

242/2003

Raport Badawczy

RB/24/2003

Research Report

**Analiza skuteczności
metody kontroli masy netto
towarów paczkowanych
dla wybranych
linii produkcyjnych**

**P. Grzegorzewski, O. Hryniewicz,
E. Mrówka**

**Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences**



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 8373578

fax: (+48) (22) 8372772

Kierownik Pracowni zgłaszający pracę:
Prof. dr hab. inż. Olgierd Hryniewicz

Warszawa 2003

Polska Akademia Nauk

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

**Analiza skuteczności
metody kontroli masy netto
towarów paczkowanych
dla wybranych linii produkcyjnych**

Przemysław Grzegorzewski, Olgierd Hryniewicz, Edyta Mrówka

Warszawa 2003

Spis treści

Wstęp	3
1. Terminy, definicje i symbole	5
1.1 Terminologia i definicje	5
1.2 Symbole i skróty	8
2. Charakterystyka metody referencyjnej kontroli towarów paczkowanych	10
2.1 Opis metody referencyjnej	10
2.2 Analiza statystyczna metody referencyjnej.....	13
3. Porównanie metody kontrolnej, proponowanej przez Henkel Polska S.A., z metodą referencyjną	16
4. Propozycja optymalnej metody kontrolnej	23
4.1 Wprowadzenie	23
4.2 Kryterium porównawcze	23
4.3 Szkic metody	24
4.4 Karta kontrolna wartości średniej \bar{X} i rozstępu R	25
4.5 Kontrola wyrywkowa procentu jednostek niezgodnych na podstawie liczbowej oceny właściwości	29
4.6 Kontrola wyrywkowa metodą alternatywną	33
Podsumowanie	36
Literatura	37
Normy powołane	37

Wstęp

Niniejsze opracowanie jest raportem z pracy naukowo-badawczej, wykonanej na zlecenie Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz, dotyczącej pewnych aspektów statystycznej kontroli towarów paczkowanych.

Celem przewodnim zleconych prac było uzyskanie metody kontroli towarów paczkowanych, która będzie porównywalna z metodą referencyjną, ale wymagać będzie badania wyraźnie mniejszej liczności próbek, aniżeli zakłada to metoda referencyjna, które to liczności wydają się nierealne w warunkach produkcyjnych zakładu Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz. A dokładniej, przedmiotem zlecenia było:

- przeprowadzenie analizy skuteczności, proponowanej przez Henkel Polska S.A., metody kontrolowania jakości towarów paczkowanych;
- porównanie metody kontrolnej, proponowanej przez Henkel Polska S.A., z metodą referencyjną;
- w przypadku stwierdzenia, że metoda kontroli proponowana przez Henkel Polska S.A., ma skuteczność porównywalną z metodą referencyjną, przedstawienie uzasadnienia tegoż faktu;
- w przypadku negatywnym, tzn. nie potwierdzenia, iż metoda kontroli proponowana przez Henkel Polska S.A., ma skuteczność porównywalną z metodą referencyjną, ustalenie liczności próbek i częstotliwości ich pobierania oraz wskazanie ewentualnie innych warunków przeprowadzania kontroli, aby porównywalność z metodą referencyjną została uzyskana.

W niniejszym opracowaniu, terminem "metoda referencyjna", określa się metodę kontroli towarów paczkowanych zamieszczoną w Dzienniku Ustaw Nr 128/2/2001.

Opracowanie niniejsze zaczyna się od przytoczenia podstawowych terminów i definicji, używanych w dalszych rozdziałach. W rozdziale drugim omówiono te aspekty metody referencyjnej, które znajdują bezpośrednie zastosowanie do warunków produkcyjnych zakładu Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz, a następnie podano wyniki analizy statystycznej wspomnianej metody referencyjnej. W rozdziale trzecim porównano metodę kontrolną, proponowaną przez Henkel Polska S.A., z metodą referencyjną. W rozdziale

czwartym zamieszczono propozycję procedury kontrolnej, która wydaje się optymalna z punktu widzenia głównego celu przyjętego przez Henkel Polska S.A., jakim jest minimalizacja liczności próbek. Opracowanie kończy podsumowanie (w którym zamieszczono również propozycje dalszych usprawnień kontroli towarów paczkowanych), lista cytowanej literatury oraz powołanych norm.

1 Terminy, definicje i symbole

1.1 Terminologia i definicje

Bieżący rozdział zawiera definicje pojęć oraz wyjaśnienie terminów stosowanych w niniejszym opracowaniu, wraz z przyjętą symboliką matematyczną. Zamieszczone definicje są zgodne z PN-ISO 2859, PN-ISO 3534-1, PN-ISO 3534-2, PN-ISO 3951 oraz PN-ISO-8258.

1.1.1 partia: Określona ilość danego wyrobu, materiału lub usług tworząca całość.

1.1.2 licznosc partii: Liczba jednostek w partii.

UWAGA

- Każda partia powinna, o ile jest to możliwe, składać się z jednostek wyrobu jednego rodzaju, stopnia, klasy, wielkości i składu, wykonanych w zasadniczo tych samych warunkach i w tym samym czasie.
- Sposób tworzenia partii oraz licznosc partii powinny być zatwierdzone przez jednostkę upoważnioną lub za jej zgodą.

1.1.3 próbka: Zbiór składający się z jednej lub więcej jednostek pobranych z partii i przeznaczonych do dostarczenia informacji o partii.

1.1.4 licznosc próbki: Liczba jednostek w próbce.

UWAGA

- Jednostki wybierane do próbki powinny być pobierane z partii metodą losowania prostego.
- Próbki mogą być pobierane po wyprodukowaniu partii lub w czasie wytwarzania partii.
- Podczas stosowania dwustopniowego lub wielostopniowego pobierania próbki każda następną próbka powinna być pobierana z pozostałej części partii.

1.1.5 niezgodność: Niespełnienie ustalonych wymagań.

1.1.6 jednostka niezgodna: Jednostka mająca jedną lub więcej niezgodności.

1.1.7 kontrola: Czynności takie jak mierzenie, badanie, stosowanie sprawdzianów w odniesieniu do jednej lub kilku cech wyrobu lub usługi oraz porównywanie wyników z ustalonymi wymaganiami w celu określenia zgodności ze względu na każdą właściwość.

1.1.8 kontrola alternatywna: Kontrola, w wyniku której jednostka jest klasyfikowana jako zgodna lub niezgodna z ustalonym wymaganiem lub zbiorem wymagań, lub jest policzona liczba niezgodności w jednej jednostce.

1.1.9 kontrola na podstawie liczbowej oceny właściwości: Metoda, która polega na liczbowej ocenie właściwości mierzalnej każdej jednostki populacji albo każdej jednostki próbki pobranej z tej populacji.

1.1.10 kontrola odbiorcza wyrywkowa na podstawie liczbowej oceny właściwości: Procedura odbiorcza, w której określona właściwość jest mierzona w celu statystycznego rozstrzygnięcia, na podstawie wyniku badania jednostek próbki, czy partia spełnia stawiane jej wymagania.

1.1.11 plan badania: Zestawienie liczności próbki (próbek), które mają być użyte w badaniu, wraz z kryteriami przyjęcia partii.

UWAGA

- Plan jednostopniowy jest zestawieniem liczności próbki oraz liczby kwalifikującej i dyskwalifikującej.
- Plan dwustopniowy jest zestawieniem dwóch licznosci próbek oraz liczby kwalifikujących i dyskwalifikujących dla pierwszej licznosci próbki i dla próbki połączonej.
- Plan badania nie zawiera zasad określających sposób pobierania próbek.

