

PODSTAWY ANALIZY ENERGOCHŁONNOŚCI PRODUKCJI ZAKŁADÓW PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO

Janusz Wojdalski, Bogdan Dróżdż

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Zakłady przetwórstwa rolno-spożywczego mają specyficzne cechy, wynikające z ilości i sezonowości przerabianych surowców, technologii produkcji, stopnia zmechanizowania operacji produkcyjnych oraz zagospodarowania przestrzennego. Wpływa to na zmienność zużycia poszczególnych nośników energii. W niniejszej publikacji wymieniono prace, w których są stosowane różne metody analizy użytkowania energii oraz usystematyzowano czynniki mogące posłużyć do pogłębionej analizy energochłonności produkcji, co ma znaczenie przy wyborze najlepszych dostępnych technik produkcyjnych.

Słowa kluczowe: przetwórstwo rolno-spożywcze, energochłonność produkcji

WYKAZ STOSOWANYCH OZNACZEŃ

A_b – zużycie energii elektrycznej biernej, kvar h/24 h
 A_c – zużycie energii cieplnej, GJ, GJ/24 h
 A_{cw} – energia cieplna włożona, GJ
 A_{cp1} – dobowe zużycie ciepła na jednostkę powierzchni zajętej pod zabudowę, GJ/m²
 A_{cp2} – dobowe zużycie ciepła na jednostkę powierzchni terenu ogółem, GJ/m²
 A_e – zużycie energii elektrycznej czynnej, kW·h/24 h
 A_n – strumień energii np. A_1 , A_2 , A_3 lub A_4 (na poziomach A, B lub C), W
 A_{t1} – całkowite zużycie energii (uwzględniając przelicznik 1 kW·h = 0,012 GJ), GJ/24 h
 A_{t2} – całkowite zużycie energii (uwzględniając przelicznik 1 kW·h = 0,0036 GJ), GJ/24 h
 A_{tw1} – całkowita energia włożona (uwzględniając przelicznik 1 kW·h = 0,012 GJ), GJ/24 h
 A_{tw2} – całkowita energia włożona (uwzględniając przelicznik 1 kW·h = 0,0036 GJ), GJ/24 h
 B_{rz} – zużycie paliwa rzeczywistego, kg/24 h
 $\cos\varphi$ – współczynnik mocy po kompensacji mocy biernej
 K_1 – kubatura pomieszczeń produkcyjnych zakładu przypadająca na 1000 kg (1 Mg) przerabianego surowca w ciągu doby, m³/Mg
 K_2 – kubatura zakładu ogółem przypadająca na 1000 kg (1 Mg) przerabianego surowca w ciągu doby, m³/Mg

