



POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ MECHANICZNY

Katedra Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji

Laboratorium Podstaw Inżynierii Jakości

Ćwiczenie nr **9**

Temat:

Karty kontrolne przy alternatywnej ocenie właściwości.

Karta *p* i karta *np*.

Karta *c* i karta *u*.

KARTY KONTROLNE PRZY ALTERNATYWNEJ OCENIE WŁAŚCIWOŚCI

Charakterystyczne dla kart kontrolnych alternatywnych, jest to, że wykreśla się tylko jeden wykres, który przedstawia, w zależności od rodzaju karty [1]:

- frakcję lub liczbę jednostek niezgodnych albo,
- ilość niezgodności w kontrolowanej jednostce wyrobu.

Dane do tego typu kart zbiera się kontrolując czy wyroby np. w danej partii są zgodne z wymaganiami i licząc liczbę wyrobów niezgodnych z wymaganiami (wybrakowanych) w kontrolowanych partiach wyrobów. Jeżeli w kontrolowanym wyrobie możemy obserwować więcej jak jedną niezgodność, charakterystyką jakościową opisującą proces jest oczekiwana liczba niezgodności przypadająca na produkowany wyrób. Możemy z kontrolowanego procesu pobrać próbki o liczności n i wnioskować o stanie procesu na podstawie obserwacji liczby jednostek niezgodnych (wadliwych) p lub liczby niezgodności c .

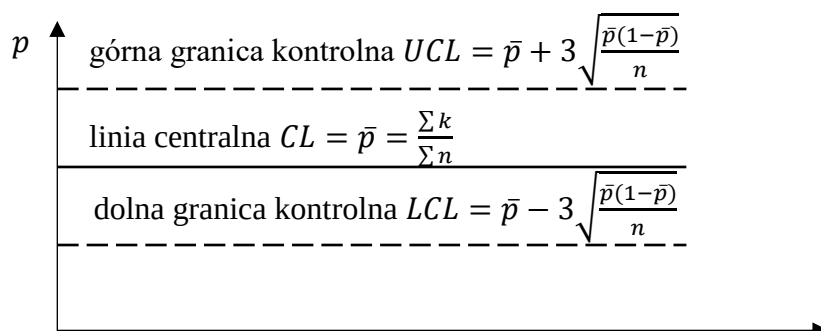
Stosowane są następujące rodzaje kart alternatywnych [2]:

- liczba jednostek niezgodnych w próbce o stałej liczebności – karty typu np ,
- frakcji jednostek niezgodnych – karta typu p (p = stosunek liczby jednostek niezgodnych w próbce do liczebności próbki, liczebność próbki musi być stała),
- liczby niezgodności w próbce o stałej liczebności – karty typu u (uwzględniana jest każda niezgodność w wyrobie, nawet jeśli nie powoduje dyskwalifikacji całego wyrobu),
- liczby niezgodności na jednostkę wyrobu – karty typu c (c = stosunek liczby niezgodności w próbce do liczebności próbki, liczebność próbki musi być stała).

Karta kontrolna p

Kartę tę stosuje się gdy steruje się procesem, obliczając i analizując tzw. *frakcję wyrobów niezgodnych* p . Karta opiera się na rozkładzie dwumianowym Bernoulliego i z tego wynika postać używanych przy jej prowadzeniu wzorów [1]. Jest ona przeznaczona do sterowania procesami, w których oczekiwana frakcja wyrobów niezgodnych wynosić będzie co najmniej około 5%.

