

SIX SIGMA – PRZEGLĄD I KIERUNKI JEJ DALSZEGO ROZWOJU

Izabela CZABAK-GÓRSKA

Streszczenie: Artykuł zawiera opis Six Sigmy oraz kierunki jej modyfikacji i uzupełnień. W opracowaniu przytoczono przykładowe definicje oraz wskazano cztery perspektywy spojrzenia – podejście miernikowe, podejście narzędziowe, podejście procesowe oraz podejście filozoficzne. Zwrócono także uwagę na zjawisko „ukrytych fabryk”, które odpowiedzialne jest za generowanie marnotrawstwa w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W ostatniej części opisano również możliwość wykorzystania „hybrydowej koncepcji Lean Six Sigma” w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP).

Słowa kluczowe: Six Sigma, DMAIC, DMADV, LSS, Lean Six Sigma, „ukryte fabryki”, zarządzanie jakością

1. Wprowadzenie

Stale postępujące przemiany gospodarcze oraz społeczne, postępująca globalizacja i unifikacja rynku, ale także postęp technologiczny, w sposób naturalny wymuszają na przedsiębiorstwach konieczność poszukiwania i dostosowywania do swoich potrzeb nowoczesnych metod zarządzania. Wdrażanie takich rozwiązań daje możliwość skutecznego zapobiegania zagrożeniom oraz wykorzystaniem pojawiających się szans. W praktyce można zaobserwować wdrażanie zróżnicowanych koncepcji i strategii zarządzania przedsiębiorstwem, w tym również zarządzania poprzez jakość. O wyborze jednej z nich lub pewnej zintegrowanej orientacji przesądzają potrzeby wynikające m.in. z charakteru prowadzonej działalności przez organizacje, przy tym również zdolności i umiejętności szczebla kierowniczego do przewidzenia następstw zastosowania wybranych rozwiązań. Najczęściej stosowanymi obecnie koncepcjami zarządzania przedsiębiorstwem są m.in. strategie/koncepcje [1-3]: TQM (ang. Total Quality Management) – zarządzanie jakością poprzez powszechne zaangażowanie, systemowe zarządzanie jakością poprzez wykorzystywanie rozwiązań serii ISO 9000, Lean Manufacturing – sprawny wpływ wartości dodanej, Kaizen – wykorzystanie każdej okazji do poprawy sprawności działań, Statistical Process Control (SPC) – statystyczne sterowanie procesem, czy też Six Sigma – zarządzanie jakością przez pomiar skuteczności działań. Różnią się one przede wszystkim podejściem do czynników gospodarowania, zróżnicowanymi technikami oraz narzędziami wykorzystywanymi do zarządzania przedsiębiorstwem i wprowadzania zmian.

Opracowywanie nowych, ale także modyfikowanie istniejących już strategii/koncepcji zarządzania jakością, spowodowane jest ciągłym poszukiwaniem najbardziej trafnego ujęcia problemu jakości i odniesienia go do kontekstu organizacyjnego, co stanowi w dalszym ciągu przedmiot rozległych badań naukowych [4].

Celem artykułu jest przedstawienie klasycznej Six Sigmy jako nowoczesnej metody zarządzania jakością oraz wskazanie dalszych kierunków badań i jej rozwoju, w celu dostosowania jej do aktualnych trendów rynkowych.

2. Six Sigma

Metoda Six Sigma została opracowana przez przedsiębiorstwo Motorola w 1986 roku, w celu 100-krotnej poprawy jakości w przeciągu pięciu lat. Dzięki wdrożeniu tej koncepcji do roku 2002 firma Motorola odnotowała oszczędności na poziomie 20 mld dolarów. Obecnie metoda Six Sigma ewaluowała do miana strategii skupiającej uwagę na wymaganiach klientów, ciągłego dostosowywaniu procesów, rygorze analitycznym oraz realizacji określonych działań w odpowiednim momencie [4].

Pojawienie się Six Sigmy stanowi swego rodzaju opozycję do klasycznych metod zarządzania jakością takich jak TQM czy Kaizen m.in. poprzez mocniejszy nacisk na pomiar skuteczności i efektywności podejmowanych działań [3]. Najważniejszą cechą odróżniającą Six Sigmę od dotychczasowych metod zarządzania jakością jest zmiana podejścia do samej istoty i definicji pojęcia „jakość”, która od tej pory nie jest wartością samą w sobie [3]. Według Harrego i Schroedera „*Jakość to „prawo do wartości” dla nabywcy i dostawcy w każdym aspekcie wymiany gospodarczej* [6].” Wartość oznacza korzyść ekonomiczną (konsumenci mają prawo nabywać produkty po możliwie najniższej cenie, a przedsiębiorstwa produkować je możliwie najmniejszym kosztem), użyteczność (konsumenci mają prawo otrzymać produkt, który jest dla nich wartością, a przedsiębiorstwa wytwarzać produkt, który jest dla nich dochodowy) oraz dostępność produktu (konsumenci i firmy mają prawo otrzymać produkt w dogodnym dla nich czasie i okolicznościach), zarówno dla nabywcy, jak i dla producenta. Tym samym najlepszą jakością można uzyskać wyłącznie wtedy, gdy koszty są na najniższym poziomie (zarówno koszty producenta jak i koszty nabywcy).

