

18

KONCEPCJA ZASTOSOWANIA ARKUSZA KALKULACYJNEGO DO WSPOMAGANIA PROWADZENIA KART KONTROLNYCH SHEWARTA

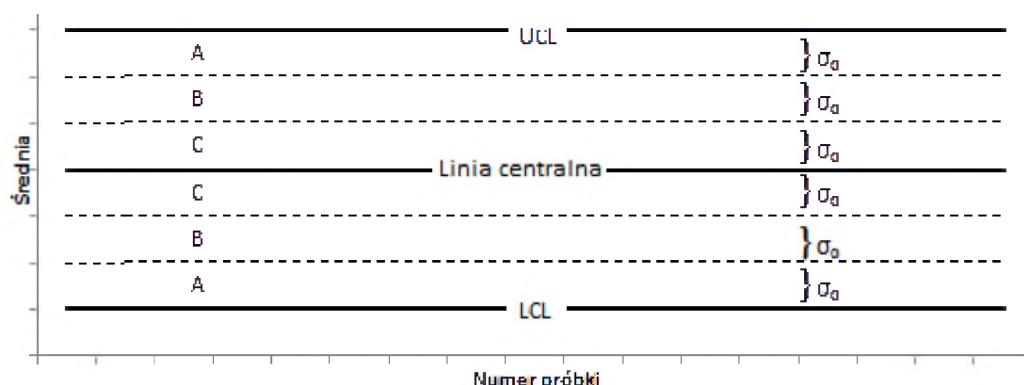
18.1 WPROWADZENIE

Koncepcją powszechnie stosowaną dla zapewnienia prawidłowego, wolnego od zakłóceń, zdolnego do osiągania założonych parametrów przebiegu procesu jest szeroko opisywane w literaturze [5, 10, 11, 24] statystyczne sterowanie procesem. Głównym narzędziem wykorzystywanym w ramach tego podejścia są karty kontrolne Shewarta. Ogólna idea kart kontrolnych polega na analizie danych otrzymywanych przez pobieranie próbek z procesu w miarę regularnych odstępach czasowych lub ilościowych [12]. Dla każdej z próbek, w zależności od stosowanego rodzaju karty, mogą zostać określone takie parametry jak:

- średnia,
- rozstęp,
- odchylenie standardowe,
- mediana,
- frakcja jednostek niezgodnych,
- liczba jednostek niezgodnych,
- liczba niezgodności
- liczba niezgodności na jednostkę.

Dla każdego z parametrów mogą ale nie muszą być określone wielkości zadane, które w trakcie realizacji procesu powinny być osiągnęte. Jeżeli wielkości zadane nie są znane wcześniej są one ustalane na podstawie wartości z wcześniejszych próbek. Wykres odpowiedniego parametru, jako funkcji numeru próbki stanowi kartę kontrolną. Na karcie kontrolnej oprócz wartości wybranego parametru umieszczana jest również linia centralna oraz granice kontrolne. Określone położenie punktów względem tych linii może świadczyć o pojawieniu się przyczyn wyznaczalnych, wymagających identyfikacji i wyjaśnienia. W bieżącym artykule skupiono się na karcie kontrolnej typu X-R z zadanymi wartościami \bar{X}_0 i σ_0 . Dla karty tej zgodnie z normą PN-ISO 8258+AC1 można stwierdzić kilka przypadków wymagających uwagi. Przypadki te to przekroczenie linii kontrolnych przez wartość rozstępu lub wystąpienie jednej z ośmiu konfiguracji punktów dla wartości średniej. Dla potrzeb stwierdzenia wystąpienia charakterystycznych konfiguracji zarówno obszar pomiędzy linią

centralną a górną granicą kontrolną jak i obszar pomiędzy linią centralną a dolną granicą kontrolną jest podzielony na trzy równe strefy. W związku z tym, że odległość pomiędzy linią centralną a linią kontrolną w przypadku karty dla wartości średniej wynosi $3\sigma_0$, szerokość każdego z obszarów wynosi σ_0 . Poszczególne obszary w miarę oddalania się od linii centralnej w kierunku linii kontrolnych są oznaczane etykietami C, B, A. Podział karty kontrolnej przedstawiono na rys. 18.1.



Rys. 18.1 Strefy karty kontrolnej dla wartości średniej

Dla tak podzielonego obszaru karty kontrolnej proponowane są następujące konfiguracje punktów [12]:

- Test 1 – jeden punkt poza strefą A,
- Test 2 – dziewięć kolejnych punktów w strefie C lub poza nią po tej samej stronie linii centralnej,
- Test 3 – sześć kolejnych punktów stale rosnących lub malejących,
- Test 4 – czternaście punktów po kolei przemiennie rosnących i malejących,
- Test 5 – dwa z trzech kolejnych punktów w strefie A lub poza nią,
- Test 6 – cztery z pięciu kolejnych punktów w strefie B lub poza nią,
- Test 7 – piętnaście kolejnych punktów w strefie C powyżej lub poniżej linii centralnej,
- Test 8 – osiem kolejnych punktów po obu stronach linii centralnej lecz żaden w strefie C.

Prowadzenie kart kontrolnych do celów statystycznego sterowania procesami może być realizowane w sposób ręczny lub z wykorzystaniem odpowiednich dedykowanych, wyspecjalizowanych narzędzi informatycznych [6, 9, 21]. Gotowe oprogramowanie wiąże się jednak z konieczności ponoszenia czasami dość wysokich kosztów, co w pewnym stopniu ogranicza powszechność jego stosowania.

Ogólnie dostępnymi narzędziami w zdecydowanej większości przedsiębiorstw są arkusze kalkulacyjne. Mogą one być wykorzystywane do wspomagania procesów informacyjnych w wielu różnych obszarach przedsiębiorstwa. W literaturze opisywane są rozwiązania pozwalające na ich zastosowanie w zakresie:

- controllingu oraz zarządzaniu finansami [7, 23],
- zarządzaniu kadrami [3, 4],
- zarządzaniu jakością [2, 8, 17, 19, 20].

Przedstawiane są także koncepcję wykorzystania narzędzi informatycznych do tworzenia baz danych [22] oraz koncepcje wykorzystania opartych na relacyjnym modelu narzędzi wspomagających wybrane procesy organizacji [14, 15, 16, 18].

Koncepcja narzędzia informatycznego stworzonego w arkuszu kalkulacyjnym MS EXCEL wspomagającego procesu sterowania statystycznego procesem z wykorzystaniem kart kontrolnych Shewarta typu X-R została przedstawiona w dalszej części artykułu. Opisane narzędzie stanowi rozwinięcie koncepcji prezentowanej wcześniej w literaturze [19]. Dla tworzonego narzędzia założono następującą funkcjonalność:

- przechowywanie danych pomiarowych dla kilku różnych właściwości – cech procesu,
- automatyczna identyfikacja sytuacji wymagających wyjaśnienia – identyfikacja punktów – próbek (każdy punkt karty kontrolnej jest jednoznacznie powiązany z jedną próbą i w związku z tym w artykule pojęcia punktu i próbki stosowane są zamiennie), tworzących jedną z ośmiu, przedstawionych w normie, konfiguracji dla wartości średniej oraz identyfikacja przekroczenia dopuszczalnych granic przez wartość rozstępu,
- określenie wartości niezbędnych do stworzenia wykresów dla wartości średniej oraz rozstępu,
- prezentacja wyników dla wybranej właściwości oraz dla wybranego zakresu próbek – w postaci tabelarycznej z zaznaczeniem próbek wymagających uwagi oraz w postaci wykresów wartości średniej i wartości rozstępu.

