

Doskonalenie procesów produkcyjnych

Wydanie 1

Zbigniew Huber

Maj 2006

Doskonalenie procesów produkcyjnych to zadanie wymagające systematycznego, planowego i bazowanego na faktach podejścia do tematu.

W poniższym artykule opiszę główne etapy jednej z metod doskonalenia procesów produkcyjnych, krok po kroku – z praktycznego punktu widzenia...

Zapoznaj się z procesem

Znajomość procesu który mamy zamiar monitorować i doskonalić to **pierwszy i podstawy element**. Bez tej wiedzy kolejne etapy będą tylko suchą teorią, która może tylko doprowadzić do frustracji i uznania technik jakościowych (a szczególnie statystycznych) za niepotrzebne komplikujące pracę narzędzie.









Dlatego zalecam aby najpierw zapoznać się z procesem oraz go narysować...

Jak to zrobić? Główne punkty przedstawiam poniżej.








Określamy symbole mapy procesów

Zanim rozpoczniemy rysowanie mapy, musimy ustalić uprzednio jakimi symbolami będziemy oznaczać dany rodzaj operacji. w tabeli zawarłem dwa rodzaje przykładów takich symboli.

Opcja pierwsza:

Symbol	Znaczenie
	Pobranie z magazynu, odbiór dostawy
	Magazynowanie, składowanie
	Operacja (Np. automatyczna linia montażowa)
	Kontrola (pomiar, odczyt wskazań mierników itp.)
	Operacja + kontrola
	Decyzja (test, inspekcja)
	Oczekiwanie, opóźnienie
	Transport

Drugi rodzaj jest bardziej popularny przy opisywaniu procesów w systemach zarządzania itp.

Symbol	Znaczenie
	Dana (informacja)
	Proces (działanie)
	Decyzja (test, inspekcja)
	Operacja ręczna
	Dokument
	Konektor (łącznik)
	Terminator (początek lub koniec mapy)

Który rodzaj zostanie wybrany nie ma tutaj znaczenia, ważne jest aby po prostu opisać poszczególne procesy i powiązania pomiędzy nimi.

Wykonujemy mapę procesów

Kolejno rysujemy poszczególne operacje. Podczas wykonywania mapy procesów proszę zwrócić uwagę na procesy, które czasem są pomijane – a często pomija się:

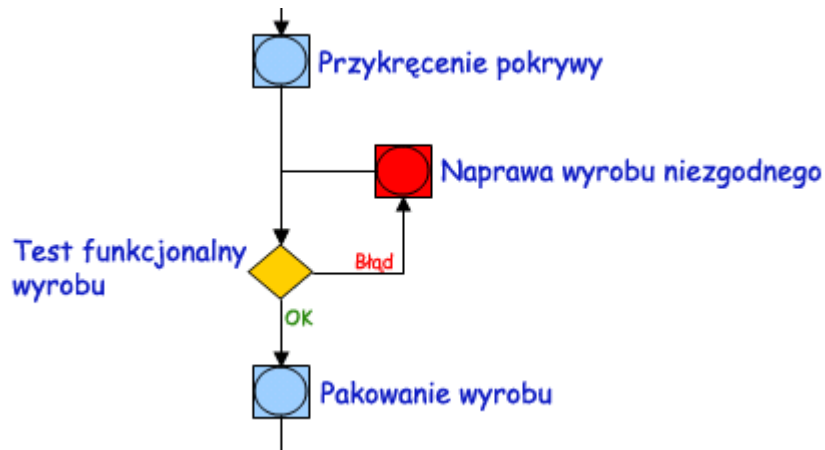
- Transport międzyoperacyjny
- Składowanie pomiędzy operacjami
- Postępowanie z wyrobem niezgodnym (naprawa po teście / kontroli)
- Procesy, które nie wymagają działania maszyn lub ludzi ale muszą być nadzorowane. Na przykład utwardzenie się kleju, schnięcie lakieru itp.



Czasami można się spotkać z sytuacją, że dokładnie narysowana mapa procesów ukazuje operacje zbędne, miejsca przestoju, niepotrzebnego składowania a czasem podczas rysowania mapy możemy od razu zidentyfikować przyczyny problemów jakościowych

Proszę też zwrócić uwagę co się dzieje w procesach decyzyjnych, jeżeli decyzja jest „na nie” (Np. testy lub inspekcja wyrobu stwierdza wady). Proszę się upewnić jaka

wtedy jest ścieżka materiału niezgodnego. Czy jest on poddawany naprawie? A jeżeli tak to czy jest ponownie sprawdzany po naprawie?

