

PROBLEMATYKA WYPRZEDZAJĄCEGO PLANOWANIA JAKOŚCI WYROBU I PROCESU NA PRZYKŁADZIE BRANŻY AUTOMOTIVE

Jan KAŻMIERCZAK, Adam GÓRNIAK

Streszczenie: W artykule odniesiono problemy wyprzedzającego planowania procesów wdrażania nowych wyrobów do projektowania i produkcji do szczególnych uwarunkowań w branży motoryzacyjnej. W praktyce tej branży omawiana w artykule kategoria działań, warunkowana jest wieloma normami tworzonymi przez grupy producenckie i samych producentów samochodów. W artykule omówiono przykładowe podręczniki tego zakresu (APQP i VDA), które opisują wyprzedzające planowanie jakości wyrobu i procesu w podziale na fazy realizacji. Fazą wytyczającą kierunek działań jest faza pierwsza, obejmująca przedwstępne inicjowanie i planowanie programu w oparciu o dane zewnętrzne, i wewnętrzne organizacji.

Słowa kluczowe: wyprzedzające planowanie, jakość, proces, motoryzacja, projekt

1. Wprowadzenie

Zagadnienie doskonalenia procesów przygotowania produkcji/wdrażania nowych wyrobów są podejmowane dość powszechnie w różnych pracach, zarówno o charakterze teoretycznym jak i aplikacyjnym, powiązanych z obszarem zarządzania produkcją na pierwszym – planistycznym – etapie działań zarządczych. Autorzy tego opracowania podejmują w nim próbę pokazania specyfiki wyprzedzającego planowania produkcji, odniesionej do branży, której proces planistyczny dotyczy.

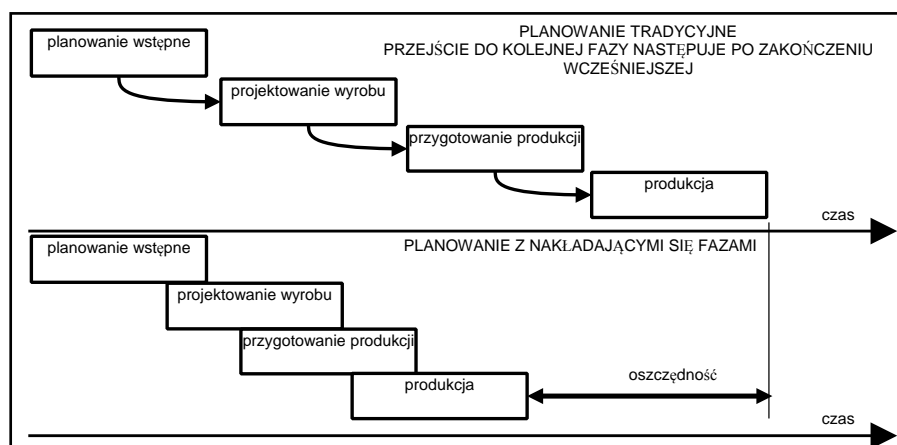
Przedwstępne planowanie stawia określone wymagania, dotyczące informacji potrzebnych zwłaszcza dla wyboru koncepcji nowego wyrobu. Informacja taka w ogólnym ujęciu może pochodzić – i zazwyczaj pochodzi - z wielu źródeł, które można najogólniej podzielić na źródła zewnętrzne i wewnętrzne. Źródła zewnętrzne to na przykład historia reklamacji od końcowych użytkowników i ich opinie, to także wymagania o charakterze normatywno-prawnym, a także opisywane w dostępnych źródłach dostępne nowe technologie czy materiały. Źródła wewnętrzne to przede wszystkim feedback (sprzężenie zwrotne) między toczącymi się fazami programu, a aktualnie rozwijaną koncepcją czy też już kolejnego programu. Mowa tu np. o wynikach badań prototypów, pierwszych częściach wyprodukowanych na oprzyrządowaniu seryjnym, testach drogowych czy analizie zdolności procesu produkcyjnego i problemów jakościowych z nim związanych.

Biorąc pod uwagę powyższe, autorzy artykułu zdecydowali się na wybór – dla celów zilustrowania podejmowanych rozważań – konkretnej, specyficznej branży przemysłu wytwórczego, jaką niewątpliwie jest branża motoryzacyjna. Artykuł zawiera wybiórczy przegląd stosowanych w tej branży rozwiązań.

