

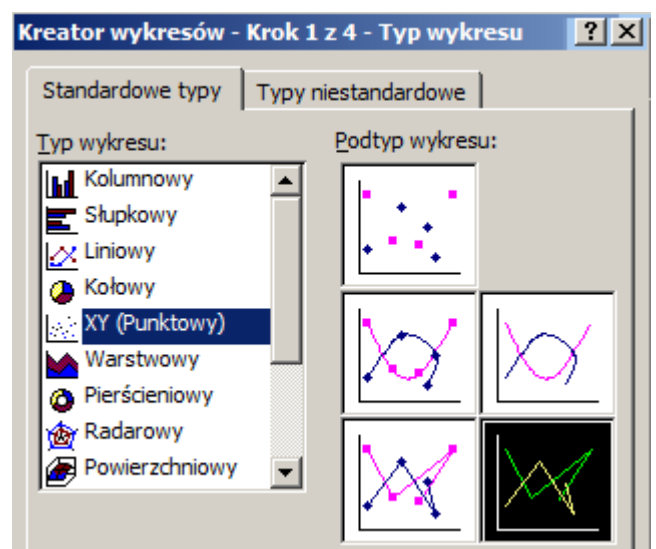
## 1. KARTY KONTROLNE DLA CECH CIĄGLYCH

### Przykład 1. (na podstawie [2])

Na arkuszu „dane” zestawione zostały wyniki pomiarów grubości powłoki ochronnej nanoszonej w trakcie produkcji lodówek. Na 20 kolejnych zmianach wykonano pomiar grubości powłoki dla 5 losowo wybranych lodówek. Wykonaj analizę procesu z wykorzystaniem kart:  $\bar{X} - S$  i  $\bar{X} - R$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	zmia	grubość					$\bar{X}_{sr}$	R	s
2	na	1	2	3	4	5			
3	1	2,7	2,3	2,6	2,4	2,7	2,54	0,4	0,18
4	2	2,6	2,4	2,6	2,3	2,8	2,54	0,5	0,19
5	3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,4	2,38	0,2	0,08
6	4	2,8	2,3	2,4	2,6	2,7	2,56	0,5	0,21
7	5	2,6	2,5	2,6	2,1	2,8	2,52	0,7	0,26
8	6	2,2	2,3	2,7	2,2	2,6	2,4	0,5	0,23
9	7	2,2	2,6	2,4	2	2,3	2,3	0,6	0,22
10	8	2,8	2,6	2,6	2,7	2,5	2,64	0,3	0,11
11	9	2,4	2,8	2,4	2,2	2,3	2,42	0,6	0,23
12	10	2,6	2,3	2	2,5	2,4	2,36	0,6	0,23
13	11	3,1	3	3,5	2,8	3	3,08	0,7	0,26
14	12	2,4	2,8	2,2	2,9	2,5	2,56	0,7	0,29
15	13	2,1	3,2	2,5	2,6	2,8	2,64	1,1	0,40
16	14	2,2	2,8	2,1	2,2	2,4	2,34	0,7	0,28
17	15	2,4	3	2,5	2,5	2	2,48	1	0,36
18	16	3,1	2,6	2,6	2,8	2,1	2,64	1	0,36
19	17	2,9	2,4	2,9	1,3	1,8	2,26	1,6	0,70
20	18	1,9	1,6	2,6	3,3	3,3	2,54	1,7	0,78
21	19	2,3	2,6	2,7	2,8	3,2	2,72	0,9	0,33
22	20	1,8	2,8	2,3	2	2,9	=ŚREDNIA(B22:F22)	=MAX(B22:F22)-MIN(B22:F22)	=ODCH.STANDARDOWE(B22:F22)
23					Średnie		2,514	0,77	0,31

Przygotowując karty w MS Excel najwygodniej jest przygotować dane w taki sposób, żeby wykreslane na karcie uśrednione wartości pomiarów ( $\bar{x}$ ,  $\bar{R}$ ,  $\bar{s}$ ) dla 20 kolejnych zmian ułożone były np. w wierszach, w kolejnych kolumnach oprócz uśrednionej wartości należy umieścić wartość linii centralnej i obydwu linii kontrolnych. Następnie należy wykreślić wykres **XY (Punktowy)** wybierając „Wykres punktowy z punktami danych połączonymi liniami bez znaczników danych”. Na koniec można jeszcze zmienić typ wykresu dla kolumny zawierającej wartości



pomiarów ( $\bar{x}$ ,  $\bar{R}$ ,  $\bar{s}$ ) na „Wykres punktowy z punktami danych połączonymi liniami”.

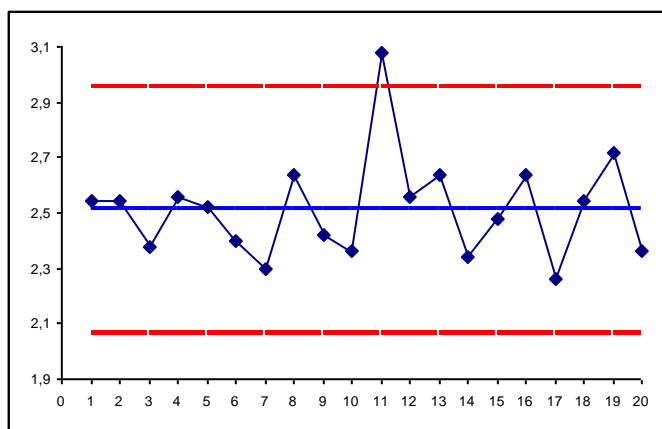
W znajdującym się poniżej arkusza najpierw wyznaczone zostało położenie linii centralnej oraz linii kontrolnych karty  $\bar{X}$  (dla karty  $\bar{X} - R$ ) – wartość współczynnika  $A_2=0,577$  została przyjęta na podstawie tablic dla próbek  $n=5$  elementowych. Następnie, zgodnie z opisaną powyżej strategią, przygotowana została tabela na podstawie której przygotowana została karta  $\bar{X}$ .