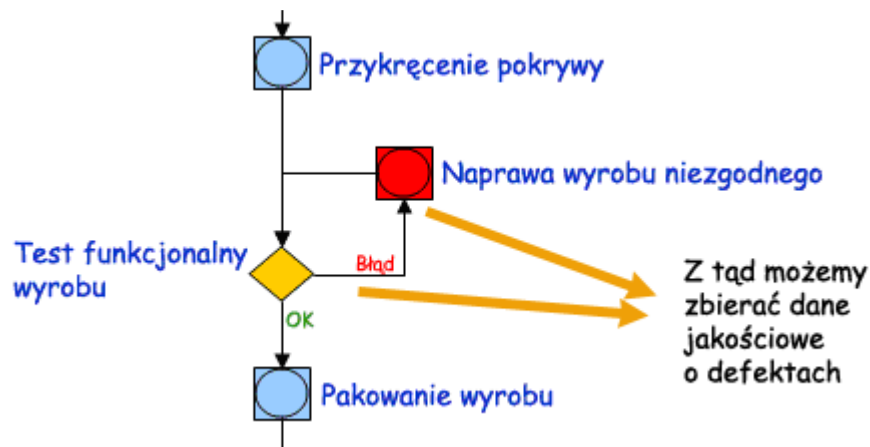


Po narysowaniu mapy procesu proszę jeszcze raz porównać ją z rzeczywistym procesem (po prostu przejść z kartką po kolei przez każdy proces) i potwierdzić, że poszczególne operacje są właściwie i we właściwej kolejności opisane.



Przygotowanie planu zbierania danych

Po narysowaniu mapy procesów, określ w których miejscach w procesie są zbierane lub mogą być zbierane dane do oceny tych procesów. Najczęściej zbiera się dane z miejsc gdzie dokonuje się testu / inspekcji w procesie. W tych to procesach można rejestrować niezgodności, które później można poddać analizie (którą opiszę w kolejnym punkcie).



Jeżeli zbieranych jest dużo danych i mamy do czynienia z wieloma rodzajami niezgodności, polecam aby wprowadzić kody błędów, które mogą znakomicie ułatwić nam późniejszą analizę.

Przykładowe kody błędów:

Kod	Opis
MR	Defekt mechaniczny - porysowania
MP	Defekt mechaniczny – pęknięcia
MK	Defekt mechaniczny – odbarwienie (zmiana koloru)
MW	Defekt mechaniczny - niezgodność wymiarów
EI	Defekt elektryczny – uszkodzenie izolacji
EZ	Defekt elektryczny - zwarcie

Oczywiście kody błędów trzeba dopasować do własnego profilu działalności. Powyższa tabela ma na celu pokazanie przykładu jak to robić.

Zbieranie danych

Mając ustalone kody błędów oraz miejsca w procesie gdzie wykrywa się niezgodności możemy rozpocząć zbieranie danych.

Najprościej jest notować niezgodności i przyporządkowywać do nich kod błędu i ewentualnie bardziej szczegółowy opis wady. Dane możemy gromadzić na kratach, do arkusza kalkulacyjnego w komputerze lub do wprost do baz danych.

Minimum jakie należy gromadzić to:

1. Data (czas) kiedy defekt powstał
2. Nazwę lub kod produktu którego wada dotyczy
3. Kod wady
4. Opis szczegółowy (gdzie pracownik może wpisać dodatkowe informacje o wadzie)

Przykładowa tabela z danymi może wyglądać następująco:

Data	Kod produktu	Kod	Opis szczegółowy	Wpisał
09.05.2006	100-12-000	MR	Porysowana czołówka	Jan Kowalski
10.05.2006	100-12-000	MP	Pęknięta obudowa	Jan Nowak
10.05.2006	100-12-000	EI	Uszkodzenie izolacji w C1	Jan Nowak
11.05.2006	100-12-000	MR	Porysowana czołówka	Jan Kowalski
11.05.2006	100-12-000	MR	Porysowana czołówka	Jan Kowalski
12.05.2006	100-12-000	MR	Porysowana czołówka	Jan Nowak
12.05.2006	100-12-000	MP	Pęknięta górna pokrywa	Jan Kowalski

