

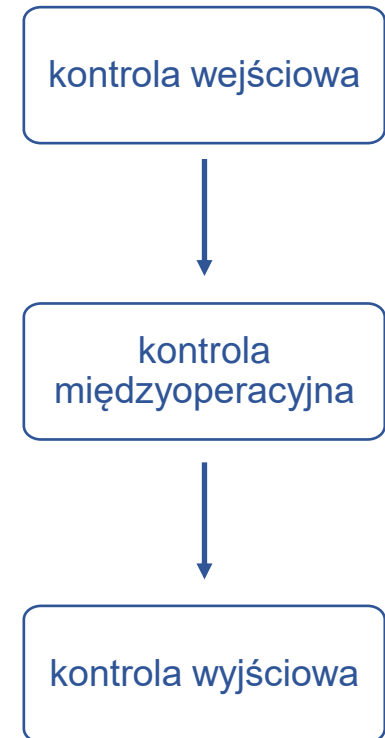
Sterowanie jakością



Kontrola wrywkowa
Plany jednostopniowe
Plany dwustopniowe
PN-ISO 2859-1

Etapy przeprowadzania kontroli

- *kontrola prac nad doskonaleniem konstrukcji i technologii wyrobów*
w celu sprawdzenia przydatności nowych technologii
- *kontrola wejściowa*
w celu sprawdzenia kupowanych komponentów
- *kontrola międzyoperacyjna*
przeprowadzana w toku procesu wytwarzania po zakończeniu pewnych operacji, półprodukty niezgodne są wyłączone z ciągu produkcyjnego lub poddawane operacjom których celem jest usunięcie niezgodności
- *kontrola wyjściowa*
w celu sprawdzenia wyprodukowanych wyrobów



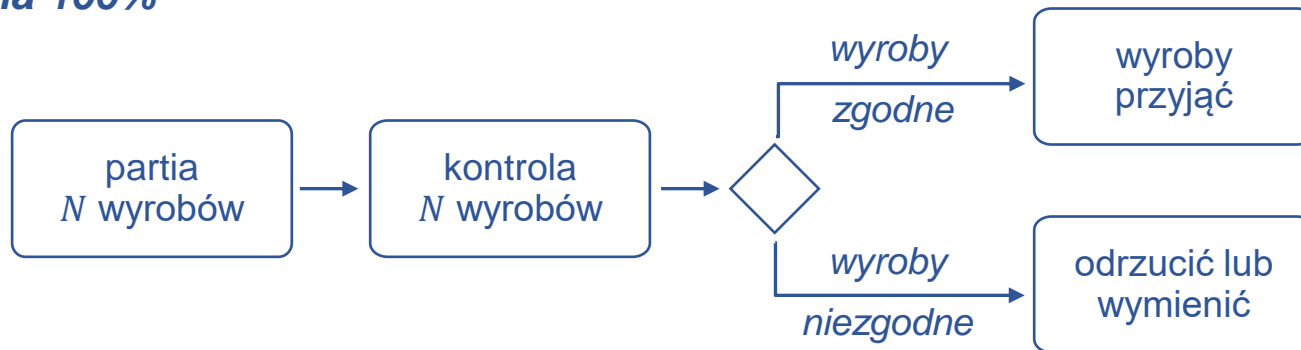
Procedury akceptacji partii wyrobów

akceptacja bez kontroli

zastosowanie:

- brak ekonomicznego uzasadnienia do kontroli
- wadliwość wyrobów dostawcy jest bardzo niska

kontrola 100%



zastosowanie:

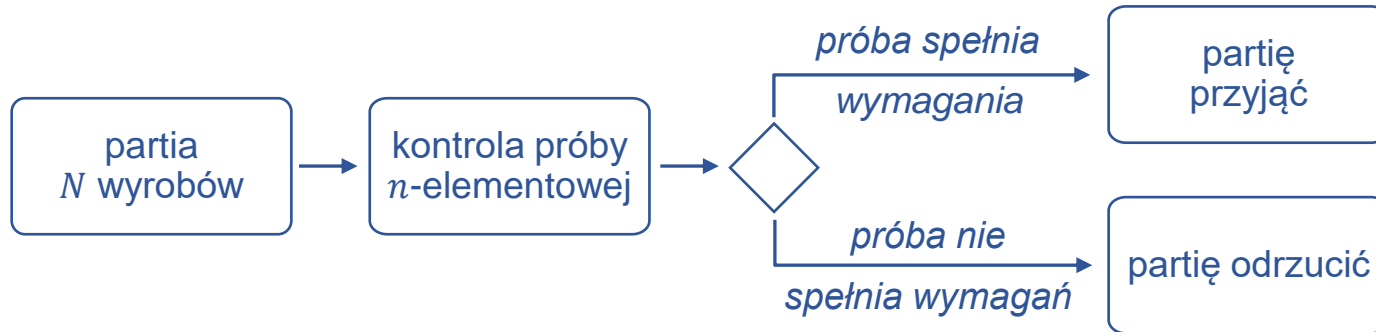
- małe partie wyrobów
- jakość wyrobów ma krytyczne znaczenie
- wadliwość wyrobów dostawcy jest bardzo wysoka

wady:

- wysoki koszt
- duża czasochłonność

Procedury akceptacji partii wyrobów

kontrola wrywkowa (kontrola statystyczna na podstawie próby pobranej z partii)



zastosowanie:

- kontrola wymaga przeprowadzenia badań niszczących
- kontrola 100% jest zbyt kosztowna albo czasochłonna
- błędy na etapie kontroli 100% dają większą liczbę wyrobów niezgodnych niż w przypadku kontroli wrywkowej
- wadliwość wyrobów dostawcy jest niska ale nie pozwala na akceptację partii bez kontroli

zalety:

- niższy koszt i czasochłonność niż w przypadku kontroli 100%, może być stosowana do kontroli wymagającej badań niszczących
- redukuje błędy na etapie kontroli
- motywuje dostawcę do poprawy jakości wyrobów

wady:

- ryzyko przyjęcia złej partii i odrzucenia dobrej
- wymaga przygotowania planu kontroli

Rodzaje kontroli (podział ze wzg. na sposób oceny wyrobu)

kontrola wykonywana według *oceny liczbowej*

- podstawą oceny wyrobu jest pomiar jednej lub kilku jego cech
- podstawą oceny partii wyrobów są parametry statystyczne pobranej próbki ze względu na mierzone cechy (średnia, odchylenie standardowe)

kontrola wykonywana według *oceny alternatywnej*

- podstawą oceny wyrobu jest uznanie go za wyrób *zgodny* (dobry) lub *niezgodny* (nieдобry, nie spełniający ustalonych wymagań)
- podstawą oceny partii wyrobów jest *liczba wyrobów niezgodnych* w próbce czy jej *wadliwość* tzn. liczba niezgodnych sztuk w przeliczeniu na liczbę sztuk przebadanych: $p = m/n$ (m to liczba sztuk niezgodnych w zbiorze o liczebności n).

Wyroby kontrolowane według *oceny liczbowej* mogą być kontrolowane również według *oceny alternatywnej*.



A – wyrób zgodny

B – wyrób niezgodny

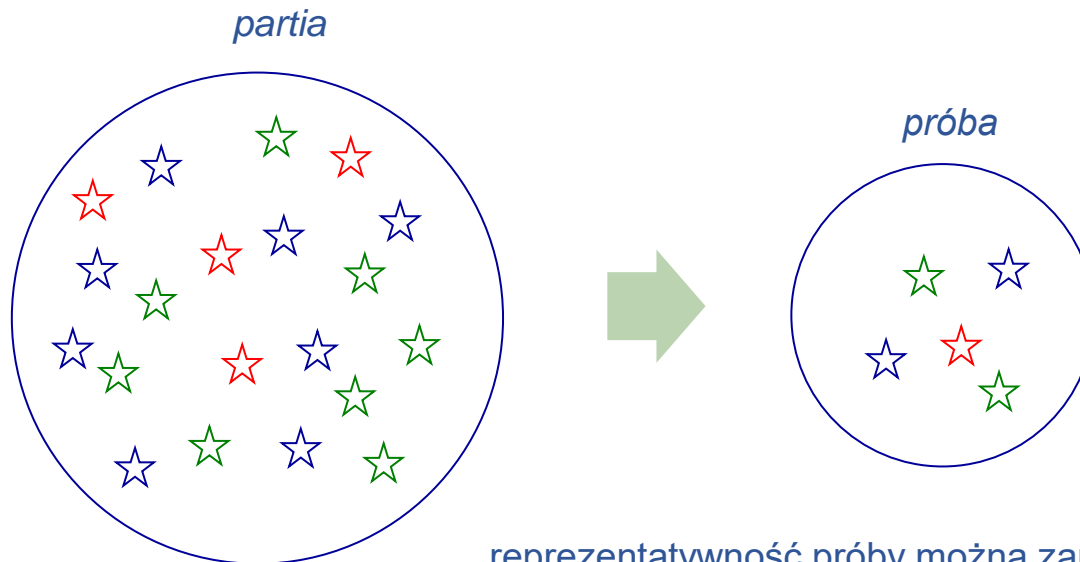
Podstawowe zasady kontroli wrywkowej

partia musi być jednorodna

wyroby wyprodukowane mniej więcej w tym samym czasie, na tych samych urządzeniach, przez tych samych operatorów, z tej samej partii materiału, itd.

próbka musi być reprezentatywna

próbka, która z określonym prawdopodobieństwem odwzorowuje reprezentowaną partię wyrobów – miary statystyczne próby i partii są porównywalne

