



POLITECHNIKA OPOLSKA

WYDZIAŁ MECHANICZNY

Katedra Technologii Maszyn i Automatyizacji 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 liczebności  $n$  i wnioskować o stanie procesu na podstawie obserwacji liczby jednostek niezgodnych (wadliwych)  $p$  lub liczby niezgodności  $c$ .

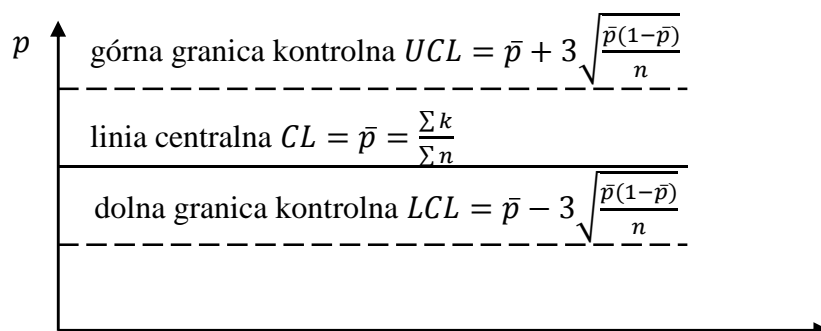
Stosowane są następujące rodzaje kart alternatywnych [2]:

- 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 próbce,

$k$  – liczba wyrobów niezgodnych w próbce,

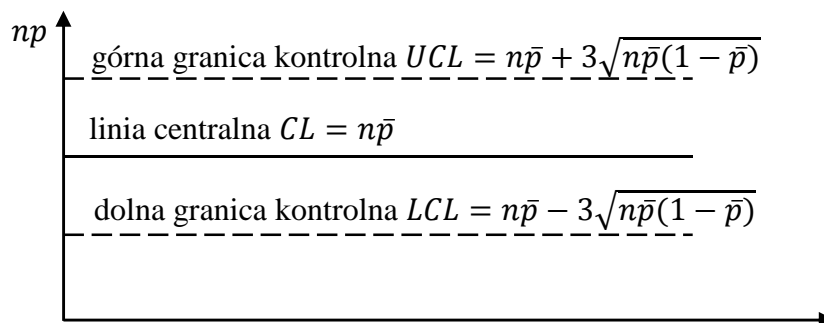
$n$  – liczebność próbki (ilość wyrobów w próbce),

$\bar{p}$  – 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 próbce,

$n$  – liczebność próbki (ilość wyrobów w próbce),

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

### Przykład 1

Dane w tabelicy 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]