1.1.12 akceptowany poziom jakości (AQL): Poziom jakości, który w przypadku ciągu partii przedstawianych sukcesywnie do kontroli odbiorczej, jest wartością graniczną

zadowolającej średniej jakości procesu.

UWAGA

- Akceptowany poziom jakości AQL (łącznie ze znakiem literowym liczności próbek) służy do oznaczenia planów badania i schematów kontroli przedstawionych w normach ISO.
- Jeżeli dla pewnej niezgodności lub grupy niezgodności przyjęta jest założona wartość AQL oznacza to, że stosowanie danego schematu kontroli będzie powodowało przyjmowanie większej części partii przedstawianych do kontroli, jeżeli poziom jakości (procent jednostek niezgodnych lub liczba niezgodności na 100 jednostek) tych partii jest nie większy niż przyjęta wartość AQL. Przedstawione plany badania są tak ułożone, że prawdopodobieństwo przyjęcia przy założonej wartości AQL jest zależne od liczności próbki dla danej AQL i jest na ogół wyższe w przypadku dużych próbek niż w przypadku małych.
- AQL jest parametrem schematu kontroli i nie powinien być mylony ze średnim poziomem jakości procesu, który opisuje poziom działania procesu produkcyjnego. Oczekuje się, że średni poziom procesu będzie mniejszy lub równy AQL, w celu uniknięcia nadmiernych odrzuceń przy stosowaniu tego systemu.
- Założenie pewnej wartości AQL nie oznacza, że dostawca ma prawo świadomie dostarczać jakiegokolwiek jednostki niezgodne.
- Wartość AQL, z której będzie się korzystać, powinna być określona w umowie lub przez jednostkę upoważnioną lub za jej zgodą. Różne wartości AQL mogą być przyjęte dla grup niezgodności rozpatrywanych łącznie lub dla oddzielnych niezgodności. Podział na grupy powinien być odpowiedni do wymagań jakościowych w określonej sytuacji. Wartość AQL może być przyjęta dla grupy niezgodności w uzupełnieniu do wartości AQL dla oddzielnych niezgodności lub dla ich podgrup wewnątrz grupy. Jeżeli poziom jakości jest wyrażony w procentach jednostek niezgodnych, to wartości AQL nie powinny przekraczać 10 % jednostek niezgodnych. Jeżeli poziom jakości jest wyrażony jako liczba niezgodności na 100 jednostek, to mogą być używane wartości AQL sięgające do 1000 niezgodności na 100 jednostek.
- Ciągi wartości AQL podane w tablicach, zamieszczonych w normach międzynarodowych, określono jako zalecane ciągi AQL.

1.1.13 granica tolerancji: Wartość graniczna (górną lub dolną) określona dla właściwości mierzalnej.

1.1.14 dolna granica tolerancji: Granica tolerancji, która określa dolną dopuszczalną granicę zgodności dla pojedynczego wyrobu.

1.1.15 karta kontrolna Shewharta: Wykres wartości danej właściwości próbki w funkcji numeru próbki.

1.2 Symbole i skróty

W niniejszym opracowaniu stosowane są następujące symbole i skróty:

A_c	Liczba kwalifikująca
AQL	Akceptowany poziom jakości
A_2	Współczynnik służący do wyznaczania karty wartości średniej
d	Liczba jednostek niezgodnych (wadliwych) znalezionych w próbce pobranej z partii
D_3, D_4	Współczynniki służące do wyznaczania karty rozstępu
k	Stała kwalifikująca
L	Dolna granica tolerancji
LCL	Dolna granica kontrolna karty Shewharta
μ	Prawdziwa wartość średnia procesu
N	Liczność partii
n	Liczność próbki
p	Średni poziom procesu
P_a	Prawdopodobieństwo przyjęcia partii
Q	Ilość nominalna towaru paczkowanego
Q_i	Wartość statystyki jakości
R	Rozstęp z próbki
\bar{R}	Wartość średnia rozstępów z kilku próbek
Re	Liczba dyskwalifikująca

S	Odchylenie standardowe z próbki
\bar{S}	Wartość średnia odchyleń standardowych
σ	Prawdziwa wartość odchylenia standardowego w próbie
UCL	Górna granica kontrolna karty Shewharta
T_1	Dopuszczalna ujemna wartość błędu ilości towaru paczkowanego
X	Wartość mierzonej właściwości (pojedyncze wartości wyrażane są jako X_1, X_2, \dots, X_n)
\bar{X}	Wartość średnia z próbki
$\bar{\bar{X}}$	Wartość średnia średnich z próbek
W	Wartość kwalifikująca testu w metodzie referencyjnej
Z	Wartość statystyki testowej

2 Charakterystyka metody referencyjnej kontroli towarów paczkowanych

2.1 Opis metody referencyjnej

Jak już wspomniano we wstępie, terminem "metoda referencyjna", określa się w niniejszym opracowaniu metodę kontroli towarów paczkowanych zamieszczoną w Dzienniku Ustaw Nr 128/2/2001.

W zamieszczonej poniżej charakterystyce metody referencyjnej odnosimy się wyłącznie do tych aspektów wspomnianej metody, które znajdują bezpośrednie zastosowanie do warunków produkcyjnych zakładu Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz.

Zgodnie z metodą referencyjną:

- Kontroli podlega partia towaru brana z linii paczkującej, o liczności N równej liczbie towarów zapakowanych w czasie jednej godziny przy maksymalnej wydajności linii.
- Z partii pobierana jest losowo próbka o liczności określonej tabelą 2.1:

Tabela 2.1 Liczności próbek wymagane w metodzie referencyjnej

Liczba towarów paczkowanych w partii	Numer próbki	Liczność próby	Łączna liczba kontrolowanych towarów
100-500	1	30	30
	2	30	60
501-3200	1	50	50
	2	50	100
3201 i więcej	1	80	80
	2	80	160

- Przyjęcie partii towarów paczkowanych następuje wtedy, gdy w wyniku badania pobranej próbki stwierdzono, że spełnione są wymagania dotyczące:

- ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej;
- średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej.
- Jeżeli partia towaru nie spełnia obu powyższych wymagań, to zostaje odrzucona.
- Ilość rzeczywistą towaru paczkowanego, wyrażoną w jednostkach masy, wyznacza się bezpośrednio przez pomiar masy.
- Minimalna akceptowana ilość rzeczywista towaru paczkowanego jest równa różnicy między ilością nominalną Q towaru paczkowanego i dopuszczalnym błędem ujemnym (niedoborem) T_1 , określonym tabelą 2.2:

Tabela 2.2 Wytyczne do ustalania dopuszczalnej ujemnej wartości błędu ilości towaru paczkowanego T_1

Ilość nominalna Q towaru paczkowanego (w g lub ml)	Ujemna wartość błędu T_1 wyrażona w	
	procentach	g lub ml
5-50	9	-
51-100	-	4,5
101-200	4,5	-
201-300	-	9
301-500	3	-
501-1000	-	15
1001-10000	1,5	-

- Towary paczkowane o ilości rzeczywistej mniejszej niż minimalnie akceptowana uważa się za wadliwe.
- Próbki podlegają kontroli wyrwkowej dwustopniowej.
- Kontrola ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej, prowadzona jest zgodnie z zaleceniami ujętymi w tabeli 2.3, przy czym:

- jeżeli liczba wadliwych jednostek, stwierdzona w wyniku badania próbki nr 1, jest mniejsza bądź równa liczbie kwalifikującej A_c , tzn. że spełnione są wymagania dotyczące ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej;
- jeżeli liczba wadliwych jednostek, stwierdzona w wyniku badania próbki nr 1, jest większa bądź równa liczbie dyskwalifikującej R_e , to należy odrzucić tę partię towaru paczkowanego;
- jeżeli liczba wadliwych jednostek, stwierdzona w wyniku badania próbki nr 1, jest większa od A_c ale mniejsza od R_e , to należy pobrać i zbadać próbkę nr 2;
- jeżeli liczba będąca sumą wadliwych jednostek w próbce nr 1 i próbce nr 2 jest mniejsza bądź równa liczbie kwalifikującej A_c określonej dla obu próbek, tzn. że spełnione są wymagania dotyczące ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej. W przeciwnym razie partię tę należy odrzucić.

