

NAKŁADY ENERGII W PROCESIE ROZLEWU PIWA DO BECZEK W BROWARZE

Norbert Marks

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy określono bezpośrednie nakłady energii ponoszone w procesie rozlewu piwa do beczek stalowych (keg) o pojemnościach 20, 30, 50 litrów w browarze. W strukturze zużycia ujęto nakłady energii elektrycznej i ciepłej używane w opisywanym procesie technologicznym. Uzyskane wyniki nakładów jednostkowych wskazują, że całkowite zużycie energii w procesie napełniania spada wraz ze wzrostem pojemności beczek od 2949,05 MJ·100 hl⁻¹ piwa dla beczek 20 litrowych do 1294,7 MJ·100 hl⁻¹ piwa dla beczek 50 litrowych. Natomiast zużycie energii w przeliczeniu na 1 opakowanie jednostkowe spada wraz ze zmniejszeniem pojemności beczek od 7,49 MJ dla beczek 50 litrowych do 6,72 MJ dla beczek 20 litrowych.

Słowa kluczowe: beczka stalowa, piwo, rozlew, ciepło, energia elektryczna, wskaźnik

Wstęp

Branża piwowarska w ciągu ostatnich lat stała się w Polsce nowoczesną i dochodową gałęzią w przemyśle przetwórczym gospodarki żywnościowej, co przekłada się na spożycie piwa, wynoszące aktualnie około 90 litrów na osobę w ciągu roku. Jednak duża konkurencja na rynku wymusza na browarach poszukiwanie rozwiązań obniżających koszty produkcji, a co za tym idzie, obniżenie ceny produktu, co oprócz jakości i marki jest podstawą utrzymania i poszerzania rynku piwa. Jest to sposób o tyle korzystny, że oprócz wymiernych korzyści finansowych, przyczynia się do poszanowania środowiska. Rozlew piwa i warzenie brzeczki są najbardziej energochłonnymi procesami technologicznymi w procesie produkcji piwa, a równocześnie zgodnie z systemem kalkulacyjnym najważniejszym składnikiem cenotwórczym [Marks, Baran 2004]

Zużycie energii ma zatem bezpośredni wpływ nie tylko na aspekty ekonomiczne browaru, ale również na efekty niewymierne związane z ochroną środowiska przyrodniczego.

Cel i zakres pracy

Przyjmując założenie, że zużycie energii ma istotny wpływ na koszty produkcji oraz, że rozlewanie piwa jest wysoko energochłonnym procesem technologicznym, celem pracy było określenie bezpośredniego (użytecznego) zużycia energii dla technologii rozlewu piwa do beczek. Zakres pracy obejmuje technologię napełniania piwem beczek stalowych

(keg) o pojemnościach 20, 30 i 50 litrów. Rozlew obejmuje wszystkie czynności procesu technologicznego łącznie z pasteryzacją, która jest realizowana przed przesłaniem piwa do tanku buforowego, napełniającego zbiornik napełniarki beczek. Do oceny przyjęto dwa rodzaje nośników energii, a mianowicie energię elektryczną i ciepło wyrażone w MJ ogółem oraz w przeliczeniu na 100 hl rozlanego piwa i na opakowanie jednostkowe (beczkę). Badania prowadzono w browarze o dużej produkcji piwa i dużej wydajności procesu rozlewu piwa na linii zainstalowanej w 1995 roku, a więc na linii stosunkowo nowej i nowoczesnej.

Metodyka badań

Materiał do oceny stanowiły dane uzyskane poprzez rejestrację zużycia nośników energii oraz wykonane chronometraży pracy maszyn i urządzeń na linii rozlewu w celu określenia rzeczywistych ich wydajności. Posłużono się również informacjami zawartymi w dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR). Nakłady energii elektrycznej określono poprzez bezpośredni pomiar wielkości elektrycznych dla maszyn i urządzeń linii rozlewniczej. Nakłady ciepła określono na podstawie odczytów wskazań liczników poboru pary wodnej. Dla obliczenia zużycia energii wyliczono wskaźniki agregatowe, będące stosunkiem rzeczywistych nakładów energii do ilości wytworzonych produktów. Wskaźniki przedstawiające jednostkowe zużycie energii wyrażono w MJ·100 hl⁻¹ rozlewianego piwa oraz w przeliczeniu na 1 opakowanie jednostkowe (beczkę o pojemności 20, 30 i 50 litrów).