Ewolucja metody Six Sigma oraz ciągłe dążenie przedsiębiorstw do dostosowania jej do bieżących potrzeb wpływają na różne podejście do zdefiniowania Six Sigmy. W tab. 1 zestawiono przykładowe, pochodzące z literatury definicje.

Tab. 1. Wybrane definicje Six Sigma

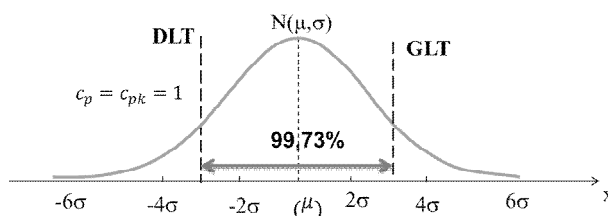
Autorzy	Definicja Six Sigma
M. Harry, R. Schroeder	„Proces gospodarczy, który umożliwia radykalną poprawę wyników finansowych przedsiębiorstwa poprzez planowanie i kontrolę przebiegu procesu, w taki sposób, aby zminimalizować zużycie surowców i powstawanie odpadów, przy jednoczesnym podnoszeniu poziomu zadowolenia klientów [6-7].”
P.C. Douglas, J. Erwin	„Six Sigma skupia się wokół klienta, a nie wokół produktu [8-9].”
J.R. Evans, W.M. Lindsay	„Six Sigma to podejście poprawiające procesy biznesowe, które stara się znaleźć i wyeliminować przyczyny wad i błędów, skrócić czas cyklu i zmniejszyć koszty działalności równocześnie zwiększając wydajność i lepiej spełniając oczekiwania klientów [8,10]”
P.S. Pande, R.R. Neuman, R.R. Cavanagh	„Kompleksowy i elastyczny system osiągania, podtrzymywania i maksymalizacji sukcesu. Six Sigma jest jednoznacznie napędzana przez ścisłe zrozumienie potrzeb klientów, zdyscyplinowanym wykorzystaniem faktów, danych i analiz statystycznych oraz zwracaniu bacznej uwagi na zarządzanie, poprawę i odkrywanie procesów biznesowych [6, 11-12].”
J.E. Brady T.T. Allen	„Poparte technikami statystycznymi, zorganizowane i systematyczne podejście do procesu doskonalenia, mające na celu obniżenie wskaźnika defektów [13-14].”
J. Antony	„Systematyczna metodologia, która daje pracownikom statystyczne i niestatystyczne narzędzia i techniki, w celu uzyskania wiedzy na temat procesów i produktów krytycznych, niezbędnych do osiągnięcia zarówno operacyjnej, jak i biznesowej doskonałości [15-16].”

Na tej podstawie można dostrzec, że jednoznaczne zdefiniowanie, które opisywałoby znaczenie metody Six Sigma jest bardzo trudne, a wręcz niemożliwe – niektórzy postrzegają ją jako metodę czy też strategię zarządzania jakością, dla innych stanowi ona filozofię. Propozycją reprezentatywną jest definicja prekursorów i szerzycieli metody Pande, Neumana i Cavanagh. Zestawia ona najwięcej cech charakterystycznych dla Six Sigmy: orientacja na klienta, podejmowanie decyzji w oparciu o fakty oraz wykorzystanie analiz statystycznych. Cechą cementującą wszystkie podejścia jest, orientacja na klienta, która tak naprawdę jest motorem dla rozwoju, zmian, a przede wszystkim dążenia do perfekcji, przy jednoczesnym cięciu kosztów (co pociąga za sobą maksymalizację zysków).

Natomiast do kluczowych obszarów zastosowań metody Six Sigma można zaliczyć przede wszystkim: redukcję kosztów, eliminację marnotrawstwa (m.in. poprzez identyfikację i eliminację zjawiska „ukrytych fabryk”), poprawę produktywności, utrzymanie klientów, redukcję defektów, zmiany kulturowe oraz rozwój produktów i usług [3, 6].

2.1 Podejście klasyczne a Six Sigma

Zgodnie z klasycznym podejściem (podejściem Shewharta; Trzy Sigma – ang. Three Sigma) w przedziale $\pm 3\sigma$ rozkładu normalnego mieści się praktycznie cała naturalna zmienność procesu produkcyjnego i stanowi on zakres specyfikacji (rys. 1). Oznacza to, że ok. 99,73% wyrobów powinno się mieścić w zakresie tolerancji, a braki powinny stanowić jedynie ok. 0,27% (czyli 3 sztuki na 100 wyprodukowanych). W podejściu tym monitoruje się procesy przy użyciu tzw. kart kontrolnych Shewharta, dla których granice kontrolne również ustalone są, zgodnie z naturalną zmiennością, na zakres ± 3 wartości odchylenia standardowego (σ). Dodatkowo przy definiowaniu współczynników zdolności jakościowej przyjmuje się rozrzut procesu w tym przedziale.

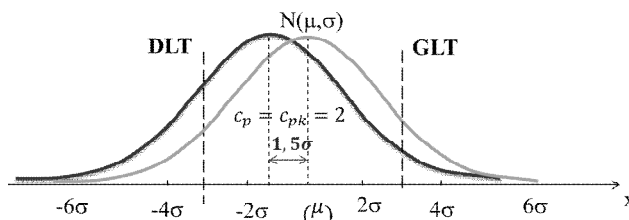


Rys. 1. Graficzna prezentacja podejścia klasycznego

Klasyczne podejście polega na bieżącej (trwającej w czasie rzeczywistym) analizie (on-line) stabilności procesu przy użyciu kart kontrolnych. Dzięki temu możliwe jest usuwanie powstałych już błędów lub w przypadku dużej liczby sygnałów mogących świadczyć o dużym rozregulowaniu procesu, podjęcie odpowiednich działań doskonalących.

