

INFLUENCE OF PERIODICAL TECHNICAL SERVICE OF THE BEER BOTTLING INSTALLATION ON ITS CLEARANCE PRODUCTION EFFICIENCY (ANALYSIS ON THE CHOSEN EXAMPLE)

Summary

The results of statistical calculation of the efficiency significance of beer bottling installation in clearance periods were presented in this paper, in aspect of limits of the planned technical service, the consumer law, modernization and equipment.

Key words: food industry; beer; production; productivity; bottling line; bottles; technical service; statistical methods; experimentation

WPŁYW OKRESOWEJ OBSŁUGI TECHNICZNEJ LINII ROZLEWU PIWA BUTELKOWEGO NA JEJ POSEZONOWĄ WYDAJNOŚĆ PRODUKCYJNĄ (ANALIZA WYBRANEGO PRZYKŁADU)

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki obliczeń statystycznych istotności wydajności produkcyjnej linii rozlewu piwa butelkowego, testowanej w okresie posezonalnym, ograniczonej planowaną obsługą techniczną, pracami konserwacyjnymi, modernizacją i wyposażeniem.

Słowa kluczowe: przemysł spożywczy; piwo; produkcja; wydajność; linia rozlewnicza; butelki; obsługa techniczna; metody statystyczne; badania

1. Wprowadzenie

Produkcja przemysłu spożywczego jest w znacznym stopniu produkcją sezonową odpowiadającą aktualnemu i planowanemu zapotrzebowaniu rynku konsumpcyjnego. Mimo wielu możliwości technicznych i technologicznych wydłużania okresu przydatności do spożycia [2, 3, 9, 11], skazana jest na okresowe zmiany wydajności produkcji. Istotny wpływ wywiera tu planowana wymiana, obsługa i konserwacja urządzeń przypadająca na posezonalny jej okres. Czasookres niezbędnych prac techniczno-konserwatorskich powinien być przedmiotem szczególnego zainteresowania zarządzających logistyką produkcyjną zakładu w celu zachowania jego płynności produkcyjnej [1, 5, 6, 8].

2. Cel pracy

Celem pracy jest analiza matematyczna testowania eksploatacji linii rozlewu piwa butelkowego firmy Kronos w posezonalnym (zimowym) okresie produkcji ze znacznym udziałem planowanych przyrządów technicznych, konserwacji i jej modernizacji. A także wykazanie istotności statystycznych poszczególnych etapów jej eksploatacji w porównaniu z sezonem letnim umożliwiającym usprawnienie i efektywność procesową logistyki zarządzania.

3. Metodyka badań i obliczeń statystycznych

Metodykę badań i obliczeń statystycznych oparto na materiale badawczym okresu zimowego (tab. 1) uwzględniając dane produkcyjne sezonu konsumenckiego.

Tab. 1. Dane produkcyjne eksploatacji linii rozlewniczej na przykładzie miesiąca stycznia

Table. 1. Production data of the bottling line exploitation in January

Dzień	Produkcja	Stłuczka produkcyjna			Stłuczka poprodukcyjna			Razem			Pobrano z magazynu	Uwagi	Typ
		[szt.]	[kg]	[%]	[szt.]	[kg]	[%]	[szt.]	[kg]	[%]			
08	212120	2870	1062	1,3	5450	2016	2,47	8320	3078	3,77	220440	-	0,5
11	228560	3090	1143	1,3	6350	2349	2,67	9440	3492	3,97	238000	-	0,5
12	26720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4PAK, Karmel	0,33
13	38176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
14	22080	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
18	216380	2960	1095	1,3	8160	3019	3,59	11120	4114	4,89	227500	-	0,5
20	253480	3440	1272	1,3	7080	2620	2,68	10520	3892	3,98	264000	-	0,5
21	226860	3070	1136	1,3	6090	2253	2,58	9160	3389	3,88	236020	-	0,5
22	224160	3027	1120	1,3	5633	2084	2,42	8660	3024	3,72	232820	-	0,5
25	233220	3117	1154	1,3	3423	1266	1,43	6540	2420	2,73	239760	-	0,5
26	10344	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4PAK	0,33
27	87312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33
28	64728	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 PAK	0,33
29	38880	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TACKA	0,33
30	147140	1990	736	1,3	3590	1328	2,35	5580	2064	3,65	152720	-	0,5

Wykonano również porównanie wydajności produkcyjnej sezonowej i posezonowej dla wybranego asortymentu produkcji (tab. 2 i 3).

Analogicznie jak w I części opracowania zastosowano dwa testy parametryczne (t-Studenta i HSD Tukey'a) i dwa testy nieparametryczne (test znaków i test rangowych znaków) [4, 10].

