

Kamila HANDZLIK¹, Ewa GOLIŃSKA²

Opiekun naukowy: Ewa GOLIŃSKA

ZASTOSOWANIE SYSTEMU AQL W USPRAWNIENIU SYSTEMU KONTROLI

Streszczenie: W artykule omówiono problem dotyczący wielu polskich przedsiębiorstw. Przedstawiono przykład wdrożenia systemu AQL w firmie współpracującej z przedsiębiorstwem produkcyjnym. Miało to na celu przybliżenie sposobu funkcjonowania firmy przed i po wprowadzeniu systemu kontroli, który spowoduje wzrost zadowolenia klientów oraz znacznie obniży poziom reklamacji. Opracowano również koszty kontroli oraz ocenę ryzyka kontroli.

Słowa kluczowe: system AQL, kontrola dostaw, próbki, ryzyko kontroli

USE OF AQL IN IMPROVING THE CONTROL SYSTEM

Summary: The article discusses the problem of many Polish enterprises. An example of the implementation of the AQL system in a company cooperating with a manufacturing company has been presented. The purpose of the analysis was to present the functioning of the company before and after the introduction of the control system, which would increase customer satisfaction and significantly reduce the level of complaints. The costs of the controls and the risk assessment of the controls have been developed.

Keywords: AQL system, delivery control, samples, risk of acceptance inspection

1. System AQL i jego zastosowanie w oparciu o kontrolę dostaw

Charakterystyka systemu AQL

AQL to skrót od *Acceptance Quality Limit*, czyli Limit Akceptowalnej Jakości. Jest to górny limit, do którego produkty w kontroli wrywkowej są akceptowane i standard kontroli powszechnie stosowany w kontrolach wrywkowych. Jeśli w kontroli wrywkowej indeksowanej na podstawie AQL jakość produktów z procesu, z którego pobierane są próbki, nie spada poniżej AQL, zakłada się, że te produkty są

¹ inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, email: kamilahandzlik11@gmail.com

² asystent KIP, mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, email: egolinska@ath.bielsko.pl

akceptowalne. W rozdziale 1 Polskiej Normy PN-ISO 2859-1-2013 dotyczącym zakresu normy „określono system odbiorczej kontroli wrywkowej, stosowanej w przypadku oceny alternatywnej. Jest on oznaczony za pomocą granicy akceptowalnej jakości (AQL)” [4,5]. Wskazano też cel normy „jako nakłonienie dostawcy do utrzymania średniego poziomu procesu przynajmniej na poziomie nie gorszym niż poziom określony przez AQL, przez wywarcie presji ekonomicznej i psychologicznej, związanej z odrzuceniem partii” [5].

Prawdopodobieństwo odrzucenia zgodnej partii i przyjęcia niezgodnej partii zależy od frakcji niezgodności, a zmniejszenie tej frakcji wiąże się ze zwiększeniem kosztów kontroli. Ustala się wskaźniki jakości, z których najważniejszy to akceptowalny poziom jakości AQL – poziom jakości, który w przypadku rozpatrywania ciągu sukcesywnie dostarczanych partii jest wartością graniczną zadawalającej średniej jakości procesu. Norma AQL – Limit Akceptowalnej Jakości to inaczej granica pomiędzy akceptacją a odrzuceniem danego produktu, dosłownie „poziom najgorszej dopuszczalnej jakości” (ISO 2859). Sprawdza on, ile wadliwych towarów średnio przypada na określoną liczbę badanych próbek i czy ten odsetek mieści się w standardowej średniej w procesie produkcji [4].

2. Elementy kontroli jakości w odniesieniu do normy PN-ISO 2859-1-2003 oraz koszty

2.1. Kontrola według normy PN-ISO 2859-1-2003

Norma przewiduje trzy różne rodzaje kontroli. W początkowej fazie kontroli powinna być przeprowadzona kontrola normalna, która jest kontrolą wyjściową w procedurze odbiorczej. Stosowana jest tak długo w kolejnych odbiorach jak długo z badania określonej ilości kolejnych partii wynika, że średnia wadliwość dostarczanych partii nie różni się w zasadniczy sposób od założonego akceptowanego poziomu jakości *AQL*. W trakcie przeprowadzania kontroli normalnej powinna być wprowadzana kontrola obostrzona, jak tylko dwie spośród pięciu (lub z mniej niż pięciu) kolejnych partii okażą się niezgodne z wymaganiami podczas kontroli po raz pierwszy (to znaczy, że partie przedstawione ponownie nie są w tej procedurze brane pod uwagę) [5]. Kontrola ulgowa jest stosowana wtedy, gdy z badania określonej liczby kolejnych partii za pomocą kontroli normalnej wynika, że wadliwość dostarczanych partii jest znacznie niższa od założonego akceptowanego poziomu jakości *AQL*. Przejście na kontrolę ulgową wymaga zawsze zgody jednostki upoważnionej. Przemienne stosowanie różnych rodzajów kontroli jest specyficzną formą oddziaływania na jakość dostaw (lub jakość procesu, jeżeli odbiory prowadzi producent po wykonaniu kolejnych partii wyrobów). Dostawca wie, że przekroczenie akceptowanego poziomu jakości nie tylko naraża go na większe ryzyko odrzucenia partii wyrobów, lecz również na zastosowanie przez odbiorcę sankcji w następnych odbiorach polegających na zwiększeniu tego ryzyka przy tej samej wadliwości rzeczywistej dostawy. Złagodzenie kontroli zmniejsza ryzyko dostawcy, jest więc swoistą premią za utrzymywanie wymaganego poziomu jakości [1]. Kontrola wrywkowa oparta na charakterystyce operacyjnej to plan kontroli, który zapewnia ochronę producenta i gwarancję dla nabywców, a zarazem spełnia wymagania zarówno producentów, jak i nabywców. Ten schemat próbkowania chroni producenta, wyznaczając pewną

niewielką wartość procentową partii dobrej jakości, które zostały błędnie odrzucone (ryzyko producenta). Z drugiej strony ten schemat próbkowania zabezpiecza nabywców, wyznaczając pewną niewielką wartość procentową partii złej jakości, które zostały błędnie zaakceptowane (ryzyko nabywcy). Generalnie przyjmuje się, że ryzyko producenta wynosi 5%, a ryzyko konsumenta 10%.