2. Metody wdrażania nowego wyrobu i procesu w branży motoryzacyjnej na przykładzie grupy producentów skupionych w AIAG i VDA

Metody wdrażania nowych wyrobów są opisane w podręcznikach branżowych grup producenckich. Dla grupy niemieckich producentów skupionych wokół VDA (Verband der Automobilindustrie) takich jak Grupa Volkswagena, BMW, Bosh, Siemens jest to podręcznik VDA 2 [1], a dla amerykańskich z AIAG (Automotive Industry Action Group), do których należy: GM, Ford, Chrysler, jest to podręcznik APQP [2] (Advance Product Quality Planning). W oparciu o regulacje przedstawionych w branżowych podręcznikach, każdy z producentów ma dodatkowe wymagania, obowiązujące w ramach ich organizacji oraz ich dostawców.

To co wyróżnia planowanie nowych wyrobów w branży samochodowej to stosunkowo krótki czas wdrożenia nowego modelu, około 3 lat. Jest to bardzo krótki okres jeśli weźmie się pod uwagę konieczność skoordynowania prac projektowych i produkcji ponad 3000 komponentów wchodzących w skład samochodu. Uzyskuje się to dzięki dwóm zasadniczym zabiegom, a mianowicie: nakładaniu się poszczególnych faz projektu na siebie (rys. 1) oraz nieustannemu doskonaleniu (uczeniu) się organizacji, które to zagadnienia omówiono bliżej w rozdziale 2. Stąd też tytuł: wyprzedzające planowanie jakości, ponieważ inżynierowie starają się przewidzieć na jakie problemy natrafiają i starają się przeciwdziałać, jeszcze nim się pojawią.



Rys. 1. Nakładanie się faz projektu w procesie planowania

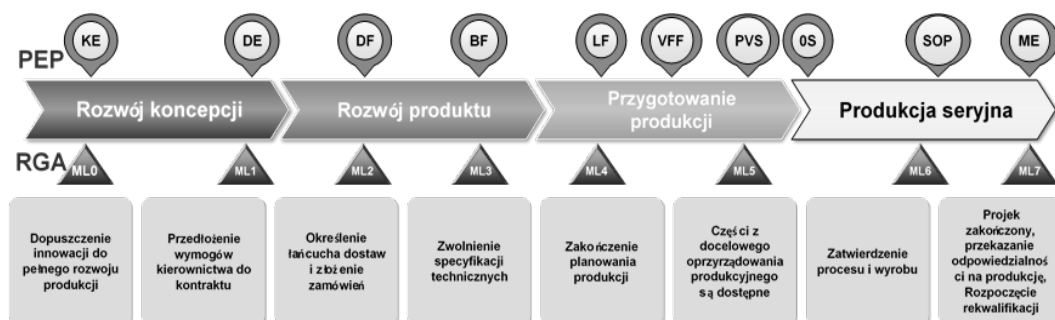
2.1. Fazy projektu wdrożeniowego zgodne z VDA

Wdrożenie nowego projektu zgodnego ze standardem VDA, zostanie omówione na przykładzie dwóch producentów, tj. Volkswagena i BMW.

2.1.1. Fazy projektu w zastosowaniu Grupy Volkswagen.

Volkswagen oprócz wyżej wymienionego podręcznika, korzysta z własnej metody opisanej w zbiorze wymagań Formula Q, Formula Concret i Formula Q New Parts Integral [3]. Formula Q New Parts Integral przewiduje osiem faz procesu rozwoju, zwanymi

stopniami dojrzałości projektu (rys. 2). Stopnie dojrzałości (maturity level) oznakowane są jako ML.