4. Analiza wyników badań

Wyniki obliczeń istotności statystycznych procesów produkcyjnych (posezonowych) przedstawiono w tab. 4 i 9. Z zamieszczonych danych w tab. 2 wynika, że dni roboczych, np. w styczniu było tylko 15, a połowa realizowanej produkcji dotyczyła butelek o poj. 0,33 l. Dla tej objętości nie stwierdza się ubytków stłuczki produkcyjnej i ponadnormatywnej. Istotne summaryczne różnice w wydajności produkcji sezonowej i posezonowej przedstawiono w tab. 3 i 4.

Statystyki sumacyjne (tab. 5) w zakresie współczynnika zmienności wydajności produkcyjnej w każdym sezonie są podobne, ale wynikają z odmiennych przyczyn.

O ile w sezonie letnim ma to wpływ na wprowadzenie dwuzmianowości, natomiast w sezonie zimowym jest wynikiem wypracowanych prac naprawczo-konserwatorskich. Wyższe wartości współczynnika zmienności zawiera stłuczka produkcyjna okresu zimowego. Dla stłuczki ponadprodukcyjnej wartości te są odwrotne.

Obliczenia analizy wariancji według poziomu czynnika „sezon” wskazuje na istnienie istotnych różnic między miesiącami (grupami) dla wydajności magazynowej produkcji końcowej i stłuczki produkcyjnej sztukowej (tab. 5).

Obliczenia statystyczne testem t-Studenta oraz HSD Tukey'a (tab. 6 i 7) wykazały istotne różnice międzygru-

powe w zakresie nominalnych możliwości produkcji a materiałem pobranym z magazynu oraz wydajnością produkcji.

Tab. 2. Ilość wyprodukowanego piwa w butelce 0,33 l w sezonie zimowym

Table 2. Quantity of produced beer in bottle of 0.33 in winter

Styczeń	Luty	Grudzień
26720	42408	78360
38176	43296	3880
22080	-	45432
10344	-	12000
87312	-	58320
64728	-	30936
38880	-	49200
-	-	36192
-	-	46944
Σ 288240	Σ 85704	Σ 361264
X 41177	X 42852	X 40140

Tab. 3. Ilość wyprodukowanego piwa w butelce 0,33 l w sezonie letnim

Table 3. Quantity of produced beer in bottle of 0.33 in summer

Czerwiec	Lipiec	Sierpień
37344	82776	38952
74160	44088	79824
45288	61056	27360
32712	126720	33696
36980	88512	102624
86784	122568	53064
32136	90408	86736
74784	37416	-
106296	47016	-
-	61944	-
Σ 288240	Σ 85704	Σ 361264
X 41177	X 42852	X 40140

Tab. 4. Statystyki sumacyjne „sezonów” produkcji (A, B)

Table 4. Summary statistics of „season” production (A, B)

Rodzaj operacji	Sezon A(1), B(2)	Liczebność	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności
mag	1	55	46966,3	40,66
	2	100	56535,1	41,40
	Całkowita	155	54132,6	41,93
prod	1	55	45396,8	40,66
	2	100	53566,8	41,10
	Całkowita	155	51456,6	41,60
spr 1	1	55	1049,8	54,21
	2	100	935,0	40,05
	Całkowita	155	992,4	45,25
spr 2	1	55	441,7	58,57
	2	100	350,4	40,99
	Całkowita	155	386,9	47,25
spor 1	1	34	1487,6	50,14
	2	95	1816,9	53,87
	Całkowita	129	1739,8	53,27
spor 2	1	34	1487,6	50,14
	2	95	1816,9	53,87
	Całkowita	129	1739,8	53,27

Tab. 5. Analiza wariancji według poziomu czynnika „sezonu” analizowanych procesów produkcyjnych
 Table 5. Analysis of variance according to factor „season” of analyzed production process

Rodzaj operacji	Źródło	Suma kwadratów	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat	Test F	Poziom istotności	Istotność Tak/Nie
mag	Między grupami	1,5E10	1	1,5E10	5,53	0,02	Tak
	Wewnątrz grup	4,3E11	153	2,8E9	-	-	-
	Całkowita	4,5E11	154	-	-	-	-
prod	Między grupami	1,2E10	1	1,2E10	4,80	0,03	Tak
	Wewnątrz grup	3,9E11	153	2,5E9	-	-	-
	Całkowita	4,0E11	154	-	-	-	-
spr 1	Między grupami	5,0E6	1	5,6E6	5,89	0,01	Tak
	Wewnątrz grup	1,4E8	153	954695,0	-	-	-
	Całkowita	1,5E8	154	-	-	-	-
spr 2	Między grupami	359934,0	1	359934,0	2,43	0,12	Nie
	Wewnątrz grup	2,2E7	153	148367,0	-	-	-
	Całkowita	2,3E7	154	-	-	-	-
sporz 1	Między grupami	4,1E6	1	4,1E6	1,37	0,24	Nie
	Wewnątrz grup	3,8E8	127	3,0E6	-	-	-
	Całkowita	3,8E8	128	-	-	-	-
sporz 2	Między grupami	641255,0	1	641255,0	1,53	0,21	Nie
	Wewnątrz grup	5,3E7	127	420394,0	-	-	-
	Całkowita	5,4E7	128	-	-	-	-

