

Zastosowanie metody Six Sigma w celu doskonalenia procesów produkcyjnych

Daniel Tochwin 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: danieltochwin@gmail.com

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie głównych założeń oraz korzyści zastosowania metody Six Sigma i metodologii DMAIC w celu usprawniania procesów produkcyjnych. Six Sigma należy do najważniejszych metod zwiększania efektywności oraz wydajności procesów biznesowych. Oprócz ustanowienia kultury poświęconej ciągłemu doskonaleniu procesów, oferuje także narzędzia i techniki, które eliminują defekty i pomagają zidentyfikować źródłowe przyczyny błędów. Ponadto, zastosowanie metody Six Sigma umożliwia organizacjom tworzenie lepszych produktów i usług dla konsumentów. Prowadzenie nieustannych usprawnień procesów jest możliwe dzięki zastosowaniu cyklu DMAIC, który bazuje na pięciu następujących po sobie krokach (tj.: definiowanie, mierzenie, analizowanie, usprawnianie, kontrolowanie). Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury w publikacji przedstawiono istotę pojęcia Six Sigma, następnie omówiono model DMAIC oraz zaprezentowano przykłady funkcjonalnych implementacji metodologii DMAIC Six Sigma w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Efektywność zastosowania cyklu DMAIC podczas wdrażania metody Six Sigma została potwierdzona wynikami przeprowadzonych badań.

Słowa kluczowe

DMAIC, Six Sigma, usprawnianie procesów

Wstęp

Transformacja cyfrowa to pojęcie, które stało się niezwykle popularne w ostatniej dekadzie. Nowe technologie wspierają zarówno drogę rozwoju małych jak i dużych firm produkcyjnych, które ciągle konkurują o klienta. W szybko zmieniającym się środowisku biznesowym nieodłącznym elementem jest usprawnianie procesów produkcyjnych oraz eliminacja wąskich gardeł w przepływach. Inwestycje w nowe

rozwiązania technologiczne znacznie przyspieszają rozwój firmy. Należy jednak pamiętać, że rozwój ten musi być w równym stopniu wspierany przez metody zarządzania kontrolą jakości.

Six Sigma łączy narzędzia i metody mające na celu usprawnienie procesów biznesowych [Singh, 2020, s. 796]. Metodologia ta jest obecnie jedną z najlepszych wśród stosowanych przez wiodące organizacje w celu poprawy wydajności oraz jakości procesów. Oprócz rozwijania podejścia ciągłego doskonalenia procesów, Six Sigma dodatkowo oferuje rozwiązania, które eliminują odchylenia w procesach produkcyjnych, zmniejszają ilość występujących defektów oraz pomagają zidentyfikować podstawowe przyczyny błędów. Wszystkie te działania mają na celu dostarczenie lepszej jakości wyrobów gotowych, które zaspakajają potrzeby klientów.

Tematyka związana z Six Sigma zyskała na popularności pod koniec lat siedemdziesiątych XX wieku. Było to uwarunkowane wzrostem konkurencyjności tanich japońskich wyrobów na rynku światowym. Amerykańskie firmy zostały zmuszone do poszukiwania sposobów na podniesienie jakości swoich produktów, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów [Bogacz i Migza, 2016, s. 24-25]. Liderzy branży motoryzacyjnej, a mianowicie: Ford, Chrysler oraz General Motors wdrożyli w swoich fabrykach Statystyczną Kontrolę Procesu (SPC – Statistical Process Control), co pozwoliło im na dokładne monitorowanie procesów w punktach krytycznych. Odmienne podejście zastosowała firma Motorola. W celu podwyższenia konkurencyjności swoich produktów zatrudnili w swoich ośrodkach badawczych wybitnych specjalistów z zakresu matematyki, statystyki, projektowania oraz jakości, którzy przyczynili się do powstania systemu ciągłej poprawy jakości [Pierce, 2020].

Celem niniejszej publikacji jest przeprowadzenie wszechstronnego przeglądu literatury zastosowania metody Six Sigma w dziedzinie produkcji. Wybranie i zastosowanie odpowiednich narzędzi wymaga bardzo dobrej znajomości procesów w przedsiębiorstwie produkcyjnym oraz doświadczonych ekspertów, którzy pokierują organizacją w dobrym kierunku. Podjęta tematyka badania pozwala na zrozumienie ważności zastosowania DMAIC Six Sigma w celu optymalizacji procesów produkcyjnych. Dodatkowo przytoczone w artykule przykłady implementacji wskazują korzyści z wdrożeń.