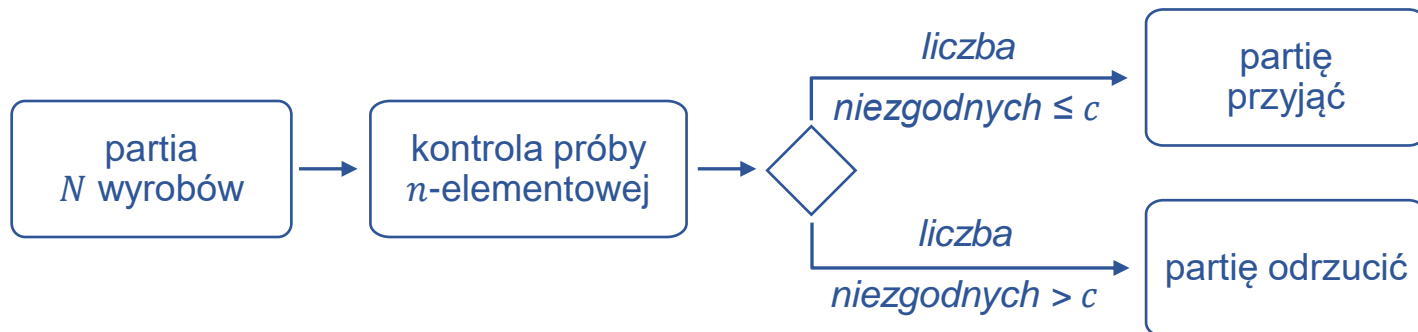


reprezentatywność próby można zapewnić wybierając próbę w sposób losowy

Kontrola wrywkowa wg oceny alternatywnej

Plany jednostopniowe

- ocena partii jest przeprowadzana na podstawie losowo wybranej n -elementowej próby
- jeśli liczba sztuk niezgodnych w próbie:
 - nie przekracza założonej *dopuszczalnej liczby sztuk niezgodnych* partia w całości jest przyjmowana
 - przekracza założoną *dopuszczalną liczbę sztuk niezgodnych* partia w całości jest odrzucana
- parametrami planu są:
 - n – rozmiar próby
 - c – dopuszczalna liczba sztuk niezgodnych



Zakładając, że:

- rozmiar partii N jest duży (teoretycznie nieskończony)
- wadliwość, tzn. prawdopodobieństwo wystąpienia wyrobu niezgodnego wynosi p
- losowanych jest n wyrobów a wylosowanie danego wyrobu jest niezależne od pozostałych

można przyjąć, że rozkład zmiennej losowej reprezentującej **liczbę wyrobów niezgodnych** jest **rozkładem dwumianowym** (lub inaczej *r. Bernoulliego*) $B(n, p)$.

Prawdopodobieństwo wystąpienia dokładnie d wyrobów wadliwych wyznacza się jako:

$$P(d) = \binom{n}{d} p^d (1 - p)^{n-d}$$

a prawdopodobieństwo przyjęcia partii wyrobów P_a , zakładając, że partia jest przyjmowana jeśli **liczba wyrobów niezgodnych** nie przekracza założonej **dopuszczalnej liczby sztuk niezgodnych** c , wynosi:

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} p^d (1 - p)^{n-d}$$

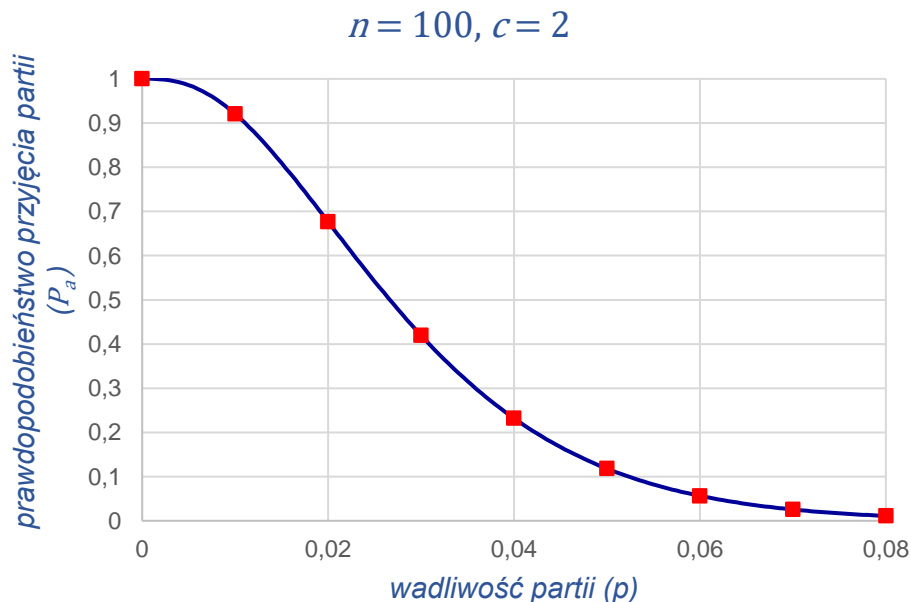
Plany jednostopniowe – krzywe OC

Krzywe operacyjno-charakterystyczne OC (ang. *operating characteristic curve*)

przedstawiają prawdopodobieństwo przyjęcia partii wyrobów w zależności od wadliwości

Przykład 1. Należy wykreślić krzywą OC zakładając, że:

- z partii o rozmiarze $N = 10\ 000$,
- losowana jest próba o liczebności $n = 100$,
- dopuszczalna liczba wyrobów niezgodnych $c = 2$.

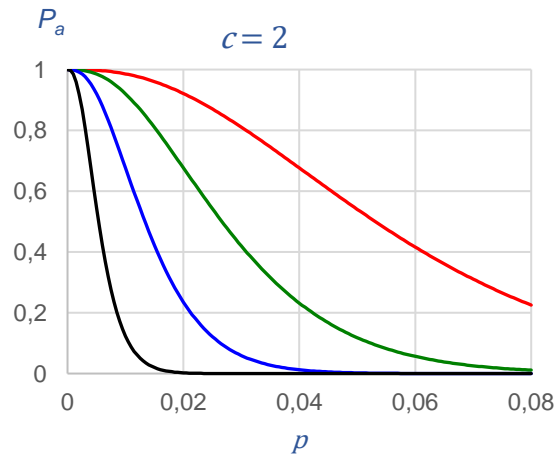
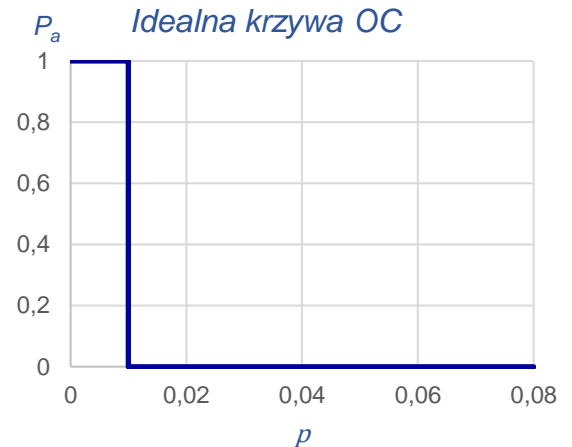


p	P_a
0,00	1,00
0,01	0,92
0,02	0,68
0,03	0,42
0,04	0,23
0,05	0,12
0,06	0,06
0,07	0,03
0,08	0,01

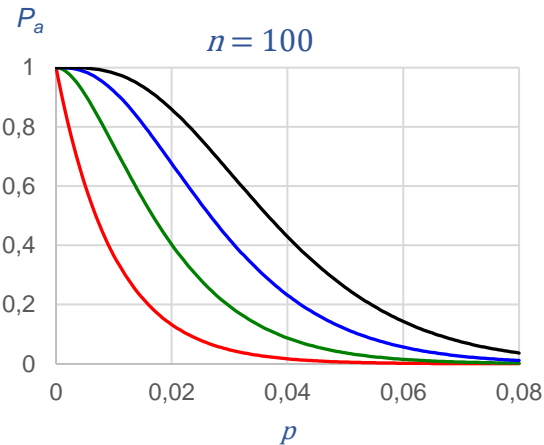
Plany jednostopniowe – krzywe OC

Własności krzywych OC

- zwiększanie rozmiaru próby n powoduje, że krzywe OC stają się bardziej strome i zbiegają do postaci idealnej charakterystycznej dla kontroli 100% (w przypadku braku błędów kontroli)
- zmniejszanie dopuszczalnej liczby sztuk niezgodnych c powoduje, że krzywe OC przesuwają się w lewo (nachylenie krzywych zmienia się w mniejszym stopniu niż w przypadku zmiany n)



— n=50 — n=100 — n=200 — n=500



— c=0 — c=1 — c=2 — c=3

Kontrola wrywkowa wg oceny alternatywnej – krzywe OC

Punkty charakterystyczne

α – ryzyko producenta, ryzyko odrzucenia partii zgodnej z wymaganiami, zwykle $\alpha = 0,05$

β – ryzyko klienta, ryzyko przyjęcia partii niezgodnej z wymaganiami, zwykle $\beta = 0,1$

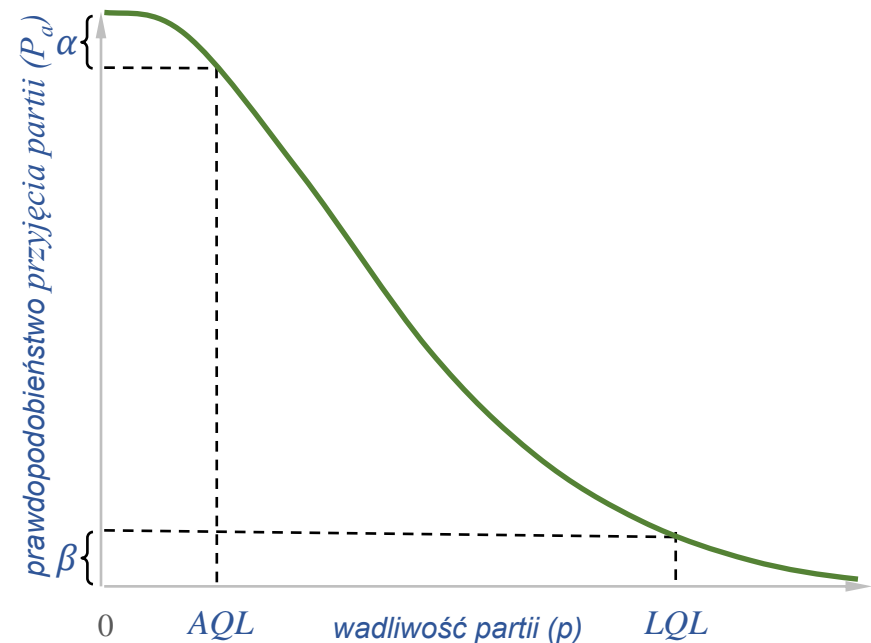
AQL – akceptowalny poziom jakości (*ang. acceptable quality level*), najwyższa wadliwość, która pozwala na uznanie partii za zgodną z wymaganiami, proces produkcji z którego pochodzą partie ma jakość lepszą (lub równą) **AQL** i partie te są przeważnie przyjmowane