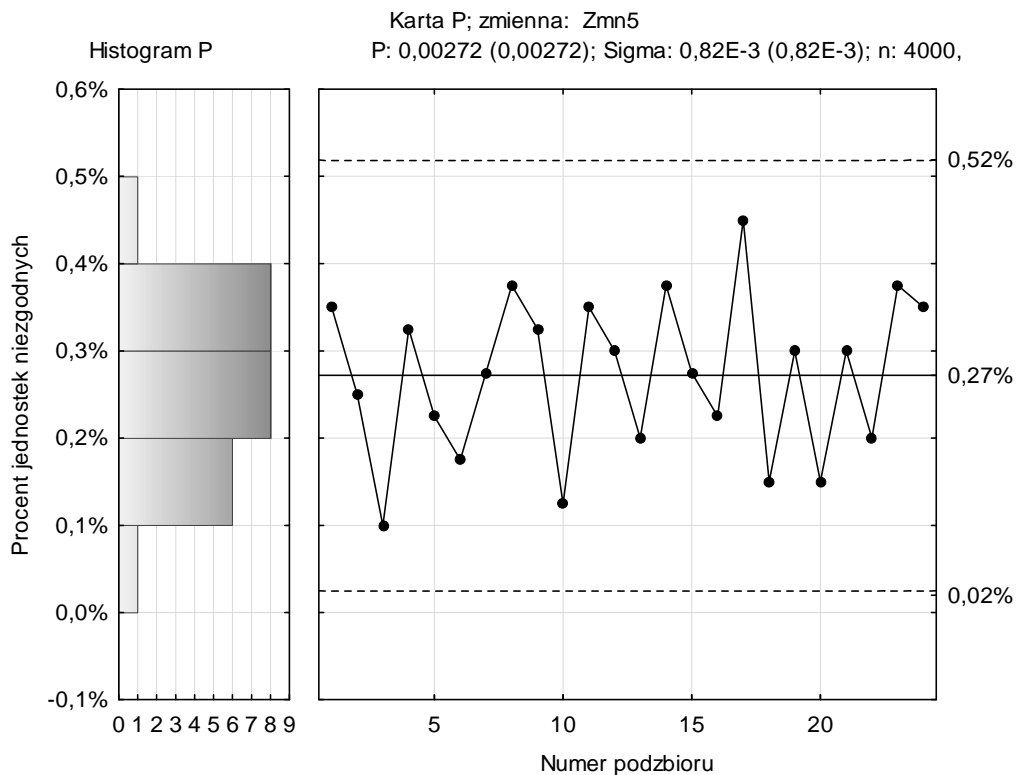
Numer podzbioru	Liczba kontrolowanych wyłączników $n$	Liczba wyłączników niezgodnych $np$	Procent jednostek niezgodnych $p$
1	4000	8	0,200
2	4000	14	0,350
3	4000	10	0,250
4	4000	4	0,100
5	4000	13	0,325
6	4000	9	0,225
7	4000	7	0,175
8	4000	11	0,275
9	4000	15	0,375
10	4000	13	0,325
11	4000	5	0,125
12	4000	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  $p$

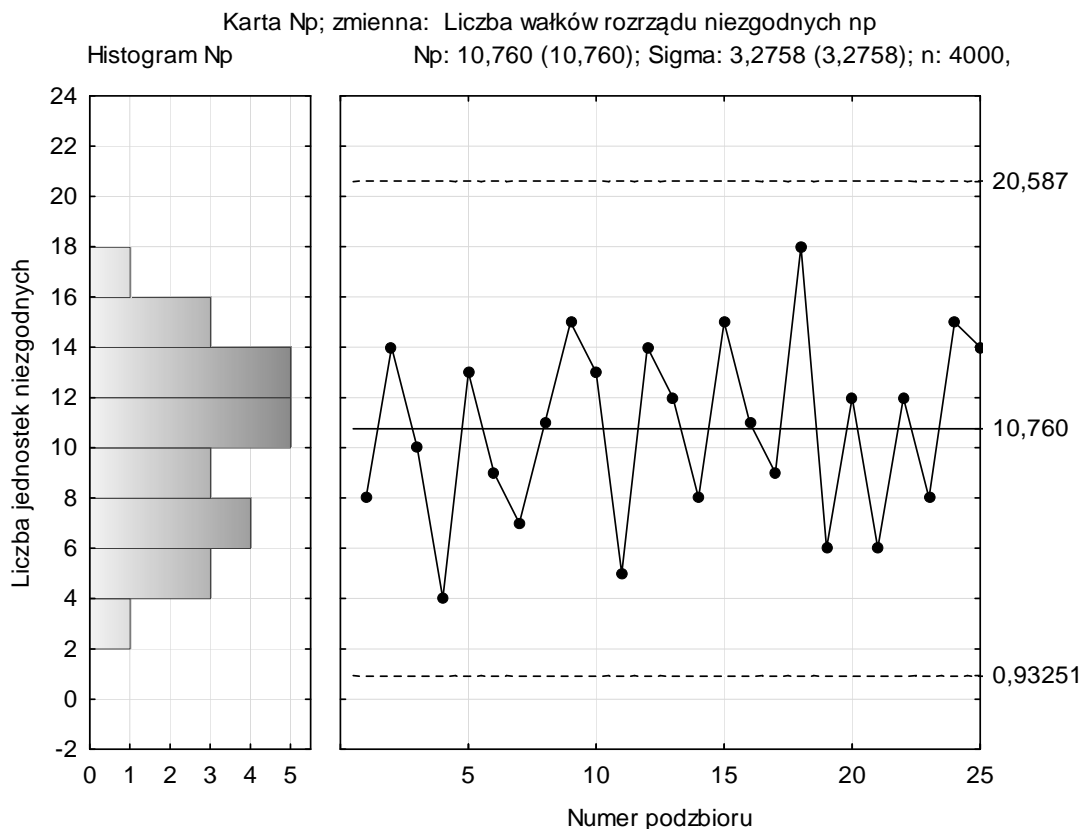
Karta wskazuje, że jakość wyłączników jest statystycznie uregulowana, pomimo zbyt dużego procentu jednostek niezgodnych.