- K_m – moc zainstalowana na 1000 kg (1 Mg) przerabianego surowca w ciągu doby, kW/Mg
 K_{p1} – wielkość dobowego przerobu surowca na 1 zatrudnionego w sferze produkcyjnej, Mg/osobę
 K_{p2} – wielkość dobowego przerobu surowca na 1 zatrudnionego ogółem, Mg/osobę
 K_{t1} – wielkość terenu pod zabudowę na 1 Mg przerabianego surowca w ciągu doby, m²/Mg
 K_{t2} – wielkość terenu należącego do zakładu na 1 tonę surowca przerabianego w ciągu doby, m²/Mg
 n_1 – liczba zatrudnionych w sferze produkcyjnej zakładu osób
 n_2 – liczba zatrudnionych w zakładzie ogółem osób
 P – całkowita moc zainstalowana zakładu, kW
 $P_1 - P_n$ – struktura mocy zainstalowanej urządzeń elektrycznych, kW
 Q_w^r – wartość opałowa paliwa rzeczywistego, GJ/kg
 S_1 – powierzchnia terenu zajęta pod zabudowę zakładu, m²
 S_2 – powierzchnia terenu należącego do zakładu ogółem, m²
 $\text{tg}\varphi$ – tangens kąta przesunięcia fazowego
 U_{el1} – zużycie energii elektrycznej odniesione do liczby zatrudnionych w sferze produkcyjnej, kW·h/osobę
 U_{el2} – zużycie energii elektrycznej odniesione do liczby zatrudnionych w zakładzie ogółem, kW·h/osobę
 U_{en1} – moc zainstalowana odniesiona do liczby zatrudnionych bezpośrednio w produkcji, kW/osobę
 U_{en2} – moc zainstalowana odniesiona do liczby zatrudnionych ogółem w zakładzie, kW/osobę
 V_1 – kubatura pomieszczeń produkcyjnych zakładu, m³
 V_2 – kubatura pomieszczeń zakładu ogółem, m³
 W_c – wskaźnik jednostkowego zużycia ciepła w zakładzie, GJ/Mg
 W_e – wskaźnik jednostkowego zużycia energii elektrycznej w zakładzie, kW·h/Mg
 W_p – wskaźnik produkcyjny zużycia energii,
 W_T – wskaźnik technologiczny zużycia energii,
 W_{t1} – zakładowy wskaźnik jednostkowego zużycia energii ogółem z uwzględnieniem relacji 1 kW·h = 0,012 GJ, GJ/Mg
 W_{t2} – zakładowy wskaźnik jednostkowego zużycia energii ogółem z uwzględnieniem relacji 1 kW·h = 0,0036 GJ, GJ/Mg
 W_z – wskaźnik zakładowy zużycia energii,
 Z – dobowy przerobu surowca, Mg
 $Z_1 - Z_n$ – dobowy struktura przerobu lub produkcji, Mg
 η – współczynnik sprawności

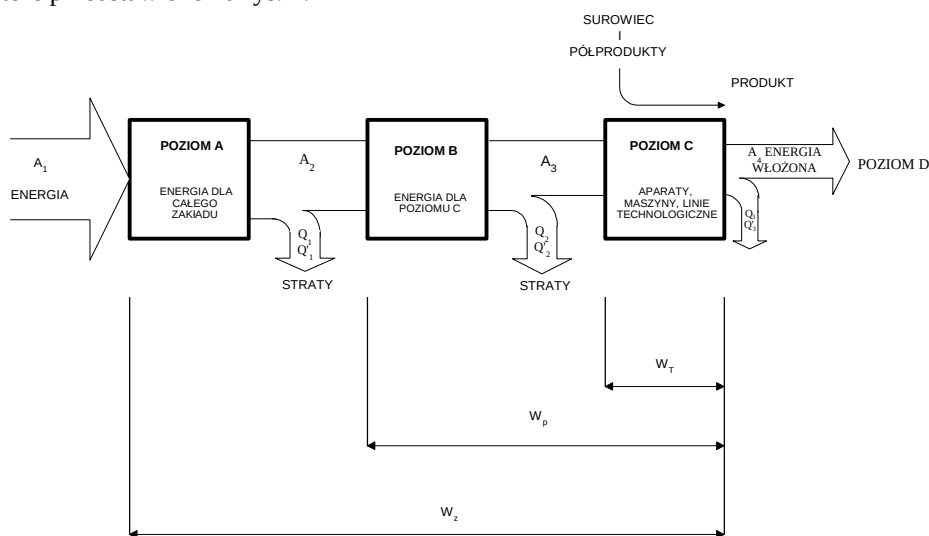
WPROWADZENIE

Do oceny energochłonności bezpośredniej w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego można stosować różne metodyki określania wskaźników jednostkowego zużycia energii [Metoda 1986 i 1987]. Zależnie od przyjętego poziomu odniesienia stosuje się następujące wskaźniki: agregatowy, technologiczny, produkcyjny i zakładowy.