LQL – dopuszczalny poziom wadliwości
(*ang. limiting quality level*) inaczej:

LTPD

(*ang. lot tolerance percent defective*)

RQL (*ang. rejectable quality level*)



Kontrola wrywkowa wg oceny alternatywnej

Weryfikacja hipotezy dla frakcji

Akceptację partii wyrobów można oprzeć na teście, w którym hipoteza zerowa zakłada, że wadliwość partii odpowiada założonej *akceptowalnej wadliwości* p_0 ($p_0 = AQL$):

$$H_0: p = p_0$$

w hipotezie alternatywnej przyjmuje się, że wadliwość jest wyższa:

$$H_1: p > p_0$$

H_0 jest weryfikowana na poziomie istotności α (*błąd I rodzaju, ryzyko producenta* polegające na odrzuceniu partii spełniającej wymagania).

Weryfikacja hipotezy a moc testu

Zwykle zakłada się również szanse na podjęcie poprawnej decyzji w przypadku gdy H_0 jest fałszywa – jest to *moc testu statystycznego*: $1 - \beta$.

W takim przypadku przyjmuje się również wadliwość dyskwalifikującą p_1 ($p_1 = LQL$), której przekroczenie odrzuca H_0 .

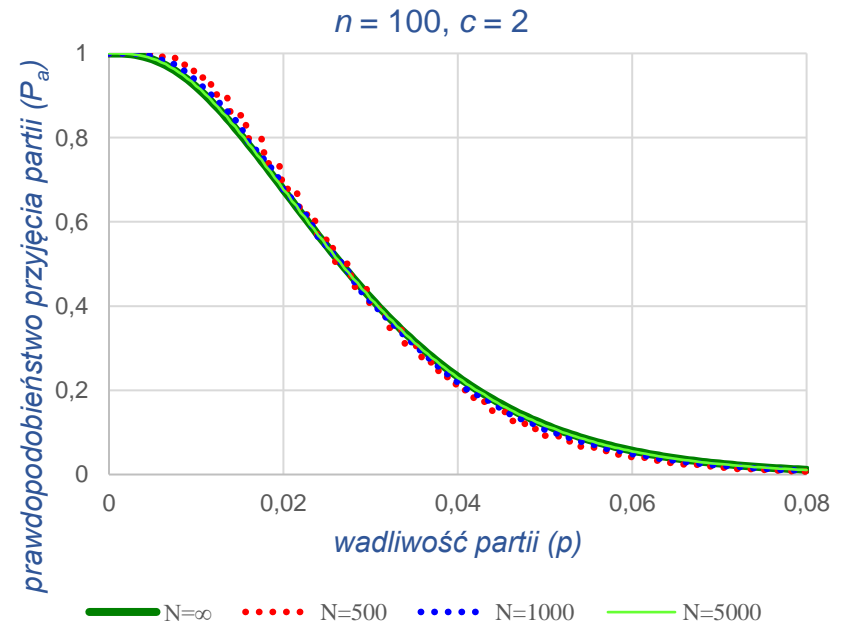
(β to *błąd II rodzaju, ryzyko klienta* polegające na przyjęciu partii niezgodnej z wymaganiami).

Hipoteza zerowa (w rzeczywistości)	Decyzja	
	nie odrzucać H_0	odrzucać H_0
prawdziwa	decyzja poprawna	błąd I rodzaju α
fałszywa	błąd II rodzaju β	decyzja poprawna

Plany jednostopniowe – krzywe OC

cechy	krzywa OC	
	typ A	typ B
charakter partii z której losowane są wyroby	izolowana o skończonym rozmiarze	z produkcji ciągłej lub o nieskończonym rozmiarze
założenia dotyczące losowania wyrobów	losowania zależne	losowanie niezależne
rozkład zmiennej losowej opisującej liczbę wyrobów niezgodnych	hipergeometryczny	dwumianowy

krzywe typu A i B praktycznie pokrywają się dla $n \leq 0,1 N$



Konstrukcja planu

- wykorzystanie rozkładu dwumianowego

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} p^d (1-p)^{n-d}$$

- wykorzystanie rozkładu hipergeometrycznego

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \frac{\binom{Np}{d} \binom{N-Np}{n-d}}{\binom{N}{n}}$$

- wykorzystanie przybliżenia rozkładem Poissona (dla $n \geq 10$, $p \leq 0,1$, $np \leq 10$)

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \frac{\lambda^d}{d!} e^{-\lambda}, \quad \lambda = np$$

- wykorzystanie *nomogramu Larsona*

Plany jednostopniowe – Nomogram Larsona

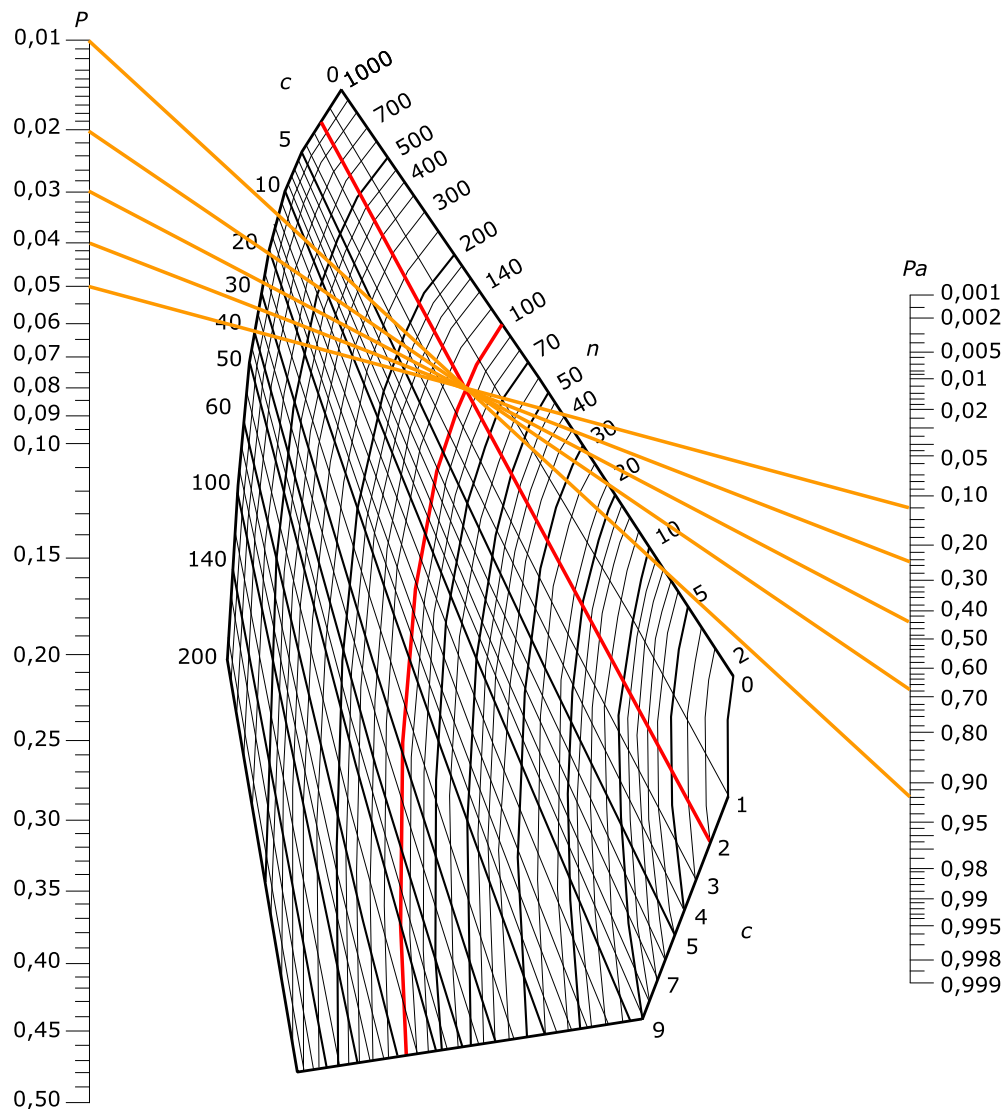
Nomogram Larsona

wykres umożliwiający przybliżone wyznaczenie dystrybuanty układu dwumianowego

Przykład 1. cd.