Rys. 2. Stopnie dojrzałości projektu wg VW

W podejściu, stosowanym wewnątrz Grupy Volkswagen, wyróżnia się jako dwa pierwsze stopnie dojrzałości projektu:

- **Poziom dojrzałości 0:** koncepcja zostaje zwolniona do pełnego wdrożenia produkcyjnego: rozpoczęcie procesu zapewnienia dojrzałości projektu. Włączenie zakładu klienta do procesu w odpowiedniej dla danego lokalizacji produkcji. Identyfikacja części krytycznych do klasyfikacji ryzyka.
- **Poziom dojrzałości 1:** wymagania kierownictwa co do kontraktu zostały przedłożone: rozpoczyna się określenie celów specyficznych dla danych części. Szczegółowe planowanie zakresu dostaw jest koordynowane z zakładem przypisanym dla danej lokalizacji produkcji. Jeśli to konieczne, jest wykonywana ocena jakościowych wymagań technicznych QTR.

Następne sześć stopni prowadzonych jest przez dostawcę we współpracy z klientem.

- **Poziom dojrzałości 2.** Określenie łańcucha dostaw i złożenie zamówień: rozpoczęcie zapewnienia odpowiedniego poziomu dojrzałości przez nominowanych dostawców, ujawnienie całego łańcucha dostaw ze wszystkimi poddostawcami i określenie ścieżki krytycznej (klasyfikacja łańcucha dostaw). Zaprezentowanie przez dostawcę: organizacji projektu, organizację planowania i kierownictwa.
- **Poziom dojrzałości 3.** Zwolnienie specyfikacji technicznych: zaprezentowanie planu produkcyjnego przez dostawcę w oparciu o specyfikacje techniczne, wymagania i narzędzia. Lista wymiarów funkcjonalnych także musi być tu wzięta pod uwagę.
- **Poziom dojrzałości 4.** Zakończenie planowania produkcji: narzędzia są w trakcie wykonania, trwa koordynacja zatwierdzania zawartości planu dla wyrobu i procesu. Angażuje się i weryfikuje dostawców pod kątem przestrzegania uzgodnionego wcześniej harmonogramu.
- **Poziom dojrzałości 5.** Części wyprodukowane na docelowym oprzyrządowaniu produkcyjnym są już dostępne: rozpoczyna się proces optymalizacji komponentów i procesu produkcyjnego oraz przygotowanie do zatwierdzenia wyrobu i procesu.
- **Poziom dojrzałości 6.** Zatwierdzenie wyrobu i procesu: próbkowanie i zapewnienie dostępności części. Wykonanie zatwierdzenia procesu, jako części wieloetapowego, dwudniowego zatwierdzania procesu produkcji.

- **Poziom dojrzałości 7.** Projekt zakończony, przeniesienie odpowiedzialności na produkcję, rozpoczęcie rekwalfikacji: w oparciu o konkluzje z 2-dniowej próby produkcyjnej. Przegląd zapisów co poszło dobrze, co poszło źle (lessons learned) i wyników projektu.

2.1.2 Fazy rozwoju projektu w podejściu Grupy BMW

Szczegółowe wymagania BMW opisane są w podręczniku Supplied Parts Quality Management [4]. Planowanie rozwoju wyrobu i procesu podzielone jest na pięć głównych faz (patrz rys. 3).



Rys. 3. Fazy rozwoju projektu wg BMW

- **Faza 1 wstępna**
Wstępne określenie i rozwój strategicznego systemu docelowego. Czynności wstępne zorientowane na modelowanie. Inne czynności wstępne.
- **Faza 2 przygotowawcza**
Rozwój wybranej koncepcji docelowej. Rozwój alternatywnej koncepcji pojazdu. Przygotowanie do wyboru koncepcji.
- **Faza 3 uzgodnień**
Uszczegółowienie wybranej koncepcji pojazdu. Włączenie pakietu: projektowanie, budowanie, wytwarzanie seryjne.
- **Faza 4 zatwierdzenie**
Szczegółowa budowa. Testy funkcjonalne. Testowanie prototypu.
- **Faza 5 dojrzałości**
Przygotowanie do rozpoczęcia produkcji seryjnej. Ustanowienie dojrzałości procesu.

