$ )	$W_e$ [kWh/Mg żywca]	$W_z$	80-2420	720	[22]	
	$W_e$ [kWh/Mg żywca]	$W_z$	177-227 <sup>9</sup>	207	[8]**	
	$W_e$ [kWh/Mg żywca]	$W_z$	93,0-120,6	106,8	[13]	
	$W_e$ [kWh/Mg żywca]	$W_z$	302,1-414,1	362,4	[16]	
	$W_e$ [kWh/Mg produktu]	$W_z$	$W_z$	70-8140	1260	[22]
		$W_z$	$W_z$	65,3-96,3	-	[14]
		$W_A$	$W_A$	44-112	-	[21]
		$W_z$	$W_z$	269-279	-	[11]
	$W_e$ [kWh/Mg mięsa]	$W_z$	37,0-52,0 <sup>1</sup>	44,5 <sup>1</sup>	[25]	
	$W_e$ [kWh/Mg produktów]	$W_z$	43,8-101,5	82,1	[24]	
$W_e$ [kJ/kg farszu]	$W_A$	4-20	-	[4]		
Energia ciepła ( $A_c$ )	$W_c$ [GJ/Mg żywca]	$W_z$	5,89-58,1	12,9	[22]	
	$W_c$ [MJ/Mg żywca]	$W_z$	302-642	492	[16]	
	$W_c$ [GJ/Mg żywca]	$W_z$	1,66-2,85 <sup>10</sup>	2,23	[8]**	
	$W_c$ [MJ/Mg żywca]	$W_z$	-	772,1	[13]	
	$W_c$ [MJ/Mg mięsa]	$W_z$	970-1110 <sup>1</sup>	1040 <sup>1</sup>	[25]	
	$W_c$ [GJ/Mg produktu]	$W_z$	$W_z$	do 220	24,5	[22]
		$W_P$	$W_P$	3,14-4,27 <sup>5</sup>	3,61 <sup>5</sup>	[18]
		$W_z$	$W_z$	2,10-2,26	-	[11]
	$W_c$ [kg pary/Mg produktu]	$W_z$	800-900	-	[6]	
	$W_c$ [MJ/szt.]	$W_T$	$W_T$	31,8-63,0 <sup>1</sup>	44,6 <sup>1</sup>	[14]
$W_T$		$W_T$	22,8-45,2 <sup>2</sup>	32,6 <sup>2</sup>		
Energia ogółem ( $A_1=A_e+A_c$ ; rys.3) $A_{11}=12A_e+A_c$ $A_{12}=3,6A_e+A_c$	$W_{t1}$ [MJ/Mg tuszy w całości i schłodzonej] <sup>6</sup>	$W_z$	-	1390 <sup>3</sup>	[17]	
		$W_z$	-	2097 <sup>4</sup>		
	$W_{t1}$ [MJ/Mg tuszy w całości i schłodzonej] <sup>6</sup>	$W_z$	-	2110 <sup>3</sup>		
		$W_z$	-	3128 <sup>4</sup>		
	$W_{t1}$ [MJ/Mg mięsa do krojenia, bez kości, do schłodzenia] <sup>6</sup>	$W_z$	-	2146 <sup>3</sup>		
		$W_z$	-	2849 <sup>4</sup>		
	$W_{t1}$ [MJ/Mg mięsa do krojenia, bez kości do schłodzenia] <sup>6</sup>	$W_z$	-	2866 <sup>3</sup>		
		$W_z$	-	3884 <sup>4</sup>		
Wskaźniki: $W_{t1}=A_{11}/Z$ $W_{t2}=A_{12}/Z$	$W_{t1}$ [MJ/Mg mięsa] <sup>6</sup>	$W_z$	1420-1720 <sup>1</sup>	1570 <sup>1</sup>	[25]	
	$W_{t2}$ [MJ/Mg mięsa] <sup>7</sup>	$W_z$	1110-1280 <sup>1</sup>	1195 <sup>1</sup>	[16]	
Paliwo umowne <sup>8</sup>	$W_{t1}$ [GJ/Mg żywca] <sup>6</sup>	$W_z$	4,17-6,54	4,96	[8]**	
	$W_{t2}$ [GJ/Mg żywca] <sup>7</sup>	$W_z$	1,62-2,25	1,83		
	$W_{t1}$ [GJ/Mg żywca] <sup>6</sup>	$W_z$	4,14-5,42 <sup>11</sup>	4,71	[24]	
	$W_{t2}$ [GJ/Mg żywca] <sup>7</sup>	$W_z$	2,42-3,62 <sup>12</sup>	2,97		
	$W_{t1}$ [MJ/Mg produktów mięsnych] <sup>6</sup>	$W_z$	949,0-2252,0	1723,0		
	$W_{t2}$ [MJ/Mg produktów mięsnych] <sup>7</sup>	$W_z$	581,0-1399,0	1034,0		
$W_{ce1}$ [kg c.e./Mg mięsa] <sup>6</sup>	$W_z$	$W_z$	48,4-58,7 <sup>1</sup>	53,6 <sup>1</sup>	[24]	
	$W_z$	$W_z$	37,9-43,7 <sup>1</sup>	40,8 <sup>1</sup>		
	$W_{ce2}$ [kg c.e./Mg produktów mięsnych] <sup>6</sup>	$W_z$	32,38-76,84	58,81	[24]	
	$W_{ce2}$ [kg c.e./Mg produktów mięsnych] <sup>7</sup>	$W_z$	19,82-47,73	35,27		