- próba o liczebności $n = 100$
- dopuszczalna liczba wyrobów niezgodnych $c = 2$

p	P_a
0,01	0,92
0,02	0,68
0,03	0,42
0,04	0,23
0,05	0,12



Dobór parametrów planu jednostopniowego

wykorzystanie nomogramu

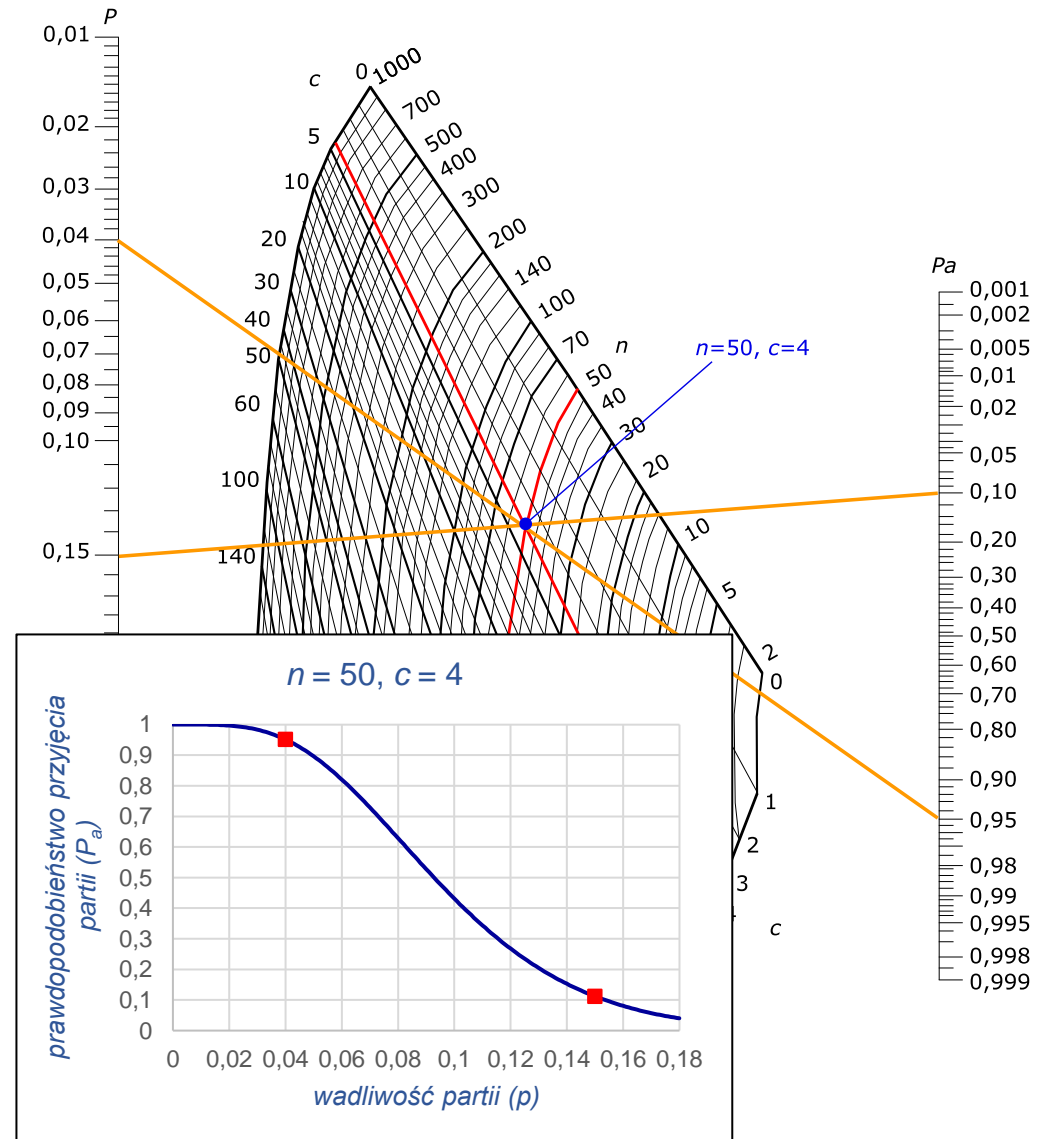
- narysować linie odpowiadające punktom (p, P_a) :
 $(AQL, 1 - \alpha)$ i (LQL, β)
- punkt przecięcia linii wyznacza parametry planu

Przykład 2.

Wyznaczyć parametry planu dla:

- $AQL = 0,04$
- $LQL = 0,15$
- $\alpha = 0,05$
- $\beta = 0,1$

Z nomogramu wynika, że plan o parametrach $n = 50$ i $c = 4$ w przybliżeniu spełnia przyjęte założenia.



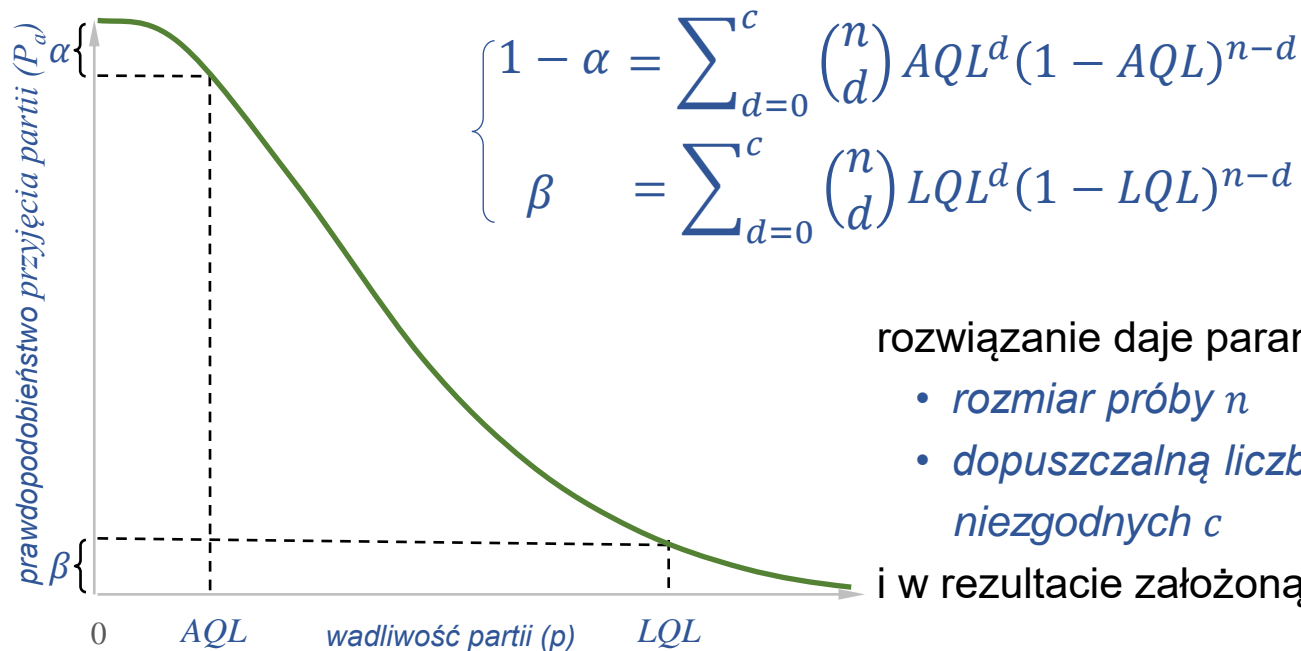
Dobór parametrów planu jednostopniowego

Metoda obliczeniowa

- zakładając wykorzystanie rozkładu dwumianowego

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} p^d (1-p)^{n-d}$$

- przyjęcie *akceptowalnego poziomu jakości AQL* dla założonego *ryzyka producenta α* oraz *dopuszczalnego poziomu wadliwości LQL* dla założonego *ryzyka klienta β* pozwala na zapisanie układu równań:

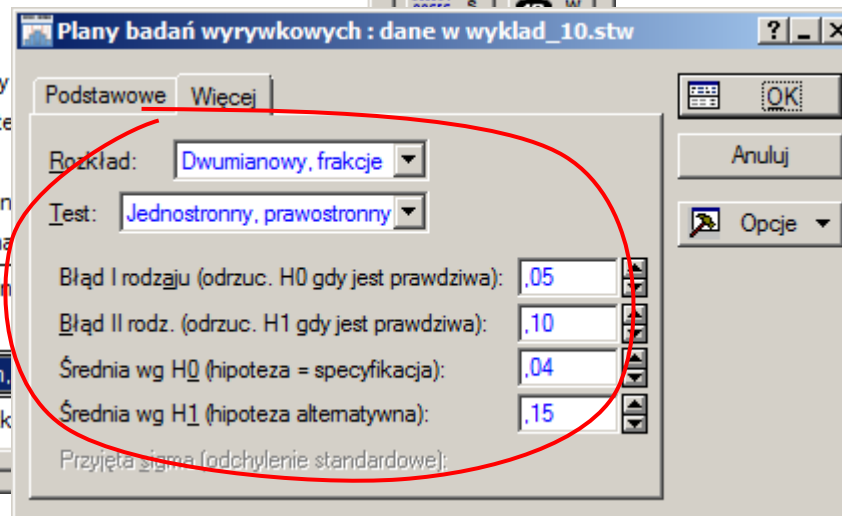
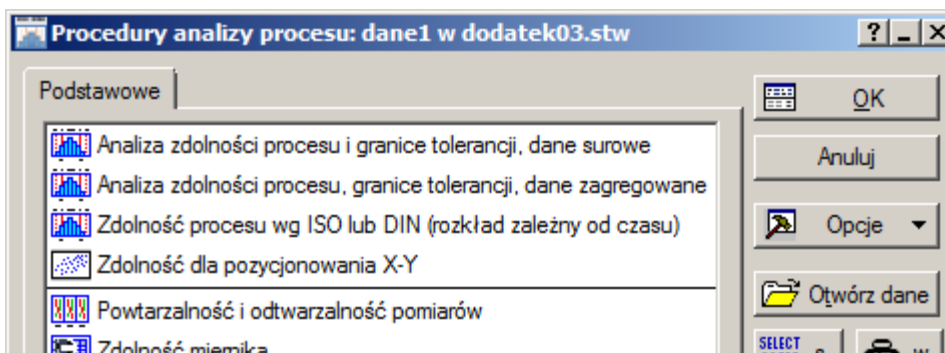
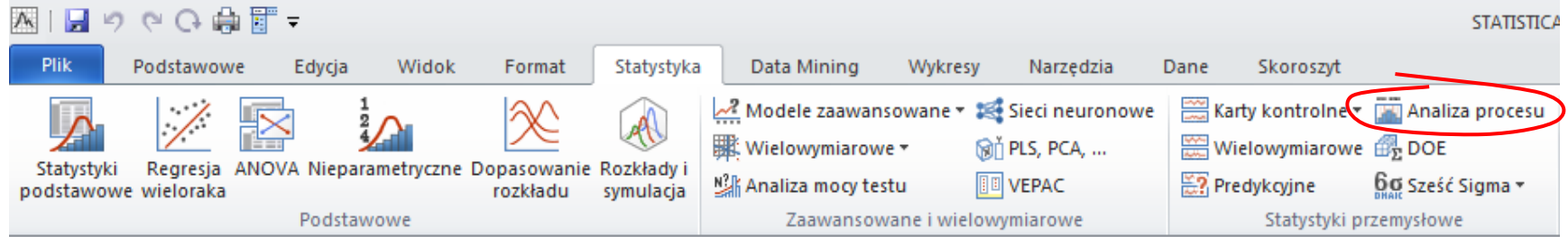


rozwiązanie daje parametry planu:

- rozmiar próby n
- dopuszczalną liczbę wyrobów niezgodnych c

i w rezultacie założoną postać krzywej OC

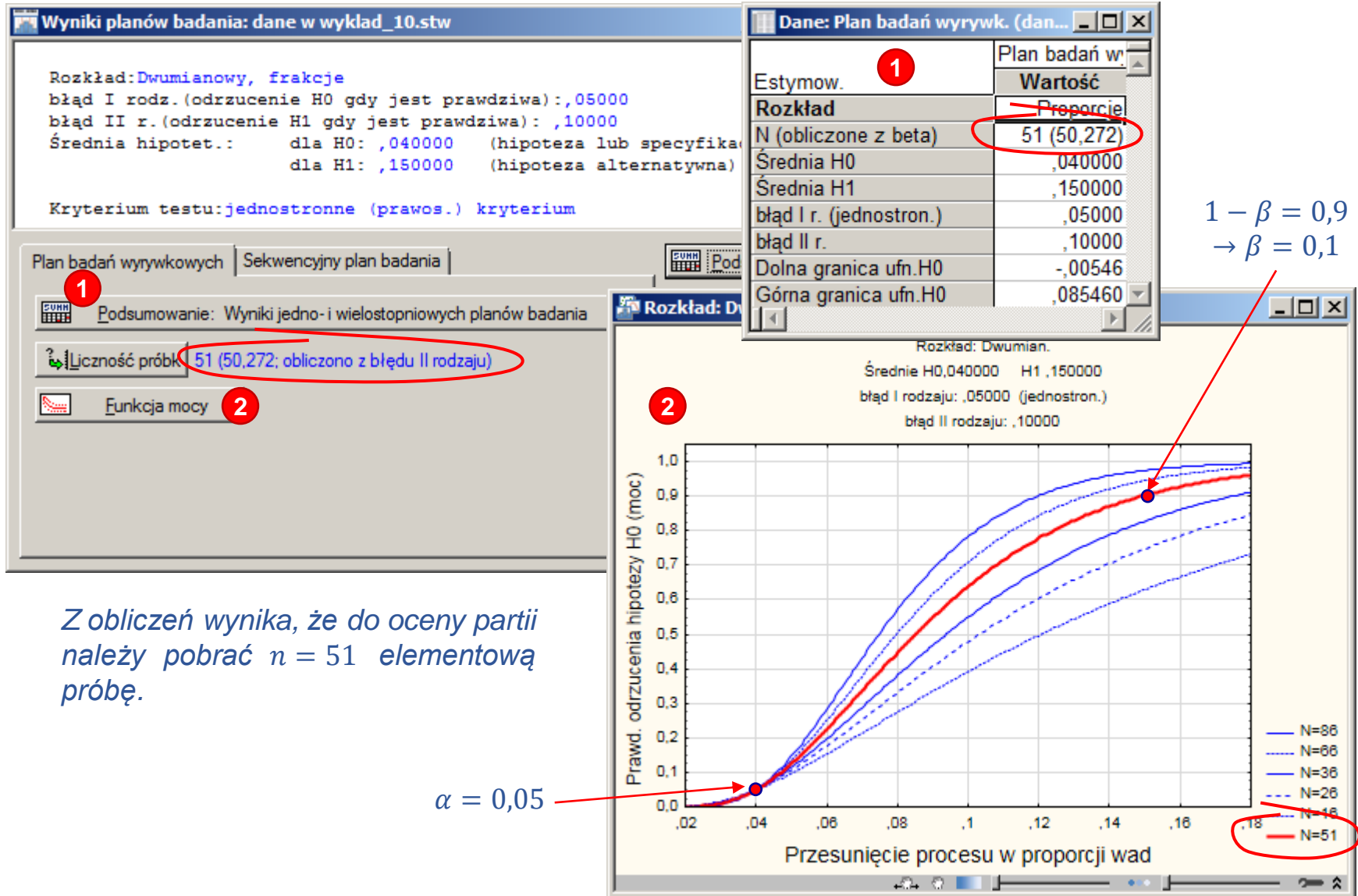
STATISTICA – Plany jednostopniowe



parametry z przykładu 2.:

- rozkład dwumianowy
- hipoteza alternatywna postaci $H_1: p > p_0$
- $\alpha = 0,05$
- $\beta = 0,1$
- $AQL = 0,04$
- $LQL = 0,15$

STATISTICA – Plany jednostopniowe



STATISTICA – Plany jednostopniowe

Statystyki podstawowe

Regresja ANOVA Nieparametryczne Dopasowanie rozkładu Rozkłady i symulacja

Statystyki podstawowe i tabele: dane w wyklad_10.stw

Podstawowe

Statystyki opisowe
Macierze korelacji
Test t dla prób niezależnych (wzł. grup)
Test t dla prób ni
Test t dla prób za
Test t dla pojedyc
Przekroje, prosta
Przekroje uproszc
Tabele licznosci
Tabele wieloziel
Tabele wielokrot
Inne testy istotno
Kalkulator prawd

Kalkulator prawdopodobieństwa

Rozkład

- Beta
- Dwumianowy**
- Cauchy'ego
- Chi²
- Wykładniczy
- Wart. ekstremaln
- F (Fishera)
- Gamma
- Hipergeometrycz
- Laplace'a
- Lognormalny
- Logistyczny
- Pareto
- Poisson
- Rayleigha
- t (Studenta)
- Weibulla
- Z (Normalny)

Odwrotność Wyślij do raportu
 Prawdopodobieństwo Utwórz wykres
 Dystrybuanta

X: 5 N: 51
p: 0,95 P: ,04

Funkcja gęstości: Prawdopodobieństwo

Kalkulator prawdopodobieństwa

Rozkład

- Beta
- Dwumianowy**
- Cauchy'ego
- Chi²
- Wykładniczy
- Wart. ekstremaln
- F (Fishera)
- Gamma
- Hipergeometrycz
- Laplace'a
- Lognormalny
- Logistyczny
- Pareto
- Poisson
- Rayleigha
- t (Studenta)
- Weibulla
- Z (Normalny)

Odwrotność Wyślij do raportu
 Prawdopodobieństwo Utwórz wykres
 Dystrybuanta

X: 4 N: 51
p: 0,1 P: ,15

Funkcja gęstości: Prawdopodobieństwo

Stałe skalowa

Dopuszczalna liczba wyrobów niezgodnych $c = 5$ lub $c = 4$, z punktu $(AQL, 1-\alpha) = (0,04, 0,95)$ wynika, że $c = 5$
z punktu $(LQL, \beta) = (0,15, 0,1)$ wynika, że $c = 4$

STATISTICA – Plany jednostopniowe

Dane: plan jednostopniowy (liczba c)* (4 zmn. * 1 prz.)

	1	2	3	4
	n	alfa	AQL	c
1	51	0,05	0,04	

Do wyznaczenia dopuszczalnej liczby wyrobów niezgodnych można wykorzystać arkusz pomocniczy

Zmienna 4

Nazwa: **c** Typ: Podw. precyzji OK

Skala pomiarowa: Automatyczny Długość: 8 Anuluj

Wyłączona Etykieta Stany przyp. Kod BD: -99999998

Format wyświetlania

- Ogólny
- Liczby
- Data
- Czas
- Naukowy
- Waluta
- Procent
- Ułamek
- Użytkownika

Wszystkie specyfikacje

Etykiety tekstowe...

Wartości, statystyki...

Właściwości...

[Zestawy]...

Długa nazwa (etykieta lub formuła z funkcją): Przewodnik

$$c = -F_B^{-1}(n=51, p=AQL)(P_a = 1 - \alpha)$$

Przeglądarka funkcji

Kategoria	Funkcja
Operatory	VBeta
Rozkłady	VBinom
	VCauchy
Stany przypadków	VChi2
Statystyka	VExpon
Statystyki zmienn	VExtreme
Takiet	VF

VBinom
VBinom(p; pi; n)
Odwrotność dystrybuanty rozkładu dwumianowego, pi to prawdopodobieństwo sukcesu, a n liczba prób.

Długa nazwa (etykieta lub formuła z funkcją): Przewodnik po funkcjach

=VBinom(1-alfa;AQL;n)

PN-ISO 2859: Kontrola wrywkowa wg oceny alternatywnej

PN-ISO 2859 Procedury kontroli wrywkowej metodą alternatywną	
PN-ISO 2859-0:2002	Wprowadzenie do systemu ISO 2859 kontroli wrywkowej metodą alternatywną
PN-ISO 2859-1:2003	Schematy kontroli indeksowane na podstawie granicy akceptowanej jakości (AQL) stosowane do kontroli partii za partią
PN-ISO 2859-2:1996	Plany badania na podstawie jakości granicznej (LQ) stosowane podczas kontroli partii izolowanych
PN-ISO 2859-3:1996	Procedury kontroli skokowej
PN-ISO 2859-4:2005	Procedury oceny deklarowanych poziomów jakości
PN-ISO 2859-5:2005	System schematów sekwencyjnych indeksowanych na podstawie granicy akceptowanej jakości (AQL) stosowany do kontroli partii za partią

Uwagi

Norma PN-ISO 2859 zastępuje wcześniejszą normę PN-73/N-03021.