Tor karty kontrolnej p :



gdzie:

p – frakcja wyrobów niezgodnych w próbie,

k – liczba wyrobów niezgodnych w próbie,

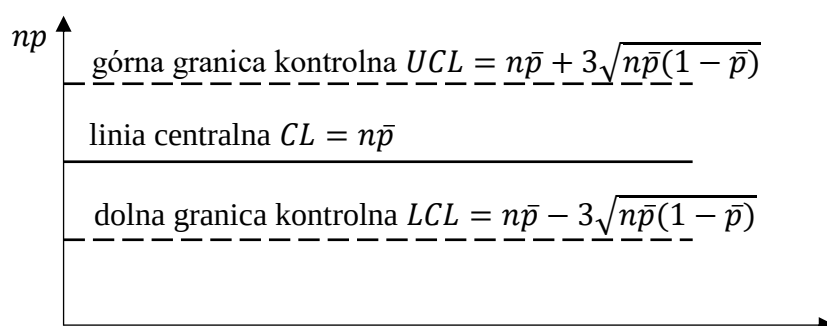
n – liczebność próbki (ilość wyrobów w próbie),

$\bar{p}$ – wartość średnia frakcji wyrobów niezgodnych w zbadanych próbkach.

Karta kontrolna np

Karta ta jest odpowiednikiem karty p , z tym, że stosować ją można tylko przy równej liczności kontrolowanych próbek [1]. Wartością wykreślaną na karcie jest liczba wyrobów niezgodnych (a nie ich frakcja).

Tor karty kontrolnej np :



gdzie:

k – liczba wyrobów niezgodnych w próbie,

n – liczebność próbki (ilość wyrobów w próbie),

$\bar{p}$ – wartość średnia frakcji wyrobów niezgodnych w zbadanych próbkach.

Przykład 1

Dane w tablicy 1 podają liczbę niezgodności na godzinę określające wadliwe działanie stwierdzone podczas 100% kontroli małych wyłączników, przeprowadzonej przez automatyczne urządzenie kontrolne [3]. Wyłączniki produkowane są przez zautomatyzowaną linię montażową. W związku z tym, że wadliwe ich działanie ma poważne konsekwencje, do określenia czy linia montażowa jest uregulowana użyto procent jednostek niezgodnych. Karta p jest przygotowana na podstawie danych wstępnych z 25 grup.

Tabela 1. Dane wstępne – wyłączniki [3]

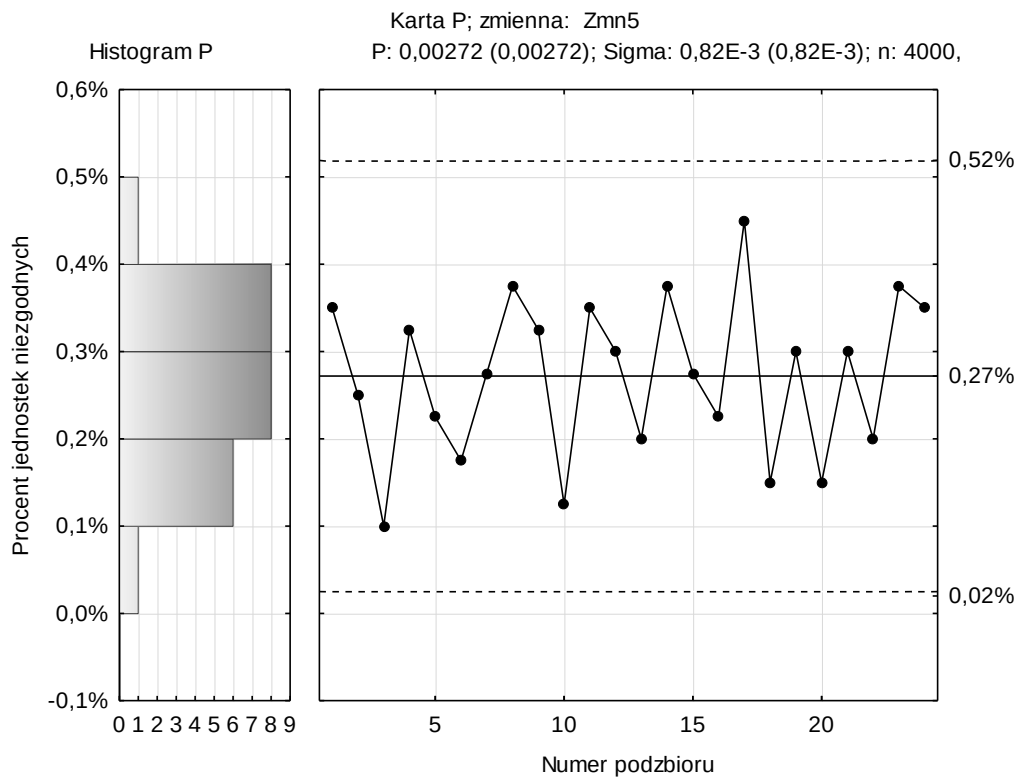
Numer podzbioru	Liczba kontrolowanych wyłączników n	Liczba wyłączników niezgodnych np	Procent jednostek niezgodnych p
1	4000	8	0,200
2	4000	14	0,350
3	4000	10	0,250
4	4000	4	0,100
5	4000	13	0,325
6	4000	9	0,225
7	4000	7	0,175
8	4000	11	0,275
9	4000	15	0,375
10	4000	13	0,325
11	4000	5	0,125
12	4000	14	0,350
13	4000	12	0,300
14	4000	8	0,200
15	4000	15	0,375
16	4000	11	0,275
17	4000	9	0,225
18	4000	18	0,450
19	4000	6	0,150
20	4000	12	0,300
21	4000	6	0,150
22	4000	12	0,300
23	4000	8	0,200
24	4000	15	0,375
25	4000	14	0,350
Razem	100000	269	