1. Pojęcie i istota Six Sigma

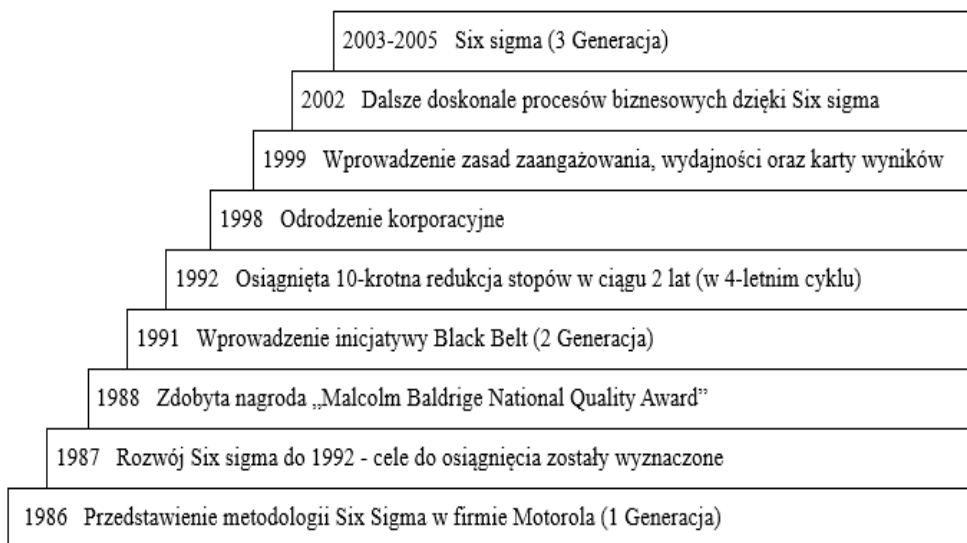
W literaturze można spotkać wiele definicji pojęcia Six Sigma. Jedna z popularniejszych mówi o tym, że Six Sigma to metoda mająca na celu poprawę funkcjonowania procesów biznesowych. Podejście to identyfikuje, a następnie eliminuje przyczyny defektów procesach, wpływa na skrócenie czasu cyklu i finalnie zmniejsza

koszty działalności, równocześnie zwiększając wydajność i lepiej spełniając oczekiwania klientów [Evans i Lindsay, 2005, s. 12]. Kolejna ciekawa interpretacja tego pojęcia wskazuje, że Six Sigma to zorganizowane i systematyczne podejście do procesu ciągłego doskonalenia, mające na celu obniżenie ilości występujących defektów w procesie, oparte na technikach statystycznych [Brady i Allen, 2006, s. 337]. Według Antony [2006, s. 37] Six Sigma to systematyczna metodologia, która daje pracownikom statystyczne i niestatystyczne narzędzia oraz techniki, w celu uzyskania wiedzy na temat procesów i produktów krytycznych, niezbędnych do osiągnięcia zarówno operacyjnej, jak i biznesowej doskonałości.

Przytoczone definicje potwierdzają, że podejście Six Sigma skupia się na ciągłym doskonaleniu procesów, poprzez wykorzystanie technik i narzędzi odpowiednio dobranych pod dany model działalności organizacji. Six Sigma silnie oddziałuje z kulturą organizacyjną przedsiębiorstwa i w każdej firmie przyjmuje inną, indywidualną formę.

Warto przytoczyć przykład firmy Motorola, w której Six Sigma po raz pierwszy zostało zastosowane około roku 1986 w Stanach Zjednoczonych, gdy inżynierowie postanowili ulepszyć jedno z produkowanych urządzeń [Mistra, 2008, s. 39]. W ich zakładach produkcyjnych powstała definicja Six Sigma, według której: „Six Sigma to filozofia biznesu kierująca działaniami przez wyraźne określenie wartości organizacji w ramach jej systemu kompensacji oraz strategii biznesu nastawionej na cięcie kosztów i podnoszenie satysfakcji klienta” [<https://www.jakosc.biz/six-sigma/>, 27.01.2020].

Rozwój metodologii Six Sigma jest pracochłonny i wymaga dużego zaangażowania ze strony organizacji. Na rys. 1 zaprezentowano wieloletnią drogę ciągłego doskonalenia w przedsiębiorstwie Motorola. Wypracowane podejście miało na celu podniesienie jakości wyrobów gotowych, a następnie pozytywnie wpłynęło na obniżenie kosztów produkcji oraz realizacji dostaw. Cykl życia Six Sigma zapewnia kompleksowe i praktyczne ramy czasowe łączące w logiczny sposób istotne kwestie związane z ciągłym doskonaleniem. Zawiera dwa główne modele, które razem umożliwiają ekspertom wydajnie zarządzać wszystkimi fazami na ścieżce docelowej projektu. Jest to ulepszanie oraz projektowanie lub przeprojektowywanie dowolnego rodzaju systemu [Henriques i in., 2014, s. 34]. Six sigma wspiera również zmianę kulturową przy podejmowaniu decyzji w oparciu o fakty oraz dostarcza umiejętności dla managerów przy efektywnym zarządzaniu projektami.