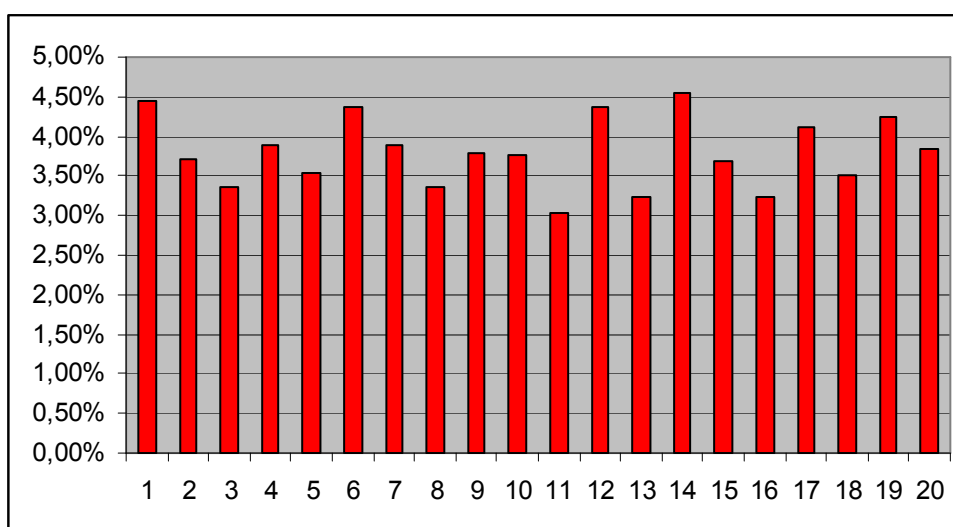
Analiza

Mając już zebrane dane na temat defektów naszego procesu możemy przystąpić do ich analizy. Załóżmy że zebraliśmy dane z 20 dni produkcji pewnego wyrobu i następnie zestawiliśmy je zgodnie z poniższą tabelą:



Dzień produkcji	Ilość błędów (wg kodów)						Suma Błędów	Ilość prod. Wyrobów [szt]	% wad
	MR	MP	MK	MW	EI	EZ			
1	20	12	3	4	6	6	51	1150	4,43%
2	12	8	4	3	5	5	37	1000	3,70%
3	10	3	7	4	3	5	32	950	3,37%
4	14	8	4	5	5	3	39	1000	3,90%
5	20	7	3	2	3	4	39	1100	3,55%
6	15	10	4	6	6	3	44	1010	4,36%
7	15	4	3	5	6	6	39	1000	3,90%
8	10	10	6	7	4	5	42	1250	3,36%
9	11	5	8	4	4	2	34	900	3,78%
10	12	8	6	3	4	5	38	1010	3,76%
11	15	6	7	4	3	3	38	1250	3,04%
12	17	12	5	6	5	3	48	1100	4,36%
13	10	7	4	5	4	4	34	1050	3,24%
14	14	9	4	5	6	3	41	900	4,56%
15	8	8	5	6	3	5	35	950	3,68%
16	8	4	7	4	5	4	32	990	3,23%
17	11	8	5	5	6	4	39	950	4,11%
18	9	7	7	3	3	4	33	940	3,51%
19	17	14	5	7	5	3	51	1200	4,25%
20	12	14	5	7	5	3	46	1200	3,83%

Na podstawie tych danych możemy obliczyć % wad w naszym procesie, które przedstawia ostatnia kolumna. Aby lepiej zobrazować % wad w czasie (w kolejnych dniach) możemy przedstawić je w formie graficznej:



Obserwując powyższy wykres widzimy jaki był poziom braków w [%] podczas produkcji naszego wyrobu. W pierwszym dniu było to 4.43%, potem spadło w 3-cim dniu do 3.37% by znów wzrosnąć do 4.36% w 6-tym dniu. I tak dalej...

Zastanówmy się co z tego wynika:

- Czy 4,43% wskazuje, że mamy problem w produkcji i pracownicy powinni bardziej się starać aby nie popełniać więcej błędów?
- A może powinniśmy założyć że np. 4% to będzie nasza granica błędów. Jeśli ją przekroczyliśmy to coś trzeba zrobić?
- A może warto się zastanowić co było przyczyną spadku defektów w dniu 3 do 3,37%? Może 3,37% to jest poziom do którego powinniśmy dążyć?