Podejście Six Sigma (rys. 2) zakłada, że nawet najbardziej ustabilizowane procesy w dłuższej perspektywie ulegają przesunięciu o $\pm 1,5\sigma$. Jest to tzw. „długoterminowa dynamika zmienności wartości średniej” [17]. Wartość $\pm 1,5\sigma$ została wyznaczona empirycznie i dodatkowo Bothe podał statystyczne wytłumaczenie tej wartości w [18]. Zgodnie z podejściem Six Sigma w zakresie tolerancji $\pm 3\sigma$ powinno znajdować się ok. 93,3% wszystkich obserwacji, co oznacza, że wadliwe wyroby powinny stanowić 670 szt. na 1000 wytworzonych. Celem Six Sigmy jest osiągnięcie „doskonałości” 6σ , czyli

poziomu 3,4 braków na milion wyprodukowanych wyrobów (w ujęciu klasycznym 6σ oznacza 0,002 na milion wyprodukowanych wyrobów, co w rzeczywistości jest wynikiem nierealnym do osiągnięcia).



Rys. 2. Graficzna prezentacja podejścia klasycznego

W Six Sigmie postępuje się z kolei zgodnie z regułą „lepiej zapobiegać niż leczyć”, co oznacza, że należy zapobiegać wszelkim błędom zanim się pojawią. Taki sposób osiągania odpowiedniego poziomu jakości, stanowi swoisty wyróżnik pomiędzy konwencją Shewharta, a Six Sigma.

Działania doskonalące realizowane są w formie tzw. projektów Six Sigma, które polegają na określeniu celu podejmowanych działań i cech krytycznych dla jakości CTQ (ang. Critical To Quality), z uwzględnieniem tzw. głosu klienta VOC (ang. Voice of Customer). A następnie przy wykorzystaniu odpowiednich technik i narzędzi (zostaną one szerzej omówione w dalszej części artykułu) rozwiązywane są konkretne problemy jakościowe oraz następuje weryfikacja uzyskanych w ten sposób efektów. Projekty te mają z reguły charakter długookresowy przez co uznaje się, że Six Sigma jest skierowana do dużych organizacji, które mają możliwości poniesienia pewnych kosztów finansowych oraz czasowych na rzecz znacznych zysków w dalszej perspektywie.

Należy jednocześnie podkreślić, że zarówno w podejściu klasycznym jak i w Six Sigmie zakłada się, że realizowane procesy ilościowe (ciągłe) mają charakter rozkładu normalnego, co w praktyce nie zawsze jest spełnione. Może być to spowodowane np. przez: występowanie wartości ekstremalnych (w tym błędów pomiarowych), „rozwarstwienie procesu” (rozkłady wielomodalne), niewystarczającą rozróżnialność danych pomiarowych, sortowanie danych, czy też wartości bliskie zeru lub naturalnej granicy tolerancji [19].

2.2 Różne perspektywy Six Sigmy

W literaturze i praktyce pojawiły się cztery różne perspektywy spojrzenia na Six Sigmę, które są niezbędne, aby w pełni ją zrozumieć [20]. Wyróżniono podejście: wskaźnikowe (ang. metric view), narzędziowe (ang. tool view), procesowe (ang. process view) oraz filozoficzne (ang. philosophy view).

2.2.1 Podejście wskaźnikowe

Podejście wskaźnikowe koncentruje się wokół wskaźników charakterystycznych dla Six Sigmy (tab. 2), wskaźników zdolności procesu (tab. 2) i wskaźników strategicznych kart wyników (ang. Balanced Scorecard, rys. 3). Podejście to umożliwia racjonalne

wykorzystanie faktów, poprzez analizę stanu obecnego procesu i ewentualnie podjęcie odpowiednich działań, mających na celu identyfikację potencjalnych zagrożeń.

Wskaźniki wyszczególnione np. w opracowaniu autorki [21] są charakterystyczne dla Six Sigmy. Wskaźniki te odnoszą się bezpośrednio do skuteczności procesów. Uważa się także, że umożliwiają one ujawnienie najmniejszej niewydolności procesu [22].

Stosowanie tych mierników umożliwia ocenę realizacji zamierzonych przez organizację celów, ale także, w stosunkowo prosty sposób, eliminację marnotrawstwa poprzez identyfikację i eliminację zjawiska tzw. „ukrytych fabryk” (ang. hidden factories; patrz 2.3). Zwolennicy metody podkreślają, że klasycznie stosowane wskaźniki wydajności nie są wystarczające z uwagi na „maskowanie” tego zjawiska.

Należy tutaj podkreślić, że poziom „sigma” wyznaczany jest w oparciu o założenie o normalnym charakterze procesu. Zgodnie z sugestią Aboelmageda [23] w literaturze brakuje opisu metody wyznaczania tej miary oceny skuteczności dla przypadku, w którym proces nie wykazuje rozkładu normalnego.