Tabela 2.3 Liczby kwalifikujące i dyskwalifikujące w metodzie referencyjnej

Liczba towarów paczkowanych w partii	Numer próbki	Liczba towarów paczkowanych	Łączna liczba kontrolowanych towarów	Liczba	
				A_c	R_e
100-500	1	30	30	1	3
	2	30	60	4	5
501-3200	1	50	50	2	5
	2	50	100	6	7
3201 i więcej	1	80	80	3	7
	2	80	160	8	9

- Kontrola średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej, prowadzona jest zgodnie z zaleceniami ujętymi w tabeli 2.4, przy czym:
 - jeżeli średnia ilość rzeczywista \bar{X} towaru paczkowanego z danej próbki jest większa bądź równa wartości kwalifikującej W , tzn. że spełnione są wymagania

dotyczące średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej;

- jeżeli średnia ilość rzeczywista \bar{X} towaru paczkowanego z danej próbki jest mniejsza od wartości kwalifikującej W , to należy odrzucić tę partię towaru paczkowanego.

Tabela 2.4 Wartości kwalifikujące testu w metodzie referencyjnej

Liczba towarów paczkowanych w partii	Numer próbki	Liczba towarów paczkowanych	Łączna liczba kontrolowanych towarów	Wartość kwalifikująca W
100-500	1	30	30	$Q - 0,503 \cdot S$
	2	30	60	$Q - 0,344 \cdot S$
501-3200	1	50	50	$Q - 0,379 \cdot S$
	2	50	100	$Q - 0,262 \cdot S$
3201 i więcej	1	80	80	$Q - 0,295 \cdot S$
	2	80	160	$Q - 0,207 \cdot S$

2.2 Analiza statystyczna metody referencyjnej

Na podstawie zamieszczonego powyżej opisu metody referencyjnej kontroli towarów paczkowanych można stwierdzić, że sprowadza się ona do stosowanych równolegle dwóch procedur statystycznych:

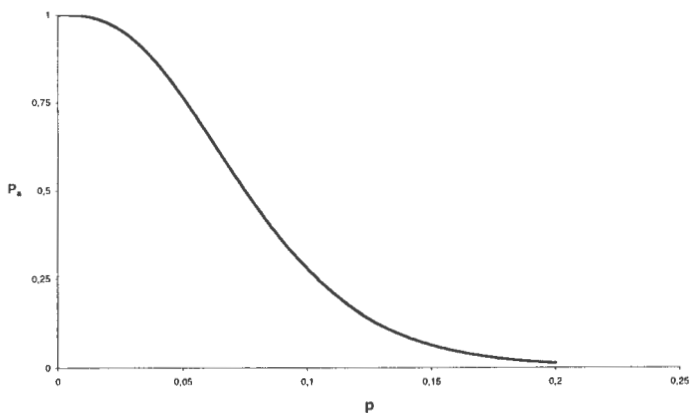
- dwustopniowego planu badania kontroli alternatywnej (kontrola ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej)
- testu statystycznego do weryfikacji hipotezy dotyczącej wartości oczekiwanej (kontrola średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej).

Przeprowadzona przez nas analiza własności statystycznych wymienionych procedur, dokonana metodami analitycznymi i numerycznymi, a dotycząca zdolności dyskrymina-

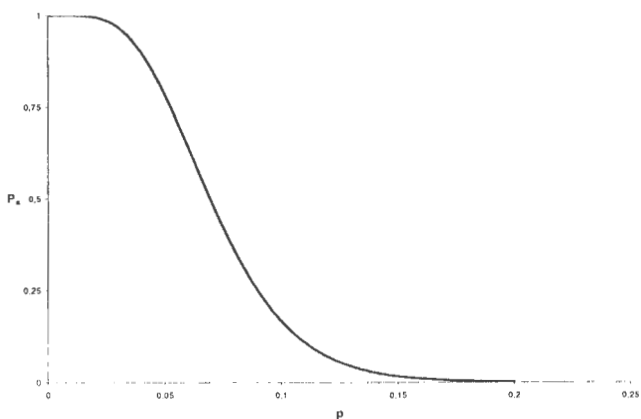
cyjnych tych procedur, wykazała że kontrola ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej, odpowiada dwustopniowemu planowi badania kontroli alternatywnej na **akceptowanym poziomie jakości AQL 2,5%** z normy PN-ISO 2859-1

Krzywe operacyjno-charakterystyczne wspomnianego planu badania przedstawione są na rysunkach 2.1-2.3:

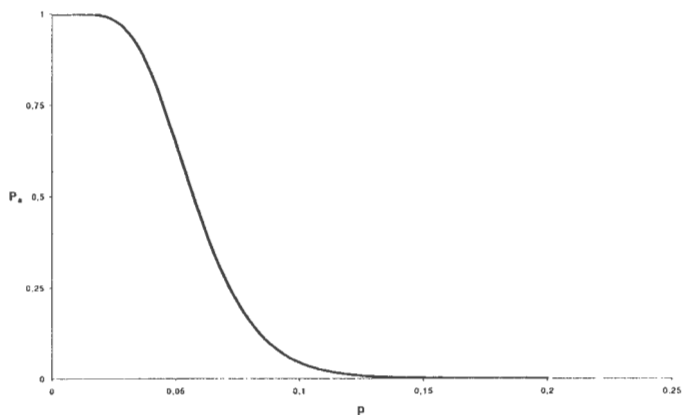
Rysunek 2.1 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla próby pobranej z partii o licznosci 100-500 sztuk



Rysunek 2.2 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla próby pobranej z partii o licznosci 501-3200 sztuk



Rysunek 2.3 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla próby pobranej z partii o licznosci 3201 i więcej sztuk



Ponadto, przeprowadzona przez nas analiza własności statystycznych wymienionych procedur wykazała, że kontrola średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej, odpowiada testowi statystycznemu do weryfikacji jednostronnej hipotezy dotyczącej wartości oczekiwanej na **poziomie istotności 0,005**.

Wspomniany test statystyczny dotyczy weryfikacji hipotezy zerowej $H: \mu \geq Q$ przy hipotezie alternatywnej $K: \mu < Q$, ze statystyka testową Z daną wzorem

$$Z = \frac{\bar{X} - Q}{S} \sqrt{n}$$

oraz obszarem krytycznym postaci $(-\infty, -u_{1-\alpha}]$, gdzie $u_{1-\alpha}$ oznacza kwantyl rozkładu normalnego standardowego rzędu $1 - \alpha$.

3 Porównanie metody kontrolnej, proponowanej przez Henkel Polska S.A., z metodą referencyjną

Omówiona w poprzednim rozdziale metoda referencyjna okazała się być nie do przyjęcia, z powodu zbyt dużych licznosci próbek, które to wydają się nierealne w warunkach produkcyjnych zakładu Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz. Stąd też Henkel Polska S.A., zaproponował przyjęcie w kontroli mniejszych licznosci próbek, które byłyby do zaakceptowania w warunkach produkcyjnych proszku do prania i mydła. Proponowane licznosci próbek, wraz z wyszczególnieniem wyrobów zamieszczono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1 Licznosci próbek proponowane przez Henkel Polska S.A.