Na podstawie przedstawionego powyżej wykresu możemy postawić sobie wiele pytań, opracowywać różne plany działań, analizować dlaczego poziom błędów w pierwszym dniu był wysoki a potem w 3 dniu spadł...ale:



Bez zastosowania SPC powyższe pytania i pomysły możemy uznać za „gdybanie”...

Zanim przejdziemy do szczegółowej analizy i określenia działań proszę sobie uświadomić, że wykres na który patrzymy zawiera informacje zwrotną z procesu który pragniemy doskonalić.

Proszę sobie wyobrazić, że każdy słupek (% błędu) kryje w sobie w jakiś sposób zsumowaną informację poniższych czynnikach:

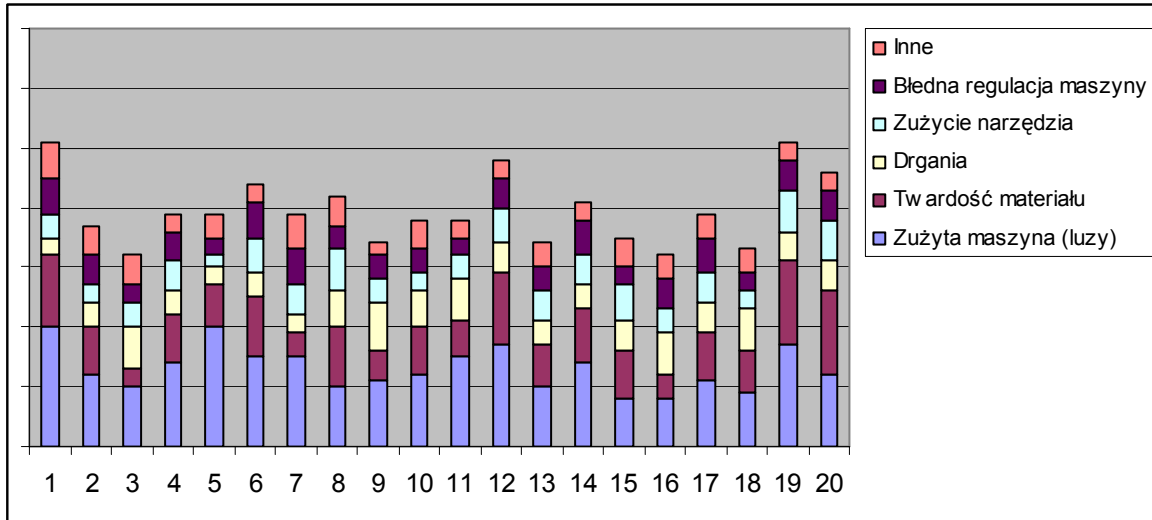
- Dokładności maszyn użytych do produkcji i kontroli
- Stanu technicznego maszyn i zastosowanych narzędzi
- Kwalifikacji personelu
- Jakości dostarczonego materiału
- Poprawności dokumentacji produkcyjnej
- Warunków pracy (drgania, wilgoć, zapylenie,)
- Itp.

Proszę sobie wyobrazić, że powyższe czynniki także się wahają gdyż:

- Możemy mieć w procesie produkcji kilka partii materiału (od różnych dostawców) i materiał ten może mieć nieco inną charakterystykę (ale w normie)
- Mamy kilku doświadczonych operatorów i kilku „nowych”, którzy dopiero poznają zasady pracy
- Maszyny są przeglądane i czyszczone raz na tydzień i po każdym wyczyszczeniu maszyna nieco inaczej się zachowuje – często wymaga ponownej regulacji
- Stosowane narzędzia do pomiaru są zużyte lub niedobre do mierzonej wielkości
- Itp.

