

Norbert Marks  
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej  
Akademia Rolnicza w Krakowie

## WYKORZYSTANIE SYSTEMU ORGANIZACJI PRACY TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT (TPM) DO ZWIĘKSZENIA WYDAJNOŚCI LINII ROZLEWANIA PIWA W BROWARZE

### Streszczenie

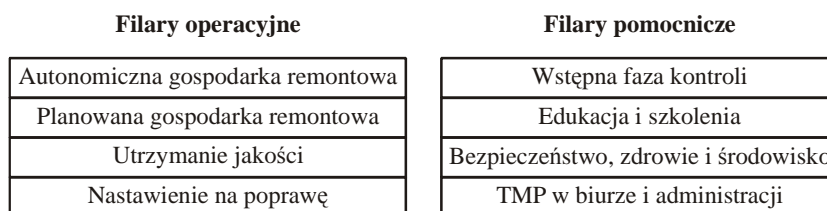
W pracy przedstawiono porównanie wskaźników oceny jakości pracy linii rozlewu piwa do beczek w browarze przed i po wprowadzeniu nowej organizacji pracy opartej na zasadach Total Productive Management (TPM). Uzyskane efekty w postaci zwiększenia wydajności i poprawy wszystkich wskaźników oceny przełożyły się na znaczące oszczędności finansowe, które już w pierwszym okresie przewyższyły koszty wprowadzenia tego systemu organizacji pracy.

**Słowa kluczowe:** browar, rozlewanie piwa, naprawa, awaria, sprawność, Total Productive Management (TPM)

### Wprowadzenie

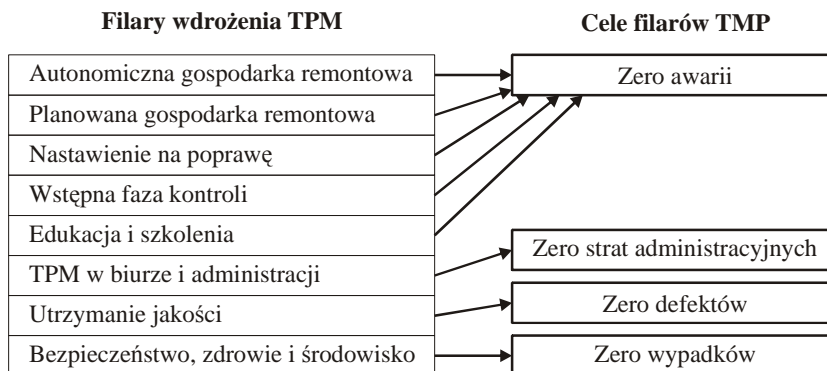
Konkurencja na rynku piwa powoduje, że cena wyrobu pomimo wzrostu cen energii, materiałów i surowców utrzymywana jest na niezmiennym poziomie, albo wzrasta minimalnie, nie rekompensując w pełni poniesionych i zwiększonych kosztów produkcji. Straty z tego tytułu przejmuje przedsiębiorstwo, co w konsekwencji zmniejsza jego zysk. Taka sytuacja w dłuższym okresie czasu powoduje ograniczenie możliwości inwestycyjnych, a w efekcie spadek konkurencyjności na rynku. W przypadku browaru jednym z głównych czynników wpływających na koszt produkcji i cenę piwa jest wydajność linii rozlewniczych do napełniania opakowań handlowych (im większa wydajność, tym niższe koszty produkcji). Wzrost wydajności można osiągnąć, albo poprzez zainwestowanie w nową linię o wyższej wydajności, albo poprzez zmianę organizacji pracy z tym zastrzeżeniem, że uzyskane efekty muszą mieć charakter stały i stabilny. Od strony ekonomicznej

znacznie korzystniejsze ze względu na nieporównywalnie niższe nakłady finansowe jest zmiana organizacji pracy linii rozlewniczej. Jednym z systemów organizacji pracy gwarantującym wzrost wydajności jest system TPM (Total Productive Management) [Shirose 1992; Productivity ...1997]. TPM oznacza system zarządzania produkcyjnego, w którym wszyscy pracownicy od kadry kierowniczej począwszy, a na operatorach maszyn kończąc, utożsamiają się z całym przedsiębiorstwem i przyczyniają się do eliminacji wszelkich form strat i marnotrawstwa. W tym znaczeniu TPM oznacza dążenie do perfekcyjnego procesu produkcyjnego [Shirose 1992]. Przyjęto osiem filarów wdrożenia TPM (rys. 1) oraz cztery cele tego wdrożenia (rys. 2).