\* – istotę wskaźników wyjaśniono w części I na rysunkach 2 i 3; \*\* – cytowany na podstawie pracy [8] zakład przerabiający Z= 6 217-8 031 (średnio 7 092) Mg/miesiąc. Oznaczenia stosowane w tabeli: 1 – dotyczy uboju trzody chlewnej; 2 – dotyczy uboju bydła; 3 – wołowina, cielęcina i owce; 4 – wieprzowina; 5 – energia dostarczona w parze wodnej; 6 – przeliczenie energii elektrycznej  $A_e$  doprowadzanej na poziom A: 1 kWh = 12 MJ (uwzględniające sprawność wytwarzania energii elektrycznej); 7 – z uwzględnieniem przeliczenia energii elektrycznej  $A_e$  doprowadzanej na poziom A: 1 kWh = 3,6 MJ; 8 – paliwo umowne (ekwiwalentne; *coal equivalent*; c.e.) o wartości opałowej 7000 kcal/kg c.e. 4,1868 kJ/kcal = 29307,6 kJ/kg c.e.; 9 – zużycie energii elektrycznej 1 302, 44-1 654,50 (średnio 1 461,54) MWh/miesiąc; 10 – zużycie energii cieplnej 12 730-17 915 (średnio 15 636) GJ/miesiąc; 11 – zużycie energii ogółem  $A_1$  (wg punktu 6) 30 939,14-34 810,35 (średnio 33 174,89) GJ/miesiąc; 12 – zużycie energii ogółem  $A_2$  (wg punktu 7) 18 686,18-22 866,51 (średnio 20 897,91) GJ/miesiąc

Tabela 2

## Zużycie wody w zakładach mięsnych\*

Typ zakładu/ struktura produkcji	Wielkość przerobu [Mg/rok]	Wartość liczbowa [m <sup>3</sup> /Mg surowca]	Źródło
Przetwórstwo	4152,8	9,6	[20]
	6659,5	6,9	
	7416,8	13,0	
	12958,1	5,3	
	14200	10	
Ubój i przetwórstwo	456,3	6,1	
	6863,5	6,8	
	7605,7	19,2	
	9846,3	17,0	
	45556,8	13,2	
	-	1,62-9,0**	[34]
	-	5,55-8,33***	
Gotowana szynka	-	4-18	[10, 34]
Ubój, rozbiór, zamrażanie	22646,3	4,6	[9]
Ubój i przetwórstwo	6 217-8 031 (średnio 7 092) Mg/miesiąc	6,13-7,91 (7,22)	[8]
	-	4,57-5,32 (4,94)	[13]