Dodatkowo poziom 6 „sigma” jest celem odnoszącym się, nie do całego produktu, ale do jego pojedynczej cechy (krytycznej dla jakości) [6]. Według Harrego i Schroedera „poziom” sigma powinien być traktowany jako „przeciętne prawdopodobieństwo wystąpienia wady w produkcji” [6]. Nasuwa się więc pytanie: „jak określić wadliwość całego wyrobu?”.

W Six Sigmie wyróżnia się dodatkowo długoterminowy typ zmienności. Jest to spowodowane przez omawiane wcześniej założenie o możliwym dryfie wartości średniej o wartość $\pm 1,5\sigma$. Długoterminowe wskaźniki zdolności są istotne, ponieważ proces jest „rozciągnięty” w czasie, w związku z czym należy skonfrontować chwilowe fluktuacje wartości średniej z jej długofalowymi zmianami.

Tab. 2. Wskaźniki zdolności jakościowej stosowane w Six Sigmie [24]

Długoterminowe wskaźniki zdolności jakościowej (ang. performance rates)	Krótkoterminowe wskaźniki zdolności jakościowej (ang. capability rates)
$P_p = \frac{GLT - DLT}{6 \cdot \hat{\sigma}_s}$	$c_p = \frac{GLT - DLT}{6 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{R}/d_2}} = \frac{GLT - DLT}{6 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{S}/c_4}}$
$P_{pk} = \min \left\{ \frac{\bar{x} - DLT}{3 \cdot \hat{\sigma}_s}; \frac{GLT - \bar{x}}{3 \cdot \hat{\sigma}_s} \right\}$	$c_{pk} = \min \left\{ \frac{\bar{x} - DLT}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{R}/d_2}}; \frac{GLT - \bar{x}}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{R}/d_2}} \right\} = \min \left\{ \frac{\bar{x} - DLT}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{S}/c_4}}; \frac{GLT - \bar{x}}{3 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{S}/c_4}} \right\}$

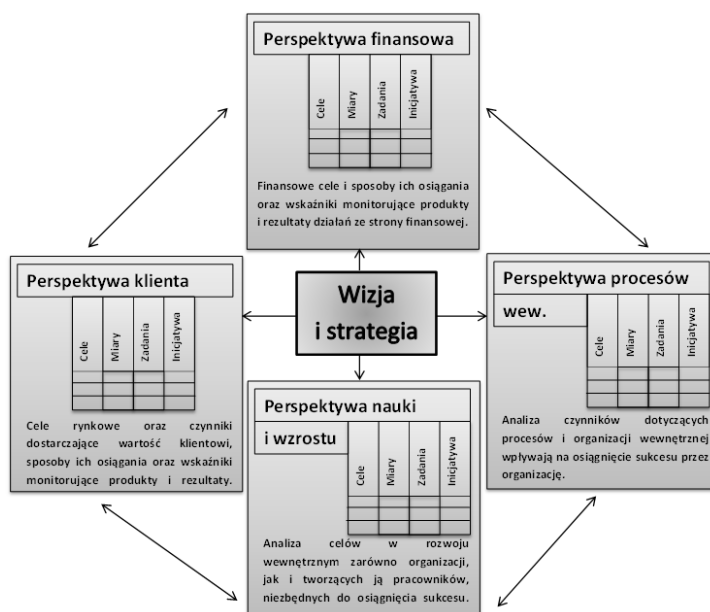
Oznaczenia: GLT/DLT – górna/dolna linia tolerancji, \bar{x} – średnia arytmetyczna, $\hat{\sigma}_{\bar{R}/d_2}$ – nieobciążony estymator obliczony w oparciu o rozstęp, $\hat{\sigma}_{\bar{S}/c_4}$ – nieobciążony estymator obliczony w oparciu o odchylenie standardowe, $\hat{\sigma}_s$ – pierwiastek estymatora nieobciążonego wariancji, d_2 , c_4 – stałe.

Różnica między tymi wielkościami tkwi w metodzie wyznaczania nieobciążonych estymatorów (dla długoterminowej estymatory nieobciążone liczone w oparciu o rozstęp i odchylenie standardowe, natomiast dla krótkoterminowej mamy pierwiastek estymatora nieobciążonego wariancji). P_p i P_{pk} należy stosować jedynie do porównania z c_p , c_{pk} lub do pomiaru i priorytetyzowania popraw po upływie czasu [24].

Przedstawione w tab. 3 wskaźniki zdolności jakościowej mogą być stosowane jedynie dla spełnionego założenia o normalnym charakterze procesu produkcyjnego. W literaturze

można znaleźć propozycje metod wyznaczania krótkoterminowych wskaźników zdolności jakościowej np. w opracowaniu Kovářika i Sarga [25], natomiast kwestia metody obliczania wartości długoterminowych wskaźników zdolności jakościowej zostaje otwarta.

Tak jak wspomniano wcześniej, Six Sigma związana jest z celami strategicznymi organizacji, konieczne jest zastosowanie odpowiedniego narzędzia umożliwiającego stały nadzór realizacji podejmowanych działań i monitorowania możliwych konsekwencji wynikających z ich realizacji. W tym celu najlepiej wykorzystać strategiczną kartę wyników.