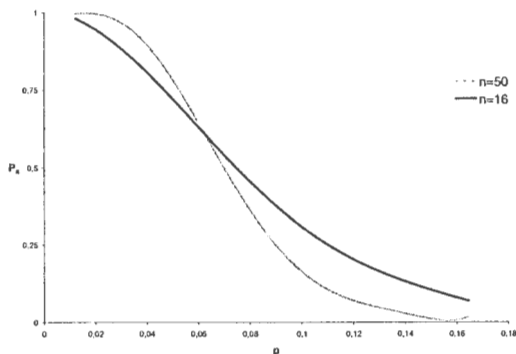
Lp.	Wyrób opakowanie / masa nomin.	Wydajność godz. max./średnia	Powtarzalność napełniania	Proponowana licznosc próbki
1.	Proszek do prania pudełko / 320 – 600 g	9000 / 6500 szt	+/-20 g	10 szt /15 min
2.	Proszek do prania woreczek foliowy / 900 g	1700 / 1600 szt	+/- 20 g	4 szt /15 min
3.	Proszek do prania woreczek foliowy / 1,5 kg	1500 / 1400 szt	+/- 30 g	4 szt /15 min
4.	Proszek do prania woreczek foliowy / 3 kg	1300 / 1200 szt	+/- 30 g	4 szt / 15 min
5.	Proszek do prania woreczek foliowy / 4,5 kg	900 / 850 szt	+/- 30 g	4 szt / 15 min
6.	Proszek do prania woreczek foliowy / 6 kg	700 / 650 szt	+/- 40 g	4 szt / 15 min
7.	Proszek do prania woreczek foliowy / 9 kg	600 / 550 szt	+/- 40g	4 szt / 15 min
8.	Mydło bez opakowania / 100-150g	7000 / 5300 szt	+/- 1 g	4 szt / 15 min
9.	Mydło bez opakowania / 125 g	4800 / 4000 szt	+/- 1 g	4 szt / 15 min
10.	Mydło bez opakowania / 100 g	15000 / 10000 szt	+/- 1 g	8 szt / 15 min

Poniżej zamieszczamy analizę skuteczności, proponowanej przez Henkel Polska S.A., metody kontrolowania jakości towarów paczkowanych wraz z porównaniem tej metody z metodą referencyjną. Owa analizę porównawczą przedstawiamy na przykładzie kilku wyrobów produkowanych przez Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz.

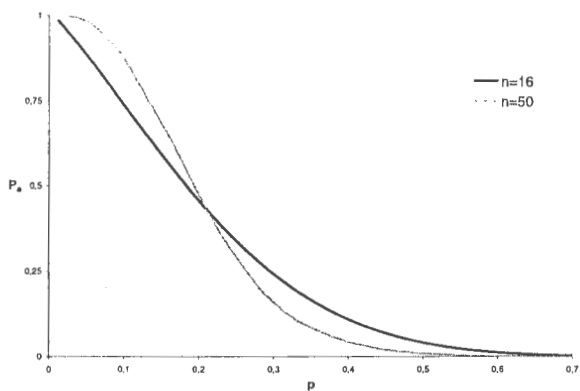
Rysunki 3.1-3.5 pokazują krzywe operacyjno-charakterystyczne dla planu badania służącemu kontroli ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej, będącego odpowiednikiem planu o liczbach kwalifikujących i dyskwalifikujących, zadanych tabelą 2.3, ale o licznosciach próbek z tabeli 3.1, proponowanych przez Henkel Polska S.A.

Z kolei rysunki 3.6-3.10 pokazują krzywe operacyjno-charakterystyczne dla testu służącemu kontroli średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej, będącego odpowiednikiem testu zadanego tabelą 2.4, ale o licznosciach próbek z tabeli 3.1, proponowanych przez Henkel Polska S.A.

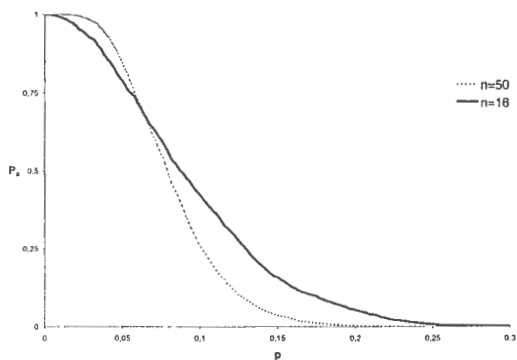
Rysunek 3.1 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla planu badania proszku o masie nominalnej 900g



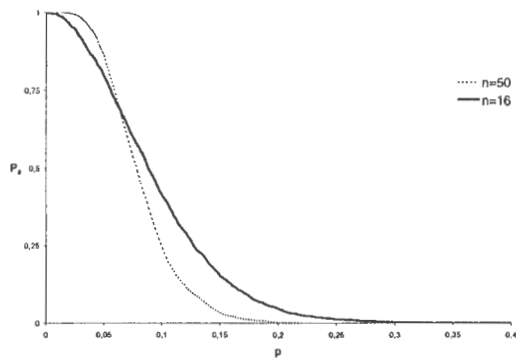
Rysunek 3.2 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla planu badania proszku o masie nominalnej 1500g



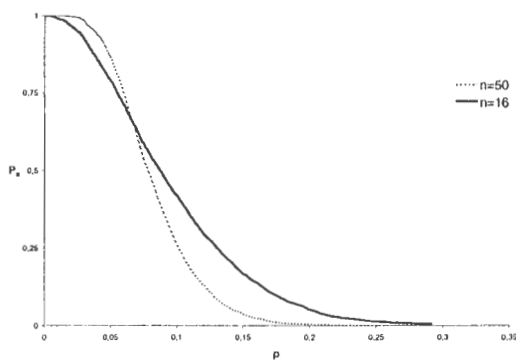
Rysunek 3.3 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla planu badania proszku o masie nominalnej 3000g



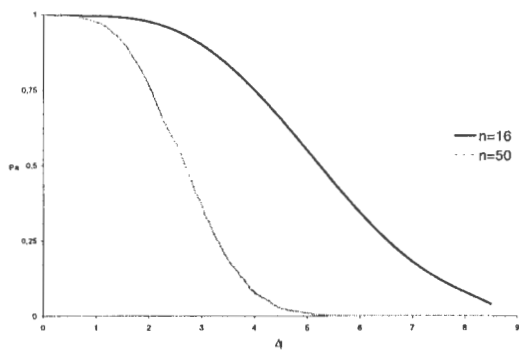
Rysunek 3.4 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla planu badania proszku o masie nominalnej 4500g



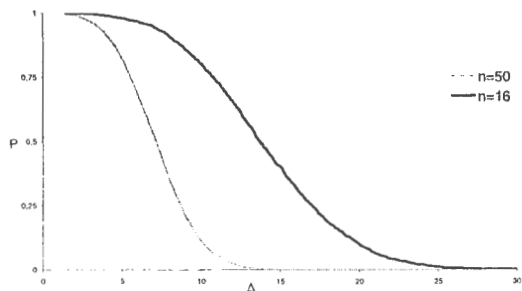
Rysunek 3.5 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla planu badania proszku o masie nominalnej 6000g