\* – wskaźniki zdefiniowane na rysunku 3, część I, PH 3 2024; \*\* – m<sup>3</sup>/Mg tusz bydlęcych; \*\*\* – m<sup>3</sup>/Mg tusz owczych

Z punktu widzenia wymienionego przedsiębiorstwa, uwzględniającego całkowity koszt przedsięwzięcia, wskaźniki efektywności wynoszą:

$$[\text{EkoE}]_{10} = [\text{efekt ekologiczny/poniesione koszty}] =$$

$$= \frac{79000 \text{ Mg}}{104,448 \text{ 947 mln zł}} = 756,35 \frac{\text{Mg}}{1 \text{ mln zł}}$$

Wskaźnik  $[\text{EkoE}]_{10}$  wyraża [Mg odpadów/1 mln zł] tj. efektywność zagospodarowania odpadów.

$$[\text{EkoE}]_{20} = [\text{tys. zł/Mg odpadów}] =$$

$$= \frac{104448,947 \text{ tys. zł}}{79000 \text{ Mg}} = 1,3221 \frac{\text{tys. zł}}{\text{Mg}} = 1322,1 \text{ zł/Mg}$$

Wskaźnik  $[\text{EkoE}]_{20}$  wyraża [tys. zł/Mg odpadów], tj. koszt ponoszony na zagospodarowanie jednostkowej masy odpadów [Mg].

Z punktu widzenia instytucji udzielającej dofinansowania wskaźniki efektywności wynoszą:

$$[\text{EkoE}]_{11} = [\text{efekt ekologiczny/poniesione koszty}] =$$

$$= \frac{79000 \text{ Mg}}{78,336710 \text{ mln zł}} = 1008,47 \frac{\text{Mg}}{1 \text{ mln zł}}$$

Wskaźnik wyraża [Mg odpadów/1 mln zł] tj. efektywność zagospodarowania odpadów

$$[\text{EkoE}]_{21} = [\text{tys. zł/Mg odpadów}] =$$

$$= \frac{78336,71 \text{ tys. zł}}{79000 \text{ Mg}} = 0,9916 \frac{\text{tys. zł}}{\text{Mg}} = 991,6 \text{ zł/Mg}$$

Wskaźnik ten wyraża [tys. zł/Mg], tj. koszt zł ponoszony na zagospodarowanie jednostki masy odpadów [1 Mg]. Obliczone wskaźniki efektywności  $[\text{EkoE}]_{10}$  i  $[\text{EkoE}]_{20}$  mają znaczenie wewnątrz branży mięsnej do porównań z innymi podobnymi obiektami planującymi przedsięwzięcia o znaczeniu proekologicznym. Kolejne wskaźniki efektywności  $[\text{EkoE}]_{11}$  i  $[\text{EkoE}]_{21}$  mogą posłużyć instytucji przyznającej dofinansowanie, do porównań z innymi planowanymi przedsięwzięciami, w celu wyboru najkorzystniejszych wariantów z punktu widzenia ochrony środowiska. Wymienione wskaźniki mogą być stosowane jako kryteria oceny przedsięwzięć inwestycyjnych także w zakresie efektywności redukcji emisji zanieczyszczeń, wyrażonej kwotą poniesioną na zmniejszenie odprowadzanej masy zanieczyszczeń o 1 Mg. Wskaźniki zestawione w tabeli 4 mogą także posłużyć do szczegółowych obliczeń efektywności realizowanych inwestycji.

Dodatkowe informacje na temat finansowania przedsięwzięć o znaczeniu proekologicznym i bieżących analiz można odnaleźć na stronach NFOŚiGW [35, 36]. Stosując zasady przedstawione na rysunku 3 (część I, PH 3 2024), w opracowaniu Wojdalskiego i Drózdza [23] zawarto przykład liczbowy obliczania oszczędności paliwa oraz efektywności energetycznej i energochłonności produkcji zaistniałych w następstwie poprawy sprawności przemian nośników energii na poszczególnych poziomach.