W zakresie automatycznego wskazywania konfiguracji punktów przyjęto zasadę, że dany punkt może występować tylko w jednym zestawieniu punktów tworzących konfigurację charakterystyczną dla danego testu. Przykładowo, jeżeli dziesięć kolejnych punktów znajduje się poniżej linii centralnej, tylko punkty 1-9 tworzą konfigurację oznaczoną na przykład, jako „Konf1” charakterystyczną dla testu 2. Punkty 2-10 nie tworzą kolejnej konfiguracji, ponieważ punkty 2-9 należą już do konfiguracji „Konf1”. Dodatkowo przyjęto, że narzędzie jest tworzone dla sytuacji, w których zadana wartość średnia X_0 oraz odchylenie standardowe σ_0 dla analizowanej wielkości są znane a liczba pomiarów w każdej próbie jest taka sama.

18.2 STRUKTURA ENCJI

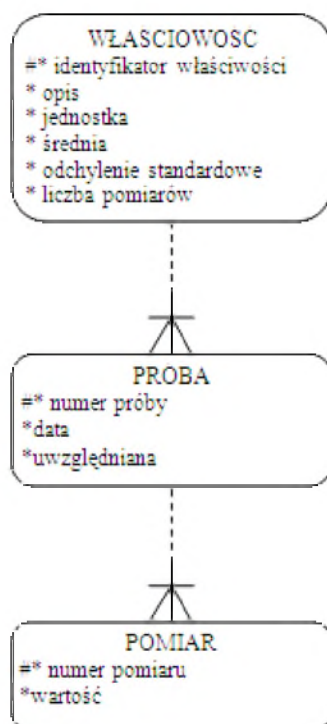
Dla zaproponowanej funkcjonalności narzędzia informatycznego zaproponowano uwzględnienie w nim takich encji jak: „Właściwość”, „Próba”, „Pomiar”. Ogólną charakterystykę wymienionych encji przedstawiono w tabeli 18.1.

Tabela 18.1 Ogólna charakterystyka zidentyfikowanych encji

Lp.	Nazwa encji	Opis
1	„Właściwość”	Wielkość, cecha która jest mierzona w celu prowadzenia statystycznego sterowania procesem.
2	„Próbka”	Zbiór pomiarów wykonanych w określonym momencie czasu lub dotyczących określonej partii. Zgodnie z normą [12] pojęcie próba jest równoważne z pojęciem podzbiór. Dla każdej próbki, użytkownik może określić, czy składające się na nią pomiary będą uwzględniane w analizie oraz prezentacji wyników.
3	„Pomiar”	Jednorazowe zmierzenie określonej właściwości. Zbiór pomiarów tworzy próbkę.

Tabela 18.2 Zestawienie, ogólna charakterystyka oraz nazwy skrócone atrybutów zidentyfikowanych w ramach zaproponowanych encji

Nazwa encji	Nazwa atrybutu	Skrócona nazwa atrybutu	Charakterystyka
„Właściwość”	„identyfikator właściwości”	Id_wl	Unikalna wartość tekstowa pozwalająca jednoznacznie zidentyfikować daną właściwość.
	„opis”	Opis	Tekst opisujący daną właściwość
	„jednostka”	Jedn	Jednostka miary stosowana przy pomiarach danej właściwości
	„średnia”	Z_sr	Pożądana wartość średnia X_0 dla danej właściwości
	„odchylenie standardowe”	Z_od	Pożądana wartość odchylenia standardowego σ_0 dla danej właściwości
	„liczba pomiarów”	Z_n	Liczba pomiarów „n” składających się na każdą próbkę powiązaną z daną właściwością. W przypadku, gdy zgromadzona zostanie większa liczba pomiarów w ramach pojedynczej próbki, do analizy oraz prezentacji wyników zostanie użytych jedynie „n” pierwszych pomiarów.
„Próbka”	„numer próbki”	Nr_pr	Kolejny numer próbki wprowadzonej dla określonej właściwości
	„data”	Data	Data wykonania pomiarów
	„uwzględniana”	Uwzgl	Atrybut określający, czy pomiary z danej próbki mają być uwzględniane podczas analizy oraz prezentacji wyników. W przypadku, gdy atrybut przyjmuje wartość 1, próbka jest uwzględniana. W przypadku, gdy atrybut wskazuje wartość 0 próbka jest pomijana.
„Pomiar”	„numer pomiaru”	Nr_po	Kolejny numer pomiaru należącego do określonej próbki
	„wartość”	Wart	Wartość uzyskana w ramach danego pomiaru



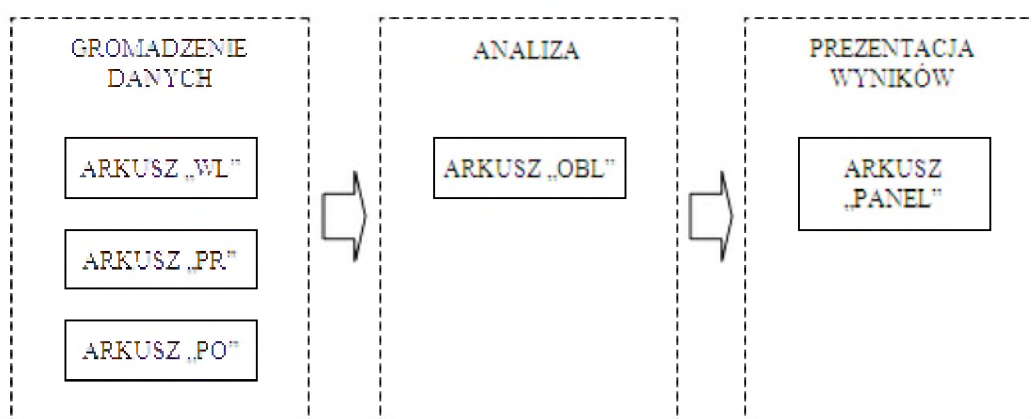
Rys. 18.2 Model związków encji dla zaproponowanego narzędzia informatycznego

Dla zaproponowanych encji zidentyfikowane zostały ich atrybuty. Zestawienie atrybutów wraz z krótką charakterystyką a także nazwą skróconą, która została zastosowana w utworzonym narzędziu informatycznym, zostały przedstawione w tabeli 18.2.

Strukturę zidentyfikowanych encji przedstawiono za pomocą modelu związków encji na rys. 18.2. Model został stworzony zgodnie z metodologią CASE*Method [1, 13].

18.3 STRUKTURA NARZĘDZIA I REPREZENTACJA ENCJI W ARKUSZU KALKULACYJNYM

Narzędzie informatyczne wspomagające prowadzenie kart kontrolnych zostało opracowane przy wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego MS Excel. Ogólną strukturę narzędzia przedstawia rys. 18.3.



Rys. 18.3 Struktura opracowanego narzędzia

W narzędziu tym wszystkie zidentyfikowane encje zostały przedstawione w postaci tabel podobnie, jak ma to miejsce w relacyjnej bazie danych, w której w wierszach znajdują się kolejne wystąpienia encji, natomiast w poszczególnych kolumnach przedstawiane są wartości atrybutów. Każdą ze stworzonych tabel umieszczono w oddzielnym arkuszu:

- Właściwość – arkusz „WL”
- Próbką – arkusz „PR”
- Pomiar – arkusz „PO”

Używane w dalszej części artykułu nazwy arkuszy są traktowane na równi z nazwami poszczególnych tabeli narzędzia. Poza atrybutami przedstawionymi oraz opisanymi w tabeli 18.2, w tabelach, w arkuszu kalkulacyjnym, stworzone zostały także kolumny odpowiadające atrybutom będącym kluczami obcymi, które odzwierciedlają związki z innymi tabelami.

Zestawienie tych atrybutów oraz ich krótka charakterystyka zostały przedstawione w tabeli 18.3. Układ wszystkich stworzonych w arkuszu kalkulacyjnym tabel został przedstawiony na rys. 18.4

W dalszej części artykułu dla potrzeb przedstawienia koncepcji narzędzia przyjęto, że mogą być w nim przechowywane oraz analizowane dane obejmujące 10 właściwości, 500 próbek oraz 5000 pomiarów.