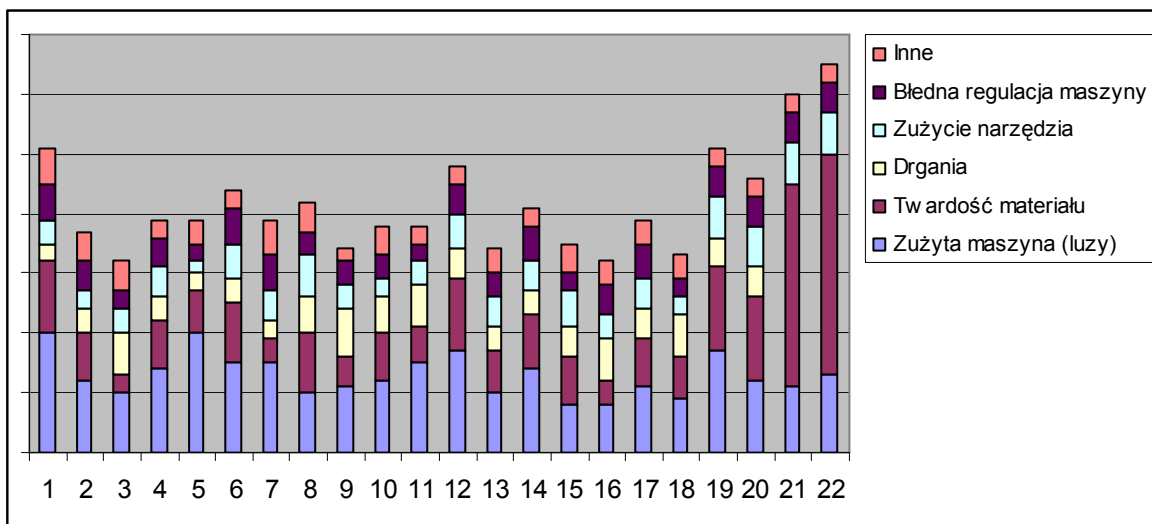
Proszę sobie wyobrazić, że wypadkowa suma tych wahań poszczególnych elementów naszego procesu jest przyczyną powstawania braków. Jest to jakby „szum” naszego procesu, który w statystyce określa się jako „przyczyny normalne” wahania się procesu.

Przyczyny normalne są „wbudowane w nasz proces”:



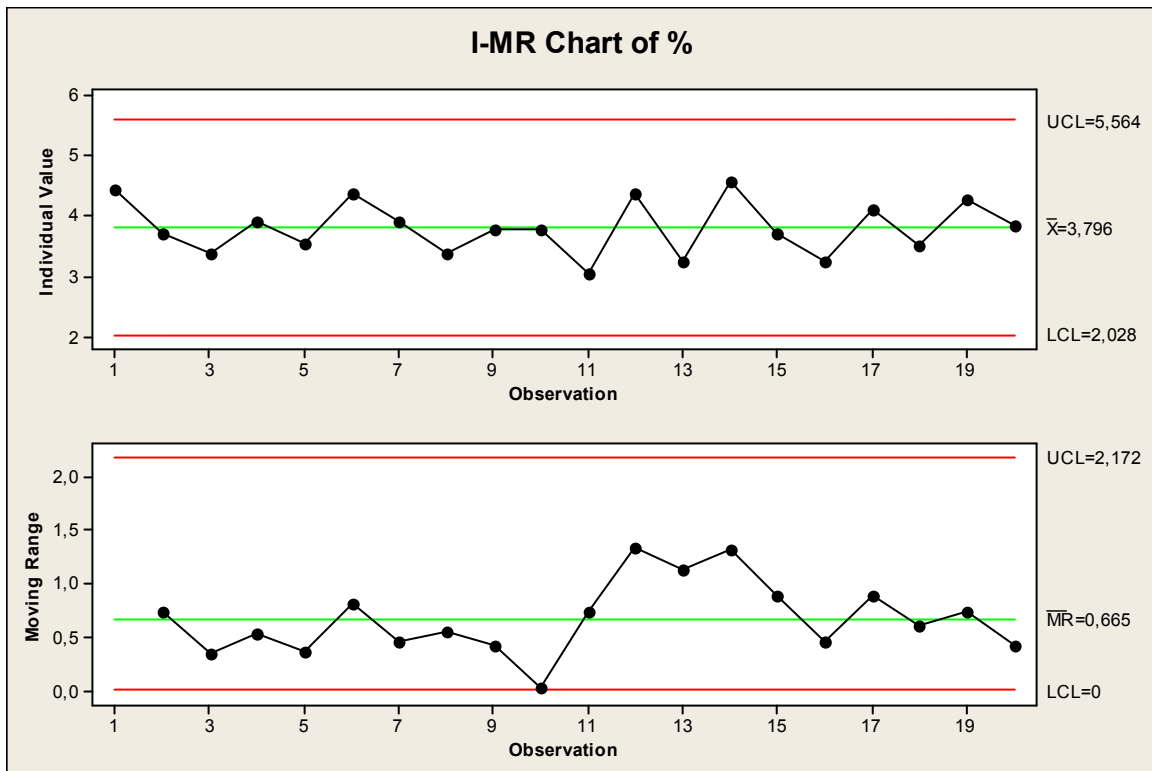
Proszę sobie teraz wyobrazić, że otrzymujemy wadliwą partię towaru (np. o twardości większej niż dopuszczalna) – to powoduje wzrost odpadów w naszym procesie i zaburza „szum” przyczyn normalnych. To zaburzenie możemy określić jako „przyczynę specjalną” – i to jest problem który należy poprawić aby powrócić do stanu normalnego (czyli jakby normalnego poziomu „szumu”).