	A	B	C	D	E
1	A2	CL	UCL	LCL	
2	0,577	=dane!G23	=B2+A2*dane!H23	=B2-A2*dane!H23	
3					
4	Zmiana	Xśr	CL	UCL	LCL
5	1	2,54	2,514	2,95829	2,06971
6	2	2,54	2,514	2,95829	2,06971
...	...	...	...	...	...
24	20	2,36	2,514	2,95829	2,06971

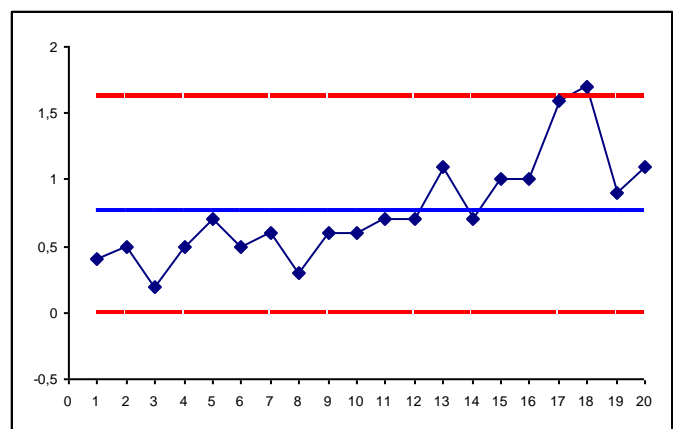
Podobnie zostały przygotowane pozostałe karty.

*Karta  $\bar{X} - R$*

*karta  $\bar{X}$*

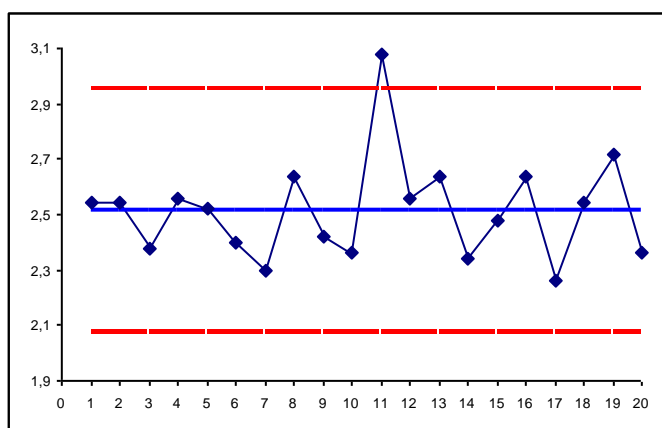


*karta R*

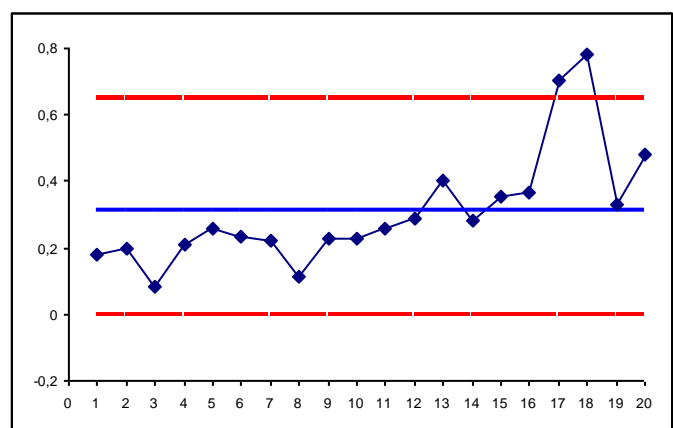


*Karta  $\bar{X} - S$*

*karta  $\bar{X}$*



*karta S*



Karty  $\bar{X} - R$  i  $\bar{X} - S$  wyglądają podobnie. W obydwu przypadkach na karcie  $\bar{X}$  poza granicami kontrolnymi znajduje się punkt wyznaczony na podstawie danych z 11-tej zmiany. Prawdopodobieństwo wystąpienia wartości poza granicą kontrolną wynosi 0,00135 (rozkład normalny, granica w odległości  $3\sigma$ ) jest to więc możliwe ale bardzo mało prawdopodobne. Ze względu na to, że kolejne punkty znajdują się w granicach kontrolnych można przypuszczać, że był to tylko odosobniony przypadek. Należy jednak zbadać czy 11-ty wynik nie był spowodowany jakąś przyczyną specjalną i jeśli tak wyeliminować ją.

Wyniki obserwacji kart  $R$  i  $S$  wskazują, że rozproszenie danych systematycznie rośnie, aż do przekroczenia granic kontrolnych – wskazuje to jednoznacznie, na rozregulowanie procesu i konieczność interwencji.