Rys. 1. Historia Six Sigma w firmie Motorola

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Bicheno i Catherwood, 2005, s. 7].

Głównym założeniem Six Sigma jest poprawa jakości wyników procesu poprzez identyfikację i usunięcie przyczyn defektów oraz zminimalizowanie zmienności w procesach produkcyjnych i biznesowych. Filozofia ta, nastawiona jest na cięcie kosztów, podnosząc jednocześnie satysfakcję klienta. Mocnym aspektem koncepcji Six Sigma jest klarowny podział odpowiedzialności i obowiązków między pracownikami, szczegółowo określone wymagania stawiane kandydatom na dane stanowisko w strukturze organizacyjnej oraz rozbudowany system szkoleń [Torczewski, 2004, s. 37]. W przypadku Six Sigma tworzy się specjalną strukturę, składającą się z zespołów ludzi o różnych zasobach wiedzy i kwalifikacjach (tab.1).

Tab. 1. System pasów Six Sigmy z opisem pełnionych funkcji udział w strukturze organizacyjnej

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 technolodzy i konsultanci wewnętrzni

Rola w projekcie Six Sigma	Pełnione funkcje
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

Źródło: [Ingaldi 2019, s. 119-120].

Odpowiednio dobrany zespół wykwalifikowanych specjalistów jest kluczem do sukcesu przy realizacji wdrożeń projektowych. Champion Six Sigma przyjmuje kluczową rolę na najwyższym szczeblu kierowniczym. Jego głównym zadaniem jest zrozumienie szczegółów i cech charakterystycznych firmy – takich jak jej wizja, misja i wskaźniki oraz wykorzystanie tych informacji do dostosowania planu Six Sigma do celów organizacji. Master Black Belts to eksperci w zakresie metodologii, zasobów i praktyk Six Sigma. Wykorzystują swoje zaawansowane umiejętności w rozwiązywaniu problemów, przywództwie, zarządzaniu zasobami i wdrażaniu projektów. Black Belts to pełnoetatowi profesjonalści, których głównym zadaniem jest prowadzenie zespołu w projektach Six Sigma, podczas gdy dyrektorzy oraz mistrzowie Black Belts koncentrują się na identyfikowaniu najlepiej dopasowanych projektów Six Sigma, Black Belts skupiają się na szczegółach. Mają przeszkolenie w zakresie podstawowych zasad Six Sigma, rozumienia modeli projektowych DMAIC (definiuj, mierz, analizuj, ulepszaj, kontroluj). Green Belts to często zatrudnieni w niepełnym wymiarze czasu pracy, wykonujący różnorodne obowiązki, w tym pomoc w projektach Black Belt i prowadzenie mniejszych projektów. Są przeszkoleni w zakresie technik rozwiązywania problemów i założeń modelu projektu DMAIC. Yellow Belt oznacza zrozumienie podstawowych wskaźników i metod doskonalenia Six Sigma, a także zdolność do integracji tych taktyk z systemami produkcyjnymi organizacji. Ich rolą w procesie Six Sigma jest rola głównego członka zespołu. Często skupienie się na obszarze wiedzy rozwija członków Yellow Belts do bycia ekspertami merytorycznymi, odpowiedzialnymi za prowadzenie mniejszych projektów doskonalących [<https://onlinemasters.ohio.edu/blog/the-7-roles-of-six-sigma/>, 23.02.2021].

2. DMAIC jako integralna część Six Sigma

Integralną częścią Six Sigma jest DMAIC (rys. 2). Model ten odnosi się do pięciu połączonych ze sobą etapów (definiuj, mierz, analizuj, ulepszaj, kontroluj), które systematycznie pomagają organizacjom w rozwiązywaniu problemów i doskonaleniu procesów. Fazy podejścia DMAIC można zdefiniować w następujący sposób [Dale, 2007, s. 23-37]:

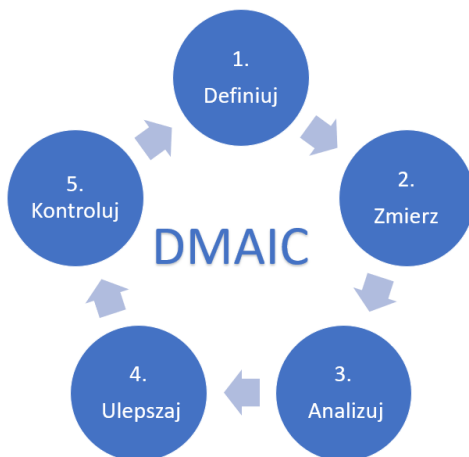
Definiuj – ten etap w procesie DMAIC obejmuje określenie roli zespołu, zakres i granice projektu, wymagania i oczekiwania klientów oraz wyznaczenie celów do osiągnięcia. Przed przejściem do fazy mierzenia zespół precyzuje swój projekt i zapewnia, że jest on zgodny z przyjętymi założeniami.