## Podsumowanie

Na podstawie cytowanej literatury i dostępnych źródeł uporządkowano wiedzę na temat energochłonności i efektywności energetycznej zakładu przemysłu mięsnego. Przedstawiono oryginalny schemat zakładu mięsnego jako użytkownika nośników energii i wody. Na tej podstawie zdefiniowano wybrane wskaźniki stosowane do oceny oddziaływania zakładów tej branży na środowisko. Zmniejszenie energochłonności produkcji i zużycia wody oraz emisyjności staje się coraz ważniejsze dla przedsiębiorstw, oraz dla całej gospodarki. Wprawdzie nie jest to celem niniejszej publikacji, lecz może zaistnieć związek z wymogami prawnymi wynikającymi z priorytetowego unijnego planu działania, określanego jako Europejski Zielony Ład (ang. European Green Deal). Ma on za zadanie przekształcenie Unii Europejskiej w zasobooszczędną i konkurencyjną gospodarkę, w której

Tabela 3

## Wybrane czynniki stosowane do oceny wpływu zakładu przemysłu mięsnego na środowisko

Analizowane czynniki oceny	Wymiar	Wartość liczbowa	Zakres		Źródło
			Wartości minimalne	Wartości maksymalne	
BZT <sub>5</sub>	kg/Mg tusz bydlęcych	-	1,8	28,0	[34]
	kg/Mg produktu	23,6	0,88	86,7	[22]
	kg/Mg żywca	11,4	0,25	25,0	
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> (przed oczyszczeniem)	2414	475	10272	[12]
		-	1440	1520	
mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> (po oczyszczeniu)	452	59	1200	[22]	
	-	435	580	[12]	
ChZT	kg/Mg tusz bydlęcych	-	4	40	[34]
	kg/Mg produktu	45,6	8,04	183	[22]
	kg/Mg żywca	24,0	0,46	56,4	
	mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> (przed oczyszczeniem)	2620	820	6321	[12]
		-	1540	1660	
mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> (po oczyszczeniu)	795	50,5	2900	[22]	
	-	443	786	[12]	
Zawiesina	kg/Mg tusz bydlęcych	-	11,2	15,9	[34]
	kg/Mg produktu	11,3	0,16	56,5	[22]
	kg/Mg żywca	5,75	0,05	18,7	
	mg/dm <sup>3</sup> (przed oczyszczeniem)	1727	108	6827	[22]
		1727	108	6827	
mg/dm <sup>3</sup> (po oczyszczeniu)	225	11	878		
Ślad wodny	dm <sup>3</sup> wody/kg nieprzetworzonej wieprzowiny	-	140	4000	[7]
	dm <sup>3</sup> wody/kg burgera wołowego	8400	-	-	
CO <sub>2</sub>	kg/kg wieprzowiny*	-	2,6	6,3	[3]
	kg/kg żywca*	0,50	0,06	1,69	[19]
Ślad węglowy*	kg CO <sub>2</sub> e/kg żywca	-	8	23	[2, 5]
SO <sub>2</sub>	kg/Mg tusz bydlęcych	75,6	-	-	[34]
	kg/Mg produktu	10,7	0,01	35,7	[22]
	kg/Mg żywca	6,29	0,12	19,2	
NO <sub>x</sub>	kg/Mg produktu	2,58	0,01	8,9	[22]
	kg/Mg żywca	1,85	0,09	6,19	
Pyły	kg/Mg produktu	10,3	0,01	43,6	[22]
	kg/ Mg żywca	5,50	0,07	21,5	
Osady ściekowe	kg/Mg produktu	21,1	5,92	56,6	[22]
	kg/ Mg żywca	5,50	0,07	21,5	
Ścieki	m <sup>3</sup> /Mg produktu	6,66	4,53	8,03	[1]
	m <sup>3</sup> / Mg żywca	8,05	4,55	15,10	
Odpadowa tkanka zwierzęca wysokiego ryzyka (kod 020281)	kg/Mg produktu	140	1,6	300	[1]
	kg/Mg żywca	90	2,7	120	

\* – strukturę śladu węglowego mięsa wołowego, wieprzowego i drobiowego przedstawiono w publikacji Xue i in. [27]