Rys. 1. Klasyfikacja filarów wdrażania TPM

Fig. 1. Classification of TPM implementation pillars

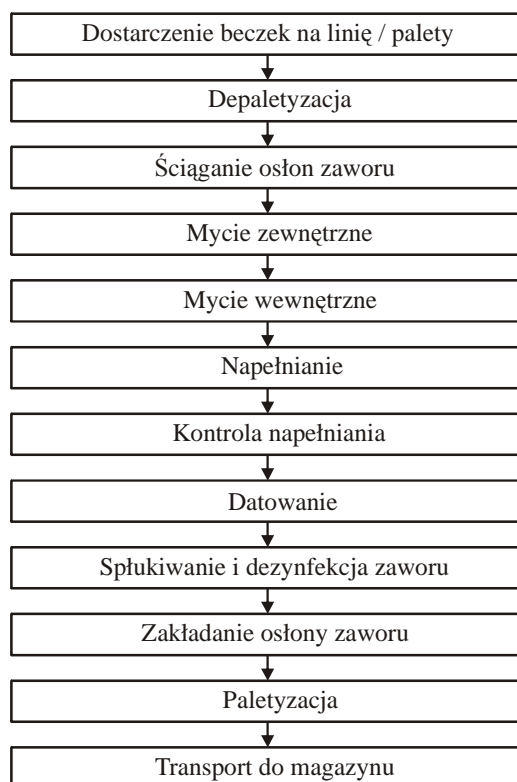


Rys. 2. Cele wdrożenia filarów TPM

Fig. 2. Purposes of implementing TPM pillars

Zatem celem pracy była ocena wydajności linii rozlewniczej piwa do beczek typu KEG o nominalnej wydajności 650 beczek na godzinę zainstalowanej w browarze w 1995 roku po zastosowaniu systemu organizacji produkcji TPM. Zakres pracy objął ocenę wydajności linii rozlewniczej, sprawności, operacyjnego wskaźnika

wydajności pakowania (OPI), średniego czasu naprawy (MTTR), średniego czasu międzyawaryjnego (MTBF) oraz kosztów produkcji przed i po wprowadzeniu organizacji pracy TPM. Schemat blokowy linii rozlewania piwa do beczek typu KEG w browarze przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Blokowy schemat pracy linii rozlewania piwa do beczek (KEG)

Fig. 3. Functional block diagram of beer barrel bottling line (KEG)

Opis dotychczasowej organizacji pracy linii rozlewania piwa do beczek typu KEG

Wydajność nominalna napełniania wynosi 650 beczek typu KEG o pojemności 50 l lub 30 l na godzinę. Od momentu uruchomienia linia była eksploatowana w systemie trzymianowym ciągłym. Planowana do rozlewu ilość piwa w tygodniu rozlewana była ciągle od rozpoczęcia do zakończenia procesu i w zależności od ilości planowanej do rozlewu objętości piwa, która zmieniała się sezonowo (sezon letni, sezon zimowy) trwała średnio od 6 do 15 zmian produkcyjnych w tygodniu. W tym okresie obsługę linii stanowiła grupa 9 operatorów po 3 osoby na jedną

ośmiogodzinną zmianę produkcyjną. Po zakończeniu procesu rozlewu, operatorów przesuwano do pracy na innych liniach rozlewniczych, a do pracy przystępował serwis techniczny, który usuwał usterki, jakie w trakcie procesu rozlewu zostały zarejestrowane przez operatorów. Taki system pracy poza oszczędnościami w grupie kosztów pracy obsługi, powodował powolne pogarszanie się stanu technicznego maszyn i urządzeń wynikające z braku pełnej identyfikacji usterek przez obsługę techniczną, a brak udziału operatorów w pracach remontowych i brak przepływu informacji o stanie technicznym (symptomach awarii) prowadził do powolnego ale systematycznego spadku wydajności oraz sprawności linii rozlewniczej.