Koszty kontroli

Aby sprawdzić, czy kontrole są opłacalne, należy obliczyć ich koszt, między innymi na podstawie wzoru (1):

$$\text{stawka pracownika} \cdot \text{liczba godz. kontroli} = \text{koszt kontroli} \quad (1)$$

Rozpoznanie kosztu negatywnie odebranych dostaw szacowane według wzoru (2):

$$\begin{aligned} & \text{ilość negatywnych kontroli} \cdot \text{koszt kontroli} & (2) \\ & = \text{koszty negatywnych kontroli, poniesione przez dostawcę} \end{aligned}$$

2.2. Ocena ryzyka w kontroli

Ryzyko może odnosić się zarówno do poszczególnych procesów zachodzących w czasie produkcji, jak i do planów, przedsięwzięć, bliższego i dalszego otoczenia oraz zmian w organizacji. Na podstawie pozyskanych z analizy informacji należy zaplanować i podjąć działania odnoszące się do zidentyfikowanych ryzyk i szans. W szacowaniu prawdopodobieństwa każdego niepożądanego zdarzenia, które zostało zidentyfikowane jako zagrożenie, można się posłużyć jednym z najdogodniejszych dla przedsiębiorstwa podejść. Wykorzystane dane mogą pochodzić od ekspertów lub z retrospekcji, albo zostać obliczone na podstawie częstości zdarzeń z użyciem technik analitycznych bądź symulacyjnych. W oparciu o wyniki oceny ryzyka możliwe jest sterowanie nim. Podczas szacowania tworzy się miary poziomu ryzyka, dzięki którym możliwe jest sklasyfikowanie go. Wyniki analizy mogą być wykorzystane przez podejmującego decyzje do oceny dopuszczalnego poziomu ryzyka oraz jako pomoc w wyborze pomiędzy środkami zmierzającym do zmniejszenia potencjalnego ryzyka lub jego uniknięcia [2,3]. Do oceny ryzyka (R) wykorzystywany jest wzór (3) mający na celu wykazać wielkość błędu. W dalszej części ukazywania ryzyka używana jest macierz ryzyka (Tabela 1).

$$R = P \cdot S \quad (3)$$

gdzie: P – Prawdopodobieństwo wystąpienia; S – Skutek wystąpienia

Tabela 1. Przykładowa macierz ryzyka, opracowanie własne na bazie [3]

		Mapa ryzyka			
		5	3	5	7
Prawdopodobieństwo	5				
	4				
	3				
	2				
	1				
		1	3	5	7
		Skutki oddziaływania			

Dużym atutem jest standardowa forma graficzna ze znanymi w każdej korporacji kolorami sygnalizacji świetlnej. Ułatwia to błyskawiczne zrozumienie ryzyka danego projektu lub procesu. Matrycę tworzą dwa parametry:

- prawdopodobieństwo wystąpienia problemu,
- jak poważne mogą być następstwa wystąpienia problemu.

3. Badania dotyczące wdrożenia systemu AQL w przedsiębiorstwie zajmującym się sprzedażą akcesoriów ogrodowych

Badanie opiera się na wprowadzeniu systemu AQL w przykładowym przedsiębiorstwie. Celem wdrożenia tego systemu jest zmniejszenie ilości błędów występujących podczas odbierania asortymentu przez pracownika działu kontroli jakości w sklepie. Wdrożenie systemu AQL poprawi przede wszystkim precyzję odbierania detali od dostawców oraz zminimalizuje reklamacje.

3.1. Opis przedsiębiorstwa oraz sposób jego działania

Sklep „Kwiat marzeń” oraz przedsiębiorstwo produkcyjne „Donkwiat”, które jest brane pod uwagę w badaniu są fikcyjne oraz służą wyłącznie do zobrazowania problemu i jego rozwiązania. Sklep zajmuje się sprzedażą asortymentu związanego z pielęgnacją roślin. Natomiast firma „Donkwiat” zajmuje się produkcją doniczek ogrodowych oraz do wnętrza domu. Proces kontroli jakości będzie odbywał się w magazynie odbioru dostaw dostarczanych przez przedstawiciela przedsiębiorstwa, gdzie kontrolerzy będą sprawdzać dostarczone gotowe palety z danymi rodzajami donic. Dzięki temu systemowi będzie sprecyzowane podejmowanie decyzji dotyczące przyjęcia lub odrzucenia dostarczonej partii asortymentu.

W pierwszej kolejności w magazynie wyrobów gotowych przedsiębiorstwa „Donkwiat” kompletowane jest dane zamówienie. Zamówienie jest składowane na palety euro o wymiarach 1200 mm x 800 mm. Po sczytaniu zamówienia, magazynier opisuje paletę pod kątem rodzaju doniczki, jej koloru, modelu oraz ilości sztuk. Gdy zostanie to wykonane, pracownik wózkiem widłowym odstawia paletę na rampę. Po przyjeździe kierowcy, paleta z asortymentem zostaje zabrana i dostarczona do sklepu zamawiającego „Kwiat marzeń”. W wybranym sklepie aktualnie nie sprawdza się jakości wykonania oraz wystąpienia ewentualnych uszkodzeń, które mogły powstać na produkcji a także podczas transportu asortymentu. Pracownicy sklepu odstawiają palety w dane miejsca na zapleczu, skąd zabierane są potrzebne sztuki. Występuje możliwość zwrotu pojedynczych sztuk uszkodzonych zarówno w sklepie, jak i podczas dostawy.