Poniższy wykres pokazuje wzrost poziomu błędów w dniu 21 i 22.

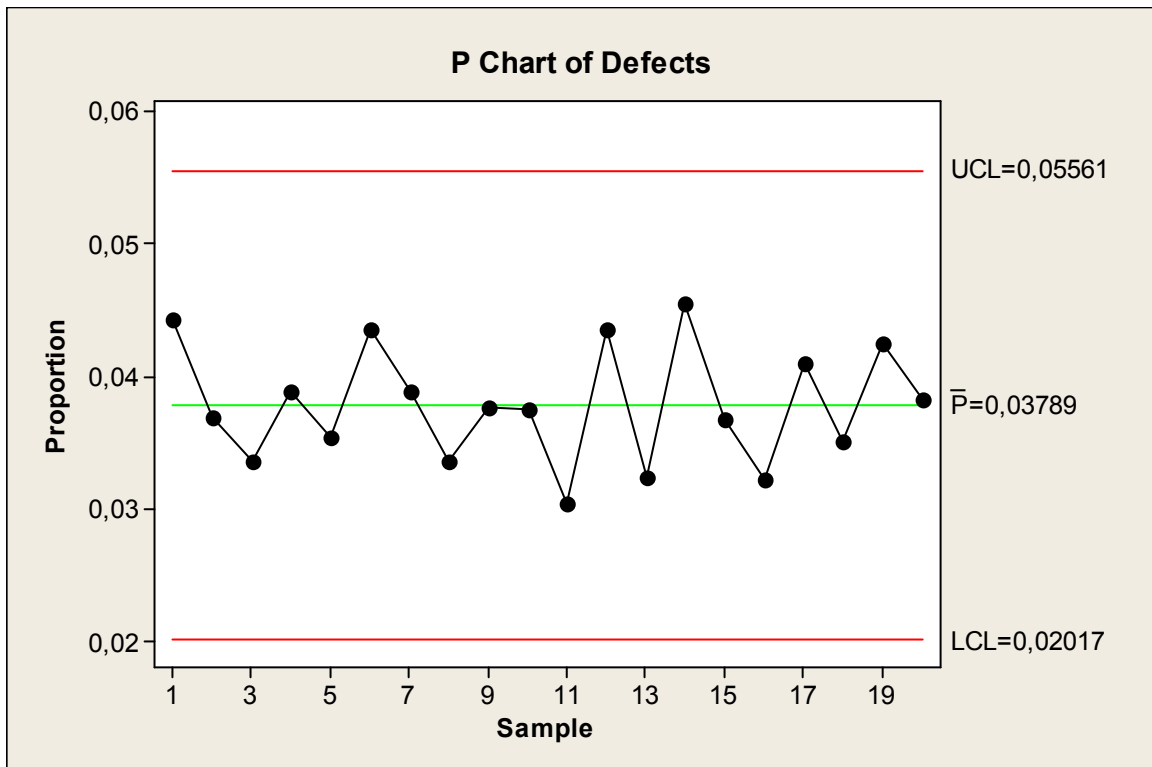


Teraz aby odróżnić które „słupki” wskazują na istnienie przyczyny specjalnej (problemu), a które są tylko „szumem” naszego procesu (przyczyną normalną) powinniśmy zastosować jedną z kart kontrolnych.