Wyniki badań

Schemat technologiczny linii napełniania piwem beczek przedstawia się następująco: transport beczek do linii rozlewu → depaletyzacja (paleta zawiera 8 beczek → obracanie beczek do góry dnem → ściąganie plastikowych osłon zaworu beczki → mycie beczek zewnętrzne → mycie beczek wewnętrzne w trzech etapach (środkiem zasadowym, następnie kwaśnym i wyparzenie beczki parą sterylną) → napełnianie beczek piwem pasteryzowanym (monoblok) → kontrola napełnienia beczki (wagowa) → obracanie beczek do pozycji normalnej → datowanie → mycie i dezynfekcja zaworu beczki (fittingu) → zakładanie plastikowych osłon zaworu → paletyzacja napełnionych beczek (8 sztuk) → transport palet do magazynu. Ponieważ proces napełniania beczek 20, 30 i 50 litrowych realizowany jest w tej samej linii rozlewniczej i z tą samą wydajnością nominalną 650 beczek na godzinę dla każdej z pojemności, do obliczeń zostały przyjęte te same dane maszyn linii technologicznej. Nie oznacza to jednak, że zużycie energii będzie takie same, ponieważ różna będzie objętościowa wydajność rzeczywista i czas rozlewu 100 hl piwa. Ponadto w przypadku napełniania beczek 20 litrowych, operacja paletyzacji realizowana jest ręcznie, co nie ma wpływu na wydajność linii, a ma wpływ na zużycie energii elektrycznej tego procesu. Maszyny zainstalowane na tej linii mają łączną moc 157,4 kW dla beczek 50 i 30 litrowych oraz 140,4 kW dla beczek 20 litrowych i pobierają 1,08 t·h⁻¹ pary wodnej. Dla wyliczenia rzeczywistych wydajności linii sporządzono chronometraży, z których wynika,

Nakłady energii...

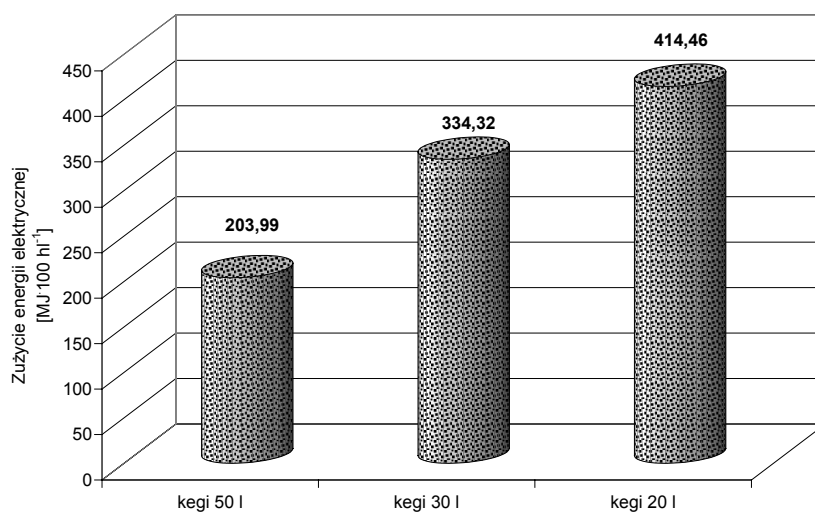
że całkowity średni czas przestojów linii wyniósł 979 sekund dla beczek 50 i 30 litrowych oraz 443 sekundy dla 20 litrowych przy średnim łącznym czasie obserwacji 7200 sekund (2 godziny). Do wyliczenia średnich przyjęto czasy 4 pomiarów. Rzeczywiste wydajności procesu rozlewu piwa do beczek o różnych objętościach przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Rzeczywiste wydajności i czas rozlewu piwa do beczek
Table 1. Real productivity values and barrelling time