Tabela 18.3 Zestawienie oraz krótka charakterystyka atrybutów – kluczy obcych

Tabela	Związek	Nazwa kolumny	Opis
PR	„Właściwość-Próbka”	Id_wl	Kod identyfikujący właściwość, której dotyczą pomiary zebrane w ramach danej próbki. Łącznie z numerem próbki, identyfikator właściwości tworzy klucz złożony, będący kluczem podstawowym w tabeli „PR”.
PO	„Próbka-Pomiar”	Id_wl	Kod identyfikujący właściwość, której dotyczy dany pomiar. Fragment klucza złożonego, będącego kluczem podstawowym w tabeli „PR”. Łącznie z numerem próby oraz z numerem pomiaru identyfikator właściwości tworzy klucz złożony będący kluczem podstawowym w tabeli „PO”
		Nr_pr	Numer próbki, której dotyczy dany pomiar. Fragment klucza złożonego, będącego kluczem podstawowym w tabeli „PR”. Łącznie z identyfikatorem właściwości oraz z numerem pomiaru, numer próbki tworzy klucz złożony, będący kluczem podstawowym w tabeli „PO”

Arkusz „WL”

	A	B	C	D	E	F
1	Id_wl	Opis	Jedn	Z_sr	Z_od	Z_n
2	Szer1	Szerokość elementu 1	mm	47	0,2	6
3	Szer2	Szerokość elementu 2	mm	35	0,2	6
4	Gr1	Grubość elementu 1	mm	8	0,05	5
5	Gr2	Grubość elementu 2	mm	14	0,2	4

Arkusz „PR”

	A	B	C	D
1	Id_wl	Nr_pr	Data	Uwzgl
2	Szer1	1	2014-01-03	1
3	Gr1	1	2014-01-03	1
4	Szer2	1	2014-01-03	0
5	Szer1	2	2014-01-04	1
6	Gr1	2	2014-01-04	0

Arkusz „PO”

	A	B	C	D	E
1	Id_wl-Nr_pr	Id_wl	Nr_pr	Nr_po	Wart
2	Gr1-1	Gr1	1	1	7,93
3	Gr1-1	Gr1	1	2	8,00
4	Gr1-1	Gr1	1	3	8,07
5	Gr1-1	Gr1	1	4	7,96

Rys. 18.4 Reprezentacja poszczególne encji w tabelach w arkuszu kalkulacyjnym

Do takich zakresów z arkuszy „WL”, „PR” i „PO” odwołują się przedstawione w artykule formuły. W ramach arkuszy „OBL” oraz „PANEL” przyjęto, że maksymalna liczba próbek analizowanych dla wybranej właściwości wynosi 100. Dla potrzeb prezentacji mechanizmów zastosowanych w arkuszu „OBL” przyjęto założenie, że w ramach pojedynczej próbki może być analizowanych nie więcej niż 10 pomiarów. Przedstawiając formuły, które wypełniają pewien zakres komórek, pokazano jedynie postać formuły dla lewej górnej komórki przedstawionego obszaru. Formuły w pozostałych komórkach można uzyskać w wyniku skopiowania danej komórki do pozostałych komórek obszaru.

18.4 INTEGRALNOŚĆ DANYCH W TABELACH

Istotnym problemem podczas tworzenia narzędzia jest opracowanie mechanizmów, które zapewnią integralność danych w poszczególnych tabelach. Wartości atrybutów będących kluczami obcymi muszą być zgodne z wprowadzonymi wcześniej wartościami odpowiednich kluczy podstawowych. Do zapewnienia zgodności danych zaproponowano mechanizm sprawdzania poprawności danych. Oprócz zapewnienia zgodności danych mechanizm ten umożliwia również wprowadzanie wartości w poszczególnych komórkach za pomocą rozwijanych list zawierających wartości dopuszczalne. Do określenia zakresów źródłowych dla poszczególnych list wykorzystane zostały „nazwane zakresy komórek”. Odpowiednie obszary zostały zdefiniowane, w sposób uwzględniający jedynie komórki z wprowadzonymi wartościami, za pomocą formuł wykorzystujących funkcję PRZESUNIĘCIE() oraz funkcję ILE.NIEPUSTYCH(). Dzięki temu na rozwijanych listach nie pojawiają się puste obszary a mechanizm sprawdzania poprawności danych faktycznie ogranicza możliwe do wprowadzenia wartości. Wszystkie zastosowane w narzędziu nazwy zakresów a także ich definicje oraz wykaz tabel i kolumn, w których zostały wykorzystane w ramach mechanizmu sprawdzania poprawności danych, przedstawiono w tabeli 18.4.

Tabela 18.4 Nazwane zakresy komórek wykorzystane w celu zapewnienia integralności danych w tabelach

Nazwa zakresu	Odwwołanie	Tabela i kolumna
Id_wl	=PRZESUNIĘCIE(WL!\$A\$2;0;0;ILE.NIEPUSTYCH(WL!\$A\$2:\$A\$11);1)	PR, Id_wl
„Id_wl-Nr_pr”	=PRZESUNIĘCIE(PR!\$F\$2;0;0;ILE.NIEPUSTYCH(PR!\$F\$2:\$F\$501);1)	PO, „Id_wl-Nr_pr”

W przypadku zapewnienia zgodności danych pomiędzy tabelami „WL” i „PR” zakresem źródłowym dla rozwijanej listy, z której wprowadzane są wartości „Id_wl” w tabeli „PR”, może być wprost kolumna „Id_wl” z tabeli „WL”. W przypadku zapewnienia zgodności danych pomiędzy tabelami „PR” i „PO” problem jest bardziej złożony. Kluczem podstawowym w tabeli „PR” jest klucz złożony składający się z atrybutów „Id_wl” i „Nr_pr”.

Arkusz „PR”

	A	B	C	D	E	F
1	Id_wl	Nr_pr	Data	Uwzgl		Id_wl-Nr_pr
2	Szer1	1	2014-01-03	1		Szer1-1
3	F02	1	2014-01-03	F01		Gr1-1
4	Szer1	1	2014-01-03			Szer2-1
5	Szer1	2	2014-01-04	1		Szer1-2

Arkusz „PO”

	A	B	C	D	E
1	Id_wl-Nr_pr	Id_wl	Nr_pr	Nr_po	Wart
2	Gr1-1	Gr1	1	1	7,93
3	Gr1-1	F03	F04	F05	8,00
4	Gr1-1				8,07
5	Gr1-1	Gr1	1	4	7,96

F01	=JEŻELI(A2<>"";ZŁĄCZ.TEKSTY(A2;"-";B2);"")
F02	=JEŻELI(A2<>"";LICZ.JEŻELI(\$A\$2:A2;A2);"")
F03	=JEŻELI(A2<>"";LEWY(A2;SZUKAJ.TEKST("-";A2)-1);"")
F04	=JEŻELI(A2<>"";FRAGMENT.TEKSTU(A2;SZUKAJ.TEKST("-";A2)+1;DŁ(A2)-SZUKAJ.TEKST("-";A2));"")
F05	=JEŻELI(A2<>"";LICZ.JEŻELI(\$A\$2:A2;A2);"")

Rys. 18.5 Kolumny pomocnicze oraz formuły w tabelach „PR” i „PO”

W związku z powyższym w tabeli „PO” mogą się pojawiać jedynie takie pary „Id_wl” i „Nr_pr”, które zostały wcześniej wprowadzone w tabeli „PR”. W celu rozwiązania tego problemu zarówno w arkuszu „PR” jak i w arkuszu „PO” obok głównych kolumn tabeli zostały dodane kolumny pomocnicze nazwane „Id_wl-Nr_pr”. Przy wprowadzaniu wartości w tabeli „PO”, w kolumnie „Id_wl-Nr_pr” wprowadzane są wybierane z rozwijanej listy kombinacje Id_wl i Nr_pr. Zakresem źródłowym dla listy jest kolumna „Id_wl-Nr_pr” w tabeli „PR”. Wprowadzone wartości zostają następnie rozbite na pojedyncze atrybuty za pomocą odpowiednich formuł. Pomocnicze kolumny wraz z odpowiednimi formułami „F01”, „F03” i „F04” zostały przedstawione na rys. 18.5. Dodatkowo na rysunku tym przedstawione zostały formuły „F02” i „F05” zapewniające ciągłość numerowania prób oraz pomiarów.