## **Metodyka pracy**

### *Rejestracja wyników*

Uzyskane dane rejestrowane były bezpośrednio w trakcie produkcji w przyjętych do badań okresach. Do porównania przyjęto okres od kwietnia do czerwca w roku 2003, to jest po ośmiu latach od uruchomienia linii, ponieważ zaobserwowano wyraźny spadek jej wydajności oraz okres od kwietnia do czerwca 2005 roku, to jest po dwóch latach stosowania programu TPM. Okresy wybrano w taki sposób, aby średni czas operacyjny (dostępności linii) był zbliżony w obydwu porównywanych okresach. Natomiast analizę strat czasu pracy linii przeprowadzono w okresie styczeń 2003 – marzec 2003. Czasokres badań wynosił 15 miesięcy.

## **Analiza uszkodzeń maszyn i ich usuwanie**

Działania rozpoczęto od najłabszego ogniwa linii tzn. maszyny, która powodowała największe przestoje w procesie rozlewu piwa. Po osiągnięciu oczekiwanych efektów, działania przenoszono na kolejne słabe ogniwo i tak aż do wyeliminowania awarii wszystkich ogniw (maszyn) procesu rozlewu, utrzymując równocześnie osiągnięty poziom maszyn doprowadzonych wcześniej do odpowiedniej sprawności. Początkiem działań było gruntowne oczyszczenie i wymycie wszystkich elementów maszyny i oznaczenie miejsc uszkodzeń mających wpływ na jej pracę. Zidentyfikowane uszkodzenia naniesiono na karty i określono trzy priorytety ich usuwania wg poniższego wzoru:

1. Nazwa zespołu prowadzącego czyszczenie
2. Kolejny numer uszkodzenia
3. Uszkodzenia i nieprawidłowości w podziale na:
  - nieprawidłowa praca,
  - uszkodzona część,
  - brakujące, przestarzałe części,

- trudne do oczyszczenia,
- trudnodostępne,
- hałas, wibracje, zapach,
- niewyregulowane części,
- nieprawidłowa temperatura,
- brak lub nadmierne smarowanie,
- strata powietrza, wody, CO<sub>2</sub>, pary,
- strata produktu,
- niezabezpieczona instalacja elektryczna,
- złe ustawienia,
- brak identyfikacji,
- inne,
- bezpieczeństwo.

Priorytet kolejności naprawy uszkodzeń:

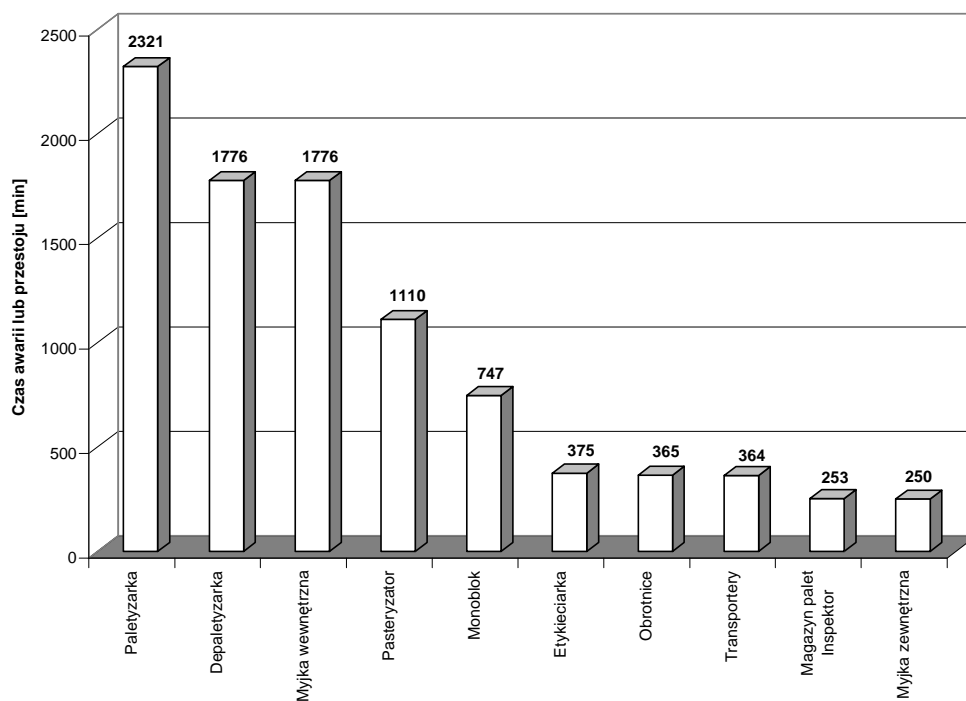
- A – łatwe do usunięcia,
- B – trudne do usunięcia,
- C – bardzo trudne do usunięcia.