Tabela 4

## Ekonomiczne i ekologiczne aspekty przedsięwzięcia

Czynniki uwzględniane w analizie	Ilości zaoszczędzonych nośników	Roczne koszty uzyskania efektu ekologicznego	Zapotrzebowanie nośnika na jednostkę zużywanego odpadu	Masa zutilizowanego odpadu na jednostkę nośnika
Energia elektryczna	6805,57 MWh/rok	11510,68 zł/MWh	85,50 kWh/Mg	11695,9 kg/MWh
Energia cieplna	122267,07 GJ/rok	640,70 zł/GJ	44,81 m <sup>3</sup> gazu*/Mg 1671,413 MJ/Mg	22,3164 kg/m <sup>3</sup> gazu 598,296 kg/GJ
Woda	3010 m <sup>3</sup> /rok	26025,49 zł/m <sup>3</sup>	0,0038 m <sup>3</sup> /Mg	263,157 Mg/m <sup>3</sup>

\* – wartość opałowa gazu np. 37300 kJ/m<sup>3</sup>

w 2050 r. miałyby zaistnieć zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto, a także oddzielenie wzrostu gospodarczego od zużywania zasobów. Jest to założenie tym bardziej zasadne, że Europejskie prawo o klimacie przekształca unijne ambicje polityczne, dotyczące osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., w zobowiązanie prawne dla UE. Z kolei pakiet legislacyjny „Gotowi na 55” (ang. „Fit for 55”), obejmujący m.in. przekształcenie dyrektywy o efektywności energetycznej, znanej także jako dyrektywa EED (ang. Energy Efficiency Directive), ma za zadanie przekształcić cele zielonego ładu na konkretne przepisy dostosowujące unijny dorobek prawny do celów klimatycznych UE. Strategie efektywnych rozwiązań na poziomie przedsiębiorstwa wymagają podejścia do redukcji emisji z punktu widzenia całego zakładu, gdzie wytwarzanie i wykorzystanie źródeł emisji powinno być poprawnie zbilansowane. Wykazano, że zróżnicowana energochłonność produkcji w obrębie tej samej branży świadczy też o istniejącym potencjale poprawy efektywności energetycznej, który może stanowić równocześnie szansę na zwiększenie konkurencyjności poszczególnych przedsiębiorstw przemysłu mięsnego. Przytoczone wskaźniki dotyczące zużycia nośników energii mogą mieć znaczenie w procesach transformacji energetycznej oraz redukcji kosztów produkcji w przetwórstwie mięsnym. Struktura kosztów w przetwórstwie mięsnym może się różnić w zależności od wielu czynników. Jednym z czynników kosztotwórczych są koszty nośników energii, którym także poświęcono część niniejszego artykułu.

**Literatura:** 1. Czyżyk F., Strzelczyk M., Steinhoff-Wrześniewska A., Godzwon J., Rajmund A., Kołdras J., Kaca E., 2010 – Wytyczne w zakresie wykorzystania produktów ubocznych oraz postępowania zalecanego postępowania w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym. Falenty-Warszawa: MRiRW, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, 93-94. 2. Desjardins R.L., Worth D.E., Vergé X.P., Maxime D., Dyer J., Cerkowniak D., 2012 – Carbon footprint of beef cattle. Sustainability 4(12): 3279-3301. 3. Djekić I., Tomasević I., 2016 – Environmental impacts of the meat chain—Current status and future perspectives. Trends in Food Science & Technology 54, 94-102. 4. Dolata W., 1992 – Wpływ niektórych parametrów technicznych kutra na kształtowanie jakości farszów i wędlin oraz energochłonności procesu kutrowania. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Zeszyt 225, 65-85. 5. Dubeux J.C., Garcia L., Queiroz L., Santos E.R., Oduor K.T., Bretas I.L., 2023 – Carbon footprint of beef cattle systems in the Southeast