Specyficzne cechy poszczególnych branż przetwórstwa rolno-spożywczego uwzględniano również w postaci zróżnicowanych zakresów analizy gospodarki energią i surowcem w pracach: Budnego [1988], Głanca i in. [1988], Lewickiego [1988], Piechockiego [1988 i 1997], Sobczaka [1988], Grzybek i Rogulskiej [1992], Hufendieka i Klemeša [1997], Brodowicza i Markowskiego [1997] oraz Grzybek [2003]. Wprowadzanie najlepszych dostępnych technik wymaga bardziej szczegółowych niż dotychczas metod analizy energochłonności produkcji. Celem pracy było przedstawienie podstaw analizy energochłonności produkcji zakładów przemysłu rolno-spożywczego, która w porównaniu z cytowaną literaturą w większym stopniu uwzględnia sprawność przemian energii, oraz czynniki mające wpływ na kształtowanie się energochłonności bezpośredniej.

PRZEMIANY ENERGII

Poniżej przedstawiono rozważania teoretyczne dotyczące doskonałości energetycznej przygotowania nośników i przemian na przyjętych poziomach (etapach) odniesienia, które przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Etapy przemian i zakresy stosowania wskaźników jednostkowego zużycia energii

Fig. 1. Phases of change and application ranges of unitary energy consumption indices

Na poszczególnych poziomach zachodzą przemiany energii oraz występują jej liczne straty np. Q_1, Q_1', Q_2, Q_2' itd. Wyodrębniono cztery poziomy (etapy) użytkowania nośników energii:

Poziom A zasilania w nośniki brutto

Na tym poziomie następuje pomiar zużycia nośników energii, niezbędny do określenia zakładowego wskaźnika jednostkowego zużycia energii.

$$\eta_1 = \frac{A_1 - Q_1 - Q_1'}{A_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad (1)$$

Poziom B przemian nośników energii lub transformacji parametrów z poziomu A

Różne ogniwa tego poziomu występują w zależności od potrzeb branży. Na tym poziomie są możliwości zastosowania skojarzonej gospodarki energetycznej, np. elektrociepłownie w zakładach cukrowniczych [Laudańskiego 2006] i piwowarskich [Hufendiek i Klemeš 1997]. Nadmiar produkowanej energii można sprzedawać do sieci krajowej.

$$\eta_2 = \frac{A_2 - Q_2 - Q_2'}{A_2} = \frac{A_3}{A_2} \quad (2)$$

Poziom C użytkowania nośników energii

Występują tu urządzenia specyficzne dla przyjętej technologii w poszczególnych branżach. Poziom ten obejmuje energię końcową wprowadzoną do procesów i operacji produkcyjnych bez dalszego przetworzenia jej nośników na inne (np. węgiel kamienny zużyty w suszarce, olej napędowy w środku transportu, woda gorąca w wymienniku ciepła, ciepło w parze wodnej, praca mechaniczna, „zimno”, oświetlenie, wytworzenie podciśnienia).

$$\eta_3 = \frac{A_3 - Q_3 - Q_3'}{A_3} = \frac{A_4}{A_3} \quad (3)$$

Poziom D energii wykorzystanej

Odpowiada użytecznie wykorzystanej energii niezbędnej (energii włożonej) do uzyskania produktu finalnego w zakładzie. Jest równocześnie teoretycznym poziomem odniesienia dla energii użytecznej.

Zapis przemian w całym zakładzie można przedstawić posługując się wyrażeniem:

$$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = \eta_4 \quad (4)$$

Po podstawieniu wyrażeń (1), (2), (3) do formuły (4), otrzymuje się ostatecznie

$$\eta_4 = \frac{A_4}{A_1} \quad (5)$$

Równania (1), (2), (3) można także wyrazić w postaci:

$$\begin{aligned} \eta_1 &= 1 - \frac{Q_1}{A_1} - \frac{Q_1'}{A_1} \\ \eta_2 &= 1 - \frac{Q_2}{A_2} - \frac{Q_2'}{A_2} \\ \eta_3 &= 1 - \frac{Q_3}{A_3} - \frac{Q_3'}{A_3} \end{aligned} \quad (6)$$

Współczynniki sprawności przemian zawarto w tabeli 1.