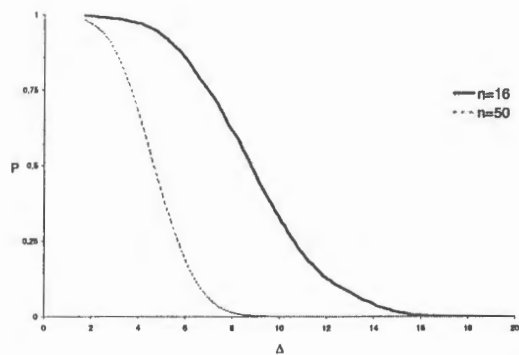
Rysunek 3.6 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla testu dla proszku o masie nominalnej 900g



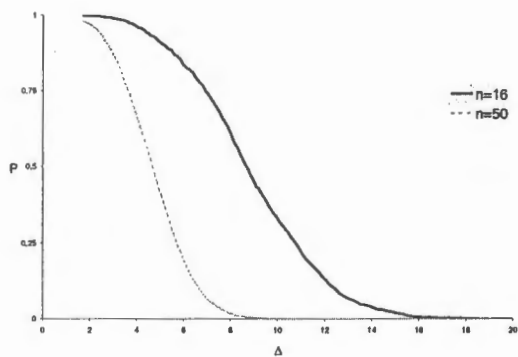
Rysunek 3.7 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla testu dla proszku o masie nominalnej 1500g



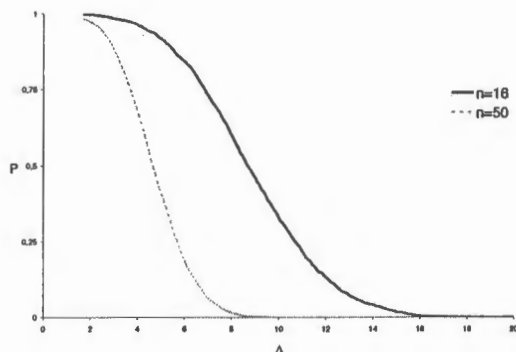
Rysunek 3.8 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla testu dla proszku o masie nominalnej 3000g



Rysunek 3.9 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla testu dla proszku o masie nominalnej 4500g



Rysunek 3.10 Krzywa operacyjno-charakterystyczna dla testu dla proszku o masie nominalnej 6000g



Porównując krzywe operacyjno-charakterystyczne procedur statystycznych odpowiadających metodzie sugerowanej przez Henkel Polska S.A. z krzywymi operacyjno-charakterystycznymi metody referencyjnej, pokazanymi na rysunkach 3.1-3.10, widzimy, że prawdopodobieństwo wykrycia niedoboru towaru paczkowanego przy licznosciach proponowanych przez Henkel Polska S.A. jest zasadniczo mniejsze niż w metodzie referencyjnej. W podobny sposób zachowują się krzywe operacyjno-charakterystyczne planów badania i testów dla innych wyrobów produkowanych przez Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz.

A zatem metoda kontroli, proponowana przez Henkel Polska S.A., jest mniej skuteczna, aniżeli metoda referencyjna.

4 Propozycja optymalnej metody kontrolnej

4.1 Wprowadzenie

Jak wykazano w rozdziale 3, metoda kontroli proponowana przez Henkel Polska S.A., ma mniejszą skuteczność niż metoda referencyjna. W tym miejscu nasuwa się więc pytanie, czy jest w ogóle możliwe wskazanie innej metody kontrolnej, która byłaby porównywalna z metodą referencyjną, a zarazem wymagałaby badania mniej licznych próbek aniżeli metoda referencyjna. Konstrukcja takiej metody nie może, oczywiście, sprowadzić się do samego ograniczenia liczności próbek. Musi ona dotyczyć wszystkich aspektów procesu kontroli, a więc odpowiedniego doboru liczności próbek, częstotliwości ich pobierania, wyznaczenia właściwych poziomów rozgraniczających obszary kwalifikujące i dyskwalifikujące partie towaru oraz wskazania ewentualnej sekwencji procedur statystycznych tworzących ową metodę kontrolną.

W bieżącym rozdziale przedstawimy propozycję takiej właśnie procedury kontrolnej, która wydaje się optymalna z punktu widzenia głównego celu przyjętego przez Henkel Polska S.A., jakim jest minimalizacja liczności próbek i która, zarazem, jest porównywalna z metodą referencyjną.

4.2 Kryterium porównawcze

Punktem wyjścia proponowanej metody jest ustalenie kryterium, które pozwoli porównać tę metodę z metodą referencyjną. Mając na uwadze rolę, jaką odgrywa w normach międzynarodowych akceptowany poziom jakości AQL, postanowiliśmy ten właśnie parametr przyjąć za wskaźnik skuteczności metody kontrolnej. Stąd też powiemy, że **dwie metody kontrolne są porównywalne pod względem skuteczności, jeżeli mają ten sam akceptowany poziom jakości.**

4.3 Szkic metody

Proponowana przez nas metoda kontroli towarów paczkowanych, która mogłaby być stosowana wobec wszystkich towarów wyszczególnionych w tabeli 3.1, sprowadza się do sekwencji trzech procedur statystycznych:

- kart kontrolnych średniej i rozstępu
- kontroli wyrwkowej procentu jednostek niezgodnych na podstawie liczbowej oceny właściwości
- kontroli wyrwkowej metodą alternatywną.

Pierwszy etap, jakim jest zastosowanie kart kontrolnych, pozwala producentowi (dostawcy) zorientować się, czy proces produkcji jest uregulowany i w razie zaobserwowania jakichkolwiek sygnałów rozregulowań podjąć szybko działania korygujące. Karty kontrolne nie wymagają dużych próbek, co wychodzi naprzeciw oczekiwaniom Henkel Polska S.A., a jak wykazuje praktyka, dobrodziejstwa płynące ze stosowania kart kontrolnych są trudne do przecenienia (por. [4]). W bliższej perspektywie uregulowanie procesu pozwoli posługiwać się w drugim etapie kontroli próbkami o mniejszej liczności (niż byłoby to wymagane bez świadectwa uregulowania). Natomiast w dalszej perspektywie, karty kontrolne staną się narzędziem systematycznej, etapowej optymalizacji procesu produkcji, który da wymierne efekty ekonomiczne. Szczegółowe omówienie sposobu użycia sugerowanych kart kontrolnych zamieszczono w podrozdziale 4.4, natomiast ogólne informacje dotyczące wspomnianych kart kontrolnych znaleźć można w normie PN-ISO 8258 oraz w monografiach [1], [2], [4].

W drugim etapie kontroli sugerujemy skorzystanie z planu do oceny liczbowej, służącemu kontroli średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej, który to jest w istocie pewnym testem statystycznym będącym odpowiednikiem testu z metody referencyjnej, zadanego tabelą 2.4. Warto zaznaczyć, że posłużenie się na tym etapie kontroli planem do oceny liczbowej pozwoli znacznie zredukować licznosc próbek w stosunku do wymagań stawianych przez plan do oceny alternatywnej. Szczegółowe omówienie sposobu posługiwania się wspomnianym planem badania zamieszczono w podrozdziale 4.5, natomiast ogólne informacje dotyczące

planów do oceny liczbowej właściwości znaleźć można w normie PN-ISO 3951 oraz w monografiach [1], [2], [3].