Rys. 3. Schemat strategicznej karty wyników [26]

Strategiczna karta wyników bazuje na długookresowej strategii organizacji, poprzez mechanizm ciągłego i wielowymiarowego pomiaru, dzięki czemu możliwe jest powiązanie codziennej działalności organizacji ze sformułowaną wcześniej strategią [26], przez co doskonale wpisuje się w jedno z najważniejszych założeń Six Sigmy, czyli podejmowaniu decyzji biznesowych w oparciu o fakty.

2.2.2 Podejście narzędziowe

Podejście narzędziowe polega na wykorzystaniu zarówno statystycznych jak i niestatystycznych narzędzi oraz technik, w odpowiedniej fazie cyklu DMAIC/DMADV (patrz. 2.2.3) przez odpowiedniego członka zespołu, który pełni określoną rolę, projektu Six Sigma (patrz. 2.2.4). Narzędzia powinny zostać dopasowane do bieżących potrzeb organizacji (zależnych od projektu Six Sigma) oraz charakteru prowadzonej działalności.

W Six Sigmie możliwe jest stosowanie takich narzędzi oraz technik jak np.: karty kontrolne, analiza zdolności procesu, analiza wariancji Anova, analiza regresji i korelacji, diagram Ishikawy, analiza kosztów i korzyści, analiza krytycznych dla jakości (ang. Critical to Quality, CTQ), benchmarking, Kano model, dom jakości (ang. Quality Function Deployment, QFD), analiza rodzajów i skutków możliwych błędów (ang. Failure Mode and

Effects Analysis, FMEA), planowanie eksperymentów (ang. Design of Experiments, DOE), Poka Yoke, analiza Pareto, analiza SIPOC (ang. Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers; Dostawcy, zasoby Wejście, Proces, efekt Wyjście, Klienci), metoda Taguchiego, testy statystyczne, analiza powtarzalności i odtwarzalności, tabele licznosci i szereg innych, ale także mapowanie procesów [23, 27].

2.2.3 Podejście procesowe

Podejście procesowe uwydatnia narzędzia zarządzania procesami np. planowanie projektu Six Sigma, kontrola projektu Six Sigma, a także cykl DMAIC (akronim od angielskich słów: Define – Measure – Anayze – Improve – Control; Definiuj – Mierz – Analizuj – Doskonala – Kontroluj) jako sposób zarządzania projektami doskonalącymi proces czy też cykl DMADV (akronim od ang. słów: Define – Measure – Analize – Design – Verify; Definiuj – Mierz – Analizuj – Projektuj – Weyfikuj) jako sposób zarządzania projektami doskonalącymi produkt. Cykl DMADV w literaturze światowej zwany jest częściej jako Design for Six Sigma (DFSS) [28].

Wymienione cykle opisuje się przy użyciu odpowiednich działań, które powinny być podjęte w odpowiedniej fazie [2, 6, 29]. Ich opis można znaleźć np. w opracowaniu [30]. Zarówno dla cyklu umożliwiającego doskonalenie procesów, jaki i produktu pierwsze trzy fazy są identyczne, kolejne dwa są swoimi odpowiednikami. Metoda Six Sigma DMAIC (DMADV) jest metodą dość ogólną, mającą na celu rozwiązywanie problemów jakościowych (odpowiednik koła Deminga), a jego głównym zadaniem jest zmniejszenie zmienności w procesach produkcyjnych [31].

2.2.4 Podejście filozoficzne

Podejście filozoficzne skupia się wokół filozofii podstawowej oraz jej wpływu na kulturę i jest ściśle związane ze strukturą organizacyjną i behawioralną organizacji. Według Heupela odpowiednim podsumowaniem filozoficznego aspektu Six Sigmy może być następujące sformułowanie: „*przypisywanie niektórych naszych najlepszych ludzi do naszych największych problemów, wymagających podejmowania decyzji na podstawie danych*” [18]. Six Sigma wprowadza do istniejącej struktury organizacyjnej tzw. system pasów (ang. belt system), który definiuje role i obowiązki/zadania poszczególnych członków zespołu projektów doskonalących Six Sigma (tab. 3).

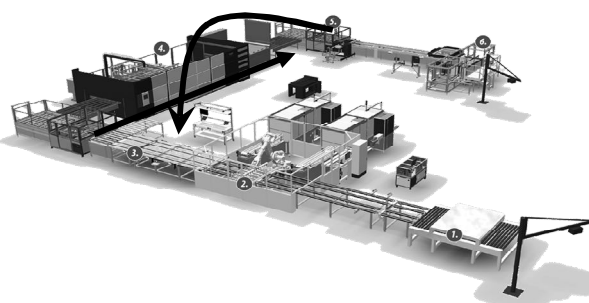
Przedstawione powyżej podejścia do Six Sigmy są niezbędne do pełnego jej zrozumienia. Zwolennicy Six Sigmy podkreślają, że na jej skuteczność składa się integracja struktury organizacyjnej, w której każdy pełni określoną rolę i jest świadomy odpowiedzialności jednostki za powodzenie projektów Six Sigma, odpowiednie wykorzystywanie narzędzi oraz technik w ujęciu procesowym wraz z podejmowaniem decyzji w oparciu o zdyscyplinowane wykorzystanie faktów, potwierdzonych przy użyciu stosownych mierników.