Karta p

$$\text{Linia centralna} = \bar{p} = \frac{8+14+\dots+14}{4000 \cdot 25} = \frac{269}{100000} = 0,0027 = 0,27\%$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0027 + 3 \sqrt{\frac{0,0027(1-0,0027)}{4000}} = 0,0052 = 0,52\%$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0027 - 3 \sqrt{\frac{0,0027(1-0,0027)}{4000}} = 0,0002 = 0,02\%$$



Rys. 1. Karta p

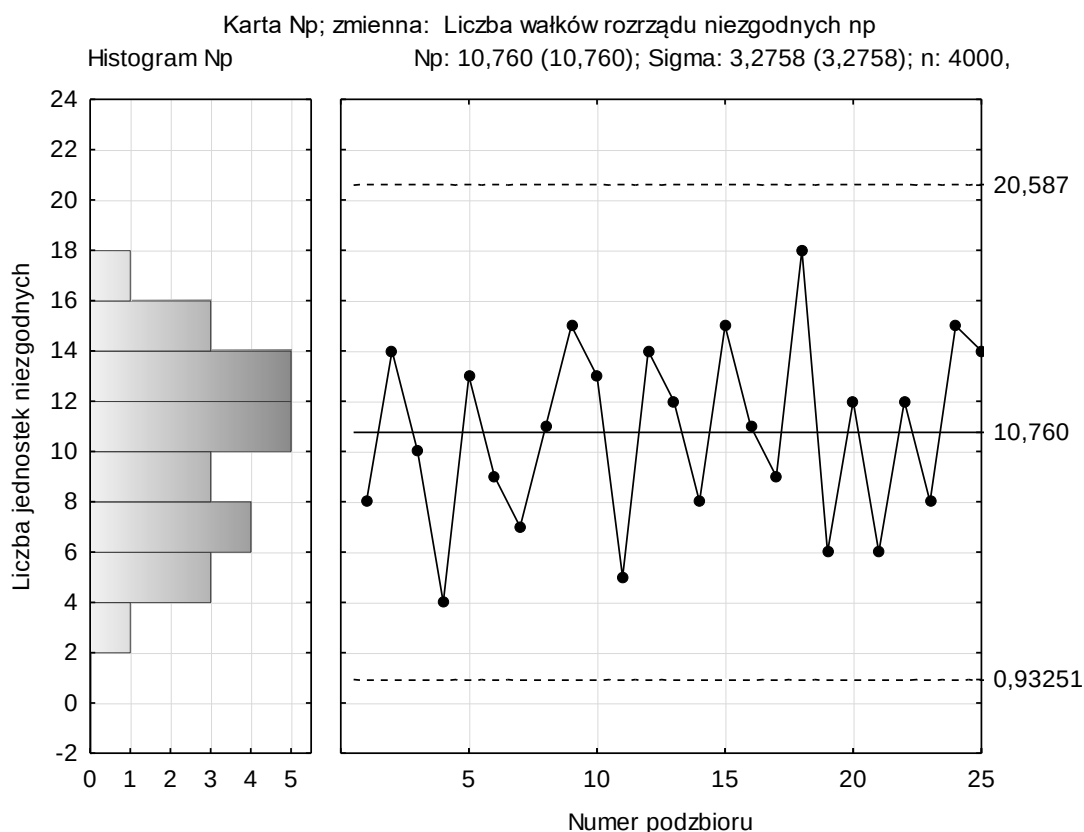
Karta wskazuje, że jakość wyłączników jest statystycznie uregulowana, pomimo zbyt dużego procentu jednostek niezgodnych.