Zmierz – ten etap obejmuje wybór czynników pomiarowych do poprawy oraz zapewnienie struktury do oceny bieżącej wydajności, a także możliwość oceny, porównania i monitorowania kolejnych ulepszeń i ich możliwości dzięki wykorzystaniu przyjętych wskaźników. Podczas zbierania danych zespół koncentruje się na czasie realizacji procesu lub jakości tego, co klienci otrzymują w ramach procesu. Przed przejściem do fazy analizy zespół definiuje swoje miary i określa bieżącą wydajność lub podstawę procesu.

Analizuj – ten etap koncentruje się na określeniu pierwotnej przyczyny problemów (defektów) oraz zrozumieniu, dlaczego wystąpiły niezgodności, a także porównanie i ustalenie priorytetów możliwości dalszego doskonalenia. Istotą tej fazy jest weryfikacja hipotez przed wdrożeniem rozwiązań. Następnie zespół powinien przejść do fazy ulepszania.

Ulepszaj – ten etap koncentruje się na wykorzystaniu eksperymentów i technik statystycznych do generowania możliwych ulepszeń w celu zmniejszenia ilości problemów z jakością i / lub defektów. Faza doskonalenia to etap, w którym zespół projektuje oraz wdraża swoje pomysły, pilotuje zmiany i na koniec zbiera dane, aby potwierdzić, że istnieje wymierna poprawa.

Kontroluj – finałny etap procesu DMAIC zapewnia utrzymanie ulepszeń oraz osiągniętej wydajności dzięki usprawnieniom. Udoskonalenia procesów są dokumentowane w postaci standardów, do których przestrzegania w jednakowy sposób są zobligowani wszyscy użytkownicy. W fazie kontroli zespół opracowuje plan monitorowania, aby śledzić powodzenie zaktualizowanego procesu i przygotowuje plan reagowania na wypadek spadku wydajności. Po wdrożeniu właściciel procesu monitoruje i stale udoskonala aktualnie najlepszą metodę.



Rys. 2. Proces DMAIC

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Dale, 2007, s. 23-24].

W ramach podejścia Six Sigma model DMAIC wskazuje krok po kroku, w jaki sposób należy rozwiązywać problemy, grupując narzędzia jakości, jednocześnie ustanawiając ustandaryzowaną procedurę rozwiązywania problemów [Bezerra, 2010, s.157]. Model DMAIC nakłania do uczenia się poprzez wykonywanie ciągłych działań doskonalących. Zwraca również uwagę na gromadzenie i analizę danych przed wykonaniem jakiegokolwiek inicjatywy doskonalenia. Takie podejście zapewnia użytkownikom DMAIC źródło wiedzy, które umożliwi trafne podejmowanie decyzji oraz wyznaczanie kierunków działań na podstawie rzeczywistych i sprawdzonych metod oraz przeprowadzonych działań.

W tabeli 2 została przedstawiona charakterystyka faz procesu DMAIC. Sukces poszczególnych kroków jest zależny od odpowiedniego dostosowania wykorzystywanych rozwiązań do projektu, aby dotrzeć do źródłowych przyczyn problemów, ustalić przewidywalność i zwiększyć precyzję procesu. Efektywne wykonanie każdego z kroków ma ogromne znaczenie na wynik końcowy całego projektu. Każda aktywność musi być przemyślana oraz indywidualnie dostosowana pod potrzeby organizacji.