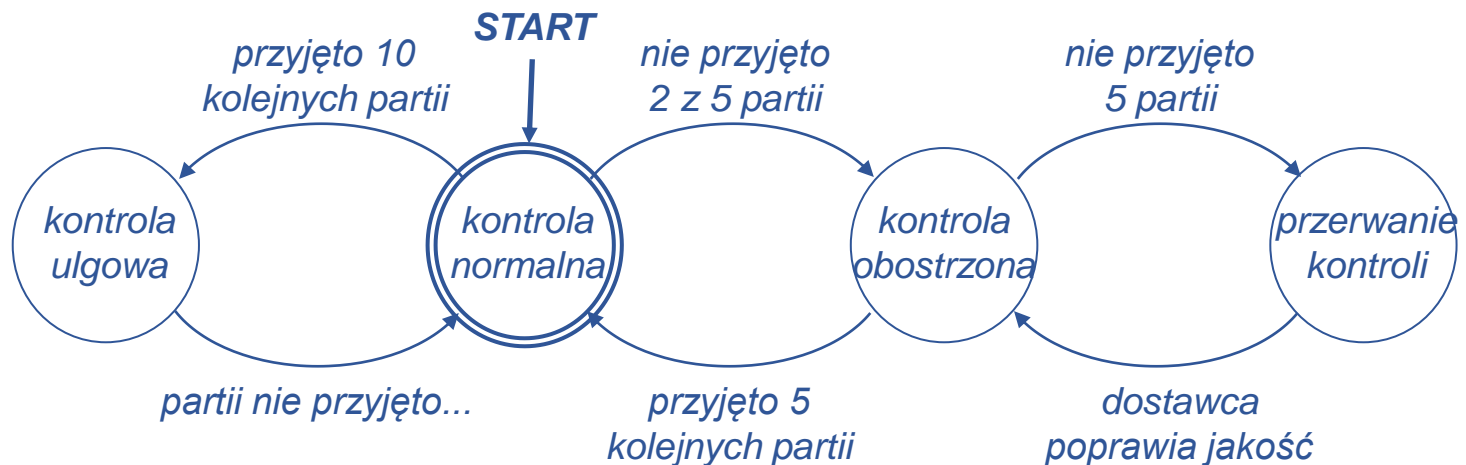
Pierwowzorem normy jest opracowana na potrzeby amerykańskiego wojska norma MIL-STD – 105 (ang. *Military Standard Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes*), wersja A normy opracowana w 1950, kolejne wersje B, C i D z 1971, wersja D została przyjęta jako amerykańska norma cywilna ANSI Z1.4.

Dobór parametrów planu jednostopniowego

PN-ISO 2859-1

Należy ustalić:

- rozmiar partii N ,
- akceptowalny poziom jakości AQL ,
- *poziom kontroli*, 3 poziomy do ogólnego stosowania I, II, III (poziom II jest domyślny, I i III stosowane gdy wskazana jest kontrola łagodniejsza czy ostrzejsza) i 4 poziomy specjalne: od S1 do S4 (stosowane dla małych próbek dla dużych wartości AQL),
- *rodzaj kontroli*, możliwe do wyboru: *kontrola normalna*, *kontrola obostrzona* i *kontrola ulgowa*, norma precyzuje warunki przejścia pomiędzy rodzajami kontroli (rys.), kontrolę należy rozpocząć od *kontroli normalnej*,



- norma nie pozwala na ustalenie wartości α , β i LQL .

Dobór parametrów planu jednostopniowego – etap 1.

PN-ISO 2859-1

Na podstawie *rozmiaru partii* odczytać z **Tabeli I** *kod literowy licznosci próbki*

Tabela I. Znaki literowe licznosci próbki

Licznosc partii		Specjalne poziomy kontroli				Ogólne poziomy kontroli		
od	do	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2	8	A	A	A	A	A	A	B
9	15	A	A	A	A	A	B	C
16	25	A	A	B	B	B	C	D
26	50	A	B	B	C	C	D	E
51	90	B	B	C	C	C	E	F
91	150	B	B	C	D	D	F	G
151	280	B	C	D	E	E	G	H
281	500	B	C	D	E	F	H	J
501	1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201	3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201	10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001	35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001	150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001	500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001		D	E	H	K	N	Q	R

Źródło: PN-ISO 2859-1

Przykład 2. cd.

Dla kontroli na *poziomie* II i partii o rozmiarze:

- $N = 500$ odczytuje się kod H
- $N = 1000$ odczytuje się kod J

Dobór parametrów planu jednostopniowego – etap 2.

PN-ISO 2859-1

Na podstawie *kodu liczności próbki* i przyjętej wartości *AQL* odczytać z **Tabeli II** *rozmiar próbki* *n* i *dopuszczalną liczbę wyrobów niezgodnych* *c*

Tabela II. Plany jednostopniowe stosowane podczas kontroli normalnej – fragment

*	n	AQL [%]														
		0,010 Ac Re	0,015 Ac Re	0,025 Ac Re	0,040 Ac Re	0,065 Ac Re	0,10 Ac Re	0,15 Ac Re	0,25 Ac Re	0,40 Ac Re	0,65 Ac Re	1,0 Ac Re	1,5 Ac Re	2,5 Ac Re	4,0 Ac Re	6,5 Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▽	0 1	↓
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	↓
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	3 4	5 6	7 8	10 11
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15
K	125	↓	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22
L	200	↓	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
M	315	↓	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	↑
N	500	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	↑	↑
P	800	↓	0 1	△	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	↑	↑
Q	1 250	0 1	↑	▽	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	↑	↑	↑
R	2 000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑

Przykład 2. cd.

- dla H: $n = 50, c = 5$
- dla J: $n = 80, c = 7$

Źródło: PN-ISO 2859-1, * kod literowy liczności próbki, n – rozmiar próbki, Ac, Re – liczba kwalifikująca i dyskwalifikująca
 ↓ stosować pierwszy plan poniżej strzałki, ↑ stosować pierwszy plan powyżej strzałki,
 jeżeli liczność próbki jest równa lub większa od liczności partii, stosować kontrolę 100%

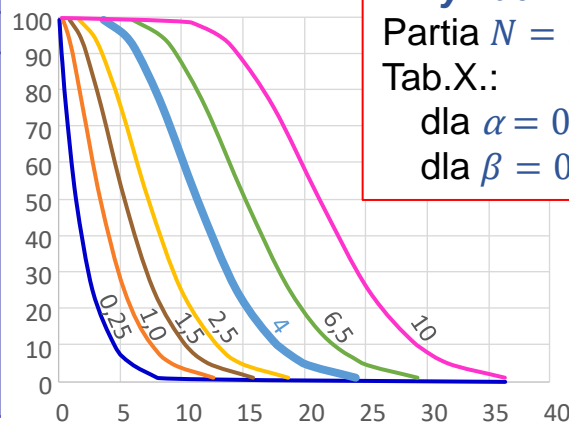
Dobór parametrów planu jednostopniowego – LQL

PN-ISO 2859-1

Na podstawie **kodu literowego licznosci próbki** odczytać z **Tabeli X** wartość **LQL**

Tabela X. Krzywe OC dla kodu H*

P_a	Akceptowane poziomy jakości (kontrola normalna)							
	0,25	1	1,5	2,5	4	6,5	10	
99	0,02	0,3	0,886	1,68	3,69	6,07	7,36	10,1
95	0,103	0,715	1,66	2,78	5,36	8,22	9,72	12,9
90	0,21	1,07	2,22	3,53	6,43	9,54	11,2	14,5
75	0,574	1,92	3,46	5,1	8,51	12	13,8	17,5
50	1,38	3,33	5,31	7,29	11,3	15,2	17,2	21,2
25	2,73	5,29	7,69	10	14,5	18,8	21	25,2
10	4,5	7,56	10,3	12,9	17,8	22,4	24,7	29,1
5	5,82	9,14	12,1	14,8	19,9	24,7	27	31,6
1	8	12,6	15,8	18,7	24,2	29,2	31,7	36,3



Przykład 2. cd.

Partia $N = 500$ (kod H),

Tab.X.:

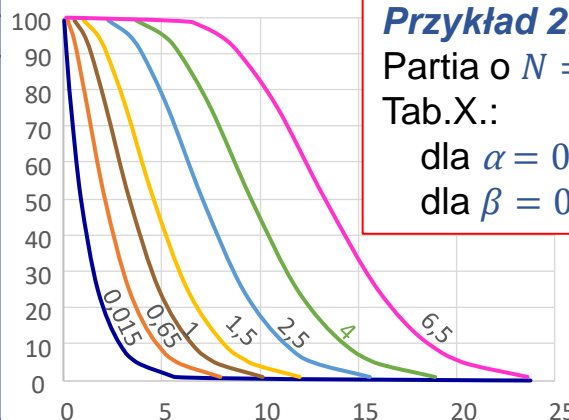
dla $\alpha = 0,05$: $AQL = 0,0536$,

dla $\beta = 0,1$: $LQL = 0,178$.

↑
założone $AQL = 0,04$
odpowiada $\alpha < 0,05$

Tabela X. Krzywe OC dla kodu J*

P_a	Akceptowane poziomy jakości (kontrola normalna)							
	0,015	0,65	1	1,5	2,5	4	6,5	
99	0,012	0,187	0,55	1,04	2,28	3,73	4,51	6,17
95	0,064	0,446	1,03	1,73	3,32	5,07	6,00	7,91
90	0,132	0,667	1,39	2,20	3,99	5,91	6,90	8,95
75	0,359	1,20	2,16	3,18	5,30	7,50	8,61	10,9
50	0,863	2,09	3,33	4,57	7,06	9,55	10,8	13,3
25	1,72	3,33	4,84	6,30	9,14	11,9	13,3	16,0
10	2,84	4,78	6,52	8,16	11,3	14,3	15,7	18,6
5	3,68	5,79	7,66	9,41	12,7	15,8	17,3	20,3
1	5,59	8,01	10,1	12,0	15,6	18,9	20,5	23,6



Przykład 2. cd.