Do naszego przykładu (pomiaru poziomu braków w [%]) możemy zastosować kartę I-MR (*ang. Individual observations - Moving Range*)



Zamiast karty „I-MR” możemy zastosować kartę typu „P”. Wtedy wyniki są następujące:

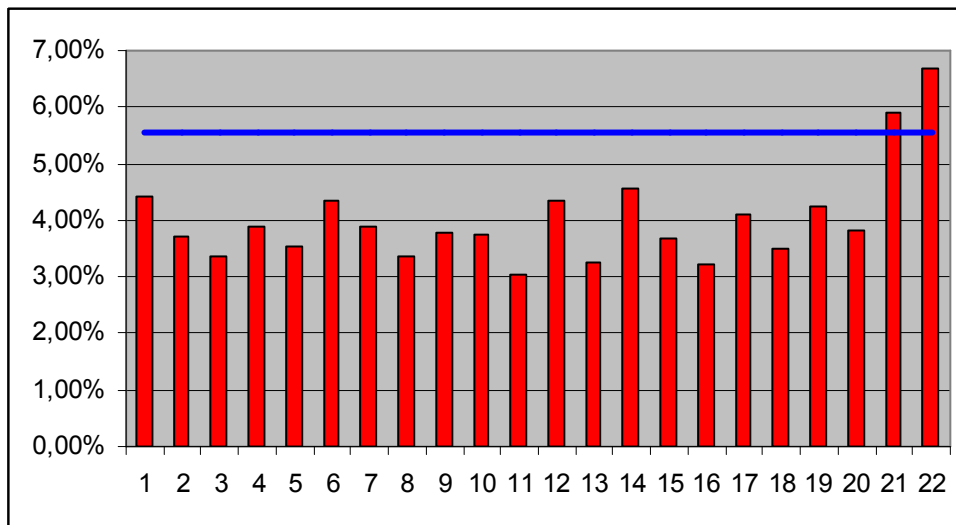


Jak widzimy nasz proces jest „stabilny” – czyli „stabilnie” mamy 3,79% defektów. 😊

Ta informacja może być przydatna nie tylko dla osób związanych z jakością, ale także dla osób związanych z zakupami, planowaniem produkcji itd. Stosując statystykę możemy przewidzieć poziom odpadów i uwzględnić go podczas zakupu materiałów i planowaniu produkcji.

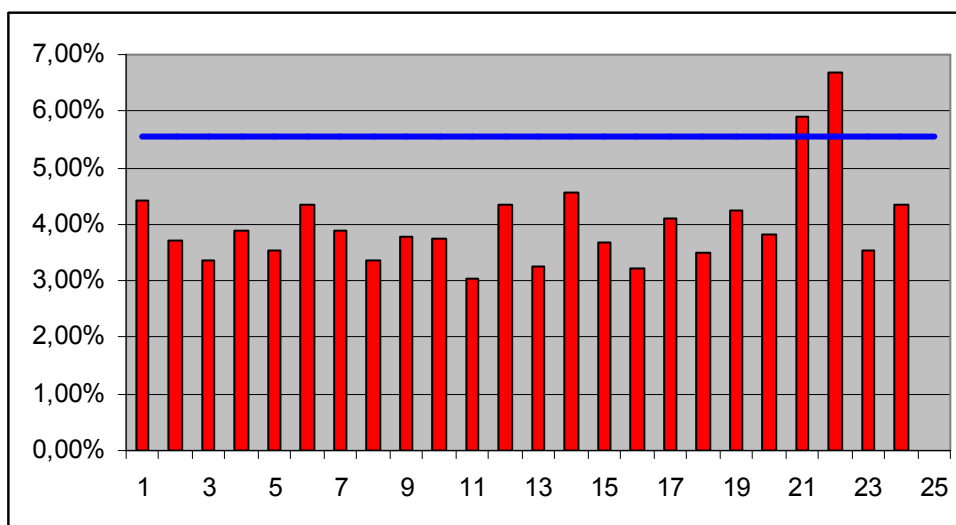
Działania korygujące – kiedy?

Górny limit kontrolny UCL = 5,56 (dla 3 odchyłeń standardowych) pokazuje nam granicę, której przekroczenie wskazuje że mamy do czynienia z przyczyną specjalną. Poniższy wykres przedstawia taką sytuację (dzień 21 i 22):



Wtedy należy podjąć działania mające na celu zbadanie jakie są **przyczyny** tej odchyłki i wprowadzenie niezbędnych **działań korygujących**. Te działania należy podjąć jak najszybciej.

