

Karolina Dąbrowska, Małgorzata Gołąbek

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny

## WYZWANIA W PRODUKCJI PROTOTYPÓW – DROGA DO DOSKONAŁOŚCI

### CHALLENGES IN PROTOTYPE MANUFACTURING – THE ROAD TO EXCELLENCE

**Streszczenie:** Prototyp jest materializacją abstrakcyjnej idei, czyli pomysłu na innowację. Z ogromnej ilości powstających prototypów tylko część wchodzi do masowej produkcji, a nieliczne osiągają sukces rynkowy. Warto wspomnieć, że niektóre prototypy mogą być jednocześnie wyrobami przeznaczonymi do sprzedaży, bez konieczności wprowadzenia zmian i ulepszeń. Problemy i wyzwania jakie przysparza produkcja prototypów można, a nawet trzeba minimalizować. Poprawne zarządzanie procesem projektowania i produkcji prototypów może znacznie wpłynąć na jakość końcowego produktu oraz oszczędność czasu i pieniędzy.

**Abstract:** A prototype is the materialization of an abstract idea or innovation concept. Within the huge number of prototypes that are created, only some enter mass production, and few achieve market success. It is worth mentioning that some prototypes can simultaneously be marketable products, without any changes or improvements. The problems and challenges posed by the production of prototypes can and even should be minimized. Correct management of the design and production process of prototypes can significantly affect the quality of the final product and save time and money.

**Słowa kluczowe:** prototyp, zarządzanie, poprawa produktywności, obniżenie kosztów

**Keywords:** prototype, management, productivity improvement, cost reduction

## 1. Wstęp

Proces produkcji prototypów odgrywa kluczową rolę w rozwoju nowych produktów i technologii. Prototypy pozwalają instytucjom, firmom i inżynierom na testowanie koncepcji, identyfikację błędów oraz doskonalenie produktów przed wprowadzeniem ich na rynek. Jednak produkcja prototypów nie jest pozbawiona wyzwań, a osiągnięcie doskonałości w tym procesie wymaga uwagi w wielu aspektach. W niniejszym artykule omówimy niektóre z głównych problemów, z którymi można się spotkać w procesie produkcji prototypów oraz strategię ich rozwiązywania.

## 2. Zarządzanie kosztami

Jednym z głównych wyzwań w produkcji prototypów jest zarządzanie kosztami. Tworzenie prototypów często wiąże się z wysokimi kosztami materiałów, czasem pracy inżynierów i zasobami technicznymi. Aby ograniczyć te koszty, należy skupić się na efektywnym zarządzaniu, dostępem do materiałów i maszyn, zweryfikować istniejące przyrządy oraz dobrze zaplanować każdy etap produkcji. W niektórych przypadkach można również rozważyć współpracę

z zewnętrznymi firmami. Już na etapie obliczeń elektrotechnicznych powinniśmy zacząć rozważanie nad materiałem – drutem użytym do produkcji silnika/generatora. Profil czy drut okrągły, średnica drutu, żłobek mocno wypełniony. Wszystkie te aspekty poza wpływem na parametry maszyny mają wpływ na obniżenie kosztów uzwojenia, a co za tym idzie urządzenia. Czas roboczogodziny pracownika to jeden z najbardziej wpływających na koszt wyróżników. Projektując silnik/generator powinniśmy oprócz walorów estetycznych, co bardzo wpływa na atrakcyjność wyrobu, także rozeznaczyć materiały dostępne na rynku w rozsądnym budżecie. Dopasować podzespoły w odpowiedni sposób, by mieć łatwość do produkcji a zarazem nie uzależnić się od jednego dostawcy. Już przy tworzeniu dokumentacji konstruktor/technolog powinien zastanowić się choć wstępnie nad analizą obróbki danego elementu i w miarę możliwości, wiedzy ograniczyć poziom skomplikowania do minimum. Weryfikacja na poziomie projektu znacznie wpływa na koszty i zmniejsza ryzyko problemów związanych z użytecznością i produkcją, zanim zostaną one wprowadzone do produkcji.

### 3. Dokładność i jakość

Prototypy muszą być dokładne i zgodne z projektowanymi specyfikacjami. Niemożność osiągnięcia odpowiedniej dokładności i jakości może prowadzić do błędnych wyników testów oraz opóźnień w projekcie. Rozwiązaniem tego problemu może być ciągłe monitorowanie procesu produkcyjnego, stosowanie zaawansowanych technologii, takich jak druk 3D o wysokiej rozdzielczości, oraz przeszkolenie personelu w zakresie zachowania wysokich standardów jakości. Tradycyjnie pomiary były wykonywane wizualnie przy użyciu narzędzi ręcznych lub projektora analogowego. Narzędzia te wymagają jednak dużo czasu i odznaczają się ograniczoną dokładnością. Zaletą współrzędnościowej maszyny pomiarowej (CMM) jest możliwość wysoce precyzyjnych pomiarów elementów trudnych do zmierzenia innymi maszynami pomiarowymi. Na przykład narzędziem ręcznym, jak suwmiarka lub mikrometr, trudno jest zmierzyć trójwymiarowe współrzędne danego punktu (otworu itp.) od wirtualnego początku układu współrzędnych. Także pomiar przy użyciu punktów wirtualnych i linii wirtualnych oraz tolerancji geometrycznych jest trudny za pomocą innych narzędzi pomiarowych, ale wykonalny przy użyciu maszyny. Mniej dokładne, ale równie pomocne jest ramię pomiarowe służące do pomiarów elementów na tokarce/frezarce bez możliwości ściągnięcia detalu i braku miejsca na użycie bardziej precyzyjnych narzędzi. Wykorzystanie ramienia pomiarowego do szybkiej kontroli wymiarowej zapewni niezawodną i wydajną weryfikację poprawności procesu wytwarzania komponentów.