Partia o $N = 1000$ (kod J)

Tab.X.:

dla $\alpha = 0,05$: $AQL = 0,0507$,

dla $\beta = 0,1$: $LQL = 0,143$.

Źródło: PN-ISO 2859-1

* wartości podane w %

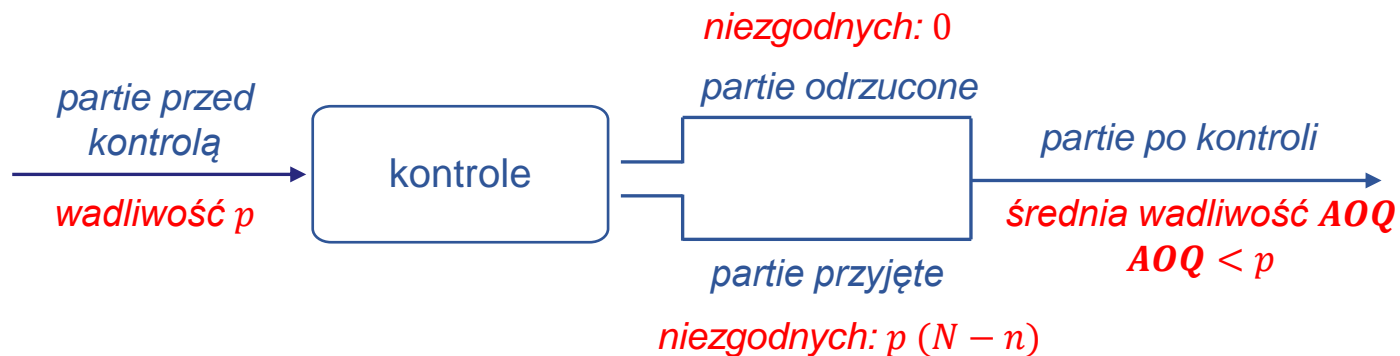
Dostawy długoterminowe

AOQ – średnia jakość po kontroli (*ang. average outgoing quality*)

AOQL – średnia graniczna jakość po kontroli (*ang. average outgoing quality limit*)

Zakładając, że:

- na podstawie opracowanego planu badania odebrano w długim okresie czasu wiele partii od tego samego dostawcy
- w przypadku, gdy plan badania wskazywał na odrzucenie partii wykonywana była kontrola 100% a znalezione produkty niezgodne były zastępowane dobrymi (wadliwość partii odrzuconej po kontroli wynosiła więc 0)
- w przypadku, gdy partia była akceptowana przebadana n -elementowa próbka nie zawierała produktów niezgodnych (były zastępowane dobrymi) więc szacowana liczba produktów niezgodnych w akceptowanej partii wynosiła $p(N - n)$ (p – rzeczywista wadliwość partii)



Dostawy długoterminowe

AOQ średnią wadliwość po kontroli (oszacowaną na podstawie wielu partii) można obliczyć jako:

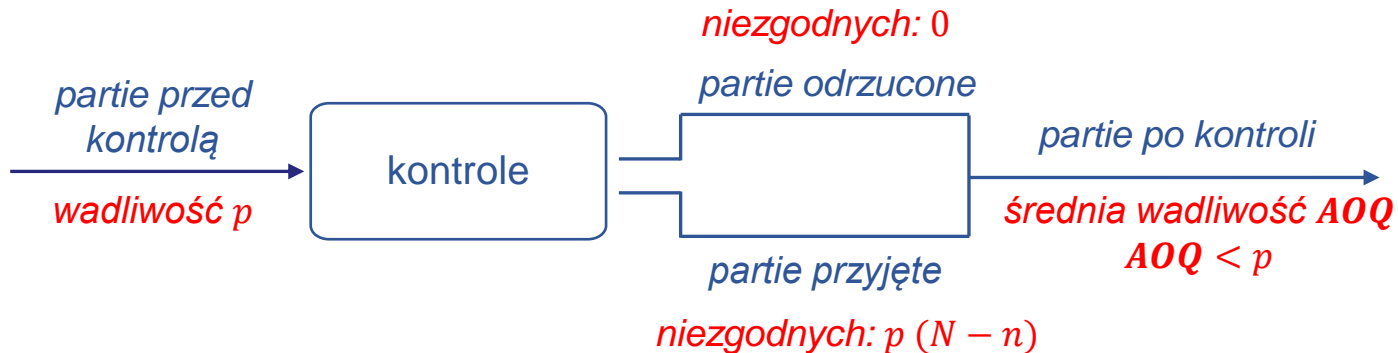
$$AOQ = \frac{P_a p (N - n)}{N}$$

a zakładając, że $n \ll N$ jako:

$$AOQ \cong P_a p$$

AOQL dla określonego planu badania to maksymalna wartość **AOQ** (w zależności od wadliwości partii p)

$$AOQL = \max_p AOQ$$



Dostawy długoterminowe

Przykład 2. cd. Dla planu o parametrach $n = 50$ i $c = 5$, wykreślić krzywą pokazującą średnią jakość po kontroli **AOQ** w funkcji wadliwości, wyznaczyć **AOQL**.

Prawdopodobieństwa p i P_a – na podstawie normy z **Tabeli X.** dla kodu H (slajd 26.), **AOQ** obliczono z wzoru: $AOQ \cong P_a p$.

P_a	p	AOQ
0,99	0,0369	0,0375
0,95	0,0536	0,0509
0,90	0,0643	0,0579
0,75	0,0851	0,0638
0,50	0,113	0,0565
0,25	0,145	0,0363
0,10	0,178	0,0178
0,05	0,199	0,01
0,01	0,242	0,0024

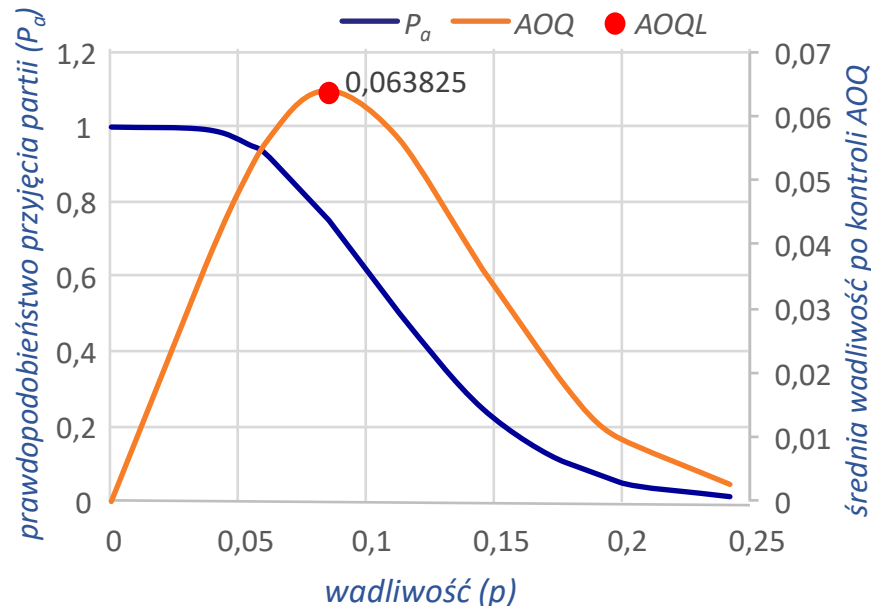


Tabela V. AOQL
(kontrola normalna)
fragment**

*	n	AQL			
		1,5	2,5	4,0	6,5
G	32	2,6	4,3	6,1	9,9
H	50	2,7	3,9	6,3	9,0
J	80	2,4	4,0	5,6	8,2

Źródło: PN-ISO 2859-1

* kod literowy próbki
** wartości podane w %
n rozmiar próbki

Uwagi

- mała wadliwość $p \rightarrow$ mała wadliwość **AOQ**
- duża wadliwość $p \rightarrow$ mała wadliwość **AOQ**
- dla wadliwości pośrednich **AOQ** rośnie do maksymalnej wartości **AOQL**

ATI – średnia liczba przebadanych sztuk (*ang. average total inspection*),

biorąc pod uwagę, że:

- jeśli wadliwość partii $p = 0$ badanych jest n wyrobów
- w przypadku gdy wadliwość jest duża przeprowadzana jest kontrola 100%

średnią liczbę przebadanych sztuk można oszacować korzystając z wzoru:

$$ATI = n + (1 - P_a)(N - n)$$

prawdopodobieństwo konieczności
wykonania kontroli 100%

liczba sztuk do przebadania
w przypadku kontroli 100%

Przykład 2. cd.

Dla planu o parametrach $n = 50$ i $c = 5$, oszacować **ATI** przyjmując, że wadliwość $p = 0,0536$.

Prawdopodobieństwo akceptacji partii dla wadliwości $p = 0,0536$ wynosi $P_a = 0,95$ więc:

$$ATI = 50 + (1 - 0,95)(500 - 50) = 72,5$$

Uwagi

Wskaźniki **AOQL** i **ATI** mogą być podstawą projektowania planów, które np. minimalizują wartość **ATI** na określonym poziomie **AOQL** (patrz tabele kontroli odbiorczej *Dodge'a-Romiga'a*).