Celem wyznaczonym dla serwisu było usunięcie minimum 80% identyfikatorów i ciągłe utrzymanie tego poziomu, a jednocześnie operatorzy mieli obowiązek ciągłej identyfikacji uszkodzeń lub ich symptomów, co spowodowało, iż identyfikacja była procesem ciągłym, powodując stałą poprawę stanu technicznego maszyny lub utrzymanie tego stanu na właściwym poziomie.

### **Wyniki badań**

Dla wyznaczenia kolejności maszyn (najsłabszego ogniwa) w programie dokonano analizy pracy linii dla wszystkich maszyn uczestniczących w procesie rozlewu piwa pod kątem strat wydajności oraz liczby awarii, które przedstawiono na rys. 4.

Rysunek przedstawia straty czasu linii wywołane awariami poszczególnych maszyn, a tym samym kolejność działania programu TPM według zasady eliminacji najsłabszego ogniwa w kolejności: paletyzarka, depaletyzarka, myjka zewnętrzna, pasteryzator itd., aż do myjki zewnętrznej. Suma czasów awarii wynosi 9337 minut (155,6 h). Średnio miesięczne przestoje linii spowodowane awariami w okresie badawczym wynoszą 622,4 min. Ponieważ 1 minuta pracy linii kosztuje 5 zł, to straty czasu pracy w przeliczeniu na koszty wynoszą 31 685 zł w badanym okresie. Kwota ta bez wprowadzenia systemu TPM ulegałaby ciągłemu wzrostowi, podnosząc koszty produkcji piwa, a w efekcie wzrost jego ceny lub stratę finansową browaru. Na podstawie analizy strat czasu pracy linii przeprowadzono działania naprawcze. Dla porównania wskaźników oceny pracy linii przed- i po wprowadzeniu TPM przyjęto dwa okresy, które przedstawiono w tab. 1 i 2.



Rys. 4. Straty czasu linii rozlewu (min) w okresie styczeń 2002 – marzec 2003 r.  
 Fig. 4. Time losses of bottling line (min) in the period from January 2002 to March 2003

Tabela 1. Podstawowe wskaźniki oceny pracy linii rozlewania piwa przed wprowadzeniem TPM (kwiecień – czerwiec 2003 r.)  
 Table 1. Basic operation evaluation ratios for beer bottling line before implementing TPM (April – June 2003)

2003	Sprawność linii [%]	Wskaźnik OPI [%]	Wskaźnik MTBF [h]	Wskaźnik MTTR [min]	Produkcja [hl]	Czas operacyjny [h]	Wydajność [hl/h]
Kwiecień	83,03	61,11	36,50	49,90	57 296	365,00	156,97
Maj	81,73	60,06	33,50	33,90	56 686	368,00	154,03
Czerwiec	82,34	60,72	50,00	45,80	63 267	400,00	158,16
Średnia	82,36	60,63	40,00	43,20	59 083*	377,60	156,38

\* Całkowita produkcja w tym okresie wyniosła 177,25 hl.

Tabela 2. Podstawowe wskaźniki oceny pracy linii rozlewania piwa po wprowadzeniu TPM (kwiecień – czerwiec 2005 r.)

Table 2. Basic operation evaluation ratios for beer bottling line after implementing TPM (April – June 2005)

2005	Sprawność linii [%]	Wskaźnik OPI [%]	Wskaźnik MTBF [h]	Wskaźnik MTTR [min]	Produkcja [hl]	Czas operacyjny [h]	Wydajność [hl/h]
Kwiecień	86,34	74,52	20,30	19,70	50 482	284,50	177,44
Maj	91,91	79,86	36,40	31,70	70 454	363,50	193,82
Czerwiec	94,11	83,08	94,70	30,00	74 092	378,70	195,64
Średnia	90,78	79,16	50,40	27,20	65 000*	342,23	188,96

\* Całkowita produkcja w tym okresie wyniosła 195,03 hl.