3.2. Wprowadzenie zmian w działaniu przedsiębiorstwa

Pomysł na wprowadzenie systemu AQL powstał w wyniku występowania dużej ilości uszkodzeń oraz defektów wynikających bardzo często ze złego formowania wtryskowego. „Kwiat marzeń” na co dzień przyjmuje maksymalnie 1200 sztuk doniczek danego rodzaju, stąd wskazane jest wdrożenie skutecznego procesu, dzięki któremu nastąpi zmniejszenie ryzyka błędów.

W pierwszej kolejności zaplanowane zostały kontrole wyrywkowe bazujące na powstałych granicach akceptowalnej jakości (Tabela 2). Na podstawie wspomnianych

granic pracownik jest poinformowany na co zwrócić szczególną uwagę podczas sprawdzania dostarczonej do sklepu dostawy.

Tabela 2. Granice akceptowalnej jakości, opracowanie własne

Klasyfikacja			
Rodzaje wad	Krytyczne	Główne	Średnie
Pomyłka w rodzajach donic	x		
Zły rozmiar donic	x		
Nieczytelny kod kreskowy	x		
Pęknięta donica		x	
Złe odlana donica w procesie wytwarzania (brak widocznych wzorów)		x	
Odchylenia kolorystyczne		x	
Nieprawidłowa ilość doniczek			x
Pogięte kartony z doniczkami w środku			x
Plamy, kropki, lekkie zarysowania			x

Następnie utworzono plan wyboru próbki (Tabela 3), aby wiedzieć czym sugerować się podczas inspekcji. W tabeli widnieje wielkość partii od minimalnej do maksymalnej, czyli ilość sztuk dostarczona od dostawcy. Widać również inspekcje normalną, czyli kontrolę wizualną. Rozważana jest ona na trzech szczeblach, najczęściej stosowany jest szczebel II jako poziom domyślny, przy rozpoczęciu współpracy z dostawcą. Szczebel III, to wariant najbardziej restrykcyjny. Używany jest, gdy dostawca ma bardzo słabą renomę wśród przedsiębiorców. Jeśli występuje długotrwała współpraca z danym dostawcą, to używana jest inspekcja I szczebla, czyli weryfikacja mniejszej ilości próbek. Inspekcja specjalna, z kolei, odnosi się do badań niszczących, między innymi przy badaniach wytrzymałościowych.

Tabela 3. Plan wyboru próbki, opracowanie własne na bazie [5]

AQL - Plan wyboru próbki dla inspekcji według ANSI/ASQ Standard Z1.4-2003								
Litera kodu próbki inspekcyjnej								
Wielkość partii		Normalna inspekcja			Specjalna inspekcja			
Min.	Max	I	II	III	S1	S2	S3	S4
2	8	A	A	B	A	A	A	A
9	15	A	B	C	A	A	A	A
16	25	B	C	D	A	A	B	B
26	50	C	D	E	A	B	B	C
51	90	C	E	F	B	B	C	C
91	150	D	F	G	B	B	C	D
151	280	E	G	H	B	C	D	E
281	500	F	H	J	B	C	D	E
501	1200	G	J	K	C	C	E	F
1201	3200	H	K	L	C	D	E	G
3201	10000	J	L	M	C	D	F	G
10001	35000	K	M	N	C	D	F	H
35001	150000	L	N	P	D	E	G	J
150001	500000	M	P	Q	D	E	G	J
500001	więcej	N	Q	R	D	E	H	K

Powstaje też limit akceptowalności partii (Tabela 4). W pierwszej kolumnie przedstawiającej limit akceptowalności partii pokazane są symbole nawiązujące do Tabeli 3. W następnej kolejności występuje wielkość próbki do weryfikacji. W dalszych kolumnach w kolorze zielonym zaznaczono akceptowalne wadliwe ilości sztuk, a w kolorze czerwonym oznaczono wartości nie do zaakceptowania przez przedsiębiorstwo. Przedstawiono trzy rodzaje charakterystyk branych pod uwagę:

- 0,065 – wartość dla charakterystyk krytycznych, np. zagrożenie życia pracownika,
- 2,5 – wartość zapewniająca funkcjonalność działania produktu, np. duże prawdopodobieństwo zwrotu produktu,
- 4 – wartość dla charakterystyk mniej ważnych, np. niewielkie reklamacje.

Tabela 4. Limit akceptowalności partii, opracowanie własne na bazie [5]

LIMIT AKCEPTOWALNOŚCI PARTII (INSPEKCJA NORMALNA)													
Symbol	Wielkość próbki	0,065	0,1	0,15	0,25	0,4	0,65	1	1,5	2	2,5	4	6,5
		TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE
A	2												
B	3												
C	5												
D	8												
E	13												
F	20											0	1
G	32									0	1		
H	50							0	1				
J	80					0	1					1	2
K	125			0	1					1	2	2	3
L	200	0	1					1	2	2	3	3	4
M	315					1	2	2	3	3	4	5	6
N	500			1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
P	800	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10
Q	1250	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R	2000	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

4. Analiza działań podjętych w firmie przy wdrażaniu systemu AQL

Sklep „Kwiat marzeń” przyjmuje 1200 sztuk doniczek od zakładu produkcyjnego „DonKwiat”. Dostawca dostarcza towar od kilku miesięcy. W badaniu są brane pod uwagę trzy opcje kontroli w normalnej inspekcji kolejno przez cztery miesiące (czerwiec, lipiec, sierpień oraz wrzesień 2022 r.) dla każdego wariantu.

- 1) Kontrola w wariancie III,
- 2) Kontrola w wariancie II,
- 3) Kontrola w wariancie I.

4.1. Kontrola w wariancie III

Tego typu kontroli podlega dostawca, który dostarcza produkty między innymi uszkodzone lub o słabej jakości. Na początek rozpatrywana jest przytoczona w pracy tabela dotycząca granicy akceptowalności (Tabela 2).