### 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*

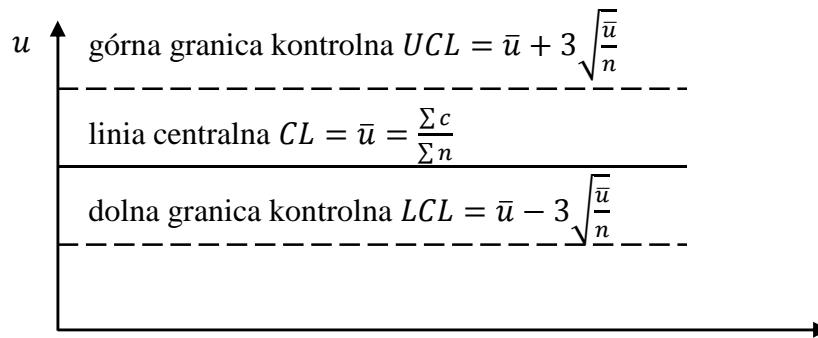
Obliczone powyżej granice kontrolne mogą być wykorzystane w odniesieniu do przyszłych podzbiorów dopóty, dopóki proces się nie zmieni lub przestanie być statystycznie uregulowany, więc jest mało prawdopodobne by jakkolwiek ulepszenie mogło być wprowadzone bez wywołania zmiany w procesie [3]. Jeśli byłoby 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  $u$ :



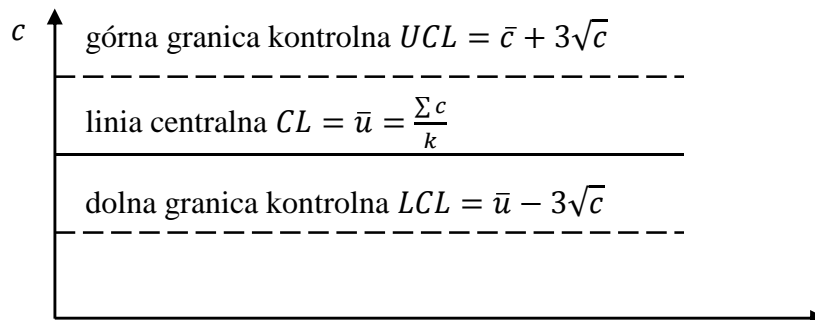
gdzie:

- $\bar{u}$  – 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 podzbiórach  $n = 15$ ) [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	