Porównując przedstawione w tab. 1 i 2 wskaźniki, widać wyraźną ich poprawę po wprowadzeniu TPM w stosunku do okresu przed jego wprowadzeniem. Sprawność ogólna linii wzrosła o 8,42%, wskaźnik OPI o 18,53%, wydajność o 20,8% przy wzroście produkcji o ok. 10%. Natomiast średni czas międzyawaryjny MTBF wzrósł o 25%, a średni czas naprawy zmalał o 37,2%. Dane te wskazują, że nastąpiła znaczna poprawa w obsłudze, naprawach i utrzymaniu sprawności maszyn i urządzeń linii, co przełożyło się na znaczny wzrost jej wydajności. Analiza efektów wprowadzonego systemu TPM w przełożeniu na koszty przedstawia się następująco. Poniesione koszty można podzielić na dwa obszary, a mianowicie koszty usunięcia stwierdzonych i zidentyfikowanych nieprawidłowości pracy linii oraz koszty szkoleń i materiałów wynikających z wprowadzonego systemu TPM. Koszty usunięcia wszystkich nieprawidłowości i uszkodzeń wyniosły 55 000 zł, jednak te koszty można w kalkulacji efektów wprowadzenia TPM pominąć z uwagi, że prędzej, czy później uszkodzenia te i tak musiałyby być usunięte bez względu na to czy nowy system został wprowadzony, czy też nie, a więc koszty ich usunięcia i tak byłyby poniesione. Koszty szkoleń i pozostałe koszty osobowe związane z wprowadzeniem programu TPM wyniosły 120 000 zł, a koszty materiałów szkoleniowych dalsze 20 000 zł. W sumie koszt wprowadzenia TPM wyniósł 140 000 zł. w całym okresie jego wdrożenia, to jest od czerwca 2003 r. do czerwca 2005 r. Kalkulację oszczędności uzyskanych dzięki wprowadzeniu TPM przeprowadzono dla okresu styczeń – czerwiec 2005 r. obejmującego zarówno sezon zimowy, jak i letni, jako okresy charakterystyczne dla wielkości produkcji piwa. W okresie tym rozlano do beczek 323 598 hl piwa, a oszczędności wynikające ze zwiększenia wydajności linii wyniosły 99 450 zł. Jeżeli taka tendencja utrzymałaby się do końca 2005 r., to uzyskane oszczędności wyniosą 198 900 zł i przewyższą koszt wprowadzenia TPM o około 50 000 zł. Nawet gdyby do kalkulacji włączyć koszty usunięcia uszkodzeń i nieprawidłowości, to obydwie sumy się bilansują. Koszt wprowadzenia TPM 140 000 zł + 55 000 = 195 000,

a suma oszczędności wyniosła 198 900 zł. Porównując koszty wprowadzenia TPM i uzyskane dzięki temu oszczędności, można stwierdzić, że już w pierwszym etapie jego wprowadzenia, czyli po dwóch latach, oszczędności przekroczyły poniesione koszty, a co za tym idzie doprowadziły do obniżenia kosztów produkcji piwa w browarze. Reasumując można stwierdzić, że wprowadzenie nowej organizacji pracy w rozlewni piwa opartej o filozofię TPM dało na tyle pozytywne rezultaty, że tego typu procedurę można zalecić wszystkim zakładom posiadającym w miarę niewyeksplloatowane linie produkcyjne, jako zamiennik nowych inwestycji, ponieważ oprócz korzyści materialnych uzyskuje się niewątpliwy wzrost poziomu wiedzy pracowników i ich silniejsze związanie z zakładem, co jest najbardziej pożądaną długofalową inwestycją.

### **Bibliografia**

Kunio Shirose. 1992. TPM for work shop leaders. Productivity Press, Portland, Oregon, USA.

Productivity Development Team. 1997. The Focused Equipment Improvement for TPM Teams. Productivity Inc. Portland, Oregon, USA.

## **THE USE OF TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT (TPM) SYSTEM TO INCREASE PERFORMANCE OF BEER BOTTLING LINE AT THE BREWERY**

### **Summary**

The paper presents comparison of quality evaluation ratios for beer barrel bottling line at the brewery before and after implementation of the new work organization based on Total Productive Management (TPM) procedures. Achieved effects in form of increased performance and improvement of all evaluation ratios translated into considerable cost savings, which already in the first period surpassed the costs of implementation of this work organization system.

**Key words:** brewery, beer bottling, repair, failure, efficiency, Total Productive Management (TPM)