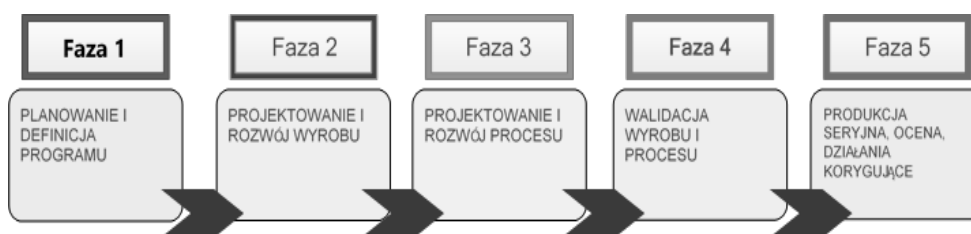
Uzupełnieniem wymienionych powyżej pięciu faz rozwoju projektu jest rozwój wyrobu i procesu u dostawcy. Wyróżnić tu można:

- Fazę wstępnych uzgodnień z potencjalnymi dostawcami koncepcji części w odniesieniu do projektowania i rozwoju wyrobu klienta, oraz specyfikacji łańcucha dostaw.
- Fazę wyboru dostawcy.
- Fazę zatwierdzenia założeń projektu i samego projektu, założeń do procesu i samego procesu produkcyjnego.
- Fazę dojrzałości, podczas której na docelowym oprzyrządowaniu i pierwszych wyprodukowanych częściach potwierdzone są wcześniejsze założenia.
- Fazę ilościową, która następuje po uruchomieniu produkcji seryjnej i ma na celu potwierdzenie ilości wynikających z projektu oraz rekwalfikację wyrobu pod kątem poprawy zdolności procesu produkcyjnego.

Analiza pokazanych powyżej podejść wskazuje zarówno na podobieństwa, jak i występujące pomiędzy tymi podejściami różnice. Dlatego w uzupełnieniu zdecydowano na pokazanie w kolejnym rozdziale wybranego standardu wdrożenia nowego projektu.

2.2. Fazy projektu wdrożeniowego zgodne z AIAG

Wdrożenie nowego projektu zgodnego ze standardem AIAG – APQP stosowane jest między innymi przez General Motors, która uszczegóławia wymagania w swoim Global Supplier Quality Manual [5]. Standard ten wyróżnia pięć faz potrzebnych na rozwój i wdrożenie nowego wyrobu / procesu (patrz rys. 4).



Rys. 4. Fazy rozwoju wyrobu i procesu wg GM

Efekty zakończenia każdej z faz można przedstawić opisowo jak w poniższym zestawieniu:

– Faza 1

Utworzono: Cele projektowe, wstępną listę materiałową, wstępny diagram przebiegu procesu, wstępną listę charakterystyk specjalnych wyrobu / procesu, plan zapewnienia wyrobu i zapewniono wsparcie kierownictwa.

– Faza 2

Wykonano lub określono: analizę potencjalnych wad projektu i ich skutków DFMEA, przystosowania projektu do produkcji i montażu DFM, DFA, weryfikacja projektu, przegląd projektu, budowę prototypu, rysunki techniczne, specyfikacje techniczne, specyfikacje materiałowe, wymagania dotyczące nowych narzędzi i oprzyrządowania, charakterystyki specjalne procesu i wyrobu, plan kontroli dla prototypu, wymagania dla urządzeń pomiarowych, potwierdzenie wykonalności przez zespół i kierownictwo.

– Faza 3

Wykonano lub określono: normy dla opakowań, przegląd systemu jakości wyrobu/procesu, diagram przebiegu procesu, plan zakładu, macierz charakterystyk, analiza potencjalnych wad i ich skutków procesu PFMEA, plan kontroli przed seryjny, instrukcje do procesu, plan analizy systemu pomiarowego, plan wstępnego studium zdolności procesu, specyfikacje opakowań, wsparcie kierownictwa.

– Faza 4

Wykonano: produkcję próbną, ocenę systemów pomiarowych MSA, wstępne studium zdolności procesu Ppk, zatwierdzenie części produkcyjnych, walidacja systemów testujących produkcyjnych, ocenę opakowań, plan kontroli produkcji, podpisanie planowania jakości i zapewniono wsparcie kierownictwa.

– Faza 5

Oczekiwania i do wykonania: zredukowanie wahań produkcyjnych Cpk, satysfakcja klienta, dostawy na czas i serwis, lessons learned.