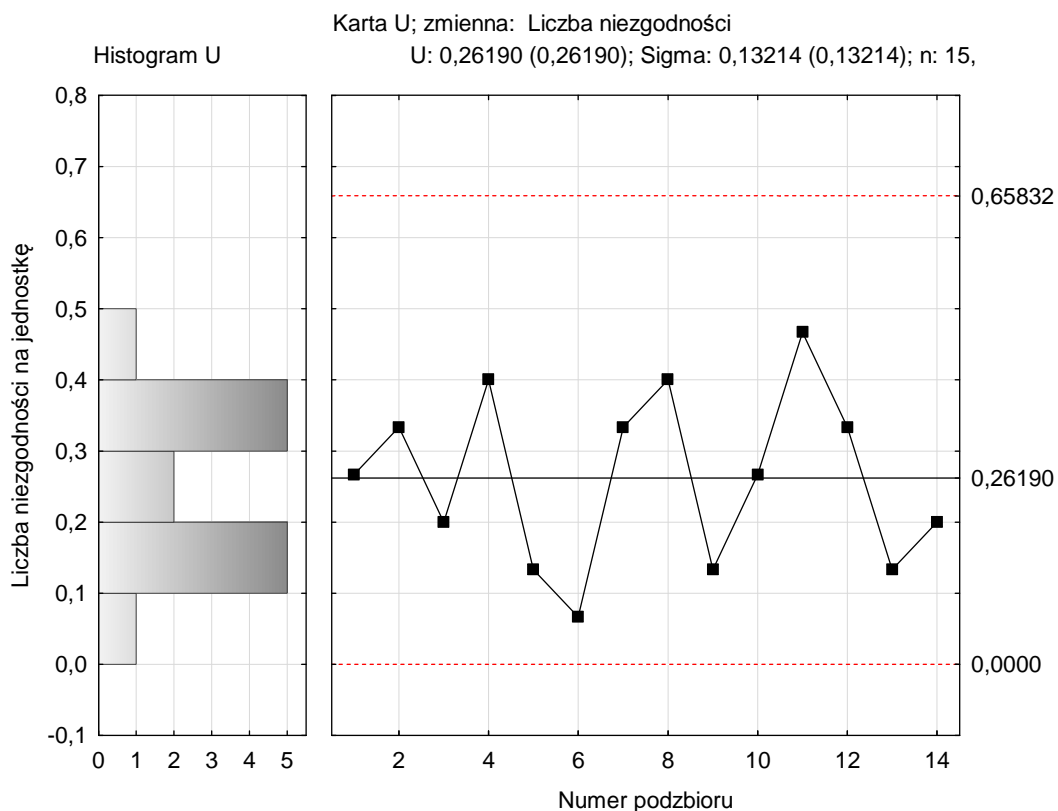
### Karta $u$

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

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

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

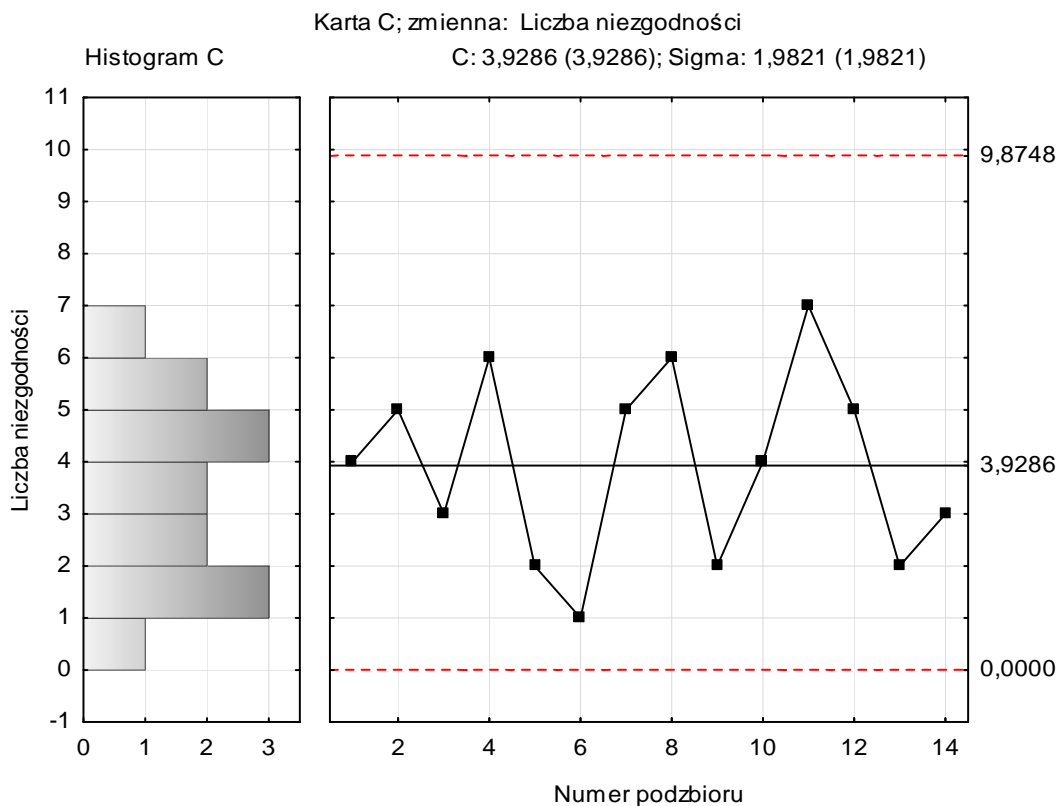
**Ponieważ wartości ujemne nie są możliwe, dolna granica nie jest podana.**