Przy kontroli w tym wariancie w tabeli 5 należy odszukać wartość 1200, a później skontrolować literę zwaną w wariancie III obok podanej liczby. W rozważanym wariancie uwzględnia się przedział między 501 a 1200 oraz wybiera literę K.

Tabela 5. Plan wyboru próbki w wariancie III, opracowanie własne na bazie [5]

AQL - Plan wyboru próbki dla inspekcji według ANSI/ASQ Standard Z1.4-2003								
Litera kodu próbki inspekcyjnej								
Wielkość partii		Normalna inspekcja			Specjalna inspekcja			
Min.	Max	I	II	III	S1	S2	S3	S4
2	8	A	A	B	A	A	A	A
9	15	A	B	C	A	A	A	A
16	25	B	C	D	A	A	B	B
26	50	C	D	E	A	B	B	C
51	90	C	E	F	B	B	C	C
91	150	D	F	G	B	B	C	D
151	280	E	G	H	B	C	D	E
281	500	F	H	J	B	C	D	E
501	1200	G	J	K	C	C	E	F
1201	3200	H	K	L	C	D	E	G
3201	10000	J	L	M	C	D	F	G

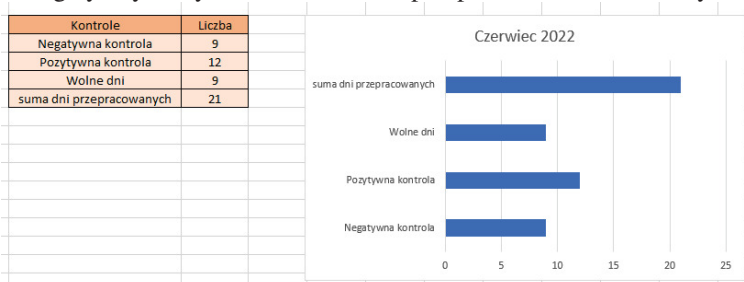
Po wybraniu odpowiedniej litery następuje kolejny etap, jakim jest przedstawienie limitu akceptowalności partii (Tabela 6). Uwzględnia się charakterystykę 2 sugerującą przyjęcie partii i 2,5 odrzucające dostarczone donice. Patrząc na literę K, przy której widnieje ilość 125 sztuk do kontroli przyjmuje się zamówienie, gdy występuje tylko jedna wadliwa sztuka. Powyżej jednej sztuki zamówienie jest odsyłane z powrotem do przedsiębiorstwa sprzedającego. W taki sposób dostawy rozpatrywane są przez kolejne miesiące.

Tabela 6. Limit akceptowalności partii w wariancie II (wersja skrócona), opracowanie własne na bazie [5]

LIMIT AKCEPTOWALNOŚCI PARTII (INSPEKCJA NORMALNA)													
Symbol	Wielkość próbki	0,065	0,1	0,15	0,25	0,4	0,65	1	1,5	2	2,5	4	6,5
		TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE
A	2												
B	3												
C	5												
D	8												
E	13												
F	20											0	1
G	32								0	1			
H	50							0	1				
J	80				0	1						1	2
K	125			0	1					1	2	2	3

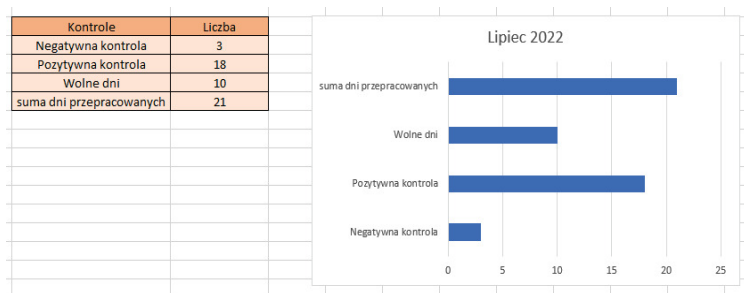
Na przedstawionym wykresie (Rysunek 1) ukazano system pracy w czerwcu 2022 roku. W tym miesiącu występuje 21 dni roboczych, przy czym przez 9 dni uzyskano kontrole negatywne a przez 12 pozytywnie rozpatrzono dostawy.

Ze względu na bardzo dużą liczbę zwrotów w czerwcu przedłużono wariant III kontroli na kolejny miesiąc. Nadal limit akceptowalności partii występował na poziomie litery K, gdzie do kontroli wrywkowej jest typowane 125 sztuk produktu. Następnie można zastosować kontrolę w wariantcie II, ponieważ znacznie zmniejszyła się liczba negatywnych wyników. W czerwcu przeprowadzono 9 nieudanych kontroli.



Rysunek 1. Kontrole w czerwcu 2022, Wariant III, opracowanie własne

Natomiast w lipcu wykryto tylko 3 błędy (Rysunek 2), gdzie główną przyczyną były pęknięcia oraz zarysowania doniczek.



Rysunek 2. Kontrole w lipcu 2022, Wariant III, opracowanie własne

4.2. Kontrola w wariantcie II

W trakcie inspekcji normalnej w wariantcie II brana jest pod uwagę wielkość partii między 501 a 1200 sztuk (Tabela 7). Dzieje się tak, ponieważ w zamówieniu znajduje się 1200 sztuk doniczek. W kolorze niebieskim zaznaczono literę J, która jest wyznacznikiem ilości sztuk do sprawdzenia przez kontrolera.