Karta np

$$\text{Linia centralna} = n\bar{p} = \frac{8+14+\dots+14}{25} = 10,76$$

$$UCL = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 10,76 + 3\sqrt{10,76(1-0,0027)} = 20,587$$

$$LCL = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 10,76 - 3\sqrt{10,76(1-0,0027)} = 0,932$$



Rys. 2. Karta np

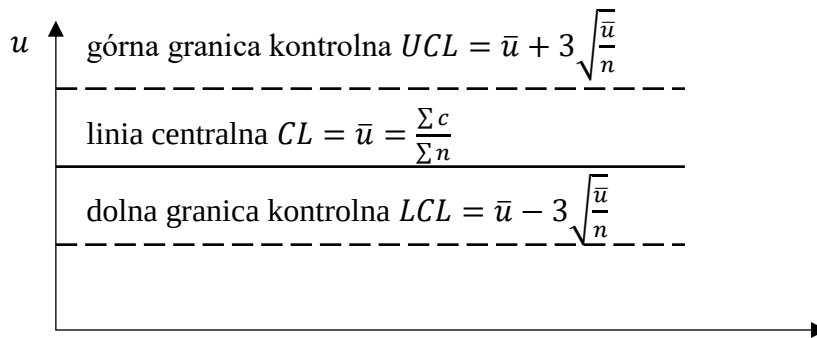
Obliczone powyżej granice kontrolne mogą być wykorzystane w odniesieniu do przyszłych podzbiorów dopóty, dopóki proces się nie zmieni lub przestanie być statystycznie uregulowany, więc jest mało prawdopodobne by jakkolwiek ulepszenie mogło być wprowadzone bez wywołania zmiany w procesie [3]. Jeśli byłoby wprowadzone ulepszenie, to w celu odzwierciedlenia zmienionego działania procesu należy obliczyć inne granice kontrolne dla dalszych podzbiorów. W przypadku ulepszenia procesu (mniejsza wartość p), należy stosować nowe granice, zaś w przypadku pogorszenia (wyższa wartość p), należy poszukiwać dodatkowych przyczyn wyznaczalnych.

Karta kontrolna u

Karty kontrolne p i np stosuje się, gdy zliczana jest liczba wyrobów niezgodnych. W niektórych przypadkach lepsze jest jednak zliczanie liczby niezgodności (usterek) pojawiających się w produkowanych wyrobach. Wtedy parametrem, przy użyciu którego steruje się procesem, jest liczba niezgodności występująca w kontrolowanych jednostkach.

Przy stosowaniu karty u oblicza się i wykreśla liczbę niezgodności na jednostkę wyrobu. Wzory stosowane do obliczenia położenia granic kontrolnych i linii centralnych oparte są na rozkładzie Poissona, czyli rozkładzie zdarzeń rzadkich [1]. Zakłada się więc, że niezgodności nie występują zbyt często.