Tabela 1. Sprawności przemian na poszczególnych etapach

Table 1. Efficiency of change at particular phases

Poziom (etap przemian)	Współczynniki sprawności
A	$\eta_{e1} = \frac{Q_1}{A_1}, \eta_1' = \frac{Q_1'}{A_1}$
B	$\eta_{e2} = \frac{Q_2}{A_2}, \eta_2' = \frac{Q_2'}{A_2}$
C	$\eta_{e3} = \frac{Q_3}{A_3}, \eta_3' = \frac{Q_3'}{A_3}$

Na tej podstawie strumienie traconej energii można określić następująco:

$$\begin{aligned} Q_1' &= A_1 - Q_1 - \eta_1 \cdot A_1 = A_1(1 - \eta_1) - Q_1 \\ Q_2' &= A_1(\eta_1 - \eta_1 \cdot \eta_2) - Q_2 \\ Q_3' &= A_1(\eta_1 \cdot \eta_2 - \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3) - Q_3 \end{aligned} \quad (7)$$

Dotychczasowe badania wykazały, że w największym stopniu znana jest wartość η_2 , która dla przemysłu spożywczego ogółem wynosi 0,664. W zakładach mleczarskich i przetwórstwa nasion oleistych wynosi odpowiednio 0,604 i 0,715 z tendencją wzrostową ze względu na instalowanie kotłów o wyższej sprawności [Neryng i in. 1990 oraz Wojdalski i in. 1998].

Wartość η_1 w największym stopniu jest poznana w zakładach mleczarskich i wynosi 0,95–0,98 [Neryng i in. 1990].

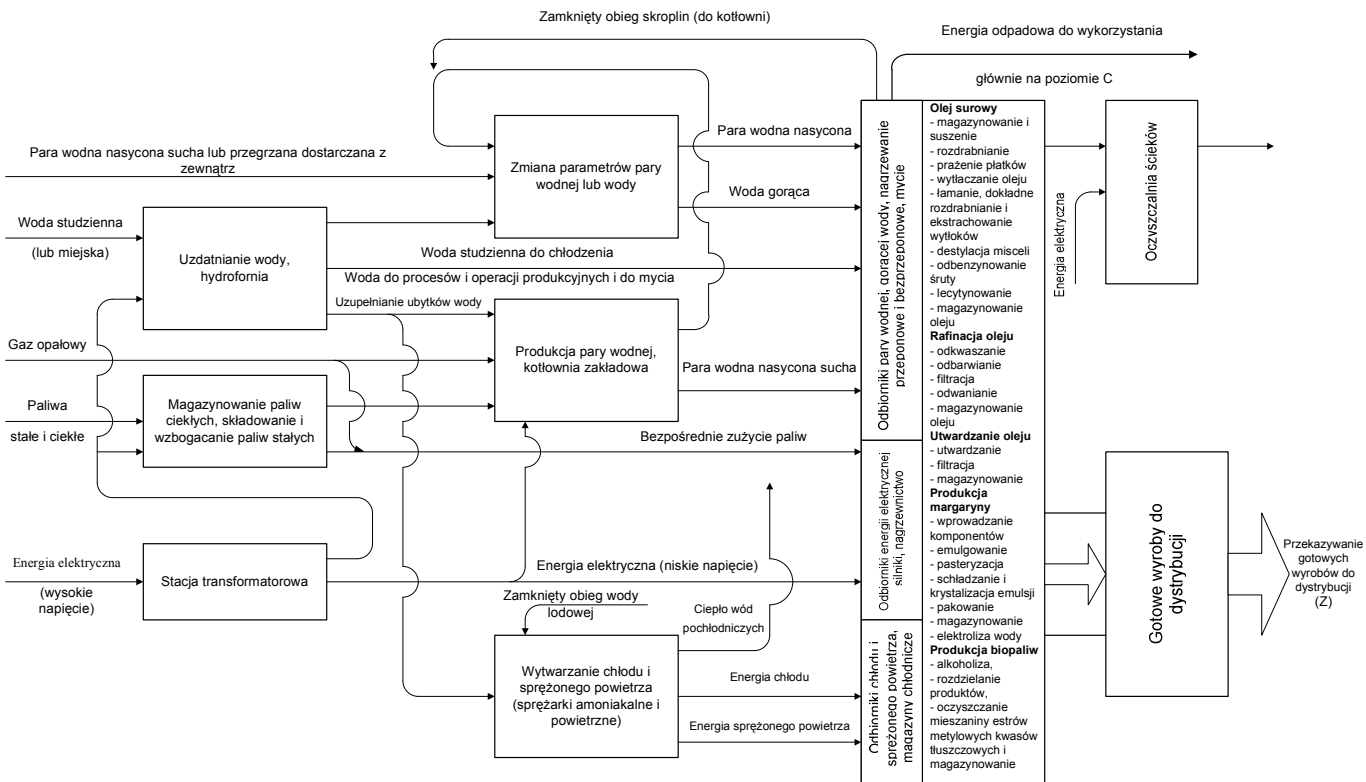
Współczynniki η_3 dla operacji produkcyjnych przemysłu mięsnego można określić korzystając z piśmiennictwa [Neryng i in. 1990]. Wartości Q_1', Q_2' i Q_3' oraz η_1', η_2' i η_3' w zakładach przemysłu spożywczego są w niewielkim stopniu rozpoznane, gdyż mają związek ze zużyciem elementów maszyn, tarciami i prawidłową gospodarką smarowniczą. Współczynniki η_1', η_2' i η_3' mogą mieć związek z problematyką niezawodności i odnowy urządzeń technicznych [Beichelt 1974].