18.5 ANALIZA ZGROMADZONYCH DANYCH

Główna część analizy danych realizowana jest w arkuszu „OBL”. Po wybraniu przez użytkownika, w komórce „B1” arkusza „PANEL”, właściwości, która ma być analizowana, numery próbek oraz wartości pomiarów dotyczące tej właściwości są pobierane z tabel „PR” i „PO” i przenoszone do obszaru „C3:L102” arkusza „OBL”. Przenoszone są jedynie próbki, których atrybut „uwzględniana” wynosi „1”. Liczba przenoszonych pomiarów jest zgodna z wartością atrybutu „liczba pomiarów” analizowanej właściwości. W ramach mechanizmu pobierania danych w arkuszach „PR” i „PO” zostały dodane odpowiednio dwie i trzy kolumny pomocnicze. Kolumny te, wraz z zawartymi w nich formułami a także istotne dla mechanizmu kolumny tabel „PR” i „PO” zostały przedstawione na rys. 18.6.

Arkusz "PR"

	A	B	D	E	G	H
1	<u>Id_wl</u>	<u>Nr_pr</u>	<u>Uwzgl</u>		<u>O1</u>	<u>O2</u>
2	Szer1	1	1			
3	Gr1	1				1
4	Szer2	1				

Arkusz "PO"

	A	B	D	E	F	G	H	I
1	<u>Id_wl-Nr_pr</u>	<u>Id_wl</u>	<u>Nr_po</u>	<u>Wart</u>		<u>O3</u>	<u>O4</u>	<u>O5</u>
2	Gr1-1	Gr1	1	7,93		5	1	1-1
3	Gr1-1	Gr1	2	8				
4	Gr1-1	Gr1	3	8,5				

F06	=JEŻELI(ORAZ(PRI A2=PANEL!\$B\$1;PR ID2=1);1;"")
F07	=JEŻELI(G2=1;SUMA(\$G\$2:G2);"")
F08	=JEŻELI(A2<>"";INDEKS(WL!\$F\$2:\$F\$11;PODAJ.POZYCJE(PO!B2;WL!\$A\$2:\$A\$11;0);1);"")
F09	=JEŻELI(ORAZ(D2<=G2;A2<>"");INDEKS(PRI\$H\$2:\$H\$501;PODAJ.POZYCJE(PO!A2;PRI\$F\$2:\$F\$501;0);1);"")
F10	=JEŻELI(H2<>"";ZŁĄCZ.TEKSTY(H2;"-";D2);"")

Rys. 18.6 Kolumny pomocnicze oraz formuły mechanizmu pobierania danych

W arkuszu „PR”, w wyniku działania formuł „F06” i „F07” w kolumnie „O2” przy każdej próbce, która ma zostać uwzględniona przy analizie danych pojawia się kod będący kolejnymi liczbami naturalnymi. Liczby te określają numer wiersza obszaru „B3:B102” arkusza „OBL”, do którego numer danej próbki ma zostać przeniesiony. W arkuszu „PO”, w wyniku działania formuł F08-F10 w kolumnie O5 przy każdym pomiarze, który ma zostać uwzględniony przy analizie danych, pojawia się kod o strukturze „x-y”, gdzie „x” oznacza numer wiersza a „y” oznacza numer kolumny, na przecięciu których w obszarze „C3:L102” arkusza „OBL” ma pojawić się wartość danego pomiaru. Znajdujące się w arkuszu „OBL” formuły pobierające na podstawie wygenerowanych kodów odpowiednie numery próbek oraz

wartości pomiarów zostały przedstawione na rys. 18.7. Formuła „F11” pobiera numer próbki a formuła „F12” pobiera odpowiednią wartość pomiaru. Dla prawidłowego działania obu formuł w obszarach „A3:A102” oraz „C2:L10” arkusza „OBL” wprowadzone zostały ciągi kolejnych liczb naturalnych.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	LN	Próbka\Pomiar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		N	ŚrX	R
3	1		1	7,93	8,00	8,07	7,96	7,98						5	7,988	0,14
4	2	F11	F12	7,92	7,98	8,04	7,94							F14	F15	
5	3			7,96	7,96	8,00	8,09	7,98								
6	4			7,98	8,04	7,99	8,02	7,89						5	7,984	0,15

F11	=JEŻELI.BŁĄD(INDEKS(PRI\$B\$2:\$B\$501;PODAJ.POZYCJĘ(OBLI\$A3;PRI\$H\$2:\$H\$501;0);1);"")
F12	=JEŻELI.BŁĄD(INDEKS(POI\$E\$2:\$E\$5001;PODAJ.POZYCJĘ(ZŁĄCZ.TEKSTY(OBLI\$A3;"-";OBLI\$C\$2);POI\$J\$2:\$J\$5001;0);1);"")
F13	=JEŻELI(B3<>"";JLE.LICZB(C3:L3);"")
F14	=JEŻELI(B3<>"";ŚREDNIA(C3:L3);"")
F15	=JEŻELI(B3<>"";MAX(C3:L3)-MIN(C3:L3);"")

Rys. 18.7 Arkusz „OBL” - formuły mechanizmu pobierania danych oraz formuły obliczające podstawowe wielkości dla próbek

Na rys. 18.7 przedstawiono również formuły F13-F15 obliczające liczbę dostępnych pomiarów, wartość średnią oraz rozstęp dla każdej próbki. Liczba dostępnych pomiarów jest weryfikowana, ponieważ może się zdarzyć, że liczba wprowadzonych pomiarów dla którejś z próbek może być mniejsza niż wartość atrybutu „liczba pomiarów” właściwości, której pomiary dotyczą. W takiej sytuacji w arkuszu „PANEL” dane nie są prezentowane a użytkownik otrzymuje informację o istniejącym problemie.

Do identyfikacji miejsc, w których występuje problem, konieczne jest obliczenie pozycji linii centralnej dla rozstępu oraz granic kontrolnych dla średniej oraz rozstępu. W tym celu w arkuszu „OBL”, w komórkach „BQ6:BU15” na podstawie normy [12] wprowadzono wartości odpowiednich współczynników. Fragment tego obszaru został przedstawiony na rys. 18.8.

	BQ	BR	BS	BT	BU
6	n	A	d2	D1	D2
7	2	2,121	1,128	0,000	3,686
8	3	1,732	1,693	0,000	4,358
9	4	1,500	2,059	0,000	4,698
10	5	1,342	2,326	0,000	4,918
11	6	1,225	2,534	0,000	5,078
12	7	1,134	2,704	0,204	5,204

Rys. 18.8 Współczynniki do obliczenia wartości granicznych dla X i R oraz linii centralnej dla R

W kolejnym kroku do arkusza „OBL” pobierana jest liczba pomiarów, wartość średnia oraz odchylenie standardowe zadane dla analizowanej właściwości. Na podstawie pobranych wartości oraz współczynników przedstawionych na rysunku 18.8 obliczane są:

- UCL i LCL – granice kontrolne dla średniej,

- U_{AB} i L_{AB} – wartości graniczne pomiędzy strefami A i B,
- U_{BC} i L_{BC} – wartości graniczne pomiędzy strefami B i C,
- R_c – linia centralna dla rozstępu,
- R_{UCL} i R_{LCL} – granice kontrolne dla rozstępu.

Obszar, w którym zebrano wszystkie wymienione wartości wraz odpowiednimi formułami przedstawiono na rys. 18.9.