Tor karty kontrolnej u :



gdzie:

$\bar{u}$ – średnia liczba niezgodności na jednostkę,

u – liczba niezgodności na jednostkę w próbce,

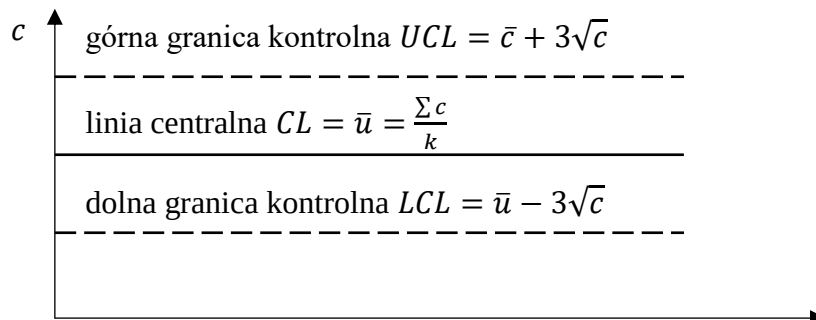
c – liczebność niezgodności,

n – liczebność próbki (ilość jednostek w próbce),

Karta kontrolna c

Karta c jest odpowiednikiem karty u stosowanym w przypadku, gdy liczność kontrolowanych próbek jest zawsze stała [1]. Wykreśla się na niej liczbę niezgodności wykrytych w danej próbce.

Tor karty kontrolnej c :



gdzie:

$\bar{c}$ – średnia wartość liczby niezgodności w próbce,

c – liczba niezgodności w próbce,

n – ilość skontrolowanych próbek.

Przykład 2

W zakładzie produkującym opony kontrolowano 15 opon co pół godziny; zapisywano całkowitą liczbę niezgodności i liczbę niezgodności – na jednostkę, aby zbadać stopień uregulowania procesu [3]. Dane te pokazano w tabeli 2.

Tabela 2. Zakład produkcji opon: liczba niezgodności na jednostkę (jednostki kontrolowane w podzbiorach $n = 15$) [3]

Numer podzbioru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Razem
Liczba niezgodności c	4	5	3	6	2	1	5	6	2	4	7	5	2	3	55
Liczba niezgodności na jednostkę u	0,27	0,33	0,20	0,40	0,13	0,07	0,33	0,40	0,13	0,27	0,47	0,33	0,13	0,20	