Tab. 3. System pasów Six Sigmy z opisem pełnionych funkcji i udział w strukturze organizacyjnej [20]

Rola w projekcie Six Sigma	Pełnione funkcje
Champion	Członek ścisłego kierownictwa organizacji, którego nadrzędnymi funkcjami są wspieranie wdrożenia projektów Six Sigma i zagwarantowanie potrzebnych zasobów.
Master Black Belt (1 na 10-20 Black Belt)	Trenerzy i mentorzy Black Belt i Green Belt, odpowiedzialni za opracowywanie kluczowych wskaźników i strategicznego kierunku. Działają w organizacji jako technolog i konsultant wewnętrzny.
Black Belt (1% - 2%)	Liderzy zespołów, którzy odpowiadają za sprawne funkcjonowanie projektów. Muszą posiadać dużą wiedzę na temat metodologii Six Sigma oraz wnioskowania statystycznego.
Green Belt (5% - 10%)	Stanowią grupę asystentów wyższych pasów, czasami prowadzą własne zespoły małych projektów. Głównie przyczyniają się do analizowania i gromadzenia danych, które są wykorzystywane do projektów.
Yellow Belt (25% - 50%)	Członkowie zespołu, realizujący zadania przydzielone przez przełożonych. Dokonują przeglądu, analizy i propozycji ulepszenia prowadzonych projektów.

2.3 „Ukryte fabryki”

Six Sigma zwraca również uwagę na zjawisko „ukrytych fabryk” (ang. hidden factories). Pojęcie to zostało zasygnalizowane przez Crosby’ego. *„Na „ukryte fabryki” składają się wszystkie procesy, działania oraz systemy, które mają za zadanie naprawę błędów powstających na poszczególnych etapach produkcji”* [6]. Schemat „ukrytej fabryki” (rys. 4), zwanej również „ukrytą fabryką braków”, może być następujący: produkt w procesie produkcji (składającego się np. z 6 operacji) przechodzi odpowiednio przez stanowisko 3 (gdzie następuje pewna operacja X) do stanowiska 5 (przez stanowisko 4), gdzie zostaje ujawniona wada, która uniemożliwia wykonanie operacji Y. W konsekwencji tego działania, wyrób ponownie wraca do wydziału A (najczęściej bez wiedzy i zgody kierownictwa), gdzie zostaje wyeliminowana wykryta wada. W konsekwencji podejmowania tego typu działań, pracownicy obu stanowisk zmuszeni są m.in. do przerwania ciągu cyklu pracy oraz narażają przedsiębiorstwo na dodatkowe koszty związane np. z materiałem, który został zużyty na tego typu poprawki [22].



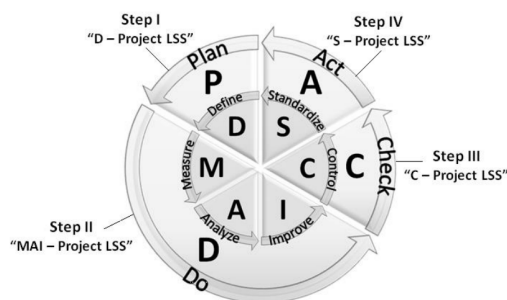
Rys. 4. Przykładowy schemat funkcjonowania „ukrytej fabryki” w przedsiębiorstwie produkcyjnym

Pozornie wszystko wydaje się być w porządku. Wada została ujawniona, a następnie poprzez podjęte działania naprawcze, usunięta. Jednakże badania przeprowadzone przez Kosinę wskazują, że zjawisko to odpowiada za generowanie marnotrawstwa, które bezpośrednio rzutuje na poniesione przez przedsiębiorstwo straty finansowe [32]. Według niego oszczędności wynikające z redukcji kosztów związanych z „ukrytymi fabrykami” są wprost proporcjonalne do oszczędności z projektów Six Sigma, a wydatki na poprawę jakości mają jedynie charakter jednorazowy oraz przynoszą długookresowe korzyści [30, 32]. Z kolei badania Dobrzyńskiego i Waszczury wykazują wpływ „ukrytych fabryk” na zawyżenie oceny skuteczności podejmowanych działań („poziom sigma”) [30,33]. Należy podkreślić, że zjawisko to, w konsekwencji braku odpowiedniej reakcji ze strony kierownictwa, staje się integralną częścią procesu produkcyjnego, co prowadzi do pogłębiania ponoszonych strat.

Przeprowadzone badania w wybranych przedsiębiorstwach produkcyjnych na terenie województwa opolskiego wykazują jednak, że opisane w tym rozdziale działania są bardzo często niedostrzegane, a wręcz bagatelizowane. Niektóre z nich wręcz wpisują podejmowanie przez pracowników działania naprawcze w politykę „oszczędnego przedsiębiorstwa”, bez świadomości, iż może to skutkować większymi stratami finansowymi niż w przypadku podjęcia działań doskonalących. Sugeruje się zwiększanie świadomości organizacji w tym zakresie.

2.4 Six Sigma w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw

Klasykzna postać Six Sigmy umożliwia sprawne i skuteczne działania dla sektora dużych przedsiębiorstw, bez względu na branżę. W przypadku sektora MŚP możliwe jest stosowanie wybranych elementów Six Sigma. Grudowski i Leseure podkreślają, że Six Sigma, dzięki swojej elastyczności może zostać wykorzystana wraz z pakietem rozwiązań Lean do mniejszych organizacji, tworząc „hybrydową koncepcję Lean Six Sigma” (LSS) [34]. Potrzeba opracowania LSS wynika m.in. z ograniczonych środków finansowych, utrudnionego dostępu do podnoszenia kwalifikacji pracowników, ograniczeń czasowych, a także niskiej świadomości jakościowa w tym sektorze. Metoda ta opiera się na cyklu DMAICS (akronim od ang. słów: Define – Measure – Analyze – Improve – Control – Standardize; Definiuj – Mierz – Analizuj – Doskonalsz – Kontroluj – Standaryzuj) i składa się z czterech etapów realizacji (step I-IV, rys. 5) [34-35].