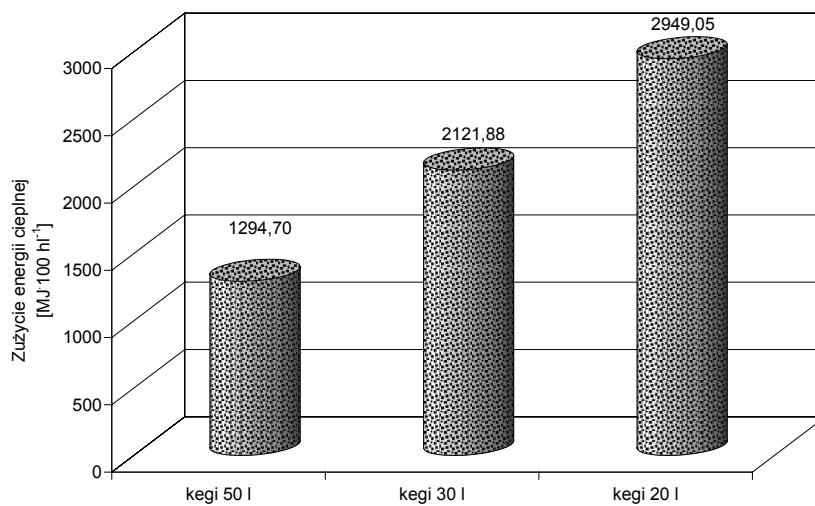
Objętość beczki [litry]	Rzeczywista wydajność jednostkowa linii [beczek·h ⁻¹]	Rzeczywista wydajność objętościowa linii [hl piwa·h ⁻¹]	Czas rozlewu 100 hl piwa [h]
50	561,6	280,8	0,36
30	561,6	168,5	0,59
20	610,0	122,0	0,82

Źródło: obliczenia własne

Zużycie energii elektrycznej w procesie napełniania beczek 50 litrowych wynosi 203,99 MJ·100 hl⁻¹ piwa, z czego 26,4% przypada na pasteryzację, 12,5% na wewnętrzne mycie beczek i 11,5% na napełnianie. Reszta przypada na pozostałe maszyny linii. Natomiast zużycie energii cieplnej dla tego procesu wynosi 1294,68 MJ·100 hl⁻¹ piwa, z czego 55,6% przypada na wewnętrzne mycie beczek, 23,1% na zewnętrzne mycie beczek i 21,3% na pasteryzację. Łączne nakłady energii wynoszą tu 1498,47 MJ·100 hl⁻¹ piwa i 7,49 MJ na opakowanie jednostkowe (beczkę). Dla beczek 30 litrowych, zużycie energii elektrycznej wynosi 334,32 MJ·100 hl⁻¹ piwa, a struktura zużycia energii przez maszyny linii technologicznej jest podobna jak dla beczek 50 litrowych. Zużycie energii cieplnej dla tego procesu wynosi 2121,87 MJ·100 hl⁻¹ piwa, a struktura zużycia jest taka sama, jak dla beczek 50 litrowych. Łączne zużycie energii dla tego procesu wynosi 2456,19 MJ·100 hl⁻¹ piwa i 7,36 MJ na opakowanie jednostkowe (beczka). Zużycie energii elektrycznej podczas napełniania beczek 20 litrowych wynosi 414,46 MJ·100 hl⁻¹ piwa, z czego 29,6% przypada na pasteryzację, 14% na mycie wewnętrzne i 12,9% na napełnianie. Reszta przypada na pozostałe maszyny linii. Zużycie energii cieplnej wyniosło 2949,05 MJ·100 hl⁻¹ piwa, z czego najwięcej to 55,6% przypada na mycie wewnętrzne, 23,1% na mycie zewnętrzne beczek i 21,3% na pasteryzację piwa. Łączne zużycie energii wyniosło tu 2949,05 MJ·100 hl⁻¹ piwa i 6,72 MJ na opakowanie jednostkowe (beczkę). Zużycie energii elektrycznej, cieplnej i ogółem na 100 hl rozlanego piwa oraz na jedno opakowanie jednostkowe przedstawiono graficznie na rys. 1, 2, 3 i 4. Jak wynika z przedstawionych liczb, główne zużycie energii w procesie rozlewu piwa do beczek przypada na energię cieplną. Stanowi ona 86% całkowitego zużycia energii w procesie napełniania beczek 50 i 30 litrowych oraz 88% podczas napełniania beczek 20 litrowych. Z badań wynika również, że wielkość zużycia energii uzależniona jest od objętości beczki. Im większa objętość, tym niższe zużycie energii w przeliczeniu na jednostkę piwa (100 hl). Natomiast przyjmując do porównania jedno opakowanie jednostkowe (beczkę) zużycie energii opada wraz ze zmniejszaniem się jej objętości. Jednak o ile w przypadku porównania zużycia energii na 100 hl piwa, zwiększenie