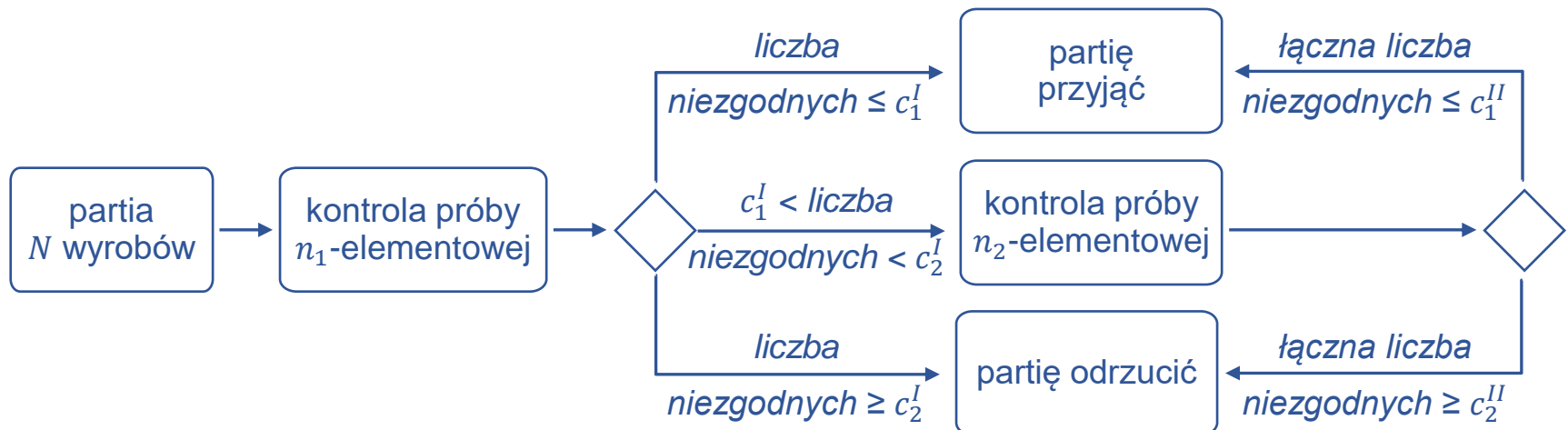
Kontrola wrywkowa wg oceny alternatywnej

Plany dwustopniowe

Po skontrolovaniu pierwszej próby (o liczebności n_1) partia może zostać przyjęta, odrzucona, może być też konieczne pobranie drugiej próby (o liczebności n_2), po skontrolovaniu drugiej próby partia jest przyjmowana albo odrzucana, plan może redukować liczbę kontrolowanych wyrobów (niższe koszty kontroli)

Parametrami planu są:

- n_1, n_2 – rozmiary prób pierwszej i drugiej
- c_1^I, c_1^{II} – dopuszczalna liczba niezgodnych do oceny pierwszej próby i obydwu prób
- c_2^I, c_2^{II} – dyskwalifikująca liczba niezgodnych do oceny pierwszej próby i obydwu prób



Zakładając, że partia może zostać przyjęta po skontrolowaniu:

- I próby (prawdopodobieństwo P_a^I) albo po skontrolowaniu
- II próby (prawdopodobieństwo P_a^{II}),

prawdopodobieństwo przyjęcia partii wyrobów wynosi:

$$P_a = P_a^I + P_a^{II}.$$

Prawdopodobieństwa P_a^I i P_a^{II} wyznacza się z zależności:

$$P_a^I = P(d_1 \leq c_1^I)$$

$$P_a^{II} = P(d_1 = c_1^I + 1) P(d_2 \leq c_1^{II} - d_1) + \dots + P(d_1 = c_2^I - 1) P(d_2 \leq c_1^{II} - d_1)$$

*prawdopodobieństwo
przekroczenia o 1 sztukę
dopuszczalnej liczby
niezgodnych w I próbie*

*prawdopodobieństwo
nieprzekroczenia
dyskwalifikującej liczby
sztek w II próbie*

*prawdopodobieństwo
nieprzekroczenia
dyskwalifikującej liczby
sztek w I próbie*

*prawdopodobieństwo
nieprzekroczenia
dyskwalifikującej liczby
sztek w II próbie*

d_1 i d_2 to liczby wyrobów niezgodnych w I i II próbie

Przykład 1.

Wyznaczyć prawdopodobieństwo akceptacji partii P_a o wadliwości $p = 0,05$ dla planu dwustopniowego o parametrach:

$$n_1 = n_2 = 32, c_1^I = 2, c_2^I = 5, c_1^{II} = 6, c_2^{II} = 7$$

wyznaczonego na podstawie normy dla $AQL = 0,04$.

$$\begin{aligned} P_a^I &= P(d_1 \leq 2) \\ &= 0,786 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_a^{II} &= P(d_1 = 3)P(d_2 \leq 6 - 3) + \\ &P(d_1 = 4)P(d_2 \leq 6 - 4) + \\ &P(d_1 = 5)P(d_2 \leq 6 - 5) + \\ &P(d_1 = 6)P(d_2 \leq 6 - 0) = \\ &= 0,14 \cdot 0,926 + \\ &0,054 \cdot 0,786 + \\ &0,016 \cdot 0,52 + \\ &0,004 \cdot 0,194 = \\ &= 0,181 \end{aligned}$$

$$P_a = P_a^I + P_a^{II} = 0,786 + 0,181 = 0,967$$

Dobór parametrów planu dwustopniowego – etap 2.

PN-ISO 2859-1

Na podstawie **kodu liczności próbki** i przyjętej wartości **AQL** odczytać z **Tabeli III** **rozmiary** n_1, n_2 i **dopuszczalne i dyskwalifikujące liczby wyr. niezgodn.** $c_1^I, c_2^I, c_1^{II}, c_2^{II}$

Tabela III. Plany dwustopniowe stosowane podczas kontroli normalnej – fragment

!	próba	rozmiar próby	rozmiar próby narats.	AQL [%]																			
				0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10				
				Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
D	pierwsza	5	5																				
	druga	5	10																				
E	pierwsza	8	8																				
	druga	8	16																				
F	pierwsza	13	13																				
	druga	13	26																				
G	pierwsza	20	20																				
	druga	20	40																				
H	pierwsza	32	32																				
	druga	32	64																				
J	pierwsza	50	50																				
	druga	50	100																				
K	pierwsza	80	80																				
	druga	80	160																				

Przykład 1. cd.
AQL = 0,04

Źródło: PN-ISO 2859-1, ! kod literowy liczności próbki, Ac, Re – liczba kwalifikująca i dyskwalifikująca

↓ stosować pierwszy plan poniżej strzałki, jeżeli liczność próbki jest równa lub większa od liczności partii, stosować kontrolę 100%

↑ stosować pierwszy plan powyżej strzałki, * – zastosować odpowiadający plan jednostopniowy (lub dwustopniowy poniżej)

Plany dwustopniowe – krzywe OC

Przykład 2.

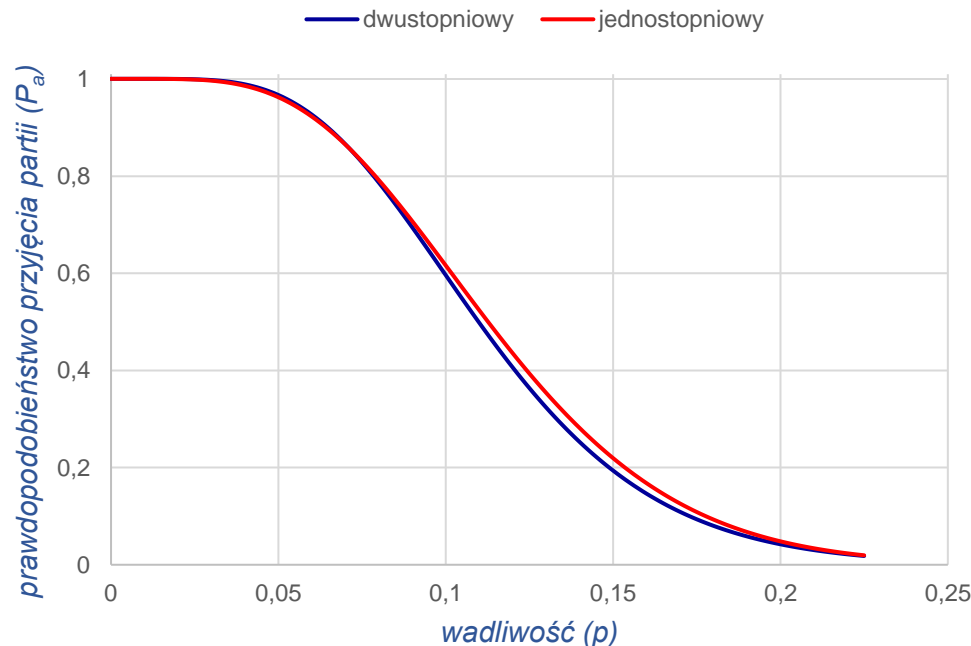
Należy wykreślić krzywą OC dla planów:

- dwustopniowego o parametrach (*przykład 1.*):

$$n_1 = n_2 = 32, c_1^I = 2, c_2^I = 5, c_1^{II} = 6, c_2^{II} = 7$$

- jednostopniowego o parametrach (*przykład 2. wykład 10.*):

$$n = 50, c = 5.$$



p	P_a^1	P_a^2
0,000	1,000	1,000
0,025	0,999	0,999
0,050	0,962	0,967
0,075	0,830	0,828
0,100	0,616	0,596
0,125	0,394	0,364
0,150	0,219	0,194
0,175	0,108	0,094
0,200	0,048	0,042
0,225	0,019	0,018
0,250	0,007	0,008

P_a^1 - plan jednostopniowy

P_a^2 - plan dwustopniowy

Porównanie planów

- *plany jednostopniowe* są prostsze na etapie projektowania i wykonania
- *plany dwustopniowe* dając drugą szansę na etapie kontrolowania mogą wydawać się bardziej sprawiedliwe
- w *planach dwustopniowych* partie o małej wadliwości i dużej wadliwości oceniane są już na etapie pierwszej próby co zmniejsza koszty kontroli w porównaniu z zastosowaniem planów jednostopniowych o tym samym poziomie kontroli (*AQL*), dodatkowo w przypadku konieczności skontrolowania drugiej próby koszty kontroli można zmniejszyć gdy partię można odrzucić przed sprawdzeniem całej próby, w niektórych przypadkach zastosowanie planu dwustopniowego może wymagać skontrolowania większej liczby wyrobów niż w przypadku analogicznego planu jednostopniowego
- *krzywe OC planów jedno i dwustopniowych* dla takiego samego poziomu kontroli mają bardzo podobny przebieg – nie ma więc znacznej różnicy w stosowaniu obydwu planów

*plan
jednostopniowy*



*plan
dwustopniowy*