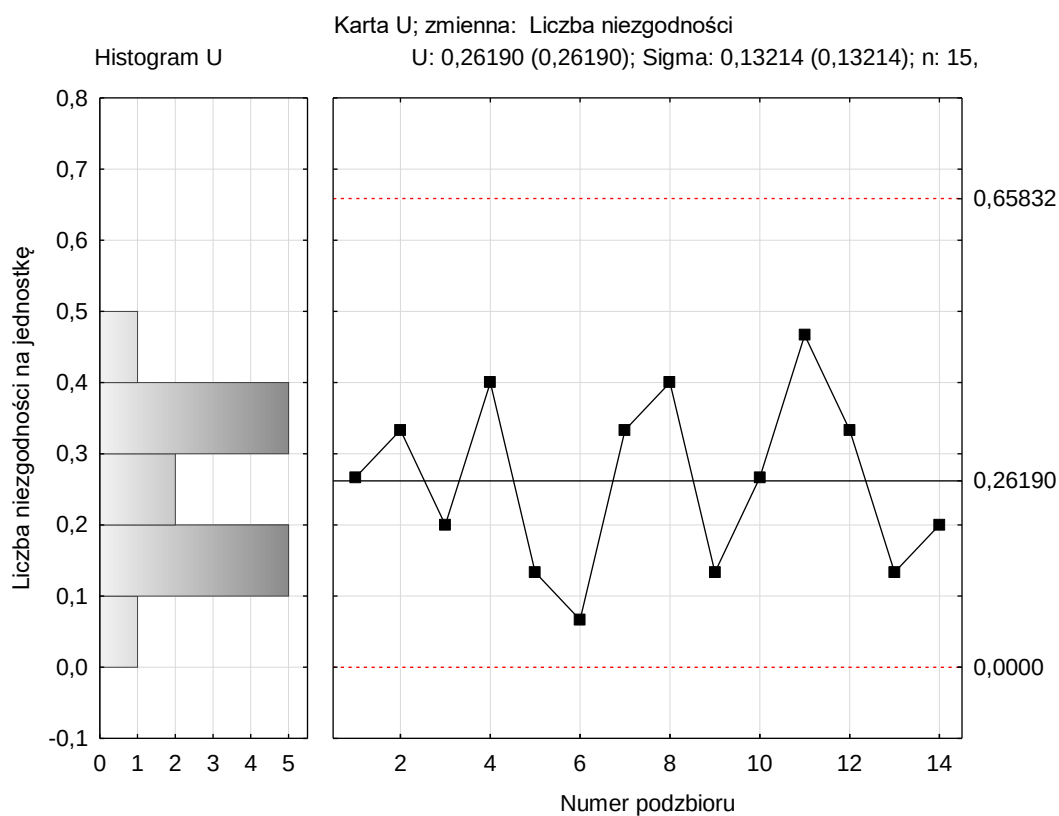
Karta u

Linia centralna = $\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n} = \frac{55}{14 \cdot 15} = 0,26$

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 0,26 + 3 \sqrt{\frac{0,26}{15}} = 0,65$$

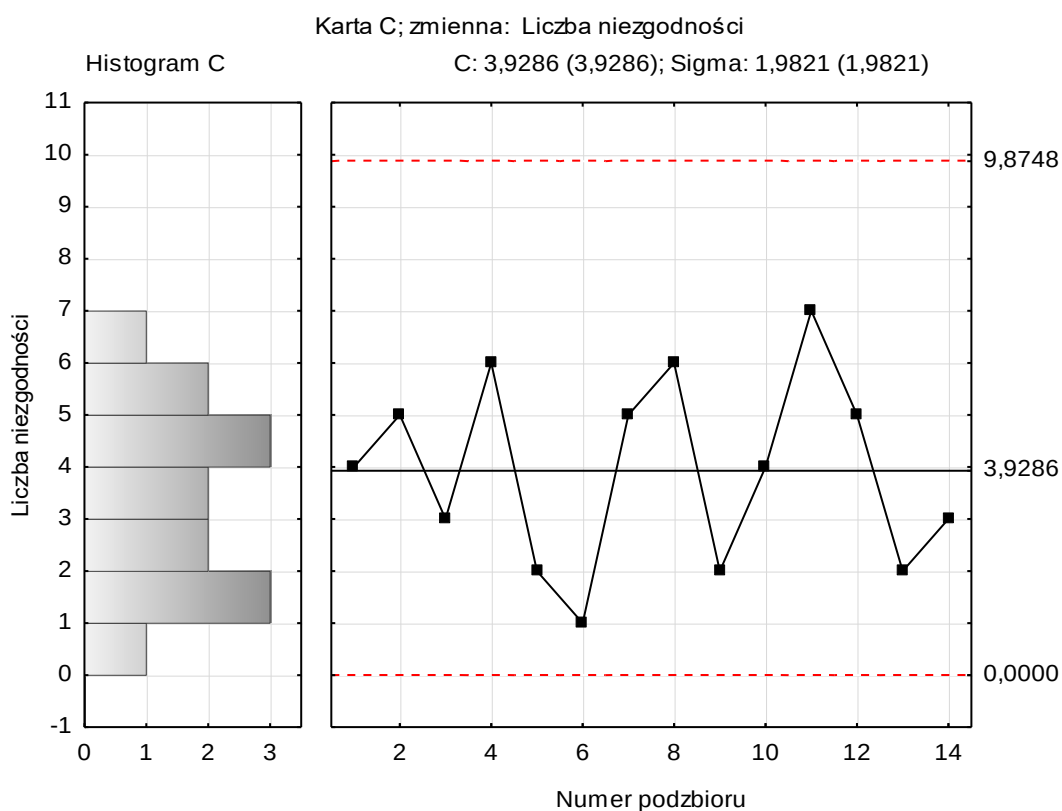
$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 0,26 - 3 \sqrt{\frac{0,26}{15}}$$

Ponieważ wartości ujemne nie są możliwe, dolna granica nie jest podana.