Tabela 7. Skrócony plan wyboru próbki w wariancie II, opracowanie własne na bazie [3]

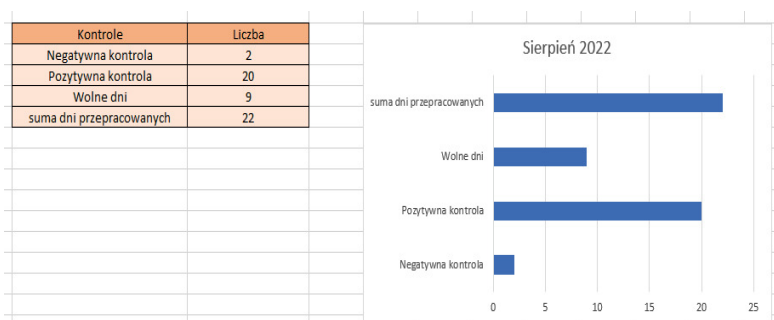
AQL - Plan wyboru próbki dla inspekcji według ANSI/ASQ Standard Z1.4-2003								
Litera kodu próbki inspekcyjnej								
Wielkość partii		Normalna inspekcja			Specjalna inspekcja			
Min.	Max	I	II	III	S1	S2	S3	S4
2	8	A	A	B	A	A	A	A
9	15	A	B	C	A	A	A	A
16	25	B	C	D	A	A	B	B
26	50	C	D	E	A	B	B	C
51	90	C	E	F	B	B	C	C
91	150	D	F	G	B	B	C	D
151	280	E	G	H	B	C	D	E
281	500	F	H	J	B	C	D	E
501	1200	G	J	K	C	C	E	F
1201	3200	H	K	L	C	D	E	G

Na przedstawionym limicie akceptowalności partii w wariancie II (Tabela 8) wyznaczono liczbę sztuk do kontroli. Przy symbolu J widnieje 80 sztuk doniczek do sprawdzenia przez kontrolera jakości przy odbiorze dostawy.

Tabela 8. Limit akceptowalności partii w wariancie II (wersja skrócona), opracowanie własne na bazie [3]

LIMIT AKCEPTOWALNOŚCI PARTII (INSPEKCJA NORMALNA)													
Symbol	Wielkość próbki	0,065	0,1	0,15	0,25	0,4	0,65	1	1,5	2	2,5	4	6,5
		TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE
A	2												
B	3												
C	5												
D	8												
E	13												
F	20											0	1
G	32									0	1		
H	50						0	1					
J	80				0	1						1	2
K	125			0	1					1	2	2	3

Na 80 sprawdzanych sztuk, przy wystąpieniu jednej wadliwej dopuszcza się całe zamówienie oraz reklamuje się wadliwy produkt. Jeśli w skompletowanym zamówieniu pojawią się przynajmniej dwie uszkodzone doniczki, wtedy odrzuca się zamówienie. Próg odrzutu według sklepu to 1 natomiast próg akceptowalności to 0. Firma uwzględniła w tym wariancie 0-1 system kontroli, pomimo że w tabelce nie jest on uwzględniony (Tabela 8). Nie brany jest pod uwagę wariant systemu kontroli, w którym dopuszcza się możliwość braku wstąpienia wadliwych sztuk, ponieważ produkty te mają zapewnić funkcjonalność działania dla klienta. W pracy zaprezentowano (Rys. 3) wygenerowany wykres, na którym widać, że negatywnych kontroli jest mniej niż w poprzednich miesiącach.



Rysunek 3. Kontrole w sierpniu - Wariant II, opracowanie własne

W trakcie 22 dni roboczych w sierpniu wykryto między innymi: pęknięte donice oraz źle skompletowane zamówienie w 2 kontrolach. Reszta przebytych kontroli, których w sumie było 20, przebiegła pomyślnie. Dlatego w dalszej współpracy, można przejść na najmniej wymagający, wariant I kontroli.

4.3. Kontrola w wariacie I

Wariant I jest rozpatrywany na samym końcu, ponieważ teoretycznie jest on najmniej rygorystyczny pod względem kontroli zamówień. Firma wykorzystywała już system kontroli tego wariantu poprzednio, ponieważ normalnie nie było uwzględnione jaką liczbę doniczek należy odrzucić w razie wykrycia wad a jaką powinno się przyjąć przy kontroli 80 sztuk. W rozpatrywanym wariacie patrząc na poniższy plan wyboru próbki (Tabela 9) można zauważyć, że dla wielkości partii między 501 a 1200 symbolem wiodącym jest litera G.

Tabela 9. Skrócony plan wyboru próbki w wariacie I, opracowanie własne na bazie [3]

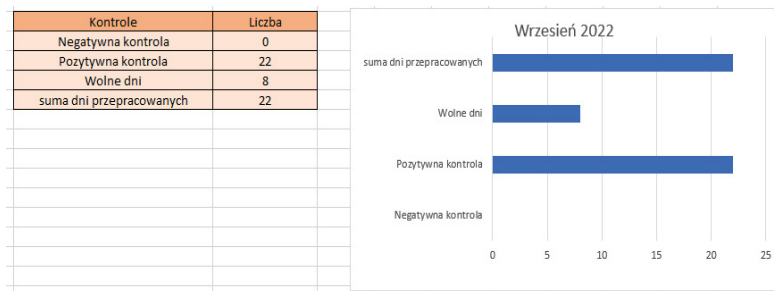
AQL - Plan wyboru próbki dla inspekcji według ANSI/ASQ Standard Z1.4-2003								
Litera kodu próbki inspekcyjnej								
Wielkość partii		Normalna inspekcja			Specjalna inspekcja			
Min.	Max	I	II	III	S1	S2	S3	S4
2	8	A	A	B	A	A	A	A
9	15	A	B	C	A	A	A	A
16	25	B	C	D	A	A	B	B
26	50	C	D	E	A	B	B	C
51	90	C	E	F	B	B	C	C
91	150	D	F	G	B	B	C	D
151	280	E	G	H	B	C	D	E
281	500	F	H	J	B	C	D	E
501	1200	G	J	K	C	C	E	F
1201	3200	H	K	L	C	D	E	G

Po analizie planu wyboru próbki (Tabela 9) trzeba zwrócić uwagę na limit akceptowalności partii (Tabela 10), gdzie symbolem znaczącym jest wspomniana wcześniej litera G w przedziale od 2 do 2,5. Obok litery G znajduje się wielkości

próbki do sprawdzenia, czyli 32 sztuki. W porównaniu do poprzednich kontroli jest to niewielka ilość doniczek do sprawdzenia, jednak system kontroli jest 0-1. W pracy przedstawiono wykres (Rysunek 4) dotyczący kontroli przeprowadzonych we wrześniu. Można zobaczyć, że nie wystąpiły żadne negatywne wyniki przeglądu zamówień. Wynika to prawdopodobnie z precyzji kompletacji zamówień.