Rys. 5. Model ciągłego doskonalenia DMAICS w metodzie LSS [35]

Pierwszy etap obejmuje definicję odpowiedniego celu przedsięwzięcia, zgodnie z oczekiwaniami klienta projektu (np. konsumenta, odbiorcy, pracowników itp.), a także

ograniczeniami przedsiębiorstwa. W etapie drugim należy dokonać odpowiedniego doboru narzędzi oraz technik, które umożliwią nie tylko wdrożenie ulepszeń, ale również usystematyzują zakres podejmowanych działań. W kolejnym kroku należy dokonać oceny uzyskanych dotychczas efektów oraz sprawdzenie stopnia osiągnięcia zamierzeń z fazy pierwszej. Ostatni etap ma na celu, nie tylko zagwarantowanie trwałości podjętych działań doskonalących, ale także przekształcenie przedsiębiorstwa w samouczącą się organizację [34-35].

Lean Six Sigma dostarcza nieskomplikowane, a zarazem skuteczne i efektywne narzędzia, dostosowane do potrzeb wynikających z ich specyfikacji. Program łączy ze sobą jednocześnie cele Six Sigmy i uszczuplone zarządzanie Lean. Według Grudowskiego, Leseure, Biganda oraz Castelaina podejście to umożliwia skuteczne zarządzanie jakością w organizacji z uwzględnieniem zewnętrznych uwarunkowań [35].

3. Podsumowanie

Six Sigma umożliwia skuteczne zarządzanie jakością dzięki integracji szerokiej gamy mierników (podejście wskaźnikowe), narzędzi i technik (podejście narzędziowe) racjonalnie wykorzystywanych w odpowiedniej fazie cyklu doskonalącego (podejście procesowe) oraz systemowi pasów, w którym pracownicy pełnią ściśle określone funkcje (podejście filozoficzne). Jej głównym zadaniem jest zapobieganie powstawania błędów (najlepiej w fazie projektowania procesów/produktów), redukcja zmienności procesów, eliminowanie marnotrawstwa, a cele jakościowe realizowane są za pomocą tzw. projektów Six Sigma.

Wprowadzenie nowych, charakterystycznych dla Six Sigmy, wskaźników wydajności umożliwiło zidentyfikowanie niepożądanego zjawiska „ukrytych fabryk”, które jest głównym czynnikiem generującym marnotrawstwo. Przeprowadzone przez autorkę badania w wybranych przedsiębiorstwach woj. opolskiego, wykazały, że organizacje bagatelizują znaczenie „ukrytych fabryk”, bądź w ogóle nie mają świadomości podejmowania przez pracowników działań naprawczych.

Dodatkowo Six Sigma, w ostatnich latach, została zmodyfikowana, poprzez połączenie z metodami uszczuplonego zarządzania Lean (tworząc „hybrydową koncepcję Lean Six Sigma”) i dostosowana do potrzeb sektora małych i średnich przedsiębiorstw, z uwzględnieniem ograniczonych zdolności finansowych, czasowych oraz utrudnionego dostępu do poszerzenia kwalifikacji pracowników.

Przeprowadzona analiza literaturowa wykazała, że pomimo ciągłych modyfikacji Six Sigmy i jej stałego dostosowywania do bieżących przemian rynkowych kilka kwestii pozostaje do sprecyzowania, jak np.:

- w jaki sposób wyznaczyć poziom „sigma” w przypadku gdy proces produkcyjny nie wykazuje charakteru rozkładu normalnego?
- jak wyznaczyć wartość długoterminowych wskaźników zdolności jakościowej również w sytuacji niespełnionego założenia o przebiegu procesu zgodnie z rozkładem normalnym?
- w jaki sposób określić wadliwość całego wyrobu?

Rozwiązanie tych zagadnień stanowi przedmiot dalszych badań prowadzonych przez autorkę.