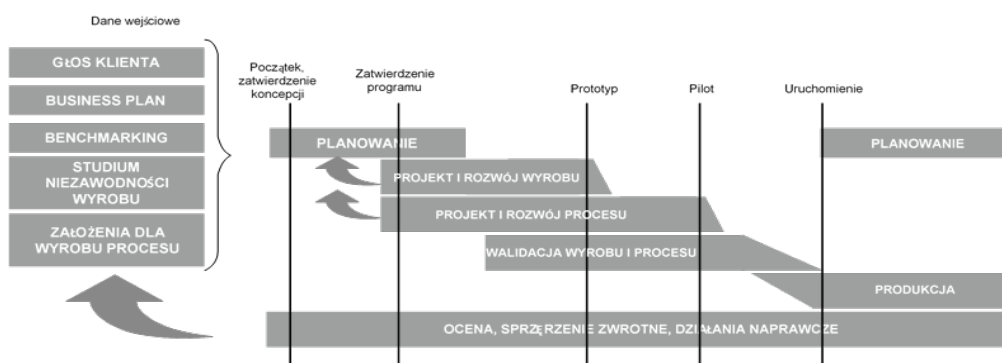
3. Przedwstępne wyprzedzające planowanie jakości wyrobu

Analizując trzy powyższe przykłady można zauważyć, że sposób podejścia do rozwoju wyrobu i procesu podczas wdrażania nowych wyrobów do produkcji pokazanych w tych przykładach dwóch światowych grup producenckich ma wiele cech wspólnych. Jedną z nich jest wybór koncepcji i planowanie rozwoju wyrobu/procesu, mające miejsce podczas pierwszej fazy w GM, czy jak u VW podczas zerowego poziomu dojrzałości projektu. Ta faza jest kluczowa dla wszystkich późniejszych działań, nie uwzględnienie jakiegoś zagadnienia może wiązać się z porażką całego programu. Podczas niej określane są bowiem:

- cele projektowe,
- wstępna lista materiałowa,
- wstępny diagram przebiegu procesu,
- wstępna lista charakterystyk specjalnych wyrobu / procesu,
- wybierana jest koncepcja pojazdu i jego komponentów.

Skoro ta faza jest taka ważna, należy zadać sobie pytanie, co decyduje, że ta, a nie inna koncepcja została wybrana i że ten, a nie inny dostawca został nominowany do programu.

Producenci samochodów OEM (ang. Overall Equipment Manufacturer) zbierają dane wejściowe, przygotowawcze po to, by móc rozpocząć fazę inicjującą program (patrz rys. 5).



Rys. 5. Dane wejściowe do planowania jakości wyrobu wg AIAG

Zbiór informacji inicjującej tworzą w tej fazie:

1) Głos klienta.

Analizując głos klienta bierze się pod uwagę:

1.1. Badanie rynku użytkownika końcowego.

Polega ono na identyfikacji powodów niezadowolenia klienta oraz jego życzeń mających przełożenie na charakterystyki wyrobu i procesu. Stosuje się w tym celu: wywiady z klientem, rozpowszechnia się kwestionariusze i sondaże, prowadzi się testy i analizę rynku wykonując raporty, studium jakości i niezawodności nowego wyrobu, a także studium jakości wyrobów konkurencji oraz korzysta się z informacji o działaniach z poprzednich projektów zakończonych sukcesem (TGR).

1.2. Analizę historii reklamacji i zgłaszanych problemów jakościowych.

Historia reklamacji i zgłaszanych problemów jakościowych oraz sugestii od klientów pozwala na ocenę możliwości ich powtórzenia podczas projektowania, produkcji, montażu oraz użytkowania wyrobu. Korzysta się z następujących zapisów: raporty z działań zakończonych porażką w poprzednich projektach (TGW), raporty z reklamacji, wskaźniki zdolności procesu, wewnętrzne raporty jakości dostawcy, raporty z rozwiązywania problemów, dane o odrzutach i zwrotach z zakładu klienta, analiza zwrotów z rynku.

1.3. Doświadczenia zespołu projektowego.

Na te doświadczenia składają się:

- Dane z wyższego poziomu systemu lub poprzednie projekty rozwinięcia funkcji jakości (QFD).
- Komentarze i analizy z mediów (czasopisma, gazety itp.).
- Sugestie klienta.
- Raporty z działań zakończonych sukcesem / porażką (TGR / TGW).
- Uwagi dealerów.
- Uwagi użytkowników flotowych.
- Raporty z napraw serwisowych.
- Wewnętrzna ocena organizacji jakości wyrobu.
- Podróże służbowe.
- Uwagi i polecenia kadry zarządzającej.
- Problemy i składane raporty klientów wewnętrznych.
- Wymagania rządowe i prawne.
- Przegląd kontraktu.