Rys. 3. Karta u

Karta wykazuje, że proces jest statystycznie uregulowany. Należy zauważyć, że licznosci podzbiorów są stałe, a więc można również zastosować kartę c.



Rys. 4. Karta c

Przykład 3

Kontroli poddano jakość karoserii produkowanych samochodów. Jako jej miernik zdecydowano się zastosować liczbę najdrobniejszych rys czy zabrudzeń na polakierowanej powierzchni gotowego samochodu opuszczającego linię produkcyjną [1]. Wyniki kontroli przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 3. Liczba rys i uszkodzeń lakieru na samochodzie [3]

Numer próbki	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Razem
Liczba niezgodności na powierzchni	7	1	2	5	0	6	2	0	4	4	6	3	3	3	1	6	3	1	5	6	68

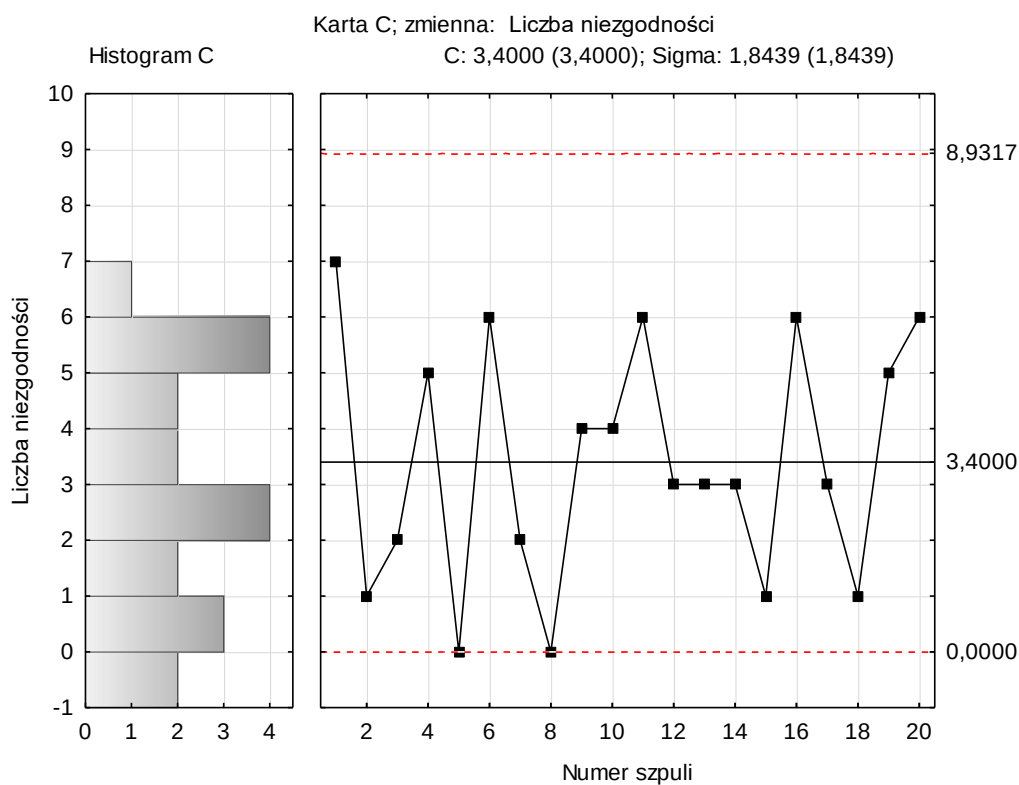
Karta c

$$\text{Linia centralna} = \bar{c} = \frac{7+1+\dots+6}{20} = \frac{68}{20} = 3,4$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 3,4 + 3\sqrt{3,4} = 8,9$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 3,4 - 3\sqrt{3,4}$$

Ponieważ wartości ujemne nie są możliwe, dolna granica nie jest podana.



Rys. 4. Karta c

Dane wstępne pokazują, że proces jest statystycznie uregulowany.

Literatura:

1. Greber T.: Statystyczne sterowanie procesami - doskonalenie jakości z pakietem Statistica, Statsoft, Kraków 2000.
2. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
3. PN-ISO 8258 + AC1 (czerwiec 1996) – „Karty kontrolne Shewharta”.