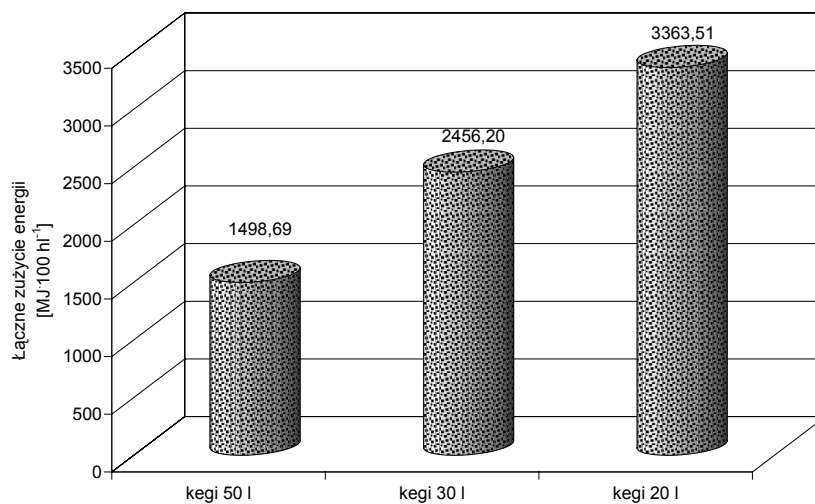


Rys. 1. Zużycie energii elektrycznej w procesie napełniania beczek
 Fig. 1 Electricity consumption in the barrelling process

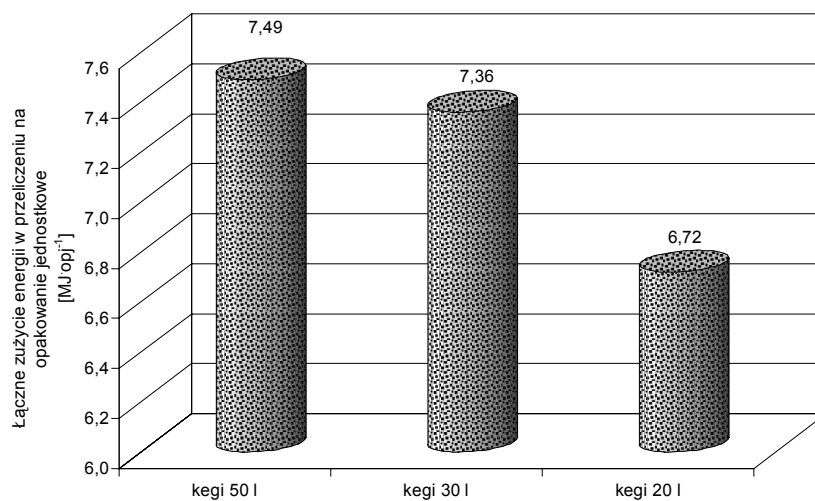


Rys. 2. Zużycie energii cieplnej w procesie napełniania beczek
 Fig. 2 Heat consumption in the barrelling process

Nakłady energii...



Rys. 3. Łączne zużycie energii w procesie napełniania beczek
Fig. 3. Total energy consumption the barrelling process