Tab. 2. Charakterystyka faz procesu DMAIC

Etap	Cel etapu	Charakterystyka etapu
Definiuj	Stworzenie jasnego obrazu, który pomoże zrozumieć podstawowe, funkcjonalne działania w organizacji oraz ich wzajemnego oddziaływania z klientami zewnętrznymi	Tworzenie mapy działań kreujących wartości w organizacji powinno opierać się na następujących pytaniach: 1. Jakie procesy możemy uznać za główne bądź tworzące wartość dodaną? 2. Jaki charakter mają powiązania wewnętrzne oraz zewnętrzne (z otoczeniem) procesów przebiegających w ramach organizacji?
Mierz	Ustalenie standardów wykonania pomiaru wydajności procesów, tak aby móc dokładnie ocenić efekt zaplanowanych celów. Wprowadzenie lub usprawnienie metod i narzędzi ukierunkowanych na zbieranie informacji od klientów	Opracowanie czytelnego i wyczerpującego opisu czynników wpływających na satysfakcję klientów w odniesieniu do produktów i procesów tj.: oczekiwania w stosunku do produktów, oczekiwania w stosunku do usług opisujące sposób i zakres, w jakim organizacja powinna wchodzić w interakcje ze swoimi klientami.
Analizuj	Właściwa ocena wyników każdego procesu w świetle zdefiniowanych oczekiwań klientów oraz opracowanie systemu pomiarów kluczowych wskaźników przyjętych do pomiaru w fazie mierzenia	Miary bazowe – ilościowa ocena bieżących wyników procesów. Miary wydajności – oszacowanie możliwości procesów w zakresie spełniania oczekiwań. System miar – nowe lub udoskonalone metody i zasoby pozwalające na dokonywanie ciągłych ocen przez pryzmat zorientowanych na klienta standardów.
Ulepszaj	Identyfikacja możliwości dokonania usprawnień oraz zorientowanych procesowo rozwiązań, wspierana kreatywnym myśleniem i aktualnymi informacjami. Ponadto efektywne wprowadzenie nowych rozwiązań i procesów przy zaangażowaniu użytkowników systemu	Priorytety usprawnień. Potencjał projektów Six Sigma oceniany jest na podstawie ich wykonalności i skutków. Usprawnianie procesu. Rozwiązania ukierunkowane na specyfikację przyczyn źródłowych. Stworzenie nowych lub udoskonalonych standardów pracy w celu zaspokojenia potrzeb, wprowadzania nowych technologii, wzrostu szybkości, dokładności, jakości itp.
Kontroluj	Zainicjowanie działań biznesowych kierujących usprawnianiem wyników realizowanych procesów, zapewniających ciągły pomiar oraz doskonalenie i poprawa wypracowanych standardów	Kontrola procesu. Pomiary i monitorowanie w celu podtrzymania działań usprawniających. Kultura Six Sigma. Ukierunkowanie organizacji na ciągłe odnawianie wszelkich aspektów związanych z jej funkcjonowaniem. Narzędzia i zagadnienia związane z koncepcją Six Sigma powinny stać się zasadniczą częścią środowiska biznesowego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Doroszewicz i Tyszkiewicz, 2017, s. 157-178].

DMAIC jest sercem każdego projektu Six Sigma. Jest to struktura, która prowadzi zespoły do uzyskiwania możliwie najlepszych wyników w realizowanych obecnie projektach. Rozwiązania pomagają tworzyć pomysły ulepszeń, które maksymalizują wartość odczuwaną przez klienta przy zachowaniu efektywności kosztowej. Rygorystyczne przestrzeganie podejścia DMAIC oraz maksymalizacja wykorzystania dostępnych narzędzi Six Sigma zapewnia osiągnięcie trwałej poprawy w projektach [Jirasukprasert, 2013, s. 5-6].

3. Korzyści wdrażania DMAIC Six Sigma w procesach produkcyjnych

Doskonałym przykładem efektywnego wdrożenia DMAIC Six Sigma jest przedsiębiorstwo *Ford Motor Company*. Metodologia ta zaczęła być stosowana pod koniec lat dziewięćdziesiątych, w celu poprawy jakości pojazdów oraz zapewnienia wzrostu poziomu satysfakcji klientów. Ponadto, Ford był pierwszym na świecie przedsiębiorstwem produkującym samochody, które wdrożyło metodologię Six Sigma w swojej działalności biznesowej na dużą skalę [<https://www.6sigma.us/uncategorized/six-sigma-case-study-ford-motors/>, 12.02.2021].

Przez pierwsze trzy lata Ford koncentrował swoje wysiłki w zakresie Six Sigma przede wszystkim na poprawie satysfakcji klienta (a nie tylko na redukcji kosztów) i nadal udało się zaoszczędzić około 675 mln USD na całym świecie. W 2003 roku Ford zaczął przyspieszać proces oszczędności kosztów Six Sigma poprzez prawie dwukrotne zwiększenie celów oszczędnościowych od 2002 roku. W Ameryce Północnej Ford przekroczył swoje cel na koniec 2003 r. Do połowy roku (ponad 300 mln USD), przy czym większość oszczędności wynikały z funkcji biznesowych. Całkowite oszczędności Forda z Six Sigma przekroczyły w ciągu pierwszych 3 lat wdrożenia 1 mld USD [Holtz, Campbell, 2003, s. 322-324]. Jednym z najpilniejszych problemów, z jakimi borykał się Ford w tamtym czasie, było ponad 20 000 przypadków wystąpienia usterek związanych z produkcją samochodów rocznie. Pomimo wcześniejszej historii firmy w zakresie kontroli jakości i innowacji, niektóre wady powtarzały się chronicznie. Po wdrożeniu Six Sigma osiągnięto znaczną poprawę. Założonym celem było zmniejszenie wskaźnika defektów do jednej usterki na każde 14,8 pojazdów i zostało to osiągnięte. Dzięki wypracowaniu najlepszych praktyk oraz ciągłej aktualizacji bieżących standardów pracy [Holtz i Campbell, 2003, s. 323-326]:

- osiągnięto redukcje awarii na liniach produkcyjnych poprzez skupienie się na dogłębnym zrozumieniu sprzętu oraz rozwoju umiejętności technicznych mechaników;

- zminimalizowano nakłady pracy, dzięki wypracowaniu standardów konserwacji zapobiegawczej (PM), koncentrując się na klasie sprzętu, planie pracy oraz harmonogramowaniu planowanych wymian zużytych komponentów sprzętowych;
- zmaksymalizowano efektywności sprzętu poprzez poprawę wydajności operacyjnej, usprawniając proces współpracy nad ze swoimi głównymi dostawcami maszyn produkcyjnych;
- podwyższono poziom satysfakcji klienta, osiągając wyższą jakość wyrobów gotowych.

DMAIC Six Sigma przyczynił się również do przyspieszenia procesu uczenia się organizacji. Wiele zespołów zajmujących się podobnymi problemami, dzięki różnorodnemu podejściu wprowadzają konkurencyjne, ale kooperatywne środowisko, sprzyjając kreatywności w znajdowaniu rozwiązań [<https://www.henryharvin.com/blog/six-sigma-implementation-its-benefits-in-ford-motor-company/>, 13.02.2021]. Zespoły te, dzielią się swoimi doświadczeniami, osiągniętymi wynikami, a nawet wykorzystanymi surowymi zbiorami danych. Następnie najlepiej wypracowane praktyki usprawnień są poddawane procesowi re-aplikacji (przenoszenia rozwiązań) na wszystkie możliwe podzespoły maszynowe.

W literaturze jest dostępnych wiele przykładów efektywnych wdrożeń Six Sigma, np. w przedsiębiorstwie obróbki metali (firma XYZ zlokalizowana w Indiach) udało się zmniejszyć liczbę defektów w procesie szlifowania dokładnego z 16,6% do 1,19%, dzięki wypracowaniu nowych standardów pracy oraz stworzeniu usprawnień Kaizen, co przyniosło oszczędności około 2,4 mln USD rocznie [Gijo, 2011, s. 1230-1232]. Inny efektywny przykład dotyczy podniesienia wydajności poziomu OEE z 50,54% do 76,83% na dwóch liniach produkcyjnych w przedsiębiorstwie produkcyjnym z branży motoryzacyjnej w Niemczech. Dzięki zmniejszeniu liczby przebrojeń marek oraz poprawie pakietów konserwacyjnych na maszynach, osiągnięto oszczędności finansowe w wysokości około 2 mln USD rocznie [Sharma, 2014, s. 752-760]. Kolejny przykład dotyczy przedsiębiorstwa w zakładzie odzyskiwania materiałów zlokalizowanego w Indiach. Wypracowane rozwiązania w projekcie Six Sigma przyczyniły się do wypracowania rozwiązań, które umożliwiły wzrost produktywności o 7,3% w przypadku odzysku papieru oraz 1,6% w przypadku odzysku tektury falistej. Było to możliwe, dzięki dogłębnej analizie procesów, a następnie identyfikowaniu niezgodności i usprawnieniu procesów. Wypracowane rozwiązania przyczyniły się do oszczędności na poziomie 65 000 USD rocznie w 1 zakładzie [Maheshwar, 2012, s. 168-180].

Wszystkie efektywne wdrożenia DMAIC Six Sigma wiążą się z odpowiednim przygotowaniem oraz spełnieniem określonych warunków. Aby organizacja mogła osiągnąć założone rezultaty, należy zwrócić uwagę na [Kwak, 2006, s. 714-716]:

- zbudowanie zaangażowania pracowników na wszystkich szczeblach organizacji,
- wybranie odpowiedniego zespołu projektowego,
- przeszkolenie zespołu projektowego z metodologii Six Sigma,
- opracowanie jasnej wizji oraz celu,
- zadbanie o właściwą komunikację z działami wspierającymi,
- ustalenie priorytetów działań.