### 4. Dostępność materiałów i integracja komponentów

Wybór odpowiednich materiałów do produkcji prototypu może być trudnym zadaniem. Niektóre materiały mogą być drogie lub trudno dostępne, co może ograniczać możliwości projektowe. Warto prowadzić badania nad alternatywnymi materiałami, które mogą być równie skuteczne, ale bardziej dostępne i ekonomiczne. Połączenie trzech instytutów Łukasiewicz – Instytutu Napędu i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Łukasiewicz – Instytutu Metalurgii Żelaza i Łukasiewicz – Instytutu Spawalnictwa w nowy Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny przyniesie wiele korzyści z synergii, ponieważ te instytuty o różnych dziedzinach specjalizacji, mogą się wzajemnie dopełniać. Centra mogą współpracować nad nowymi materiałami magnetycznymi i konstrukcjami maszyn, co pozwoli na tworzenie bardziej efektywnych i trwałych rozwiązań.

Centrum Badań Materiałów i Centrum Technologii Metalurgicznych może dostarczyć wiedzy na temat zaawansowanych materiałów, które mogą być wykorzystane w konstrukcji maszyn elektrycznych. Może to poprawić trwałość i wydajność. Rozwój technologii spawalniczych dla elektrycznych urządzeń sprawia, że można prowadzić badania nad technologiami spawalniczymi stosowanymi w produkcji, a to prowadzi do zwiększenia jakości i wydajności procesów produkcyjnych.

Jeśli projekt prototypu zakłada integrację wielu różnych komponentów, może to stanowić wyzwanie związane z kompatybilnością i spójnością. Nieprawidłowa integracja może prowadzić do awarii i błędów w działaniu prototypu. W takich przypadkach ważne jest dokładne planowanie procesu integracji, testowanie każdego komponentu osobno oraz wykonywanie testów interakcji między nimi.

### 5. 5S – pięć kroków dla lepszych warunków pracy

Głównym celem 5S jest podniesienie bezpieczeństwa na stanowiskach pracy w połączeniu ze zwiększeniem produktywności. Zastosowanie metody 5S pozwoli na zauważenie brakujących lub uszkodzonych części maszyny, psujących się narzędzi i wybrakowanych komponentów. Stosowanie metody 5S umożliwia także szybkie wykrycie problemów i skuteczne ich usunięcie. Dzięki wdrożeniu praktyk 5S możliwe jest skuteczne podniesienie wydajności pracy oraz poprawa jakości wytwarzanych produktów. Poprzez zmniejszenie ilości zapasów ograniczamy niepotrzebne koszty, a zmiana myślenia pracowników powoduje, że firma zyskuje lepszy wizerunek wśród klientów.

### 6. Zarządzanie terminami

Ostatnim, ale nie mniej istotnym wyzwaniem jest zarządzanie terminami. Opóźnienia w produkcji prototypu mogą prowadzić do przesunięcia całego projektu oraz wyższych kosztów. Konieczne jest określenie realistycznych terminów i monitorowanie postępów w produkcji. W przypadku opóźnień należy szybko reagować i dostosować harmonogram, aby zminimalizować negatywne skutki.

### 7. Wnioski i podsumowanie

Produkcja prototypów to kluczowy etap w procesie rozwoju nowych produktów i technologii. Warto zdawać sobie sprawę z potencjalnych problemów i wyzwań, jakie mogą wystąpić podczas tego procesu,

oraz podejmować środki zaradcze, aby je rozwiązać. Dbłość o jakość, efektywność i koszty produkcji prototypów może znacząco wpłynąć na sukces projektu i przyczynić się do osiągnięcia doskonałości w dziedzinie innowacji. Proces produkcji prototypów ma także wpływ na proces komercjalizacyjny. Urządzenie ma być nie tylko „innowacyjne”, ale powinno uwzględniać strategiczny element konkurencyjności jakim jest koszt produkcji. Pisząc kolokwialnie maszyna musi być nowoczesna, użyteczna i sprzedawalna.

## Literatura

- [1] Kosieradzka A., Lis S.: *Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996
- [2] Nowak A.: *Zarządzanie jakością w procesie prototypowania*. Opublikowane w Materiały Konferencyjne Politechniki Łódzkiej,

## Autorzy

Karolina Dąbrowska, Małgorzata Gołąbek

karolina.dabrowska@git.lukasiewicz.gov.pl

malgorzata.golabek@git.lukasiewicz.gov.pl

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Górnośląski Instytut Technologiczny, Centrum Napędów i Maszyn Elektrycznych, ul. Moniuszki 29, 41-209 Sosnowiec