	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB
1													
2		X_0	σ_0	n	UCL	LCL	U_{AB}	L_{AB}	U_{BC}	L_{BC}	R_c	R_{UCL}	R_{LCL}
3		/ 8	/ 0,05	/ 5	/ 8,067	/ 7,933	/ 8,045	/ 7,955	/ 8,022	/ 7,978	/ 0,12	/ 0,25	/ 0,00
4	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	
5													

F16	=INDEKS(WLID2:D12;PODAJ.POZYCIE(PANELIB1;WLIA2:A12;0);1)
F17	=INDEKS(WLIE2:E12;PODAJ.POZYCIE(PANELIB1;WLIA2:A12;0);1)
F18	=INDEKS(WLIF2:F12;PODAJ.POZYCIE(PANELIB1;WLIA2:A12;0);1)
F19	=BQ3+BR3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;2;FAŁSZ)
F20	=BQ3-BR3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;2;FAŁSZ)
F21	=BQ3+BR3*2/3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;2;FAŁSZ)
F22	=BQ3-BR3*2/3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;2;FAŁSZ)
F23	=BQ3+BR3*1/3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;2;FAŁSZ)
F24	=BQ3-BR3*1/3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;2;FAŁSZ)
F25	=BR3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;3;FAŁSZ)
F26	=BR3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;5;FAŁSZ)
F27	=BR3*WYSZUKAJ.PIONOWO(BS3;BQ\$7:\$BU\$15;4;FAŁSZ)

Rys. 18.9 Zestaw formuł pobierających wartości X_0 , σ_0 , n oraz obliczających wartość centralną R i wszystkie wartości graniczne

Zgromadzone wartości pozwalają na identyfikację miejsc, w których występuje problem wymagający wyjaśnienia. W narzędziu w sposób automatyczny wskazywane jest dziewięć takich przypadków. Są to przedstawione w normie konfiguracje punktów odpowiadające testom 1-8 dla wartości średniej oraz pojawienie się punktu poza górną lub dolną granicą dla wartości rozstępu.

Wszystkie identyfikowane przypadki można podzielić na cztery grupy:

Grupa pierwsza to przypadki, w których stwierdzenie sytuacji wymagającej wyjaśnienia następuje na podstawie pojedynczego punktu. W grupie tej nie ma konieczności dodatkowego analizowania żadnych konfiguracji. Należy tutaj przypadek przekroczenia wartości granicznych przez wartość rozstępu z próbki oraz przypadek przekroczenia wartości granicznych przez wartość średnią z próbki, czyli „Test 1”. Grupa druga obejmuje testy, w których warunki odnoszą się do położenia pojedynczych punktów względem linii granicznych a konfiguracja punktów jest stwierdzana na podstawie stałej liczby kolejnych punktów – „Test 2”, „Test 7” i „Test 8”. Grupa trzecia to testy, w których warunki odnoszą się do relacji pomiędzy kolejnymi punktami a konfiguracja punktów jest stwierdzana na podstawie stałej liczby kolejnych punktów – „Test 3” i „Test 4”. W grupie czwartej znajdują się testy, w których warunki odnoszą się do położenia poszczególnych punktów względem linii granicznych ale konfiguracja jest identyfikowana na podstawie zmiennej liczby punktów – „Test 5” i „Test 6”. W ramach zaproponowanych mechanizmów, w przypadku każdego testu,

poza testami z grupy pierwszej, wyniki umieszczane są w trzech kolumnach oznaczonych jako „A”, „B” i „C”. W kolumnie „A” za pomocą wartości „1” zaznaczane są punkty spełniające dany warunek, w kolumnie „B” za pomocą wartości „1” zaznaczane są punkty, w których następuje stwierdzenie danej konfiguracji natomiast w kolumnie C, również za pomocą wartości „1” zaznaczane są punkty wchodzące w skład danej konfiguracji. W przypadku testów z grupy pierwszej w związku z prostotą sprawdzanych warunków wynik przedstawiany jest wyłącznie w kolumnie „C”. Wszystkie zaznaczone punkty są wyróżniane za pomocą mechanizmu formatowania warunkowego.

W przypadku różnych testów w danej grupie zastosowane układy formuły są bardzo podobne. W związku z tym dla każdej z grup zaprezentowano układ formuł dla jednego, wybranego testu. Dla grupy pierwszej na rys. 18.10 przedstawiona została formuła weryfikująca przekroczenie wartości granicznych przez wartość rozstępu.

	B	P	Q	R
1				TestR
2	Próbka\P	R		C
3	1	0,14		0
4	4	0,17		0
5	5	0,13	F28	0
9	11	0,11		0
10	12	0,26		1
11	13	0,15		0

F28	=JEŻELI(B3<>"";JEŻELI(LUB(P3>\$CA\$3;P3<\$CB\$3);1;0);"")
-----	---

Rys. 18.10 Formuła identyfikująca przekroczenie wartości granicznych przez wartość R

Dla grupy drugiej na rys. 18.11 został przedstawiony układ formuł dla testu „Test 7”.

	B	O	P	Q	AG	AH	AI
1					Test 7		
2	Próbka\Pomiar	śrX	R		A	B	C
3	1	7,988	0,14		1		0
4	4	7,950	0,17		0		0
5	5	7,998	0,13	F29	1		F31
6	38	8,068	0,11		0		0
7	39	8,002	0,08		1		1
8	40	8,002	0,08		1		1
9	41	7,998	0,03		1		1
10	42	7,998	0,02		1		1
11	43	8,008	0,02		1		1
12	44	7,996	0,01		1		1
13	45	8,008	0,03		1		1
14	46	7,998	0,02		1		1
15	47	8,002	0,02	F30			1
16	48	8,008	0,02				1
17	49	7,994	0,03		1	0	1
18	50	8,002	0,02		1	0	1
19	51	8,004	0,01		1	0	1
20	52	7,998	0,03		1	0	1
21	53	7,998	0,02		1	1	1

F29	=JEŻELI(N3<>"";JEŻELI(ORAZ(O3<\$BX\$3;O3>\$BY\$3);1;0);"")
F30	=JEŻELI(N17<>"";JEŻELI(ORAZ(SUMA(AG3:AG17)=15;SUMA(AH3:AH16)=0);1;0);"")
F31	=JEŻELI(N3<>"";JEŻELI(SUMA(AH3:AH17)=1;1;0);"")

Rys. 18.11 Układ formuł dla testu „Test 7”

Dla grupy trzeciej na rys. 18.12 został przedstawiony układ formuł dla testu „Test 3”.

	B	O	P	AN	AO	AP	AQ
1					Test3		
2	Próbka\Pomiar	śrX	R		A	B	C
3	19	7,974	0,05				1
4	20	7,968	0,02				1
5	21	7,956	0,07		1	F34	1
6	22	7,948	0,04		1		F33
7	23	7,946	0,03	F32	1		
8	24	7,942	0,03		1	1	1

F32	=JEŻELI(N5<>"");JEŻELI(LUB(ORAZ(O4<O3;O5<O4);ORAZ(O4>O3;O5>O4));1;0);""
F33	=JEŻELI(N8<>"");JEŻELI(ORAZ(SUMA(AO5:AQ8)=4;SUMA(AP3:AP7)=0);1;0);""
F34	=JEŻELI(N3<>"");JEŻELI(SUMA(AP3:AP8)=1;1;0);""

Rys. 18.12 Układ formuł dla testu „Test 3”

	B	O	P	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO
1					Test 6								
2	Próbka\Pomiar	śrX	R		A	B	C	B1	B2	B3	B4	B5	B6
3	17	7,996	0,13		0	0	0	2	-2	2	2	1	0
4	18	7,990	0,14		0	0	1	3	-1	3	3	1	0
5	19	7,974	0,05	F35	F36	F37	F38	F39	F40	F41	F42	F43	1
6	20	7,968	0,02		1	0	1	3	1	3	5	3	2
7	21	7,956	0,07		1	0	1	3	2	3	6	4	3
8	22	7,948	0,04		1	1	1	3	3	3	7	5	4
9	23	7,946	0,03		1	0	0	8	4	8	8	1	1