United States. Carbon Footprints 2(1): 2. 6. European Commission, 2006 – Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries 149-151, 155. 7. Fresán U., Marrin D.L., Mejia M.A., Sabaté J., 2019 – Water footprint of meat analogs: selected indicators according to life cycle assessment. Water 11(4): 728. 8. Greczuk E., 2017 – Badanie efektywności produkcji zakładu przemysłu mięsnego. Praca inżynierska. SGGW, Warszawa. 9. Kmita P., 2018 – Gospodarka wodna i oddziaływanie na środowisko zakładu przemysłu mięsnego. Praca inżynierska. SGGW, Warszawa. 10. Komisja Europejska. Zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich ograniczanie. Dokument referencyjny na temat najlepszych dostępnych technik w przemyśle spożywczym; [https://ippc.mos.gov.pl/ippc/custom/BREF\\_spozy\\_2.pdf](https://ippc.mos.gov.pl/ippc/custom/BREF_spozy_2.pdf) 11. Kowalczyk R., Netter J., 2008 – Nowe spojrzenie na zużycie czynników energetycznych w zakładzie przemysłu spożywczego. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1, 45-47. 12. Kwarciać-Kozłowska A., Mielczarek K., Bohdziewicz J., 2011 – Zastosowanie reaktora ASBR do oczyszczania ścieków z przemysłu mięsnego. Rocznik Ochrona Środowiska 13, 1891-1904. 13. Li S., Ziara R. M., Dvorak B., Subbiah J., 2018 – Assessment of water and energy use at process level in the US beef packing industry: Case study in a typical US large-size plant. Journal of Food Process Engineering 41(8): e12919. 14. Neryng A., Wojdalski J., Budny J., Krasowski E., 1990 – Energia i woda w przemyśle rolno-spożywczym. WNT, Warszawa, 99-103, 184-189. 15. Pathare P.B., Roskilly A.P., Jagtap S., 2019 – Energy efficiency in meat processing. In Novel Technologies and Systems for Food Preservation (pp. 78-107). IGI Global. 16. Pewniak M., 2018 – Uwarunkowania zużycia energii w zakładzie przetwórstwa mięsnego. Praca inżynierska. SGGW, Warszawa. 17. Ramirez C.A., Patel M., K. Blok K., 2006 – How much energy to process one pound of meat? A comparison of energy use and specific energy consumption in the meat industry of four European countries. Energy 31, 2047-2063. 18. Skonecki S., Laskowski J., Szymczak W., 2001 – Analiza zużycia energii w zakładzie mięsnym. MOTROL, Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. Tom IV. Lublin, 326-332. 19. Smetana S., Terjung N., Aganovic K., Alahakoon A. U., Oey I., Heinz V., 2019 – Emerging technologies of meat processing. In Sustainable meat production and processing (pp. 181-205). Academic Press. 20. Steinhoff-Wrześniewska A., Rajmund A., Godzwon J., 2013 – Zużycie wody w wybranych branżach przemysłu spożywczego. Inżynieria Ekologiczna 32, 164-171. 21. Tkacz K., 2002 – Energy consumption in cutting of meat raw products. Technica Agraria, 1(2): 73-79. 22. WS Atkins Int., 1998 – Ochrona środowiska w przemyśle rolno-spożywczym. Standardy środowiskowe. FAPA, Warszawa, 31, 78, 87, 106-107. 23. Wojdalski J., Dróżdź B. (red.), 2021 – Przetwórstwo rolno-spożywcze i biogospodarka. Wybrane zagadnienia inżynierijno-produk-

cyjne, biotechniczne, energetyczne i środowiskowe. SGGW, Warszawa, 245-286. **24. Wojdalski J., Dróżdź B., Grochowicz J., Magryś A., Ekielski A.**, 2013 – Assessment of energy consumption in a meat-processing plant – a case study. Food and Bioprocess Technology 6.10, 2621-2629. **25. Wojdalski J., Dróżdź B., Lipiński P.**, 2010 – Efektywność zużycia energii w małym zakładzie przetwórstwa mięsnego. Współczesne zagadnienia rozwoju sektora energetycznego i rolniczego. SGGW, 110-121. **26. Wskazniki emisyjności grudzień 2021.pdf** (kobize.pl); [Dostęp 27.03.2023] **27. Xue L., Prass N., Gollnow S., Davis J., Scherhauser S., Östergren K., Cheng S., Liu G.**, 2019 – Efficiency and carbon footprint of the German meat supply cha-