To jest pierwszy rodzaj podejmowanych działań – korygowania powstałych problemów (regulacji maszyny, wymiany wadliwej dostawy materiał itp.). Jeżeli w kolejnym dniu poziom braków powróci do normy – to mamy przy okazji ocenę efektywności działania korygującego...



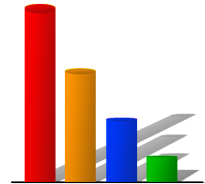
Doskonalenie procesu

Proces stabilny możemy oczywiście doskonalić – czyli w naszym przypadku obniżyć poziom braków.

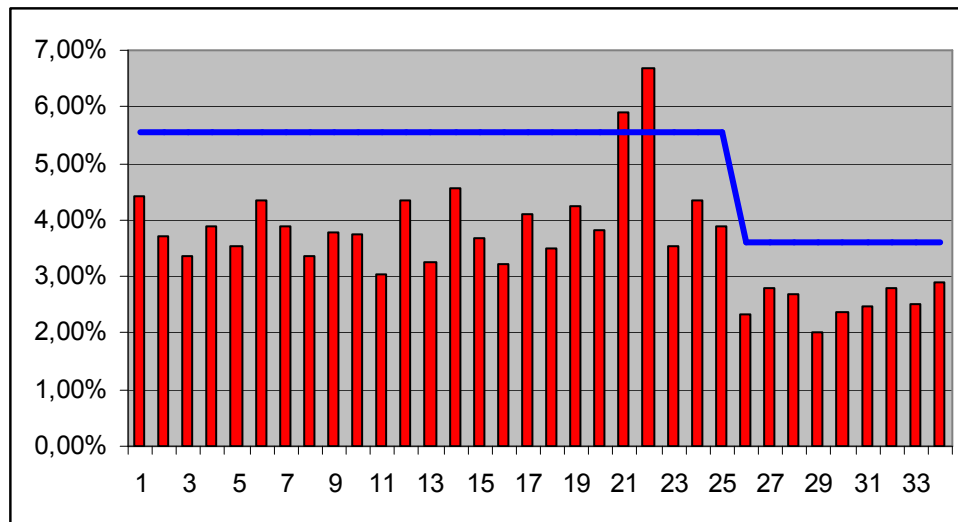
Doskonalenie takiego procesu produkcyjnego polega na wprowadzeniu pewnych zmian systemowych. Zmian, które może w zasadzie dokonać tylko osoba na stanowisku kierowniczym. Przykładowe zmiany „systemowe” :

- Wymiana zużytej maszyny na nową
- Zmiana metody czyszczenia i ponownego ustawienia maszyn
- Zmiana procedur szkoleniowych, zapewniających właściwy poziom szkoleń nowoprzyjętych pracowników
- Zapewnienie u dostawcy bardziej stabilnego jakościowo surowca
- Przeprojektowanie wyrobu (dla ułatwienia jego produkcji)
- Itp.

Posiadając dane nt. defektów podzielone na odpowiednie kategorie (za pomocą kodów błędów) możemy zastosować analizę pareto, aby określić jaki problem jest największy – i ten właśnie problem rozwiązać.



Działania doskonalące wpływają na „przyczyny normalne” a więc zmniejszają „szum” naszego procesu. Po wprowadzeniu takich działań doskonalących możemy zaobserwować spadek poziomu braków a następnie możemy przeliczyć limit kontrolny (niebieska linia)



Takie postępowanie zapewnia systemowe i efektywne podejście do doskonalenia procesów produkcyjnych.

Podsumowanie

Zaprezentowany w tym artykule przykład monitorowania i doskonalenia procesu wymaga systematycznego podejścia, od opracowania mapy przepływu i zbierania danych poprzez zastosowanie SPC, aż do określenia i wprowadzenia działań korygujących i zapobiegawczych.

Oczywiście procesy produkcyjne można także doskonalić stosując wiele innych metod i narzędzi. Dlatego polecam zaznajomienie się z takimi narzędziami jak:

- Analiza FMEA
- POKA-YOKE
- DoE
- SPC

Drogi czytelniku, mam nadzieję że przedstawiony artykuł wzbudził zainteresowanie i poszerzył wiedzę oraz że będzie przydatny w Twojej pracy.

Jeżeli jesteś zainteresowany praktyczni aspektami zarządzania jakością – zapraszam do zapoznania się z innymi artykułami i publikacjami dostępnymi na stronie <http://www.huber.pl>

Zbigniew Huber