Six Sigma to długi oraz wymagający pełnego zaangażowania całego zespołu proces. Organizacja krok po kroku zaczyna doświadczać transformacji oraz dostrzegać korzyści wdrożenia. Po ukończeniu kilku rund projektów w wielu krytycznych i niekrytycznych funkcjach, nowo opracowana kultura organizacyjna pomaga zespołowi osiągnąć coraz lepsze wyniki biznesowe.

Podsumowanie

Metodologia DMAIC Six Sigma została przyjęta na całym świecie i może być wdrażana zarówno w małych, średnich jak i dużych przedsiębiorstwach. Six Sigma to wysoce ustrukturyzowana i logiczna metodologia oparta na pięciu ważnych fazach – DMAIC (definiuj, mierz, analizuj, usprawniaj, kontroluj). Wyjście z jednej fazy jest traktowane jako wejście do następnej fazy tworząc cykliczny łańcuch ciągłego doskonalenia. Six Sigma jest ciągłą drogą do ulepszeń i nie kończy się na zrealizowaniu jednego usprawnienia. To narzędzie doskonalenia procesów, które powinno być używane nieustannie, aby dążyć do ciągłego usprawniania pracy w przedsiębiorstwie [Prashar, 2013, s. 118-119]. Metodologie Six Sigma można wdrożyć w ciągu kilku miesięcy lub w ciągu lat. Wiele znanych firm wdrożyło strategię Six Sigma jako sposób na zaoszczędzenie pieniędzy korporacyjnych, podniesienie jakości i wykorzystanie przewagi konkurencyjnej. Przytoczone w artykule korzyści wdrożeń dla poszczególnych przedsiębiorstw przedstawiają zakres w jakim podejście Six Sigma może wesprzeć przedsiębiorstwo produkcyjne. W przedstawionych wdrożeniach osiągnięto redukcję kosztów produkcji, poprawę jej wydajności, zredukowano liczbę występujących defektów i finalnie poprawiono satysfakcję klientów. Zaobserwowane korzyści potwierdzają, że wdrożenie projektów DMAIC Six Sigma pozytywnie wpływa na funkcjonowanie procesów produkcyjnych oraz całego przedsiębiorstwa. Należy jednak pamiętać, że każde przedsiębiorstwo powinno zastosować indywidualne podejście do projektu oraz zidentyfikować wąskie

gardła, które chce usprawnić w swoich procesach. Dynamiczne strategie Six Sigma wciąż ewoluują i są kształtowane przez liderów branży, którzy aktywnie uczestniczą w wydarzeniach branżowych oraz szkoleniach z zakresu nowych zastosowań oraz podejść opracowanych na podstawie case study. Kluczem do sukcesu Six Sigma jest w pełni zmotywowany zespół, który może korzystać ze wsparcia najwyższego kierownictwa, aby w pełni wykorzystać swój potencjał. Dodatkowo ważne jest zaangażowanie wszystkich interesariuszy i pracowników, którzy będą korzystać z wypracowanych narzędzi pracy, standardów oraz usprawnień. W organizacjach, w których Six Sigma jest częścią kultury organizacyjnej, dąży się do doskonałości w każdym obszarze pracy. Podejście Six Sigma jest silnie oparte na kulturze i wartościach organizacji. Warto pamiętać, że metodologia Six Sigma może być wykorzystywana do ulepszania dowolnego typu procesu biznesowego. Aby wdrożenie przyniosło wymierne korzyści projekt musi przejść dokładnie przez każdy z pięciu etapów DMAIC. Finalnym rezultatem każdej implementacji powinno być spełnienie oczekiwań klientów oraz wzmocnienie ich lojalności oraz zaufania do organizacji.

ORCID iD

Daniel Tochwin: <https://orcid.org/0000-0001-8436-4677>

Literatura

1. Antony J. (2007), *Six Sigma: a strategy for supporting innovation in pursuit of business excellence – invited paper*, International Journal of Technology Management, 37(1/2).
2. Bezerra C., Albuquerque A., Plácido L., Goncalves M. (2010), *MiniDMAIC: An Approach to Cause and Analysis Resolution in Software Project Development*, Quality Management and Six Sigma, Intech, pp. 153-157.
3. Bicheno J., Catherwood P. (2005), *Six Sigma and the Quality Toolbox*, PICSIE books, London, pp. 7-19.
4. Bogacz P., Migza M. (2016), *Zastosowanie Lean Six Sigma w doskonaleniu procesów produkcyjnych w przemyśle wydobywczym*, Journal of the Polish Mineral Engineering Society, 1 (37), s. 24-25.
5. Brady J.E., Allen T. (2006), *Six Sigma literature: a review and agenda for future research*, Quality and Reliability Engineering International 22(8), pp. 335-367.
6. Dale B., Viele T., Iwaarden J. (2007), *Managing Quality*, 5th ed., Blackwell Publishing Ltd., Oxford, pp. 23-37.