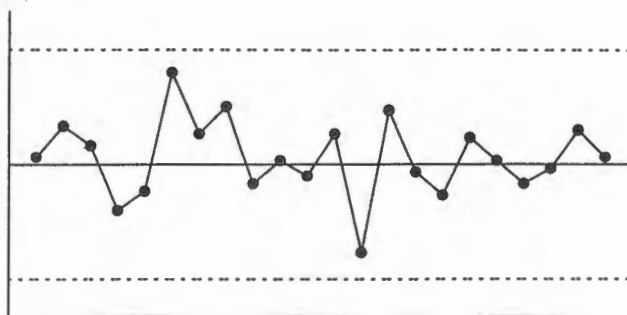
Wreszcie w trzecim etapie kontroli przewidujemy posłużenie się dwustopniowym planem badania do oceny alternatywnej, co umożliwi kontrolę ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej. Szczegółowe wskazówki dotyczące zastosowania tego planu badania podano w podrozdziale 4.6, natomiast ogólne informacje dotyczące planów badania według oceny alternatywnej znaleźć można w normie PN-ISO 2859-1 oraz w monografiach [1], [2], [3].

4.4 Karta kontrolna wartości średniej \bar{X} i rozstępu R

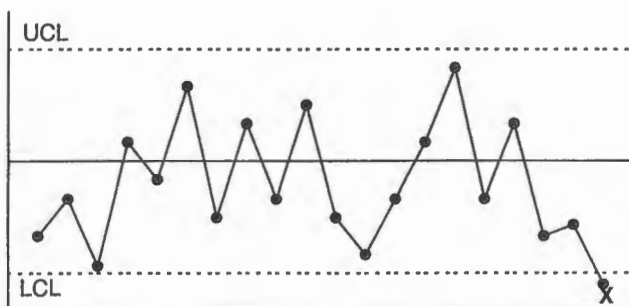
Karty kontrolne do liczbowej oceny właściwości są prawie zawsze przygotowywane i analizowane parami - jedna karta dotycząca położenia (średnia procesu), a druga dotycząca rozrzutu. Najczęściej stosowanymi kartami są karty \bar{X} i R .

Zgodnie z ogólnymi zasadami budowy kart kontrolnych Shewharta, każda karta ma dwie granice kontrolne, zwane odpowiednio, górną granicą kontrolną (UCL) i dolną granicą kontrolną (LCL), położone po obu stronach tzw. linii środkowej. Na tak określone karty nanosi się punkty odpowiadające pewnym charakterystykom liczbowym (średnia, rozstęp) wyznaczonym dla poszczególnych próbek pobieranych z procesu w mniej więcej regularnych odstępach czasu. Póki owe punkty mieszczą się pomiędzy liniami kontrolnymi karty, proces uznaje się za uregulowany (por. rysunek 4.1). Natomiast sytuacja, w której punkt znajdzie się powyżej górnej granicy kontrolnej albo poniżej dolnej granicy kontrolnej, interpretowana jest jako sygnał alarmowy, który pociąga za sobą konieczność przerwania kontroli, znalezienia przyczyny powstania takowego sygnału i usunięcie ewentualnych przyczyn rozregulowania procesu. Przykład przebiegu kontroli za pomocą karty kontrolnej z wystąpieniem sygnału alarmowego pokazano na rysunku 4.2.

Rysunek 4.1 Przebieg procesu uregulowanego



Rysunek 4.2 Przebieg procesu z wystąpieniem sygnału alarmowego



Granice kontrolne karty wartości średniej \bar{X} wyznaczone są na podstawie danych empirycznych wykorzystując następujące wzory:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

gdzie

$\bar{\bar{X}}$ odpowiada linii środkowej karty wartości średniej i obliczane jest ze wzoru

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

przy czym

k - jest liczbą próbek analizowanych celem wyznaczenia parametrów karty (zgodnie z zaleceniami norm międzynarodowych przyjmuje się 20 do 30 próbek), pobranych w okresie ustabilizowanej produkcji,

\bar{X}_i - oznacza średnią obliczoną dla próbki o numerze $i = 1, 2, \dots, k$,

\bar{R} oznacza średni rozstęp obliczony na podstawie analizowanych próbek, tzn.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k},$$

przy czym

$R_i = X_{i,\max} - X_{i,\min}$ - oznacza rozstęp z próbki o numerze $i = 1, 2, \dots, k$, czyli różnicę między największą $X_{i,\max}$ i najmniejszą $X_{i,\min}$ obserwacją w danej próbce,

A_2 jest współczynnikiem zależnym od liczności próbki n , przyjmującym wartości zamieszczone w tabeli 4.1.

Z kolei granice kontrolne karty rozstępu R dane są następującymi wzorami:

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

gdzie

D_3 i D_4 są współczynnikami zależnymi od liczności próbki n , przyjmującymi wartości zamieszczone w tabeli 4.1.

Tabela 4.1 Współczynniki do obliczania linii na kartach kontrolnych

n	A_2	D_3	D_4
2	1,880	0,000	3,267
3	1,023	0,000	2,574
4	0,729	0,000	2,282
5	0,577	0,000	2,114
6	0,483	0,000	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Proponujemy, aby stosować przedstawione powyżej karty wartości średniej i rozstępu próbując proces w odstępach 15 minutowych, przyjmując dla poszczególnych wyrobów, produkowanych w zakładzie Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz, liczności próbek podane w tabeli 4.2.

Tabela 4.2 Proponowane liczności próbek do kontroli kartami kontrolnymi wartości średniej i rozstępu

Lp.	Wyrób opakowanie / masa nomin.	Proponowana liczność próbki
1.	Proszek do prania pudełko / 320 – 600 g	10 szt / 15 min
2.	Proszek do prania woreczek foliowy / 900 g	5 szt / 15 min
3.	Proszek do prania woreczek foliowy / 1,5 kg	5 szt / 15 min
4.	Proszek do prania woreczek foliowy / 3 kg	5 szt / 15 min
5.	Proszek do prania woreczek foliowy / 4,5 kg	5 szt / 15 min
6.	Proszek do prania woreczek foliowy / 6 kg	5 szt / 15 min
7.	Proszek do prania woreczek foliowy / 9 kg	5 szt / 15 min
8.	Mydło bez opakowania / 100-150g	5 szt / 15 min
9.	Mydło bez opakowania / 125 g	5 szt / 15 min
10.	Mydło bez opakowania / 100 g	8 szt / 15 min

UWAGA

Z punktu widzenia porównywalności proponowanej przez nas metody kontroli z metodą referencyjną wystarczyłoby posłużenie się w karcie wartości średniej jedynie dolną linią

graniczną. Jednakże zastosowanie karty kontrolnej z dwiema granicami - górną i dolną - w niczym nie osłabia skuteczności metody, a jest bardziej korzystne dla producenta (dostawcy), bo chroni go równocześnie przed nadmiarem ilości towaru w opakowaniu.

4.5 Kontrola wyrwykowa procentu jednostek niezgodnych na podstawie liczbowej oceny właściwości

Jak już wspomniano powyżej, w drugim etapie kontroli rozważanych towarów paczkowanych proponujemy skorzystanie z planu do oceny liczbowej, który posłuży do kontroli średniej ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do jego ilości nominalnej, a zatem który stanie się odpowiednikiem testu z metody referencyjnej, zadanego tabelą 2.4. W tym miejscu przywołamy wymaganie metrologiczne zawarte w opisie metody referencyjnej, które mówi, że minimalna akceptowana ilość rzeczywista towaru paczkowanego jest równa różnicy między ilością nominalną Q towaru paczkowanego i dopuszczalnym błędem ujemnym (niedoborem) T_1 , określonym tabelą 2.2. Tak zadane wymagania jakościowe odnośnie kontrolowanych partii towaru sugerują zastosowanie planu badania według oceny liczbowej z ustaloną jednostronną dolną granicą tolerancji L .