F35	=JEŻELI(N3<>"");JEŻELI(LUB(O3>\$BX\$3;O3<\$BY\$3);1;0);""
F36	=JEŻELI(N3<>"");JEŻELI(BO3>3;MAX(\$BH\$2:BH2)+1;0);""
F37	=JEŻELI(N3<>"");JEŻELI(SUMA(BH3:BH7)>0;1;0);""
F38	=JEŻELI(N3<>"");JEŻELI(BŁĄD(PODAJ.POZYCIE(MAX(\$BH\$1:BH2);\$BH\$1:BH2;0);2);""
F39	=JEŻELI(N3<>"");WIERSZ()-5;""
F40	=JEŻELI(N3<>"");MAX(BJ3:BK3);""
F41	=JEŻELI(N3<>"");WIERSZ()-1;""
F42	=JEŻELI(N3<>"");BM3-BL3+1;""
F43	=JEŻELI(N3<>"");SUMA(PRZESUNIĘCIE(\$BG\$1;BL3;0;BN3;1);""

Rys. 18.13 Układ formuł dla testu „Test 6”

W przypadku testów z czwartej grupy identyfikacja odpowiedniej konfiguracji jest bardziej złożonym problemem. Jest to związane ze zmienną liczbą punktów, na podstawie, której może zostać ona stwierdzona. Dla testu „Test 6” sygnałem wskazującym sytuację wymagającą wyjaśnienia jest wystąpienie wśród pięciu kolejnych punktów, czterech punktów leżących w strefie B lub poza nią. W pewnych przypadkach sygnał ten pojawi się po ocenie pięciu a w niektórych już po ocenie czterech punktów. W celu stwierdzenia wystąpienia konfiguracji nie można więc sprawdzać za każdym razem pięciu kolejnych punktów, weryfikując jednocześnie, czy wśród stałej liczby punktów poprzedzających nie nastąpiło już wcześniej stwierdzenie pojawienia się określonej konfiguracji. Podejście takie skutkowało by pojawianiem się fałszywych sygnałów w przypadkach gdy dana konfiguracja nie występuje albo brakiem sygnałów pomimo rzeczywistego wystąpienia konfiguracji. Po stwierdzeniu w punkcie „m” konfiguracji charakterystycznej dla danego testu, dla następujących po nim punktów pod kątem stwierdzenia kolejnej konfiguracji należy sprawdzać tylko punkty znajdujące się po punkcie „m”. Zakresy analizowane przez formuły tworzące mechanizmy

identyfikujące konfiguracje charakterystyczne dla testów „Test 5” i „Test 6” muszą się więc w sposób dynamiczny zmieniać w zależności od układu punktów poprzedzających. Przykładowy układ formuł dla testu „Test 6”, został przedstawiony na rys. 18.13.

Dla zwiększenia przejrzystości prezentacji formułę identyfikującą wystąpienie konfiguracji rozbito na formuły cząstkowe „F36” oraz „F38”–„F43”.

18.6 PREZENTACJA WYNIKÓW ANALIZY

Uzyskane wyniki prezentowane są w arkuszu „PANEL”. Główny obszar arkusza wraz z najistotniejszymi formułami został przedstawiony na rys. 18.14. W arkuszu tym użytkownik ma możliwość wybrania z rozwijanych list:

- właściwości, która ma być analizowana i której dane mają być prezentowane – komórka „B1”,
- zakresu numerów próbek, które mają być prezentowane – komórki „B10” i „B11”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	AI
1	Właściwość	Gr1					TR	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8									
2	Opis	Grubi		Nr	śrX	R	C	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	Nr_w	
3	Jednostka	mm	1	14	7,984	0,09																	1	
4	Założona liczba		2	15	8,012	0,12																	2	
5	liczba pomiarów w próbce	5	F49	F50	86	0,13	F51		1	F52													3	
6	Minimalna liczba pomiarów w próbce	5		4	18	7,990	0,14		1	1							1						4	
7					7,974	0,05			1	1							1						5	
8					7,968	0,02			1	1							1						6	
9	Próbka od	14		21	7,956	0,07			1	1	1					1	1						7	
10	Próbka do	37		22	7,948	0,04			1							1	1	1					8	
11				9	23	7,946	0,03			1						1	1	1					9	

F44	=JEŻELI(B1<>"",INDEKS(WLIB2:B12;PODAJ.POZYCJĘ(PANELIB1;WLIB2:A12;0));"")
F45	=JEŻELI(B1<>"",INDEKS(WLIB2:F12;PODAJ.POZYCJĘ(PANELIB1;WLIB2:A12;0);1);"")
F46	=JEŻELI(B1<>"",MIN(OBLIN3:N102);"")
F47	=JEŻELI(ORAZ(B1<>"",B9<>"",B10<>"",B9<B10;B4=B6);JEŻELI(ORAZ(LICZ.JEŻELI(OBLIB3:B102;B9)>0;LICZ.JEŻELI(OBLIB3:B102;B10)>0);PODAJ.POZYCJĘ(B9;OBLIB3:\$B\$102;0);"");"")
F48	=JEŻELI(AI3<>"",JEŻELI(AI3+1<=PODAJ.POZYCJĘ(\$B\$10;OBLIB3:\$B\$102;0);AI3+1,"");"")
F49	=JEŻELI(AI3<>"",INDEKS(OBLIB3:\$B\$102;AI3;1);"")
F50	=JEŻELI(AI3<>"",INDEKS(OBLIB3:\$O\$102;AI3;1);"")
F51	=JEŻELI(AI3<>"",JEŻELI(INDEKS(OBLIB3:\$AD\$102;AI3;1)>0;1,"");"")
F52	=JEŻELI(AI3<>"",JEŻELI(INDEKS(OBLIB3:\$AE\$102;AI3;1)>0;1,"");"")

Rys. 18.14 Prezentacja danych w arkuszu „PANEL” – najistotniejsze formuły

Pojawiające się na listach dostępne zakresy próbek obejmują numery próbek powiązanych z wybraną właściwością, dla których atrybut „uwzględniana” posiada wartość „1”. W celu zapewnienia możliwości wprowadzania odpowiednich wartości za pomocą rozwijanych list, zastosowano, podobnie jak w przypadku zapewnienia integralności danych w tabelach, mechanizm sprawdzania poprawności danych powiązany z „nazwanymi zakresami komórek”.

Dla wybranej właściwości wyświetlany jest jej opis, stosowana jednostka oraz założona liczba pomiarów w ramach każdej próbki. Jednocześnie określana jest najmniejsza rzeczywista liczba pomiarów składających się na poszczególne próbki uwzględniane przy analizie dla danej właściwości.

Wartości wynikowe dotyczące poszczególnych próbek przedstawiane są w obszarze „D3:V62” w przypadku, gdy spełnione są następujące warunki:

- wprowadzony został kod właściwości
- wprowadzony został numer próbki, od której dane mają być prezentowane
- wprowadzony został numer próbki, do której dane mają być prezentowane
- wybrany zakres obejmuje przynajmniej dwie próbki
- najmniejsza liczba pomiarów nie jest mniejsza od założonej liczby pomiarów dla właściwości
- wprowadzony numer próbki „Próbka od” występuje wśród numerów próbek uwzględnianych podczas analizy danych dla wybranej właściwości – warunek może nie być spełniony bezpośrednio po wprowadzeniu nowego kodu właściwości
- wprowadzony numer próbki „Próbka do” występuje wśród numerów próbek uwzględnianych podczas analizy danych dla wybranej właściwości – warunek może nie być spełniony bezpośrednio po wprowadzeniu nowego kodu właściwości

W przypadku, gdy którykolwiek z warunków nie jest spełniony, obszar „D3:V62” pozostaje pusty a komórki, których dotyczy problem zaznaczane są na czerwono. W celu zaznaczenia problematycznych komórek wykorzystano mechanizm formatowania warunkowego. Wszystkie wymienione warunki są weryfikowane za pomocą formuły „F47”.