Literatura

1. Szymańska A.I.: Globalizacja a nowe koncepcje zarządzania przedsiębiorstwem, *Przedsiębiorczość – Edukacja*, t. 8. Rola przedsiębiorczości w edukacji, 2012, 360-372.
2. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007.
3. Hamrol A.: Strategie i praktyki sprawnego działania. Lean, Six Sigma i inne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015.
4. Kosiorek D.: Jakość w teorii i praktyce zarządzania organizacjami. *Zarządzanie i Finanse*, R. 11, nr 1, cz. 1, 2013, s. 339-358.
5. Motorola University 2008: Motorola Six Sigma business improvement programs, www.motorolasolutions.com/web/Business/_Moto_University/Documents/_Static_Files/Business_Improvement_Campaigns.pdf, [dostęp: 10.12.2015].
6. Harry M., Schroeder R.: Six Sigma – wykorzystanie programu jakości do poprawy wyników finansowych. Oficyna Wolters Kluwer Business, Kraków, 2005.
7. Karaszewski R.: Nowoczesne koncepcje zarządzania jakością. Wydawnictwo „Dom Organizatora”, Toruń, 2006.
8. Parast M.M.: The effect of Six Sigma projects on innovation and firm performance. *International Journal of Project Management*, 29, 2011, 45-55.
9. Douglas P.C., Erwin J.: Six Sigma's focus on total customer satisfaction. *Journal for Quality and Participation*, Vol. 23, No 2, 2000, 45-49.
10. Evans J.R., Lindsay W.M.: *The Management and Control of Quality*, sixth ed. South-Western, Mason, OH, 2005.
11. Shafer S.M., Moeller S.B.: The effects of Six Sigma on corporate performance: An empirical investigation. *Journal of Operations Management*, 30, 2012, 521-532.
12. Pande P.S., Neumann R.R., Cavanagh R.R.: *The Six Sigma Way*. McGraw-Hill, New York, 2000.
13. Pepper M.P.J., Spedding T.A.: The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27, No 2, 2010, 138-155.
14. Brady J.E., Allen T.T.: Six Sigma literature: a review and agenda for future research. *Quality and Reliability Engineering International*, 22, 2006, 335-367.
15. Wu C., Lin C.: Case study of knowledge creation facilitated by Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 26, No 9, 2009, 911-993.
16. Antony J.: Six Sigma: a strategy for supporting innovation in pursuit of business excellence. *International Journal of Technology Management*, 37, 2007, 8.
17. Thompson J.R., Koronacki J., Nieckuła J.: *Techniki zarządzania jakością od Shewharta do metody „Six Sigma”*. ExitG, Warszawa, 2005.
18. Bothe D.R.: Statistical reason for the 1.5 σ shift. *Quality Engineering*, Vol. 14, No 3, 2002, 479-487.
19. Buthmann A.: Dealing with non-normal data: Strategies and Tools, <http://www.isixsigma.com/tools-templates/normality/dealing-non-normal-data-strategies-and-tools/> [dostęp: 10.11.2014]
20. Zhang W., Hill A. V., Gilbreath Gl. H.: A research Agenda for Six Sigma Research. *QMJ*, Vol.18, No 1, 2011, 39-53.
21. Czabak-Górska I.D., Lorenc M.: Identyfikacja „ukrytych fabryk” w oparciu o wskaźniki wydajności stosowane w Six Sigmie – studium przypadku. *Logistyka*, 6/2015, s. 47-51.
22. Miller P.: Systemowe zarządzanie jakością. Koncepcja systemu, ocena systemu,

- wspomaganie decyzji. Diffin, Warszawa, 2011.
23. Aboelmaged G.M.: Six Sigma quality: a structured review and implications for future research. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27, No. 3, 2010, 269-318.
 24. Marzagão D.: Cp, Cpk, Pp and Ppk: Know How and When to Use Them, <http://www.isixsigma.com/tools-templates/capability-indices-process-capability/cp-cpk-pp-and-ppk-know-how-and-when-use-them/> [dostęp 01.10.2015].
 25. Kovářík M., Sarga L.: Process Capability Indices for Non-Normal Data, *WSEAS Transactions on Business & Economics*, vol. 11, 2014, s. 419-429.
 26. Kaplan R.S.: Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard. Harvard Business School, Working Paper, 10-074, Harvard University, 2010.
 27. Wrona A., Wrona M.: Zastosowanie wybranych narzędzi Six Sigma w procesach technologicznych. *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji* pod red. R. Knosali, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole, 2009, 532-540.
 28. De Feo J.A.; Barnard W.: *JURAN Institute's Six Sigma Breakthrough and Beyond - Quality Performance Breakthrough Methods*. Mumbai: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2005.
 29. Hammer M.: Process Management and the Future of Six Sigma. *MIT Sloan Management Review*, 2002, 26-32.
 30. Czabak-Górska I.D.: Zastosowanie cyklu DMAIC w zarządzaniu procesem reklamacji–studium przypadku. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*, Gdynia, 88/2015, 188 – 194.
 31. Mast J., Lokkerbol J.: An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal Production Economics*, 139, 2012, 604-614.
 32. Kosina J.: The process to estimate economic benefits of Six Sigma projects. *Quality Innovation Prosperity*, Vol. 17, No 1, 2013, 16-26.
 33. Dobrzyński M., Waszczur P.: Simulation Analysis of a production process with selected Six Sigma ratios. *LogForum Scientific Journal of Logistics*, Vol. 8, No 1, 2012, 47-54.
 34. Grudowski P., Leseure E.: *LSS Plutus. Lean Six Sigma dla małych i średnich przedsiębiorstw*. Wydawnictwo WNT, Warszawa, 2013.
 35. Grudowski P., Leseure E., Bigand M., Castelain E.: Wykorzystanie metodyki Lean Six Sigma w doskonaleniu funkcjonowania małych i średnich przedsiębiorstw. *Zarządzanie i Finanse*, R. 10, nr 3, cz. 3, 2012, 29-41.

Mgr Izabela CZABAK-GÓRSKA
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów
Katedra Inżynierii Jakości Produkcji i Usług
Politechnika Opolska
45-370 Opole, ul. ul. Ozimska 75
tel./fax: (+48 77) 449 8848
e-mail: i.gorska@po.opole.pl