Dotychczasowe obserwacje wykazały, że wyrażenie $\frac{Q_1' + Q_2' + Q_3'}{A_1}$ może osiągać

do 0,15. Określenie η_1', η_2' i η_3' może stanowić cel badań w licznych branżach przemysłu rolno-spożywczego.

Korzystając z równań (4) i (5) można określić, że energia włożona A_{tw2} liczona względem A_{t2} wynosi:

$$A_{tw2} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot A_{t2} \quad (8)$$



Rys. 2. Zakład przemysłu rolno-spożywczego jako użytkownik nośników energii [Drożdż 1998]
Fig. 2. Agri-food industry works as an energy carrier user

Na rysunku 2 przedstawiono model zakładu przemysłu rolno-spożywczego jako użytkownika nośników energii (na przykładzie zakładu przetwórstwa nasion oleistych). Przedstawia on przepływy nośników energii w zakładzie produkcyjnym. Uwzględnia również straty energii powstające na poziomie przemian energetycznych, jak i sumaryczne straty na poziomie wskaźnika zakładowego. Omawiany model zakładu przemysłu rolno-spożywczego może być podstawą do szczegółowej analizy energochłonności produkcji przy pomocy modelu komorowego. Gutenbaum [2003] przedstawił zasady tworzenia tego modelu wraz z uproszczonym opisem matematycznym. Oryginalną postać tego modelu dla zakładów branży cukrowniczej opracował Laudański [2006].

IDENTYFIKACJA I CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ENERGOCHŁONNOŚĆ ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH

W celu wyodrębnienia szczególnie istotnych cech oraz identyfikacji zakładów produkcyjnych przyjmuje się następujące wielkości i wskaźniki:

- wielkości charakteryzujące zakład produkcyjny: liczba pracowników zatrudnionych ogółem n_2 ; liczba pracowników bezpośrednio produkcyjnych n_1 ; całkowity teren należący do zakładu S_2 , m^2 ; teren zajęty pod zabudowę S_1 , m^2 ; kubatura pomieszczeń ogółem V_2 , m^3 ; pomieszczeń produkcyjnych V_1 , m^3 ;
- ogólna moc zainstalowana odbiorników energii elektrycznej P , kW;
- moc zainstalowana urządzeń elektrycznych w poszczególnych działach produkcyjnych zakładów (P_1-P_n), kW;
- przerób surowców lub produkcja w ciągu doby Z , Mg;
- struktura przerobu lub produkcji poszczególnych wyrobów (Z_1-Z_n);
- dobowe zużycie energii elektrycznej A_e , kW·h;
- dobowe zużycie energii elektrycznej biernej A_b , kvar·h;
- dobowe zużycie wody A_w , m^3 ;
- dobowe zużycie paliwa rzeczywistego B_{rz} , Mg;
- wartość opałowa paliwa rzeczywistego Q_w^r , kJ/kg;
- współczynnik mocy $\cos\varphi$ po kompensacji mocy biernej na podstawie zależności:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{A_b}{A_e} \quad (9)$$

- zużycie energii elektrycznej w stosunku do liczby zatrudnionych bezpośrednio w produkcji i ogółem:

$$U_{el1} = \frac{A_e}{n_1} \quad \text{kW}\cdot\text{h/osobę} \quad (10)$$

$$U_{el2} = \frac{A_e}{n_2} \quad \text{kW}\cdot\text{h/osobę} \quad (11)$$

- moc zainstalowana odniesiona do liczby zatrudnionych bezpośrednio w produkcji i ogółem:

$$U_{en1} = \frac{P}{n_1} \quad \text{kW / osobę} \quad (12)$$

$$U_{en2} = \frac{P}{n_2} \quad \text{kW / osobę} \quad (13)$$

- moc zainstalowana urządzeń elektrycznych na jednostkę przerabianych surowców lub otrzymanych produktów w ciągu doby:

$$K_m = \frac{P}{Z} \quad \text{lub} \quad K_m = \frac{P}{Z_1 + \dots + Z_n} \quad \text{kW/Mg} \quad (14)$$

- dobowy przerób surowców lub otrzymanych produktów na 1 zatrudnionego bezpośrednio w produkcji i ogółem:

$$K_{p1} = \frac{Z}{n_1} \quad \text{lub} \quad K_{p1} = \frac{Z_1 + \dots + Z_n}{n_1} \quad \text{Mg/osobę} \quad (15)$$

$$K_{p2} = \frac{Z}{n_2} \quad \text{lub} \quad K_{p2} = \frac{Z_1 + \dots + Z_n}{n_2} \quad \text{Mg/osobę} \quad (16)$$

- kubatura zakładu przypadająca na jednostkę przerabianych surowców w ciągu doby:

$$K_1 = \frac{V_1}{Z} \quad \text{m}^3 \text{ pomieszczeń prod./Mg} \quad (17)$$

$$K_2 = \frac{V_2}{Z} \quad \text{m}^3 \text{ ogółem/Mg} \quad (18)$$

- teren zakładu na jednostkę przerabianych surowców lub otrzymanych produktów:

$$K_{t1} = \frac{S_1}{Z} \quad \text{lub} \quad K_{t1} = \frac{S_1}{Z_1 + \dots + Z_n} \quad \text{m}^2 \text{ pod zabudową/Mg} \quad (19)$$

$$K_{t2} = \frac{S_2}{Z} \quad \text{lub} \quad K_{t2} = \frac{S_2}{Z_1 + \dots + Z_n} \quad \text{m}^2 \text{ ogółem/Mg} \quad (20)$$

- zakładowe wskaźniki zużycia energii elektrycznej, wody, ciepła i energii ogółem na jednostkę przerabianych surowców w zakładzie:

$$W_e = \frac{A_e}{Z} \quad \text{kW} \cdot \text{h/Mg} \quad (21)$$

$$W_w = \frac{A_w}{Z} \quad \text{m}^3/\text{Mg} \quad (22)$$

$$W_c = \frac{A_c}{Z} \quad \text{GJ/Mg}$$

$$W_c = \frac{A_c}{Z} \quad \text{GJ/Mg} \quad (23)$$

$$W_{t1} = \frac{A_{t1}}{Z} = \frac{0,012 \cdot A_e + B_{rz} \cdot Q_w^r \cdot 10^{-6}}{Z} \quad \text{GJ/Mg} \quad (24)$$

$$W_{t2} = \frac{A_{t2}}{Z} = \frac{0,0036 \cdot A_e + B_{rz} \cdot Q_w^r \cdot 10^{-6}}{Z} \quad \text{GJ/Mg} \quad (25)$$

w którym:

$A_c = B_{rz} Q_w^r \cdot 10^{-6}$ – dobowe zużycie energii cieplnej, GJ/dobę

A_{t1} – całkowite zużycie energii (przelicznik 1 kW·h = 12 MJ uwzględnia sprawność produkcji i transportu energii elektrycznej), GJ/dobę

A_{t2} – całkowite zużycie energii (uwzględniające przelicznik 1 kW·h = 3,6 MJ), GJ/dobę,

– wskaźniki zużycia ciepła na jednostkę powierzchni zajętej pod zabudowę A_{cp1} i jednostkę terenu ogółem A_{cp2} w ciągu doby:

$$A_{cp1} = \frac{A_c}{S_1} \quad \text{GJ/m}^2 \text{ pod zabudową} \quad (26)$$

$$A_{cp2} = \frac{A_c}{S_2} \quad \text{GJ/m}^2 \text{ ogółem} \quad (27)$$

Najczęściej przyjmuje się następujące cztery grupy czynników (zmiennych niezależnych), mających wpływ na energochłonność zakładów przemysłu rolno-spożywczego, obejmujących zakres wskaźnika zakładowego:

I – ogólna charakterystyka zakładów produkcyjnych ($Z, P, V_1, V_2, S_1, S_2, n_1, n_2$),

II – struktura mocy zainstalowanej urządzeń elektrycznych zakładów (P_1-P_n),

III – struktura dobowego przerobu lub produkcji (Z_1-Z_n),

IV – wielkości będące funkcjami czynników wymienionych w grupach I-III ($U_{el1}, U_{el2}, K_{p1}, K_{p2}, K_1, K_2, K_{t1}, K_{t2}, K_m$).

Do analizy energochłonności zakładów produkcyjnych można stosować metodę polegającą na ustaleniu modeli regresyjnych, określających zależność zużycia energii od przyjętych czynników technicznych, technologicznych i innych, które swoim zasięgiem mogą objąć złożoność problemu [Rao 1986]. Analiza może dotyczyć odrębnych zakładów jak też np. całej branży obejmującej przerób tego samego surowca w obiektach różnej wielkości.

PODSUMOWANIE

Dotychczasowe prace autorów wykazały, że zakłady przemysłu rolno-spożywczego są to złożone systemy energetyczne i technologiczne. Dobowe zużycie energii i energochłonność jednostkowa w największym stopniu zależą od grupy czynników składających się głównie na poziom mechanizacji produkcji i stan techniczny, a także od innych czyn-

ników specyficznych dla poszczególnych typów zakładów mleczarskich oraz analizowanych branż. Zastosowanie powyższych zależności i otrzymywane formuły mogą posłużyć do budowy modeli zakładów przemysłu rolno-spożywczego jako użytkowników energii.