Tabela 10. Limit akceptowalności partii w wariancie I (wersja skrócona), opracowanie własne na bazie [3]

LIMIT AKCEPTOWALNOŚCI PARTII (INSPEKCJA NORMALNA)													
Symbol	Wielkość próbki	0,065	0,1	0,15	0,25	0,4	0,65	1	1,5	2	2,5	4	6,5
		TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	NIE
A	2												
B	3												
C	5												
D	8												
E	13												
F	20											0	1
G	32								0	1			
H	50						0	1					
J	80				0	1						1	2
K	125			0	1					1	2	2	3



Rysunek 4. Kontrole we wrześniu – Wariancie I, opracowanie własne

Kontrole według systemu AQL na przestrzeni czterech miesięcy, branych pod uwagę w badaniu, przebiegały bardzo różnie. Sprawdzanie dostarczonych dostaw zachodziło w trzech wariantach normalnej inspekcji planu wyboru próbki. W czerwcu w wariancie III do dokonywanej inspekcji wybierano 125 sztuk doniczek z zamówienia. Podczas przeglądu dostaw w ciągu 21 dni roboczych wykryto 9 niejasności, które przyczyniły się do braku możliwości zatwierdzenia odbioru zamówienia a tylko 12 zatwierdzono. W lipcu przedłużono analizę próbek w wariancie III, gdzie ogólnie w trakcie przepracowanych 21 dni kontroler jakości wystawił negatywną ocenę dla 3 dostaw, natomiast aż 18 rozpatrzono pozytywnie. Z uwagi na liczbę pozytywnych inspekcji w lipcu, w sierpniu rozpatrywano dostawy zważając na wariant II stopnia. W sierpniu w przeciągu 22 dni każdorazowo skontrolowano 80 sztuk zamówionego asortymentu. Z powodzeniem przeanalizowano 20 dostaw, nie więcej niż 2 przeglądy były błędne. Wraz z nabyciem zaufania do dostawcy, firma postanowiła w kolejnym miesiącu przejść na inspekcję I wariantu. Dlatego we wrześniu skontrolowano tylko 32 doniczki w zamówieniach w trakcie 22 dni roboczych, gdzie nie wykryto żadnej negatywnej dostawy.

4.4. Koszty kontroli

Szacując koszty kontroli uwzględniono:

- Kontroler jakości pracuje przez 8 godzin, stawka godzinowa to 35,50 zł netto.
- Założono jedną kontrolę branego pod uwagę dostawcy dziennie.
- Kontrola powinna być szczegółowo wykonana. W zależności od rozmiaru, doniczki są rozmieszczone na jednej lub kilku paletach.
- Sklep nie pokrywa kosztów dostawy wymienionego zamówienia. Dostawca jest zobligowany do poniesienia kosztów ponownej dostawy po negatywnej kontroli. Koszt dostawy zamówienia to 1250 zł.

Koszty kontroli – czerwiec (tabela 11)

Tabela 11. Podsumowanie miesiąca – czerwiec, opracowanie własne

Kontrole	Liczba
Negatywna kontrola	9
Pozytywna kontrola	12
Wolne dni	9
Suma dni przepracowanych	21

Obliczenia poniżej przedstawiają stawkę miesięczną pracownika za przeprowadzenie kontroli danego dostawcy. Pokazano też koszt jaki ponosi przedsiębiorstwo produkcyjne, gdy zostanie znaleziony defekt w dostawie.

Koszt kontroli przeprowadzanej przez kontrolera:

$$44,5 \text{ godz.} \cdot 35,50 \text{ zł/godz.} = 1\,579,75 \text{ zł} \quad (4)$$

Koszt negatywnych kontroli poniesionych przez dostawcę:

$$9 \cdot 1250 \text{ zł} = 11\,250 \text{ zł} \quad (5)$$

Koszty kontroli – lipiec (tabela 12)

Tabela 12. Podsumowanie miesiąca – lipiec, opracowanie własne

Kontrole	Liczba
Negatywna kontrola	3
Pozytywna kontrola	18
Wolne dni	10
Suma dni przepracowanych	21

Koszt kontroli przeprowadzanej przez kontrolera:

$$47,5 \text{ godz.} \cdot 35,50 \text{ zł/godz.} = 1\,686,25 \text{ zł} \quad (6)$$

Koszt negatywnych kontroli poniesione przez dostawcę:

$$3 \cdot 1250 \text{ zł} = 3\,750 \text{ zł} \quad (7)$$

Koszty kontroli w lipcu nieznacznie różnią się od kosztów kontroli poniesionych w czerwcu z uwagi na liczbę godzin poświęconych na inspekcję. Koszty dostawy

poniesione przez dostawcę są mniejsze z uwagi na 3 negatywne kontrole w tym miesiącu.

Koszty kontroli – sierpień (tabela 13)

Tabela 13. Podsumowanie miesiąca – sierpień, opracowanie własne

Kontrole	Liczba
Negatywna kontrola	2
Pozytywna kontrola	20
Wolne dni	9
Suma dni przepracowanych	22

Koszt kontroli przeprowadzanej przez kontrolera:

$$48 \text{ godz.} \cdot 35,50 \text{ zł/godz.} = 1\,704 \text{ zł} \quad (8)$$

Koszt negatywnych kontroli poniesione przez dostawcę:

$$2 \cdot 1250 \text{ zł} = 2\,500 \text{ zł} \quad (9)$$

Koszty kontroli to 1 704 zł, ponieważ łącznie poświęcono 48 godzin w miesiącu na inspekcję każdej dostawy. Koszty dostaw pokrywanych przez dostawcę to 2500 zł, ponieważ wystąpiły tylko 2 takie kontrole.