in. Environmental Science & Technology 53(9): 5133-5142. **28.** <https://frizo.pl/>; [Dostęp 27.03.2023] **29.** <https://www.ka-gra.com.pl/>; [Dostęp 27.03.2023] **30.** <https://nadratowski.com/>; [Dostęp 27.03.2023] **31.** <https://mayekawa.pl/>; [Dostęp 27.03.2023] **32.** <https://www.trepko.com/en/>; [Dostęp 27.03.2023] **33.** <https://www.jbtc.com/>; [Dostęp 27.03.2023] **34.** [https://www.ekoportal.gov.pl/fileadmin/Ekoportal/Pozwolenia\\_zintegrowane/BREF/7\\_Dokument\\_referencyjny\\_BREF\\_Rzeznie.pdf](https://www.ekoportal.gov.pl/fileadmin/Ekoportal/Pozwolenia_zintegrowane/BREF/7_Dokument_referencyjny_BREF_Rzeznie.pdf) [Dostęp: 05.04.2023]. **35.** <https://www.gov.pl/web/nfosigw/informacja-o-naborach-wnioskow-w-roku-2021> **36.** <https://www.gov.pl/web/nfosigw/publika-cje>; [Dostęp 23.03.2023]

## A meat processing plant

### ENERGY·WATER·ENVIRONMENT

Janusz Wojdalski, Przemysław Ligenza, Roman Niżnikowski, Marta Postuła, Bogdan Dróżdź

#### Summary

Reducing the energy intensity of production, water consumption, and emissions is becoming increasingly important for companies and for the entire economy. The article presents the environmental impact of the operation of a meat processing plant. Energy and fuel may account for about 5% of costs incurred (especially in the case of firms using many cooling systems). Consumption of energy carriers at meat processing plants depends on multiple factors, including the volume and structure of the output, the production technology, the thermophysical properties of the raw meat, the degree of mechanization of production operations, and the degree of capacity utilization. Based on available sources, knowledge regarding the energy intensity and energy efficiency of a meat industry plant was presented in an organized manner. An original design for a meat plant as a user of energy carriers and water was presented. Parameters used to assess the environmental impact of plants in this sector were defined. Strategies for the implementation of pro-ecological solutions at the company level require an approach to emission reduction which encompasses the entire plant, where production and the use of emission sources should be correctly balanced. It was also pointed out that the varied energy intensity of production within the same sector of industry provides evidence of the existing potential to improve energy efficiency, which can at the same time be a chance to increase the competitiveness of individual meat processing companies. The indicators of consumption of energy carriers presented in the article may be of importance in processes of energy transformation and the reduction of production costs in meat processing. Part of the article is also devoted to the cost of energy carriers, which is one of the cost drivers.

**KEY WORDS:** meat industry, environment, energy, ecology

## III Międzynarodowa Konferencja Naukowa Studenci w Zootechnice i Akwakulturze – dobre praktyki

23 kwietnia 2024 roku odbyła się III edycja Międzynarodowej Konferencji Naukowej Studenci w Zootechnice i Akwakulturze – dobre praktyki. Wzorem poprzednich

edycji konferencja odbywała się on-line za pośrednictwem platformy MS Teams. Organizatorem wydarzenia był Instytut Nauk o Zwierzętach, Polskie Towarzystwo Zootechniczne oraz studenckie Koło Naukowe Hodowli i Żywienia Zwierząt.

Konferencja jest inicjatywą mającą na celu stworzenie płaszczyzny pozwalającej na wymianę wiedzy i doświadczeń studentów kierunków pokrewnych z zootechniką i akwakulturą. W trakcie wydarzenia przedstawiono 26 doniesień, których autorzy byli przedstawicielami jednostek naukowych z Polski, Francji, Włoch oraz Turcji. Konferencja podzielona była na trzy sesje.

Pierwsza z nich składała się z oficjalnego otwarcia spotkania przez Przewodniczącą Komitetu Organizacyj-