	A	B	C	D	N	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	A	AI
1	Właściwość	Gr1															
2	Opis	Grubość		Nr		UCL	LCL	U_AB	L_AB	U_BC	L_BC	R _c	R_UCL	R_LCL	X ₀		Nr_w
3	Jednostka	mm	1	14		8,07	7,93	8,04	7,96	8,02	7,98	0,12	0,25	0,00	8,00		1
4	Założona liczba		2	15		F53	7,93	8,04	7,96	8,02	F54	0,12	0,25	0,00	8,00		2
5	miarów w próbce	5	3	17			7,93	8,04	7,96	8,02		0,12	0,25	0,00	8,00		3
6	Minimalna liczba		4	18		8,07	7,93	8,04	7,96	8,02	7,98	0,12	0,25	0,00	8,00		4
7	miarów w próbce	5	5	19		8,07	7,93	8,04	7,96	8,02	7,98	0,12	0,25	0,00	8,00		5
8					6												
9	Próbka od	14			7												
10	Próbka do	19			8												

F53

=JEŻELI(\$A13<>"";OBLIBU\$3;"")

F54

=JEŻELI(\$A13<>"";OBLIBZ\$3;"")

Rys. 18.15 Wartości określające pozycję linii centralnych i kontrolnych na wykresach

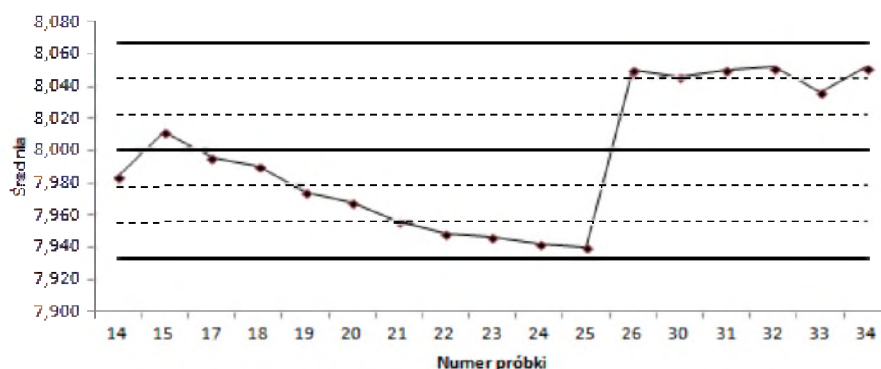
Działanie kolejnych formuł jest uzależnione od zwróconego przez nią wyniku. Gdy warunki są spełnione, w obszarze „D3:F62” dla wybranego zakresu próbek przedstawiane są: numer próbki, wartość średnia oraz rozstęp. Dla tych samych próbek w obszarze „G3:V62” zaznaczane są próbki, będące punktami zidentyfikowania konfiguracji odpowiadających poszczególnym testom oraz próbki będące punktami tworzącymi te konfiguracje. W obszarze tym oznaczenia kolumn „B” i „C” są zgodne z analogicznymi oznaczeniami stosowanymi w arkuszu „OBL”. Wartości średnie oraz rozstępy dla wybranego zakresu próbek prezentowane są również na odpowiednich wykresach. Na wykresie średnich z próbek oprócz wartości średnich przedstawiona została także linia centralna, górna i dolna granica kontrolna oraz linie graniczne pomiędzy strefami A, B i C. Na wykresie rozstępów przedstawiona została linia

centralna oraz górna i dolna granica kontrolna. Wszystkie linie, zostały dodane do wykresów jako dodatkowe serie danych. W związku z powyższym w arkuszu „PANEL”, stworzona została tabela o liczbie wierszy zgodnej z liczbą prezentowanych próbek, w której w każdym wierszu powtórzone zostały poszczególne wartości określające pozycje poszczególnych linii. Wartości te pobierane są z arkusza „OBL”. Fragment tabeli wraz z przykładowymi formułami został przedstawiony na rys. 18.15.

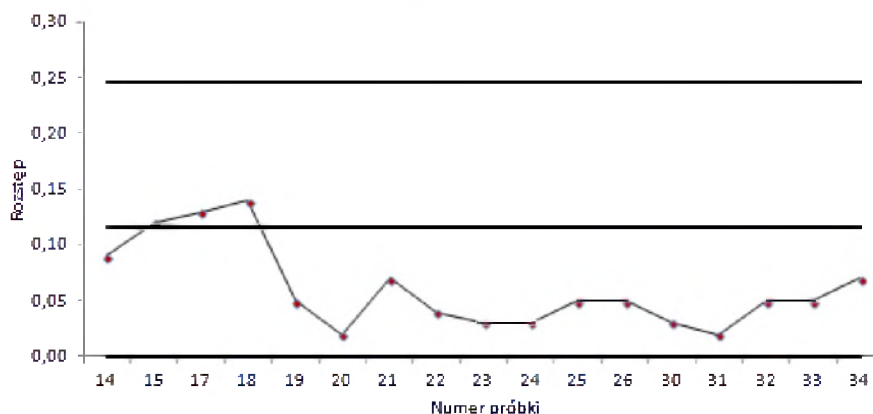
Wszystkie serie danych dla wykresów zostały zdefiniowane tak, żeby obejmowany przez nie zakres zmieniał się w zależności od liczby wybranych do prezentacji próbek. Do tego celu wykorzystane zostały „nazwane zakresy komórek”, w których definicji zastosowana została funkcja PRZESUNIĘCIE() powiązana z funkcjami JEŻELI() i ILE.LICZB(). Przykładowe definicje dwóch zakresów zostały przedstawione w tabeli 18.5.

Tabela 18.5 Przykładowe nazwane zakresy komórek wykorzystywane podczas tworzeniu wykresów

Nazwa zakresu	Odwwołanie
Ch_LCL	=JEŻELI(ILE.LICZB(PANEL!\$D\$3:\$D\$62)>0;PRZESUNIĘCIE(PANEL!\$Y\$3;0;0; ILE.LICZB(PANEL!\$D\$3:\$D\$62);1);0)
Ch_Rc	=JEŻELI(ILE.LICZB(PANEL!\$D\$3:\$D\$62)>0;PRZESUNIĘCIE(PANEL!\$A\$3;0;0; ILE.LICZB(PANEL!\$D\$3:\$D\$62);1);0)



Rys. 18.16 Przykładowy wykres wartości średnich dla wybranego zakresu próbek



Rys. 18.17 Przykładowy wykres rozstępów dla wybranego zakresu próbek

Przykładowe, generowane w narzędziu wykresy zostały pokazane na rys. 18.16 i 18.17.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane rozwiązanie pokazuje, że arkusz kalkulacyjny jest narzędziem wystarczającym do stworzenia rozwiązania informatycznego wspomagającego prowadzenie kart kontrolnych Shewarta. Stworzone narzędzie pozwala na gromadzenie danych uzyskiwanych dla potrzeb statystycznego sterowania procesem, ich analizę wraz z automatyczną identyfikacją miejsc wymagających uwagi oraz przejrzystą prezentację uzyskanych wyników. Dane w narzędziu przechowywane są w tabelach o strukturze zgodnej relacyjnym modelem danych. Zapewnienie integralności danych w tabelach oraz uzyskanie założonej funkcjonalności w zakresie analizy oraz prezentacji wyników zostało uzyskane przy wykorzystaniu niewielkiego zbioru funkcji i mechanizmów dostępnych w arkuszu kalkulacyjnym. Zastosowane elementy obejmują funkcje: PRZESUNIĘCIE(), ILE.NIEPUSTYCH, JEŻELI(), ZŁĄCZ.TEKSTY(), LICZ.JEŻELI(), LEWY(), FRAGMENT.TEKSTU(), SZUKAJ.TEKST(), ORAZ(), INDEKS(), PODAJ.POZYCJĘ(), JEŻELI.BŁĄD(), ILE.LICZB(), ŚREDNIA(), MAX(), MIN(), WYSZUKAJ.PIONOWO(), LUB(), SUMA(), WIERSZ(), oraz mechanizmy: formatowanie warunkowe, sprawdzanie poprawności danych i nazwane zakresy arkusza. Żadna z założonych funkcjonalności nie wymagała zastosowania kodu napisanego w VBA. Można przypuszczać, że zbiór wykorzystanych elementów jest na tyle niewielki, że możliwe jest jego szybkie opanowanie przez pracowników prowadzących podobne analizy lub zaangażowanych w inne procesy informacyjne w przedsiębiorstwach, co może im pozwolić na samodzielne tworzenie podobnych, wspomagających przetwarzanie danych narzędzi.