Zakres ćwiczenia:

Karta *p* i karta *np*

1. Przeprowadzić analizę niezgodności określającej wadliwe działanie stwierdzone podczas 100% kontroli łożysk o wymiarze tolerowanym:
 - a) 100H7
 - b) 75G7
 - c) 50F7
 - d) 25K6
 - e) 150H8
2. Obliczyć wymiary graniczne A i B kontrolowanych łożysk.
3. Określić ile sztuk wyrobów w partii jest niezgodnych (nie mieści się w granicach tolerancji).

Funkcja w programie Excel

=LICZ.WARUNKI(zakres danych;">=*Dolny wymiar graniczny A*"; zakres danych;"<=*Górny wymiar graniczny B*")

Lub

=LICZ.JEŻELI(zakres danych; "> *Górny wymiar graniczny B*")

=LICZ.JEŻELI(zakres danych; "< *Dolny wymiar graniczny A*")

4. Obliczyć procent jednostek niezgodnych.
5. Obliczyć dla karty *p*: linię centralną, górną i dolną granicę kontrolną.
6. Obliczyć dla karty *np*: linię centralną, górną i dolną granicę kontrolną.
7. Sporządzić karty kontrolne *p* i *np*.
8. Opracować protokół i wnioski.

Zakres ćwiczenia:

Karta *c* i karta *u*

Kontroli poddano jakość karoserii produkowanych samochodów. Jako miernik jakości karoserii zdecydowano się zastosować liczbę najdrobniejszych nawet rys czy zabrudzeń na polakierowanej powierzchni gotowego samochodu opuszczającego linię produkcyjną. Badania przeprowadzono w ten sposób, że co dwie godziny kontroler przychodził na koniec linii produkcyjnej i zliczał liczbę niezgodności na kolejnych 20 samochodach. Wyniki kontroli przedstawiono w tabeli 4. Wyniki przeprowadzono na dwóch zmianach, na pierwszej zmianie o godzinie 7:00, 9:00, 11:00, 13:00, natomiast na drugiej zmianie o godzinie 15:00, 17:00, 19:00 i 21:00.

Zadania do wykonania:

1. Obliczyć liczbę niezgodności na jednostkę.
2. Obliczyć dla karty *c*: linię centralną, górną i dolną granicę kontrolną.
3. Obliczyć dla karty *u*: linię centralną, górną i dolną granicę kontrolną.
4. Sporządzić karty kontrolne *c* i *u*.
5. Ocenić czy praca na dwie zmiany wpływa na liczbę niezgodności i liczbę niezgodności na jednostkę.
6. Opracować protokół i wnioski.

Tabela 4. Liczba rys i uszkodzeń lakieru na samochodzie

	Ilość jednostek w partii	Godzina pomiaru	Liczba niezgodności	Liczba niezgodności na jednostkę
1	20	07:00	3	
2	20	09:00	5	
3	20	11:00	4	
4	20	13:00	5	
5	20	15:00	2	
6	20	17:00	7	
7	20	19:00	8	
8	20	21:00	11	
9	20	07:00	1	
10	20	09:00	5	
11	20	11:00	4	
12	20	13:00	4	
13	20	15:00	5	
14	20	17:00	8	
15	20	19:00	9	
16	20	21:00	9	
17	20	07:00	2	
18	20	09:00	4	
19	20	11:00	1	
20	20	13:00	2	
21	20	15:00	3	
22	20	17:00	5	
23	20	19:00	4	
24	20	21:00	4	
25	20	07:00	2	
26	20	09:00	3	
27	20	11:00	3	
28	20	13:00	4	
29	20	15:00	6	
30	20	17:00	8	
31	20	19:00	10	
32	20	21:00	9	
33	20	07:00	3	
34	20	09:00	3	
35	20	11:00	1	
36	20	13:00	4	
37	20	15:00	5	
38	20	17:00	8	
39	20	19:00	7	
40	20	21:00	11	