Rys. 3. Karta  $u$



Karta wykazuje, że proces jest statystycznie uregulowany. Należy zauważyć, że liczebności 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

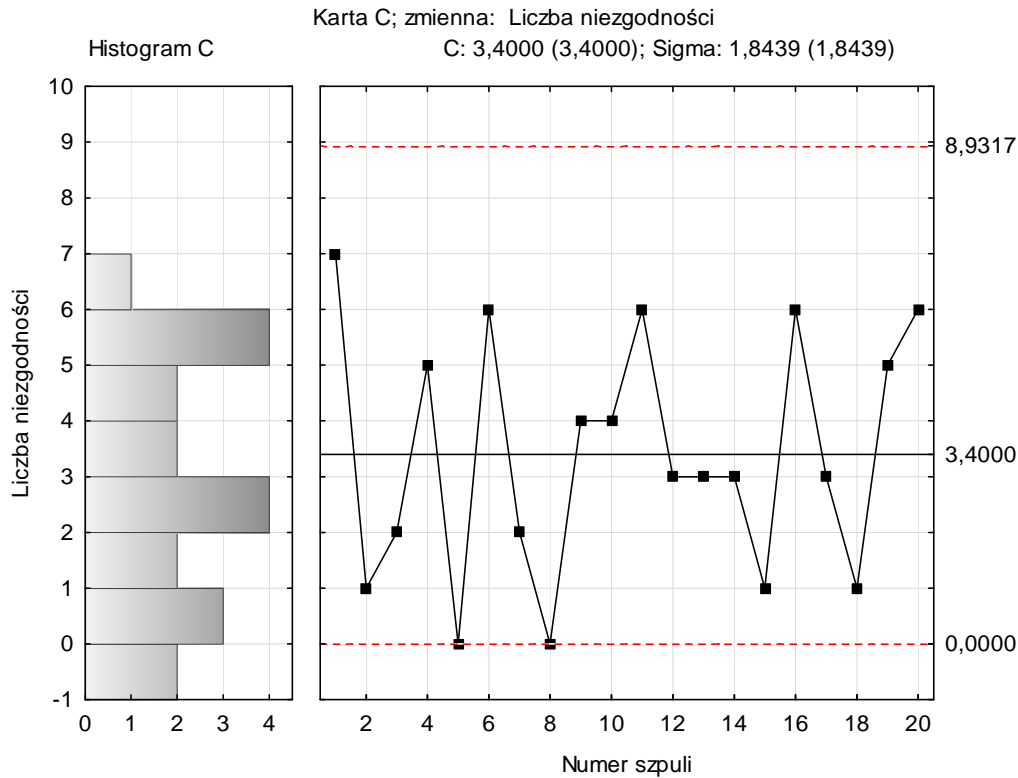
### Karta c

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

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

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

**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.