LITERATURA

1. Berker R.: CASE Method, Modelowanie związków encji, Wydawnictwa Naukowo Techniczne. Warszawa 1996.
2. Carlberg C., Microsoft Excel 2007 PL. Analizy biznesowe. Rozwiązania w biznesie. Wydanie III. Helion. Gliwice 2009.
3. Flanczewski S., Excel w biurze i nie tylko. Wydanie II. Helion. Gliwice 2010.
4. Flanczewski S., Excel z elementami VBA w firmie. Helion. Gliwice 2008.
5. Hamrol A., Mantura W., Zarządzanie jakością – teoria i praktyka, Wydawnictwo PWN, Warszawa-Poznań 2011
6. Hryniewicz O., Efektywne statystyczne sterowanie procesami z wykorzystaniem pakietu STATISTICA, strona www: <http://www.statsoft.pl/Portals/0/Downloads/jaefektywnestat3.pdf> (12-04-2014)
7. Jackson M., Staunton M., Zaawansowane modele finansowe z wykorzystaniem Excela i VBA. Helion. Gliwice 2004.
8. Knight G.: Excel. Analiza danych biznesowych. Helion. Gliwice 2006.
9. Matuszek M., Rokosz K., Komputerowe wspomaganie statystycznej kontroli procesu, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Organizacja i Zarządzanie z. 7, 2002

10. Montgomery, D.C.; Introduction to statistical Quality Control, second edition, John Wiley & Sons, New York, 1990.
11. Oakland J.S., Followell R.F., Statistical Processes Control. Heinemann Newnes-Oxford-London 1990
12. Polska Norma PN-ISO 8258+AC1, Karty kontrolne Shewharta, czerwiec 1996
13. Sharon Allen: Modelowanie danych. Helion. Gliwice 2006
14. Szczęśniak B., Arkusz kalkulacyjny w doskonaleniu procesu układania planu zajęć w szkole specjalnej, w: Komputerowo zintegrowane zarządzanie, Tom II. Pr. zb. pod. red. Ryszarda Knosali. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2010.
15. Szczęśniak B., Bujanowska A., Koncepcja zastosowania arkusza kalkulacyjnego do wspomagania procesu przeglądów urządzeń w wybranym szpitalu, Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, t. 45, PSZW Bydgoszcz 2011.
16. Szczęśniak B., Bujanowska A., Koncepcja zastosowania arkusza kalkulacyjnego do wspomagania realizacji procesu diagnostyki oraz napraw w wybranym szpitalu, w: Systemy wspomagania w inżynierii produkcji, Pod red. Biały W., Kaźmierczak J., Wydawnictwo PKJS, Gliwice 2012.
17. Szczęśniak B., Concept of supportive spreadsheet application in the survey of production departments' satisfaction with services of maintenance departments. Scientific Journals Maritime University of Szczecin, 32(104) z. 1/2012.
18. Szczęśniak B., Koncepcja zastosowania arkusza kalkulacyjnego do wspomagania tworzenia dokumentów w procesie produkcji taśm blachy. w: Systemy wspomagania w inżynierii produkcji. Innowacyjność, jakość, zarządzanie. Monografia. Red. Witold Biały, Katarzyna Midor. Gliwice: Wydawnictwo. PA NOVA, 2013
19. Szczęśniak B., Molenda M., Spreadsheet application supporting the x-r control chart, Conference Proceedings. 22th Conference Modern Mathematical Methods in Engineering (3mi), June 3-5.2013 Horní Lomná, Czech Republic.
20. Szczęśniak B., Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego do wspomagania metody ABC, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Organizacja i Zarządzanie z.50, 2010. 14
21. TQM Soft, Prezentacja oprogramowania, strona [www:http://quality.tqmsoft.com/sites/default/files/qda_prezentacja.pdf](http://quality.tqmsoft.com/sites/default/files/qda_prezentacja.pdf) (12-04-2014)
22. Tyszkiewicz J., Spreadsheet As a Relational Database Engine, Proceedings of the 2010 ACM SIGMOD International Conference on Management of data, Indianapolis, IN, USA — June 06-11.2010.
23. Winston Wayne L., Microsoft Excel 2010. Data Analysis and Business Modeling. Third Edition. Microsoft Press. Washington 2011.
24. Wolniak R., Szymański J., Wykorzystanie narzędzi statystycznych do analizy procesu w produkcji wielkoseryjnej na przykładzie przedsiębiorstwa motoryzacyjnego, „Zarządzanie Przedsiębiorstwem”, nr 4, 2006.

KONCEPCJA ZASTOSOWANIA ARKUSZA KALKULACYJNEGO DO WSPOMAGANIA PROWADZENIA KART KONTROLNYCH SHEWARTA

Streszczenie: W artykule zaprezentowano koncepcję narzędzia informatycznego wspomagającego prowadzenie kart kontrolnych Shewarta. W pierwszej kolejności omówiono ogólnie koncepcję kart kontrolnych a także określono założoną funkcjonalność dla tworzonego narzędzia. Dla założonej funkcjonalności, zidentyfikowano dane, które muszą być gromadzone i przechowywane w narzędziu. Dla zidentyfikowanych danych zaproponowano strukturę zgodną z relacyjnym modelem danych. W dalszej kolejności szczegółowo omówiono implementację bazy danych w arkuszu kalkulacyjnym oraz przedstawiono rozwiązania pozwalające na przeprowadzenie analizy dla wybranej właściwości. Zaproponowane rozwiązania pozwalają na automatyczną identyfikację punktów tworzących przedstawione w normie konfiguracje wskazujące sytuacje wymagające wyjaśnienia. Stworzone mechanizmy pozwalają również na przejrzystą prezentację wyników zarówno w formie tabelarycznej jak i za pomocą odpowiednich wykresów dla wybranego przez użytkownika zakresu próbek.

Słowa kluczowe: arkusz kalkulacyjny, baza danych, relacyjny model danych, doskonalenie procesów informacyjnych, zarządzanie jakością, statystyczne sterowanie procesem

CONCEPT OF SPREADSHEET APPLICATION SUPPORTING THE APPLICATION OF SHEWART CONTROL CHARTS

Abstract: The article addresses a concept of an IT tool proposed to support the application of the Shewart control charts. The concept of control charts has been generally explained in the initial sections of the paper, providing a definition of the functionality envisaged for the tool being developed. With regard to the said functionality, data which must be acquired and stored in the tool have been identified. For the sake of the data identification, a specific structure conforming with the relational data model has been proposed. What follows is a detailed description of database implementation in a spreadsheet as well as an introduction of a solution allowing the chosen property to be analysed. All the solutions proposed enable automatic identification of the points forming the configurations specified in the reference standard, indicating situations which require further explanation. The mechanisms developed also make it possible to represent the results obtained in a transparent form, both in tables and by means of appropriate graphs, depending on the range of samples chosen by the user.

Key words: spreadsheet, database, relational data model, process improvement, quality management, statistical process control

dr inż. Bartosz SZCZEŚNIAK
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: bartosz.szczesniak@polsl.pl