Tab. 6. Obliczenia istotności statystycznych różnic w sezonie zimowym (A)
 Table 6. Calculation of statistical significance of difference in winter (A)

Sezon (miesiąc)	Różnica średnich zależnych od rodzaju czynnika	Wartości różnicy średnich	Test t-Studenta lub NIR	Liczba obserwacji	Istotność Tak/Nie
	A1-A2	-78006,8	12,3	55	Tak
	A1-A3	-81868,0	13,3	55	Tak
Grupa A2	1-2	4297,1	53472,0	17/17	Nie
	1-3	4990,6	50862,0	17/21	Nie
	2-3	693,4	50862,0	17/21	Nie
Grupa A3	1-2	4819,1	50980,1	17/17	Nie
	1-3	2783,9	48491,7	17/21	Nie
	2-3	-2035,2	48491,7	17/21	Nie
Grupa A4	1-2	-290,2	958,0	17/17	Nie
	1-3	-791,2	911,3	17/21	Nie
	2-3	-500,9	911,3	17/21	Nie
Grupa A5	1-2	-289,6	379,0	17/17	Nie
	1-3	-233,7	360,5	17/21	Nie
	2-3	-55,9	360,5	17/21	Nie
Grupa A6	1-2	62,5	1657,5	17/17	Nie
Grupa A7	1-2	23,0	617,355	17/17	Nie

Tab. 7. Obliczenia istotności statystycznych różnic w sezonie letnim (B)
 Table 7. Calculation of statistical significance of difference in summer (B)

Sezon (miesiąc)	Różnica średnich zależnych od rodzaju czynnika	Wartości różnicy średnich	Test t-Studenta lub NIR	Liczba obserwacji	Istotność Tak/Nie
	B1-B2	-56950,3	10,0	100	Tak
	B1-B3	-63173,0	11,7	100	Tak
Grupa B2	4-5	-5676,9	37730,1	31/38	Nie
	4-6	635,2	39597,7	31/31	Nie
	5-6	6312,2	37730,1	38/31	Nie
Grupa B3	4-5	-3055,6	35971,8	31/38	Nie
	4-6	684,6	37752,4	31/31	Nie
	5-6	3740,2	35971,8	38/31	Nie
Grupa B4	4-5	-136,9	676,0	31/31	Nie
	4-6	6,0	709,4	38/31	Nie
	5-6	143,0	676,0	31/31	Nie
Grupa B5	4-5	-27,2	267,4	38/31	Nie
	4-6	1,7	280,6	31/31	Nie
	5-6	29,0	267,4	38/31	Nie
Grupa B6	4-5	-528,1	1198,5	31/31	Nie
	4-6	-122,3	1269,1	38/31	Nie
	5-6	405,8	1198,5	31/31	Nie
Grupa B7	4-5	-221,2	446,4	38/31	Nie
	4-6	-44,7	472,6	31/31	Nie
	5-6	176,5	446,4	38/31	Nie

Tab. 8. Testowanie hipotez o różnicy średnich w populacji sezonowej. Test znaków
 Table 8. Hypothesis testing based on difference of means in season population. Test of sign

Charakterystyka analizy	Wyszczególnienie	Rodzaj cyklu produkcyjnego			
		mag-nom		prod-nom	
mag-nom	Hipoteza zerowa, Liczba wartości powyżej hipotetycznej średniej – powyżej Statystyka testowa dla dwóch prób Średnia z próby	Sezon A/B		Sezon A/B	
Sezon 1 55 wartości: Od -1556800 do -3180		A2-A1	B2-B1	A3-A1	B3-B1
Sezon 2 100 wartości: Od -18006200 do -3180		55 0	84 16	55 0	88 12
prod-nom	-78006,8	-50126,5	-81868,0	-63173,0	
Sezon 1 55 wartości: Od -158080 do -6420	Poziom istotności	0,0	2,09	0,0	0,0
Sezon 2 100 wartości: Od -1728000 do 117124		Odrzucić hipotezę zerową $\alpha = 0,05$	Tak	Tak	Tak

Potwierdzają to dane z testowania hipotez o różnicy średnich w populacji (tab. 8) oraz mediany (tab. 9).