Przykładem [6] ilustrującym działanie inspirowane przez system napraw serwisowych może być akcja wzywania 30 mln pojazdów z rynku w 2014 przez GM. Łączny koszt napraw samochodów i odszkodowań dla ofiar wypadków wyniósł 4,1 mld dolarów. Według G. Wallace w 2014 roku wszczęto przeciwko GM 4180 spraw sądowych, w tym 51 które związane były ze śmiercią poszkodowanego. Z technicznego punktu widzenia, sprawy te dotyczyły 2,6 mln samochodów z wadliwymi przełącznikami i 30 mln samochodów z wadliwymi pasami bezpieczeństwa i usterką komputerową. Skutkiem tych zwrotów była między innymi zmiana procedury współpracy z dostawcami poprzez wdrożenie BIQ-S czyli systemu jakości wbudowanej w bezpośrednie czynności produkcyjne.

2) Business plan i strategia marketingowa

Business plan i strategia marketingowa klienta stanowią ramy dla planu jakości wyrobu. Wytyczne business planu mogą stanowić ograniczenia jak np.: synchronizacja w czasie, koszt, inwestycje, lokalizacja, badania i rozwój, zasoby. Strategia marketingowa określa docelowego klienta, kluczowe punkty sprzedaży i głównych konkurentów.

3) Dane o podobnych wyrobach / procesach u konkurencji (benchmarking)

Benchmarking jest tu rozumiany jako systematyczne działanie identyfikujące porównawcze standardy. Dostarcza ono danych wejściowych do określenia mierzalnych celów wydolności wyrobu jak również pomysły na projekt wyrobu czy procesu. Może także dostarczać pomysłów na usprawnienia procesów businessowych jak i standardów pracy. Benchmarking wyrobu i procesu powinien dotyczyć identyfikacji najwyższej światowej klasy wykonań lub najlepszych w swojej klasie, w oparciu o mierzalne cele

wydolności oraz badania jak ta wydolność została osiągnięta. Benchmarking powinien dostarczać podwalin pod rozwój nowych projektów i procesów, także wtedy, gdy te wzorce przekraczają możliwości firmy korzystającej z benchmarkingu. Określić odpowiedni zakres porównawczy (benchmark). Zrozumieć przyczynę luki pomiędzy aktualnym stanem organizacji, a porównywaną firmą/wyrobem. Utworzyć i rozwijać plan likwidacji tej luki, tak aby osiągnąć lub przewyższyć poziom porównywany.

4) Założenia dla wyrobu / procesu

Są to założenia cech wyrobu, jego projektu, koncepcji procesu. Zawarte są w tym także innowacje techniczne, zaawansowane materiały, ocena niezawodności oraz nowe technologie.