Koszty kontroli – wrzesień (tabela 14)

Tabela 14. Podsumowanie miesiąca – wrzesień, opracowanie własne

Kontrole	Liczba
Negatywna kontrola	0
Pozytywna kontrola	22
Wolne dni	8
Suma dni przepracowanych	22

Koszt kontroli przeprowadzanej przez kontrolera:

$$38 \text{ godz.} \cdot 35,50 \text{ zł/godz.} = 1\,349 \text{ zł} \quad (10)$$

Koszt negatywnych kontroli poniesione przez dostawcę:

$$0 \cdot 1250 \text{ zł} = 0 \text{ zł} \quad (11)$$

Koszty kontroli we wrześniu w porównaniu z wcześniejszymi miesiącami są najniższe. Dostawca nie ponosi kosztów ponownych dostaw, ponieważ wszystkie kontrole przebiegły pomyślnie.

Koszty kontroli – wniosek

Koszty kontroli (Tabela 15) widoczne poniżej zależą od czasu poświęconego na inspekcję przez pracownika. Czas ten jest uwarunkowany szybkością znalezienia wady w dostarczonym zamówieniu. Najmniejsze koszty kontroli są we wrześniu, natomiast największe w sierpniu. W czerwcu nie prowadzono kontroli wrywkowej. Błędy we wspomnianym miesiącu wykrywano przy rozładunku dostawy.

Tabela 15. Koszty kontroli – podsumowanie, opracowanie własne

Koszty kontroli	
Czerwiec	1 579,75 zł
Lipiec	1 686,25 zł
Sierpień	1 704,00 zł
Wrzesień	1 349,00 zł

4.5. Ocena ryzyka

Ryzyko znalezienia defektów w zamówieniach przekazanych przez dostawcę przedsiębiorstwa „DonKwiat” było bardzo wysokie, z uwagi na brak przeprowadzanych kontroli podczas przyjmowania dostawy przez pracownika sklepu. Patrząc na macierz oceny ryzyka (Tabela 19) zamieszczoną poniżej prawdopodobieństwo wystąpienia (P) jest dostosowane do skali prawdopodobieństwa (Tabela 16), a skutek wystąpienia, określony jest według skali skutków (Tabela 17).

Tabela 16. Skala prawdopodobieństwa, opracowanie własne na bazie [2]

Skala prawdopodobieństwa (P)	Opis	%
1	Zagrożenie nieprawdopodobne	1-20
2	Zagrożenie mało prawdopodobne	21-40
3	Zagrożenie średnio prawdopodobne	41-60
4	Zagrożenie bardzo prawdopodobne	61-80
5	Zagrożenie niemal pewne	81-100

Dzięki przypisanym wartościom prawdopodobieństwa oraz skutków otrzymuje się wynik, który określa szacowany poziom ryzyka). Aby zobrazować różnicę, która nastąpiła dzięki wprowadzeniu systemu AQL zestawiono ze sobą ryzyko wystąpienia błędów przed wdrożeniem systemu oraz w wariacie I.

Tabela 17. Skala skutków, opracowanie własne na bazie [2]

Skala możliwych skutków (S)	Opis
1	Nieznaczny wpływ/łagodne skutki
3	Średni wpływ/ umiarkowane skutki
5	Duży wpływ/ dotkliwe skutki
7	Bardzo duży wpływ/ katastrofalne skutki

Tabela 18. Skala ryzyka, opracowanie własne na bazie [2]

Skala ryzyka (R)	Opis	%
1-7	Ryzyko nieistotne	1-20
8-14	Ryzyko małe	21-40
15-21	Ryzyko średnie	41-60
22-28	Ryzyko duże	61-80
29-35	Ryzyko ogromne	81-100

Tabela 19. Macierz przed wdrożeniem systemu AQL, opracowanie własne

Macierz oceny ryzyka						
Ryzyko			P	S	Wartość	Poziom ryzyka (R)
Lp.	Symbol	Lista potencjalnych zagrożeń				
1	A	Błędnie dostarczone rozmiary doniczek do sklepu	5	5	25	Ryzyko duże
2	B	Błędnie dostarczone rodzaje doniczek/ pomieszane rodzaje	5	5	25	Ryzyko duże
3	C	Nieczytelny kod kreskowy na etykietce doniczki	5	7	35	Ryzyko ogromne
4	D	Pęknięta doniczka wśród dostarczonego zamówienia	5	5	25	Ryzyko duże
5	E	Brak widocznych wzorów	5	3	15	Ryzyko średnie
6	F	Odchylenia w kolorach doniczek	5	3	15	Ryzyko średnie
7	G	Nieprawidłowa ilość doniczek w zamówieniu	5	5	25	Ryzyko duże
8	H	Nieestetycznie zapakowane doniczki (ułatwiający uszkodzenie)	5	5	25	Ryzyko duże
9	I	Uszkodzenia doniczek (lekkie zarysowania, plamy itp.)	5	7	35	Ryzyko ogromne

Przed wprowadzeniem AQL nie sprawdzano dostarczanych zamówień przez dostawcę, stąd na półki sklepowe docierało bardzo dużo wadliwych doniczek. Skutkiem tego sklep ponosił stratę w postaci zmniejszającej się liczby klientów oraz rosnącej liczby reklamacji. Na widocznej macierzy oceny ryzyka (Tabela 19) pokazano ryzyko, które miało miejsce przed wprowadzeniem systemu kontroli, jakim jest AQL. Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożeń było duże, podobnie jak jego skutek. Skutek występowania defektu w większości przypadków był duży, w 2 potencjalnych zagrożeniach miał zarówno ogromny, jak i średni wpływ. Powstałe ryzyko oszacowano na 3 poziomach: średnim, dużym oraz ogromnym. Mapa ryzyka przed wprowadzeniem Limitu Akceptowalnej Jakości (Tabela 20) przedstawia wizualnie, jak bardzo dane ryzyko wpłynie na przedsiębiorstwo. Na podstawie skali ryzyka (Tabela 18) w macierzy ryzyka ukazane są kolory odzwierciedlające wielkość ryzyka dla przedsiębiorstwa.