Kontrola za pomocą takiego planu badania przebiega następująco:

- a) Z partii pobiera się próbkę losową X_1, X_2, \dots, X_n o liczności n , dla której następnie wyznacza się średnią \bar{X} oraz odchylenie standardowe S ze wzoru

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}.$$

- b) Należy obliczyć wartość statystyki jakości

$$Q_L = \frac{\bar{X} - L}{S}.$$

- c) Porównuje się obliczoną wartość statystyki jakości Q_L z wartością stałej kwalifikującej k , zamieszczoną w tabeli 4.3, a rezultat owego porównania decyduje o przyjęciu bądź odrzuceniu partii, przy czym uznaje się, że partia jest
- zgodna z wymaganiami, jeżeli $Q_L \geq k$
 - niezgodna z wymaganiami, jeżeli $Q_L < k$.

UWAGA

Wartość stałej kwalifikującej k jest jednoznacznie określona przez przyjęty akceptowany poziom jakości AQL oraz znak literowy jakości próbki i zależy od wyboru konkretnego planu badania.

Tabela 4.3 Liczności próbek i wartości stałej kwalifikującej dla poszczególnych wyrobów dla planu badania według metody „S”

Lp.	Wyrób opakowanie / masa nomin.	Proponowana liczność próbki	Dolna granica tolerancji L	Stała kwalifikująca k
1.	Proszek do prania pudełko / 320 – 600 g	10 szt / 15 min	310,4 – 585 g	1,41
2.	Proszek do prania woreczek foliowy / 900 g	7 szt / 15 min	885 g	1,33
3.	Proszek do prania woreczek foliowy / 1,5 kg	7 szt / 15 min	1447,5 g	1,33
4.	Proszek do prania woreczek foliowy / 3 kg	7 szt / 15 min	2955 g	1,33
5.	Proszek do prania woreczek foliowy / 4,5 kg	5 szt / 15 min	4432,5 g	1,24
6.	Proszek do prania woreczek foliowy / 6 kg	5 szt / 15 min	5910 g	1,24
7.	Proszek do prania woreczek foliowy / 9 kg	5 szt / 15 min	8865 g	1,24
8.	Mydło bez opakowania / 100-150g	10 szt / 15 min	95,5 – 143,25 g	1,41
9.	Mydło bcz opakowania / 125 g	10 szt / 15 min	94,375 g	1,41
10.	Mydło bez opakowania / 100 g	15 szt / 15 min	95,5 g	1,47

UWAGA

Liczności próbek i wartości stałej kwalifikującej zamieszczone w tabeli 4.3 zostały wyznaczone zgodnie z normą PN-ISO 3951 dla specjalnego poziomu kontroli S-3 i założonego akceptowanego poziomu jakości AQL 2,5%. Warto zaznaczyć, że przyjęcie

takiej właśnie wartości akceptowanego poziomu jakości sprawiło, że skuteczność proponowanej przez nas procedury kontrolnej **jest porównywalna** ze skutecznością metody referencyjnej, dla której akceptowany poziom jakości AQL wynosi również 2,5% (por. rozdział 3).

W przypadku odbioru partii pochodzących z ustabilizowanego procesu produkcyjnego można czasami założyć, że wartość odchylenia standardowego procesu σ jest stała w czasie i może być uznana za znaną. Ma to miejsce zwłaszcza w sytuacji, gdy proces podlega kontroli z wykorzystaniem kart kontrolnych, które wskazują, że jest on w stanie statystycznego uregulowania. Wartość parametru σ możemy wówczas oszacować na podstawie wystarczająco licznej próbki łącznej i dla potrzeb odbiorów traktować jako znaną. W takim przypadku mówimy o stosowaniu planu badania według metody „ σ ” (dla odróżnienia, opisany powyżej plan badania określa się mianem planu badania według metody „S”).

Sam przebieg kontroli za pomocą planu badania według metody „ σ ” jest analogiczny do przedstawionego powyżej, tzn.

$$Q_L = \frac{\bar{X} - L}{\sigma}$$

Warto zaznaczyć, że znajomość wartości odchylenia standardowego σ procesu pozwala zazwyczaj na zmniejszenie wymaganej liczności próbek. Stąd też zastosowanie planu badania według metody σ jest korzystne dla producenta (dostawcy).

Ponieważ w pierwszym etapie proponowanej przez nas metody kontroli towarów paczkowanych stosowane są karty kontrolne, zatem w drugim etapie kontroli będzie można posłużyć się planem badania według metody „ σ ”, o ile tylko proces produkcji będzie uregulowany. Zakładając, że proces jest uregulowany, pozostanie nam wskazać wartość odchylenia standardowego σ , którą to wartość należy wstawić do podanego powyżej wzoru na statystykę jakości Q_L . Otóż w początkowej fazie kontroli jako wartość odchylenia standardowego σ można przyjąć jedną trzecią wartości powtarzalności napełniania, podaną dla poszczególnych wyrobów w tabeli 3.1. Jednakże w dalszej perspektywie należałoby wyestymować tę wartość na podstawie próbek pobieranych z ustabilizowanego procesu, korzystając ze wzoru

$$\sigma = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_k}{k},$$

gdzie S_i oznacza odchylenie standardowe z próbki o numerze $i = 1, 2, \dots, k$.

UWAGA

W przypadku gdy proces jest trudny do uregulowania, należy posługiwać się planem badania według metody „S”.

Tabela 4.4 Liczności próbek i wartości stałej kwalifikującej dla poszczególnych wyrobów dla planu badania według metody „S”

Lp.	Wyrób opakowanie / masa nomin.	Proponowana liczność próbeki	Dolna granica tolerancji L	Stała kwalifikująca k
1.	Proszek do prania pudełko / 320 – 600 g	5 szt / 15 min	310,4 – 585 g	1,39
2.	Proszek do prania woreczek foliowy / 900 g	4 szt / 15 min	885 g	1,28
3.	Proszek do prania woreczek foliowy / 1,5 kg	4 szt / 15 min	1447,5 g	1,28
4.	Proszek do prania woreczek foliowy / 3 kg	4 szt / 15 min	2955 g	1,28
5.	Proszek do prania woreczek foliowy / 4,5 kg	3 szt / 15 min	4432,5 g	1,17
6.	Proszek do prania woreczek foliowy / 6 kg	3 szt / 15 min	5910 g	1,17
7.	Proszek do prania woreczek foliowy / 9 kg	3 szt / 15 min	8865 g	1,17
8.	Mydło bez opakowania / 100-150g	5 szt / 15 min	95,5 – 143,25 g	1,39
9.	Mydło bez opakowania / 125 g	5 szt / 15 min	94,375 g	1,39
10.	Mydło bez opakowania / 100 g	7 szt / 15 min	95,5 g	1,45

UWAGA

Liczności próbek i wartości stałej kwalifikującej zamieszczone w tabeli 4.4 zostały wyznaczone zgodnie z normą PN-ISO 3951 dla specjalnego poziomu kontroli S-3 i założonego akceptowanego poziomu jakości AQL 2,5%. Warto zaznaczyć, że przyjęcie takiej właśnie wartości akceptowanego poziomu jakości sprawiło, że skuteczność proponowanej przez nas procedury kontrolnej **jest porównywalna** ze skutecznością metody referencyjnej, dla której akceptowany poziom jakości AQL wynosi również 2,5% (por. rozdział 3).

UWAGA

Podane powyżej plany badania liczbowej oceny właściwości powinny być stosowane wyłącznie wówczas, gdy istnieją podstawy do przypuszczenia, że rozkład mierzonych właściwości jest normalny. Informacje na temat testów weryfikujących normalność rozkładu zawiera norma PN-ISO 5479.