PIŚMIENNICTWO

- Beichelt F. 1974: Problemy niezawodności i odnowy urządzeń technicznych. WNT, Warszawa.
- Brodowicz K., Markowski M., 1997: Zastosowanie metody PPT do modernizacji istniejących sieci regeneracyjnych wymienników ciepła. *Gospodarka Paliwami i Energią*, 9, 9–13.
- Budny J. 1988: Uwagi i wnioski końcowe dotyczące: Definicja i ogólna metodyka wyznaczania wskaźnika zużycia energii w przemyśle mleczarskim. Zeszyt metodyczny „Problemy gospodarki energią w przemyśle mleczarskim”. Zakład Wydawnictw LACPRESS, Warszawa, 83–86.
- Drózd B. 1998: Wpływ wybranych czynników na energochłonność zakładów przetwórstwa nasion oleistych. Rozprawa doktorska. SGGW, Warszawa.
- Głanc Z., Kumanowski M., Okrasa S., 1988: Wybrane problemy i koncepcje metodyczne dotyczące badań energochłonności. Zeszyt metodyczny „Problemy gospodarki energią w przemyśle mleczarskim”. Zakład Wydawnictw LACPRESS, Warszawa, 7–34.
- Grzybek A. 2003: Wpływ wybranych technologii na środowisko i energochłonność przetwórstwa owocowo-warzywnego. Rozprawy habilitacyjne nr 12. *Inżynieria Rolnicza* 2 (44),
- Grzybek A., Rogulska M., 1992: Wykorzystanie metod programowania liniowego do analizy produkcji zakładu owocowo-warzywnego. *Prace naukowo-badawcze IBMER Warszawa*, 55 – 63.
- Gutenbaum J. 2003: Modelowanie matematyczne systemów. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.
- Hufendiek K., Klemeš J., 1997: Integracja procesów produkcyjnych browaru metodą Pinch Point Technology. *Gospodarka Paliwami i Energią*, 9, 22–25.
- Laudański A. 2006. Analiza energochłonności produkcji cukru z krajanki buraczanej. WIP, SGGW, Warszawa (materiały niepublikowane).
- Lewicki P. P. 1988: Propozycja metodyki oceny gospodarki energią i surowcem w przemyśle mleczarskim. Zeszyt metodyczny „Problemy gospodarki energią w przemyśle mleczarskim”. Zakład Wydawnictw LACPRESS, Warszawa, 47–60.
- Metoda obliczania wskaźników jednostkowego zużycia paliw i energii w przemyśle spożywczym. Zeszyty metodyczne nr 69. GUS, Warszawa 1986.
- Metoda obliczania wskaźników jednostkowego zużycia paliw i energii w produkcji rolniczej i przetwórstwie rolno-spożywczym. Zeszyty metodyczne nr 71 GUS, Warszawa 1987.
- Neryng A., Wojdalski J., Budny J., Krasowski E. 1990: Energia i woda w przemyśle rolno-spożywczym. WNT, Warszawa.
- Piechocki J. 1997: Metoda badania energochłonności przetwórstwa mleka. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, Olsztyn.
- Piechocki J. 1988: Definicja i ogólna metodyka wyznaczania wskaźnika zużycia energii w przemyśle mleczarskim. Zeszyt metodyczny „Problemy gospodarki energią w przemyśle mleczarskim”. Zakład Wydawnictw LACPRESS, Warszawa, 35–46.
- Rao M.A. 1986: Regression Analysis For Assessing and Forecasting Energy Requirements in Energy in Food Processing. Vol. 1, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo, 13–17.
- Sobczak R. 1988: Uwagi do opracowania: Definicja i ogólna metodyka wyznaczania wskaźnika zużycia energii w przemyśle mleczarskim. Zeszyt metodyczny „Problemy gospodarki energią w przemyśle mleczarskim”. Zakład Wydawnictw LACPRESS, Warszawa, 63–74.
- Wojdalski J., Domagała A., Kaleta A., Janus P. 1998: Energia i jej użytkowanie w przemyśle rolno-spożywczym. SGGW, Warszawa.

A RUDIMENTAL ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION DURING PRODUCTION
AT AGRI-FOOD INDUSTRY WORK

Summary. Agri-food industry works have specific features due to the quantity and seasonal character of the processed raw materials, technology of production, level of mechanization and space design. This affects the changeability of the consumption of particular energy carriers. The present publication mentions papers in which different methods of an analysis of energy consumption are used. It also organizes in a systematic way potential factors for a more profound analysis of energy consumption during production, which may help to choose the best available technologies.

Key words: agri-food processing, energy consumption during production

Recenzent: prof. dr hab. Elżbieta Kusińska