Rys. 4. Łączne zużycie energii w procesie napełniania beczek w przeliczeniu na opakowanie jednostkowe
Fig. 4. Total energy consumption per one unit of packaging in the barrelling process

tego zużycia dla napełnienia beczki 20 litrowej wynosi ok. 1865 MJ, to jest 124% w stosunku do beczki 50 litrowej, to w przeliczeniu na jedną beczkę spadek zużycia energii dla napełnienia beczki 20 litrowej wynosi 0,77 MJ w stosunku do napełnienia beczki 50 litrowej, co daje ok. 10%. Gdyby zatem kierować się tylko kosztami produkcji, należałoby zrezygnować ze stosowania beczek o objętości mniejszej niż 50 litrów. Jest to jednak niemożliwe z uwagi na uwarunkowania i potrzeby rynku. Porównując uzyskane wyniki z wynikami uzyskanymi w trzech innych browarach stwierdzić należy, że w omawianym browarze są one najlepsze. Wydajności rzeczywiste objętościowe ($100 \text{ hl}\cdot\text{h}^{-1}$) w omawianym browarze wynoszą od 122,0 do 280,8 $\text{hl}\cdot\text{h}^{-1}$ w zależności od objętości beczki, a w porównywanych browarach od 40 – 110 $\text{hl}\cdot\text{h}^{-1}$. Zużycie energii całkowitej w browarze wyniosło od 1498,69 - 3363,51 $\text{MJ}\cdot 100 \text{ hl}^{-1}$ piwa, a w browarach porównywanych od 4189,6 do 4635,0 $\text{MJ}\cdot 100 \text{ hl}^{-1}$ [Marks, Baran 2002]. Wskazuje to na nowoczesność i dobry stan techniczny omawianej linii napełniania beczek w browarze. Dalszą redukcję zużycia energii może przynieść ograniczenie przestojów linii wynikających z awarii maszyn i urządzeń. Jest to możliwe poprzez wprowadzenie organizacji pracy total productive management (TPM) ograniczającej liczbę i czas przestojów linii, jako efekt planowej gospodarki remontowej [Marks 2006 2007]. Innym czynnikiem obniżenia zużycia energii może być zastosowanie w procesie produkcji technologii pozwalających na odzysk przynajmniej części energii zawartej w ściekach pochodzących z operacji mycia wewnętrznego beczek. Z dotychczasowych badań autora wynika również, że skutecznym sposobem obniżenia zużycia energii w procesie produkcji i napełniania beczek piwem jest właściwe utrzymanie stanu technicznego maszyn i urządzeń lub zainstalowanie nowoczesnych energooszczędnych technologii zarówno produkcji, jak i napełniania opakowań jednostkowych.

Wniosek końcowy

Oceniana linia napełniania beczek piwem charakteryzuje się niskim zużyciem energii zarówno elektrycznej, jak i cieplnej, co wskazuje na jej nowoczesność oraz właściwy stan techniczny maszyn i urządzeń, chociaż niektóre maszyny, jak paletyzator oraz depaletyzator generują znaczną liczbę i czas przestojów, co wymaga poprawy ich stanu technicznego.

Bibliografia

- Marks N., Baran D. 2002. Nakłady energetyczne dla różnych technologii rozlewu piwa w browarach. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5(38). Kraków. s. 83-89.
- Marks N., Baran D. 2004. Nakłady energetyczne w procesie produkcji brzoeczki piwnej. *Inżynieria Rolnicza*, Nr 2(57). Kraków. s. 363-370.
- Marks N. 2006. Wykorzystanie systemu organizacji pracy total productive management (TPM) do zwiększenia wydajności linii rozlewania piwa w browarze. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 11(86). Kraków. s. 325-332.
- Marks N. 2007. Ocena sprawności linii rozlewu piwa do butelek po wprowadzeniu systemu organizacji pracy total productive management. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 7(95). Kraków. s. 127-134.

ENERGY EXPENDITURE IN THE BEER BARRELLING PROCESS IN A BREWERY

Abstract. Direct energy expenditure for the beer barrelling process (steel barrel - keg) for 20, 30 or 50 litre barrels was determined. The expenditure of electricity and heat used in the described technological process was included in the energy consumption structure. Obtained results of individual expenditure indicate that complete consumption of energy in the barrelling process decreases with increasing barrel capacity from 2949.05 MJ·100 per hl of beer for 20 l barrels to 1294.7 MJ·100 per hl of beer for 50 l barrels. Whereas, energy consumption per 1 unit of packaging decreases with decreasing barrel capacity from 7.49 MJ for 50 l barrels to 6.72 MJ for 20 l barrels.

Key words: steel barrel, beer, barrelling, heat, electricity, index

Adres do korespondencji:

Norbert Marks
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116 B
30-149 Kraków