4.6 Kontrola wyrywkowa metodą alternatywną

W trzecim etapie kontroli posłużymy się dwustopniowym planem badania do oceny alternatywnej, co umożliwi kontrolę ilości rzeczywistej towarów paczkowanych wchodzących w skład próbki w stosunku do ilości nominalnej. Plan ów jest odpowiednikiem planu z metody referencyjnej, zadanego tabelą 2.3.

Podobnie jak w metodzie referencyjnej (por. rozdział 2) przyjmujemy, że:

- Kontroli podlega partia towaru brana z linii paczkującej, o liczności N równej liczbie towarów zapakowanych w czasie jednej godziny przy maksymalnej wydajności linii.
- Z partii **co godzina** pobierana jest losowo próbka o liczności określonej tabelą 4.5.
- Ilość rzeczywistą towaru paczkowanego, wyrażoną w jednostkach masy, wyznacza się bezpośrednio przez pomiar masy każdej jednostki próby.
- Minimalna akceptowana ilość rzeczywista towaru paczkowanego jest równa różnicy między ilością nominalną Q towaru paczkowanego i dopuszczalnym błędem ujemnym (niedoborem) T_1 , określonym tabelą 2.2:
- Towary paczkowane o ilości rzeczywistej mniejszej niż minimalnie akceptowana uważa się za wadliwe.

- Próbkę podlegają kontroli wrywkowej dwustopniowej.

Liczności próbek oraz liczby kwalifikujące i dyskwalifikujące zamieszczono w tabeli 4.5.

Kontrola za pomocą takiego planu badania przebiega następująco:

- a) Z partii pobiera się próbkę losową o licznosci n , dla której następnie wyznacza się liczbę jednostek wadliwych d_1 .
- b) Jeżeli liczba jednostek wadliwych, znaleziona w pierwszej próbce, jest równa bądź mniejsza od pierwszej liczby kwalifikującej Ac_1 , tzn. $d_1 \leq Ac_1$, to partia powinna być uznana za zgodną z wymaganiami.
- c) Jeżeli liczba jednostek wadliwych, znaleziona w pierwszej próbce, jest równa bądź większa od pierwszej liczby dyskwalifikującej Rc_1 , tzn. $d_1 \geq Rc_1$, to partia powinna być uznana za niezgodną z wymaganiami.
- d) Jeżeli liczba jednostek wadliwych, znaleziona w pierwszej próbce, jest większa od Ac_1 ale mniejsza od Rc_1 , tzn. $Ac_1 < d_1 < Rc_1$, to należy pobrać drugą próbkę o licznosci n .
- e) Liczby jednostek wadliwych znalezionych w pierwszej (d_1) i drugiej próbce (d_2) należy skumulować.
- f) Jeżeli skumulowana liczba jednostek wadliwych jest równa bądź mniejsza od drugiej liczby kwalifikującej Ac_2 tzn. $d_1 + d_2 \leq Ac_2$, to partia powinna być uznana za zgodną z wymaganiami.
- g) Jeżeli skumulowana liczba jednostek wadliwych jest równa bądź większa od drugiej liczby dyskwalifikującej Rc_2 , tzn. $d_1 + d_2 \geq Rc_2$, to partia powinna być uznana za niezgodną z wymaganiami.

UWAGA

Liczności próbek i wartości liczb kwalifikujących i dyskwalifikujących, zamieszczone w tabeli 4.5, zostały wyznaczone zgodnie z normą PN-ISO 2859-1+AC1 dla specjalnego poziomu kontroli S-4 i założonego akceptowanego poziomu jakości AQL 2,5%. Warto zaznaczyć, że przyjęcie takiej właśnie wartości akceptowanego poziomu jakości sprawiło, że skuteczność proponowanej przez nas procedury kontrolnej jest porównywalna ze skutecznością metody referencyjnej, dla której akceptowany poziom jakości AQL wynosi również 2,5% (por. rozdział 3).

Tabela 4.5 Liczności próbek oraz liczby kwalifikujące i dyskwalifikujące proponowanego planu badania

Liczność partii	Numer próbki	Liczność próby	Łączna liczba kontrolowanych jednostek	Liczba	
				Ac	Re
501-1200	1	13	13	0	2
	2	13	26	1	2
1201-3200	1	20	20	0	3
	2	20	40	3	4
3201-10000	1	20	20	0	3
	2	20	40	3	4
10000-35000	1	32	32	1	4
	2	32	64	4	5

Podsumowanie

W niniejszym opracowaniu omówiono pewne aspekty metody referencyjnej kontroli towarów paczkowanych, a następnie porównano metodę kontrolną, proponowaną przez Henkel Polska S.A., z metodą referencyjną. Ponieważ metoda kontroli proponowana przez Henkel Polska S.A., ma niższą skuteczność w porównaniu z metodą referencyjną, zaproponowano inną metodę kontroli towarów paczkowanych, która wydaje się optymalna z punktu widzenia Henkel Polska S.A.

Należy podkreślić, że udało się osiągnąć cel przewodni zleconej pracy naukowo-badawczej, jakim było uzyskanie metody kontroli towarów paczkowanych, która będzie porównywalna z metodą referencyjną, ale wymagać będzie badania wyraźnie mniejszej liczności próbek, aniżeli zakłada metoda referencyjna, które to liczności wydają się nierealne w warunkach produkcyjnych zakładu Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz.

Nasuwa się w tym miejscu pytanie, czy dałoby się jeszcze bardziej usprawnić kontrolę towarów paczkowanych w zakładzie Henkel Polska S.A. Oddział Racibórz. Miarodajną odpowiedź na to pytanie będzie można dać dopiero po dokonaniu analizy efektów wdrożenia metody kontroli zaproponowanej w niniejszym opracowaniu. Niemniej wydaje się, że interesujące rezultaty mogłoby przynieść zastosowanie systemu planów badania normy PN-ISO 2859-1, będącego zestawieniem trzech rodzajów kontroli wrywkowej: normalnej, obostrzonej i ulgowej wraz z procedurami przejścia pomiędzy tymi trzema rodzajami kontroli. Dodatnich efektów w optymalizacji procesu produkcji i w osiąganiu systematycznej poprawy jakości, należałoby się również spodziewać po możliwie szeroko zakrojonym wdrożeniu metod statystycznego sterowania procesem.

Literatura

- [1] Hryniewicz O., *Nowoczesne metody statystycznego sterowania jakością*, Omnitech Press, Warszawa 1996.
- [2] Montgomery D.C., *Introduction to Statistical Quality Control*, Wiley, 1991.
- [3] Schilling E., *Acceptance Sampling in Quality Control*, Marcel Dekker, Inc., New York 1982.
- [4] Thompson J.R., Koronacki J., *Statystyczne sterowanie procesem*, PLJ, Warszawa 1994.

Normy powołane

- [5] Dziennik Ustaw Nr 128/2/2001: Opis metody referencyjnej kontroli towarów paczkowanych.
- [6] PN-ISO 2859-1+AC1: 1996: Procedury kontroli wrywkowej metodą alternatywną. Plany badania na podstawie akceptowanego poziomu jakości (AQL) stosowane podczas kontroli partii za partią.
- [7] PN-ISO 3534-1:2002: Statystyka - Terminologia i symbole - Część 1: Ogólne terminy z zakresu rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.
- [8] PN-ISO 3534-2:1994: Statystyka - Statystyczne sterowanie jakością - Terminologia i symbole.
- [9] PN-ISO 3951: 1997: Kontrola wrywkowa procentu jednostek niezgodnych na podstawie liczbowej oceny właściwości: procedury i nomogramy.
- [10] PN-ISO 5479:2002: Statystyczna interpretacja danych - Testy odstępstw od rozkładu normalnego.
- [11] PN-ISO 8258+AC1: 1996: Karty kontrolne Shewharta.