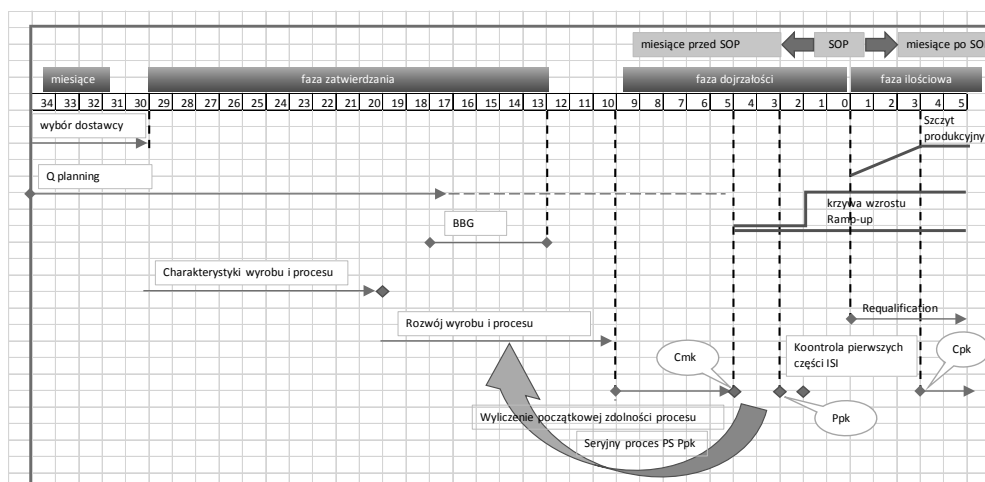
5) Studium niezawodności wyrobu

Polega ono na przewidywaniu częstotliwości napraw lub wymian komponentów w oznaczonych jednostkach czasu, a także korzysta z wyników badań długotrwałych wytrzymałości i niezawodności. Narzędziem, które pozwala to rozwinąć jest FMEA analizujące przyczyny wad i ich skutki oraz pozwalające zaplanować działania neutralizujące ryzyko.

6) Dane wyjściowe ze wdrażanego programu lub programów wcześniejszych

Przejście przez kolejne fazy programu uruchomienia produkcji zgodnie z wyprzedzającym planowaniem jakości wymaga potwierdzenia osiągnięcia wymaganych założeń. Przykładowym takim czynnikiem jest zdolność procesu. W zależności od fazy dla BMW jest to:

- Cmk – krótkookresowa zdolność procesu (początkowa) 5 miesięcy przed SOP
- Ppk – wstępna zdolność procesu, liczona na pierwszych częściach 3 miesiące przed SOP
- Cpk – długookresowa zdolność procesu wyliczana około 3 miesiące po SOP



Rys. 6. Synchronizacja w czasie planowania jakości wyrobu wg BMW

Przykładowo, niemożność utrzymania założonej zdolności krótkookresowej Cmk, na poziomie 1,67 danej charakterystyki krytycznej może spowodować wprowadzenie zmian w

ustawieniach procesu i przekazanie tej informacji do kolejnego programu wdrożeniowego (patrz rys. 6).

4. Wnioski

Przedstawione powyżej rozważania, pokazują – w zamierzeniu autorów artykułu - wstępne planowanie jakości wyrobu/procesu w kontekście praktycznych rozwiązań w tym zakresie, stosowanych w wybranej branży (Automotive). Na podstawie takiej inwentaryzacji planuje się podjąć szersze prace badawcze, ukierunkowane – w bliższej perspektywie – na ocenę jakości i dostępności informacji wykorzystywanych w omawianych tu procesach. Powinno to umożliwić dokonanie – w perspektywie dalszej - identyfikacji zarówno potrzebnej w omawianych procesach informacji o charakterze uzupełniającej, jak i rozpoznania środków i sposobów pozyskiwania takiej informacji. Realizacja wskazanych zadań powinna umożliwić opracowanie uniwersalnego modelu procesu wstępnego planowania produkcji, możliwego do wykorzystania dla innych niż Automotive branż przemysłu wytwórczego.

Artykuł został przygotowany w ramach realizacji w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej projektu badań statutowych o symbolu 13/030/BK_17/0027 pt. „Sposoby i środki doskonalenia produktów na wybranych przykładach”.

Literatura

1. VDA QMC. VDA 2 Band 2 Sicherung der Qualität von Lieferungen Produktionsprozess- und Produktfreigabe PPF. Tom 1, wyd. 5, 2012
2. A.I.A.G. Advanced Product Quality Planning. Tom 1. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, wyd. 2, 1995
3. Volkswagen Aktiengesellschaft. Formula Q New Part Integral. Tom 1. Volkswagen AG. wyd. v1.00. 2014
4. Clemens S.: Supplied Parts Quality Management. Tom 1. Purchasing and Supplier Network Division, Monachium, 2008
5. General Motors Corporation. Global Supplier Quality Manual GM1927. Tom 1. Global Purchasing and Supply Chain, 2015
6. Isidore Cris. @CNMoney GM Recall.2015

Prof. dr hab. inż. Jan KAŻMIERCZAK
Instytut Inżynierii Produkcji
Politechnika Śląska
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28
tel./fax: (0-32) 27 77 311
e-mail: Jan.Kazmierczak@polsl.pl

Mgr inż. Adam GÓRNIAK
e-mail: contact@adamgorniak.com
tel./fax: (0-32) 61 61 333