Ocena ryzyka (Tabela 21) prezentuje listę potencjalnych zagrożeń, gdzie prawdopodobieństwo jest średnie, ponieważ sięga wagi 3 - można to skontrolować patrząc na skalę prawdopodobieństwa. Skutki są niezmiennie, tak jak we wcześniej zaprezentowanych tabelach. W większości zagrożeń poziom ryzyka jest średni.

Tabela 19. Mapa ryzyka przed AQL, opracowanie własne

Mapa ryzyka						
Prawdopodo- bieństwo	5	X	X	A, B, D, G, H	C, I	
	4	X	X	X	X	
	3	X	X	E, F	X	
	2	X	X	X	X	
	1	X	X	X	X	
		1	3	5	7	
Skutki oddziaływania						

Tabela 20. Ocena ryzyka - Wariant I, opracowanie własne

Macierz oceny ryzyka						
Ryzyko			P	S	Wartość	Poziom ryzyka (R)
Lp.	Symbol	Lista potencjalnych zagrożeń				
1	A	Błędnie dostarczone rozmiary doniczek do sklepu	3	5	15	Ryzyko średnie
2	B	Błędnie dostarczone rodzaje doniczek/pomieszane rodzaje	3	5	15	Ryzyko średnie
3	C	Nieczytelny kod kreskowy na etykietce doniczki	3	7	21	Ryzyko średnie
4	D	Pęknięta doniczka wśród dostarczonego zamówienia	3	5	15	Ryzyko średnie
5	E	Brak widocznych wzorów	3	3	9	Ryzyko małe
6	F	Odchylenia w kolorach doniczek	3	3	9	Ryzyko małe
7	G	Nieprawidłowa ilość doniczek w zamówieniu	3	5	15	Ryzyko średnie
8	H	Nieestetycznie zapakowane doniczki (ułatwiający uszkodzenie)	3	5	15	Ryzyko średnie
9	I	Uszkodzenia doniczek (lekkie zarysowania, plamy itp.)	3	7	21	Ryzyko średnie

Porównując macierz oceny ryzyka przed wprowadzeniem zmian (Tabela 19) oraz macierz oceny ryzyka po ich wprowadzeniu (Tabela 21) należy zauważyć różnicę między widniejącymi wartościami ryzyka występowania błędu podczas kontroli. Przed wprowadzeniem systemu AQL zagrożenia były w większości na poziomie dużym i ogromnym. Natomiast po wprowadzeniu innowacyjnego dla firmy rozwiązania możliwe zagrożenie zmalało do poziomu średniego i małego.

Tabela 21. Mapa ryzyka - Wariant I, opracowanie własne

Mapa ryzyka					
Prawdopodobieństwo	5	X	X	X	X
	4	X	X	X	X
	3	X	E, F	A, B, D, G, H	C, I
	2	X	X	X	X
	1	X	X	X	X
		1	3	5	7
Skutki oddziaływania					

5. Podsumowanie

Podsumowując przeprowadzone wdrożenie, można stwierdzić, że jednym ze sposobów racjonalizacji działań przedsiębiorstwa w zakresie kontroli dostaw jest wprowadzenie w nim kontroli odbiorczej na bazie system AQL, a co za tym idzie racjonalnej kontroli jakości wyrobu. W badaniu dla porównania pokazano różnicę pomiędzy ryzykiem wystąpienia niezgodności na wejściu do procesu przy różnych metodach kontroli wejściowej – przedstawiono macierz ryzyka przed wprowadzeniem oraz po wprowadzeniu system AQL. Przy zastosowaniu systemu zmniejszyła się ilość oraz koszty reklamacji, a także koszty samej kontroli u finalnego odbiorcy.

Działanie przedsiębiorcy skierowane na próbę doskonalenia kontroli jakości w firmie miało korzystny wpływ na rozwój przedsiębiorstwa, obniżenie kosztów jego funkcjonowania oraz budowanie pozytywnych relacji z klientami.

LITERATURA

1. CZYŻEWSKI B.: Statystyczne procedury odbiorcze,
źródło: <https://oknoserwis.pl/artukul-64/statystyczne-procedury-odbiorcze.html>,
20.04.2022.
2. KOZAKIEWICZ M., SAWICKI G.: Elementy ryzyka w zarządzaniu jakością w przedsiębiorstwie produkcyjnym,
źródło:
www.mechanik.media.pl/pliki/do_pobrania/artykuly/22/2017_07_s0624.pdf,
25.04.2022.
3. MYDLARZ A., Macierz ryzyka – najlepsza metoda wizualizacji zagrożeń,
źródło: www.inzynierjakosci.pl, 29.05.2022.
4. SZKODA J.: Diagnozowanie jakości partii wyrobów metodą statystycznej kontroli odbiorczej z oceną alternatywną,
źródło: www.bg_utp_edu_plartdiagnostyka2003szkoda.pdf, 19.04.2022.
5. NORMA PN-ISO 2859-1-2003, Procedura kontroli wrywkowej metodą alternatywną, Część 1: Schematy kontroli indeksowane na podstawie granic akceptowalnej jakości (AQL) stosowane do kontroli partii za partią, PKN, Warszawa 2003.