7. Doroszewicz S., Tyszkiewicz A. (2017), *Systemowe podejście do zarządzania jakością według koncepcji Six Sigma*, Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów, Zeszyt Naukowy 158, s. 157-178.
8. Evans J.R., Lindsay W.M. (2005), *The Management and Control of Quality*, South-Western, Mason, OH .
9. Gijo E.V., Scaria J., Antony J. (2011), *Application of Six Sigma methodology to reduce defects of a grinding process*, Quality and Reliability Engineering International, 4, pp. 1221-1234.
10. Henriques E., Pecas P., Silva A. (2014), *Technology and Manufacturing Process Selection*, Springer London Heidelberg New York Dordrecht.
11. Holtz L., Campbell P. (2003), *Six Sigma: Its implementation in Ford's facility management and maintenance functions*, Journal of Facilities Management 2(4), pp. 320–329.
12. Ingaldi M. (2018), *Wprowadzenie do metody Six Sigma*, Quality. Production. Improvement, 1(10), pp. 119-130.
13. Jirasuk P., Garza-Reyes J., Kumar V., Ming K. (2014), *A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process*, International Journal of Lean Six Sigma 5(4), pp. 4-7.
14. Kwak Y., Anbari F. (2006), *Benefits, obstacles, and future of Six Sigma approach*, Technovation 26(5), pp. 708-715.
15. Maheshwar G. (2012), *Application of Six Sigma in a small food production plant of India: a case study*, International Journal Six Sigma and Competitive Advantage, 7(2/4), pp. 168-180.
16. Mistra K. (2008), *Handbook of Performability of Engineering: Quality Engineering and Management*, Springer-Verlag Limited, London, pp. 226-227.
17. *Motorola's Six Sigma Journey: In pursuit of perfection*, <https://www.supplychaindigital.com/procurement/motorolas-six-sigma-journey-pursuit-perfection> [11.02.2021]
18. Patel M., Darshak A. (2018), *Critical review and analysis of measuring the success of Six Sigma implementation in manufacturing sector*, International Journal of Quality & Reliability Management 35(8), pp. 1519-1545.
19. Prashar A. (2013), *Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality*, International Journal of Productivity and Performance Management 63(1), pp. 103-126.
20. Sharma R.K. (2014), *Integrating Six Sigma culture and TPM framework to improve manufacturing performance in SMEs*, Quality and Reliability Engineering International 30(5), pp. 745-765.
21. Singh G., Singh D. (2020), *CSFs for Six Sigma implementation: a systematic literature review*, Journal of Asia Business Studies 14(5), pp. 795-818.
22. *Six Sigma – geneza i zasady*, <https://www.jakosc.biz/six-sigma/> [27.01.2021].

23. *Six Sigma Case Study: Ford Motors*, <https://www.6sigma.us/uncategorized/six-sigma-case-study-ford-motors/> [12.02.2021].
24. *Six Sigma Implementation. Benefits in Ford Motor Company*, <https://www.henryharvin.com/blog/six-sigma-implementation-its-benefits-in-ford-motor-company/> [13.02.2021]
25. *The 7 Roles of Six Sigma*, <https://onlinemasters.ohio.edu/blog/the-7-roles-of-six-sigma/> [14.02.2021].
26. Torczewski K. (2004), *Six Sigma – czym jest i co może przynieść Twojej organizacji?* [w]: Six Sigma Międzynarodowa Konferencja. Wrocławskie Centrum Transferu Technologii, Wrocław, 2004, s. 37-38.
27. Wang F., Chen K. (2012), *Application of Lean Six Sigma to a panel equipment manufacturer*, *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(4), pp. 417-429.
28. Zhang M., Wang W., Goh T., He Z. (2014), *Comprehensive Six Sigma application: a case study*, *Production Planning & Control*, 26(3), pp. 1-16.

The application of the Six Sigma method for the improvement of production processes

Abstract

The aim of the article is to present the DMAIC Six Sigma approach to improving production processes. Six Sigma is one of the most important methodologies for increasing the productivity and efficiency of business processes. In addition to establishing a culture of continuous process improvement, it offers tools and techniques that eliminate defects and help to identify root causes of failure, enabling organizations to create better products and services for consumers. The article presents the essence of the Six Sigma concept, then discusses the DMAIC model and presents examples of effective implementations of the DMAIC Six Sigma methodology in manufacturing companies. The conducted research confirmed the effectiveness of the application of the DMAIC cycle during implementation Six Sigma method in production processes.

Key words

DMAIC, Six Sigma, process improvement