Tab. 9. Testowanie hipotez o różnicy mediany. Test rangowanych znaków
 Table 9. Hypothesis testing based on median difference. Test of sign rank

Wyszczególnienie	Rodzaj cyklu produkcyjnego			
	mag-nom		prod-nom	
	Sezon A/B		Sezon A/B	
Hipoteza zerowa = 0,0	A2-A1	B2-B1	A3-A1	B3-B1
Średnia rang wartości poniżej hipotetycznej mediany – powyżej	28,0 0,0	54,76 28,12	28,0 0,0	54,65 20,0
Statystyka testowa dla dwóch prób	6,44 1,14	7,13 0,0	6,44 1,14	7,85 0,0
Odrzucić hipotezę zerową $\alpha = 0,05$	Tak	Tak	Tak	Tak

5. Wnioski z badań

Przeprowadzone obliczenia wydajności produkcji piwa butelkowego i analiza istotności różnic pomiędzy poszczególnymi etapami produkcji okresu zimowego w porównaniu z okresem letnim wykazały:

- Istnienie dużej liczby dni roboczych przeznaczonych na planowaną obsługę techniczną linii rozlewniczej, a tym samym istotne zmniejszenie się ilości wyprodukowanego piwa w sezonie zimowym.
- Występowanie większej ilości stłuczki produkcyjnej w okresie zimowym, przypuszczalnie związanej z różnicą temperatury magazynowania a produkcją.
- Występowanie stłuczki ponad normatywną odpowiada więcej procentowo i sztukowo stłuczce produkcyjnej (a nawet ją przekraczającą), co daje w sumie znaczny ich udział w całej wydajności produkcyjnej.
- Występowanie znacznej wartości współczynnika zmienności wydajności produkcyjnej okresu zimowego i letniego, przy dużej różnicy liczebności materiałowej.

Obliczenia statystyczne testów parametrycznych i nieparametrycznych wykazały istotne różnice średnich, wariancji, mediany badanej populacji magazynowej, produkcyjnej oraz stłuczki produkcyjnej sztukowej, co powinno być szczególnym zainteresowaniem dla obsługi technicznej oraz logistyka z zarządzania produkcją.

Linia rozlewnicza firmy Krones posiada znaczne rezerwy wydajności produkcji z uwagi na stopień automatyzacji i mikroprocesowania sterowania produkcją. Gwarantuje to przygo-

towanie jej na wzrost konsumpcyjnego zapotrzebowania w szerokim zakresie badanego asortymentu produkcji.

6. Bibliografia

- [1] Blaik P.: Logistyka – koncepcja zintegrowanego zarządzania przedsiębiorstwem. Warszawa: PWE, 1997, 115-121.
- [2] Burski Z., Krasowska-Kołodziej H.: Analiza statystyczna wpływu sezonu produkcyjnego na wydajność linii rozlewniczej piwa puszkowego. Lublin: Motrol Wyd. PAN, 2011, 13, 43-50.
- [3] Burski Z., Krasowska-Kołodziej H.: Badania eksploatacyjne linii rozlewniczej KHS w aspekcie logistyki materiałowej zakładu produkcyjnego. Lublin: Motrol Wyd. PAN, 2011, 13, 51-61.
- [4] Domanski C.: Testy statystyczne. Warszawa: PWE, 1990.
- [5] Purzycki G.: Efektywne zarządzanie produkcją. Wskaźnik OEE. Biuletyn Automatyki „Astor”, 2003, 3(37), 7-9.
- [6] Krasender Herman Maschinenfabrik. Das Programm von Krones und Kettner, D-93068, Neutranblig, 1998, 3-7.
- [7] Kunze W.: Technologia piwa i siodu. Piwochmiel Sp. z o.o. Warszawa, 1999, 60-75.
- [8] Kwintowski A.: Praktyczny aspekt dobrowolnej certyfikacji wyrobów. Zarządzanie Jakością, Doskonalenie Organizacji, Wyd. UP w Lublinie – UE w Krakowie, 2010, 129-138.
- [9] Skrzypek E.: Przydatność systemu zapewnienia jakości w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Eksploatacja i Niezawodność, 2000, Nr 7, 44-53.
- [10] Stoma M.: Ryzyko jednostki certyfikującej związane z niewłaściwą oceną wniosku o certyfikację systemów zarządzania. Zarządzanie Jakością, Doskonalenie Organizacji. Wyd. UP w Lublinie – UE w Krakowie, 2010, 224-234.
- [11] Szkaradek J.: HACCP. System analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli. Zasady wytyczne, przykłady. Warszawa, 2001, 17-94.