

**Andrew Page**

*Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG*

**Bernd Hentschel**

*Technische Fachhochschule Wildau*

**Gudrun Lindstedt**

*Projektlogistik GmbH*

## **OPTYMALIZACJA PRZEPIYU MATERIAŁU W PRODUKCJI TURBIN W ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & CO KG**

---

### **Wprowadzenie**

W ramach wspólnego projektu Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG i firmy Projektlogistik GmbH oraz Technische Fachhochschule Wildau przeprowadzono logistyczną analizę przepływów fizycznych i informacyjnych, w celu wypracowania propozycji przyszłego technologicznego zagospodarowania hali montażowej. Zadaniem projektu było zidentyfikowanie możliwych źródeł rezerw w procesie montażu turbin, a tym samym stworzenie przesłanek dla procesu decyzyjnego, określającego działania zmierzające do zapewnienia 40-dniowego cyklu dostaw.

40-dniowy cykl dostaw jest określany jako cel dla jednostek operacyjnych firmy Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, polegający na skróceniu czasu realizacji zamówień do 40 dni kalendarzowych. Czas przepływu służy jako wskaźnik efektywności procesu realizacji zamówień, implikując cele dla jakości, kosztów, zapasów i dotrzymywania terminów dostaw.

Wskaźnikiem czasu przepływu jest czas liczony od uruchomienia zlecenia, wynoszącego w przypadku dostawców wewnętrznych i zewnętrznych 30 dni kalendarzowych przed rozpoczęciem montażu turbin oraz osiągnięcie 10-dniowego czasu montażu w zakładzie produkcyjnym w Dahlewitz. Jako czas montażu Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG zdefiniował okres pomiędzy pierwszym zaksięgowaniem materiału w zleceniu montażowym a przekazaniem turbiny do magazynu wyrobów gotowych i późniejszą wysyłką do klienta.

Zlecając realizację omawianego projektu firmie Projektlogistik GmbH, która wykonywała go wspólnie ze studentami Technische Fachhochschule Wildau,

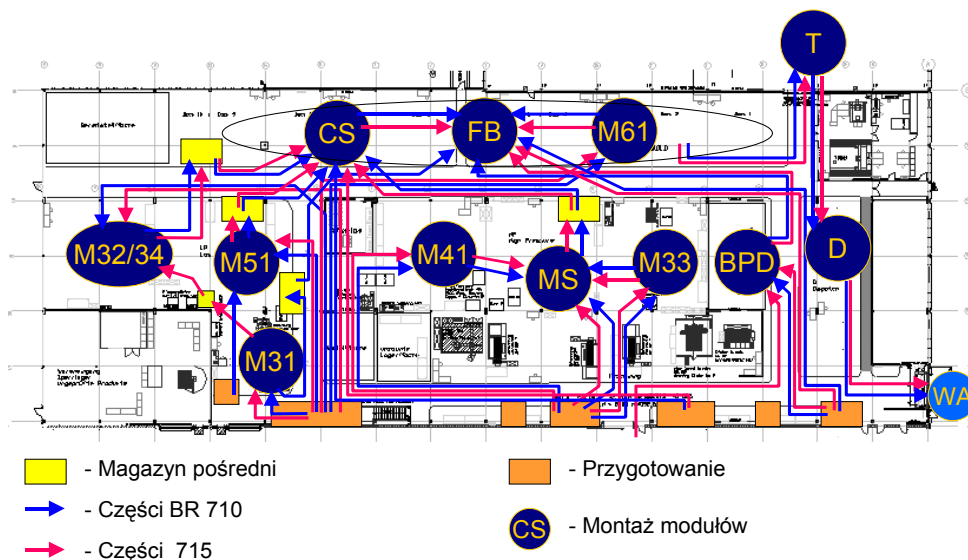
*Andrew Page, Bernd Hentschel, Gudrun Lindstedt*

Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG zdecydował się na wybór firmy doradztwa logistycznego z terenu klienta, współpracującej ściśle z uczelnią techniczną. Dzięki temu poddano analizie również procesy logistyczne, uzyskując tym samym elementarną strukturę procesów logistycznych.

### Analiza przepływu materiału

Pierwszym celem etapowym była analiza przepływu materiału i jego odwzorowanie graficzne. Z uwagi na dużą różnorodność części, części grupy A i B obu typów turbin BR 710 i BR 715, przygotowano w postaci listy materiałowej. Analizę wykonywały 4 zespoły. Na podstawie analizy kart technologicznych montażu, obserwacji i rozmów z pracownikami montowni zarejestrowano fizyczny przepływ części lub modułów. Liczbę części, drogę i czasy (czas żądany i czas zbadany) przepływu części przedstawiono w postaci segmentów technicznego zagospodarowania hali montażowej lub poszczególnych modułów. Już sama ocena uzyskanych wyników wykazała potencjał oszczędności w sferze przepływu, dzięki możliwej reorganizacji stanowisk pracy lub urządzeń pomiarowych w obrębie poszczególnych stref montażu.

### Modularny przepływ materiału

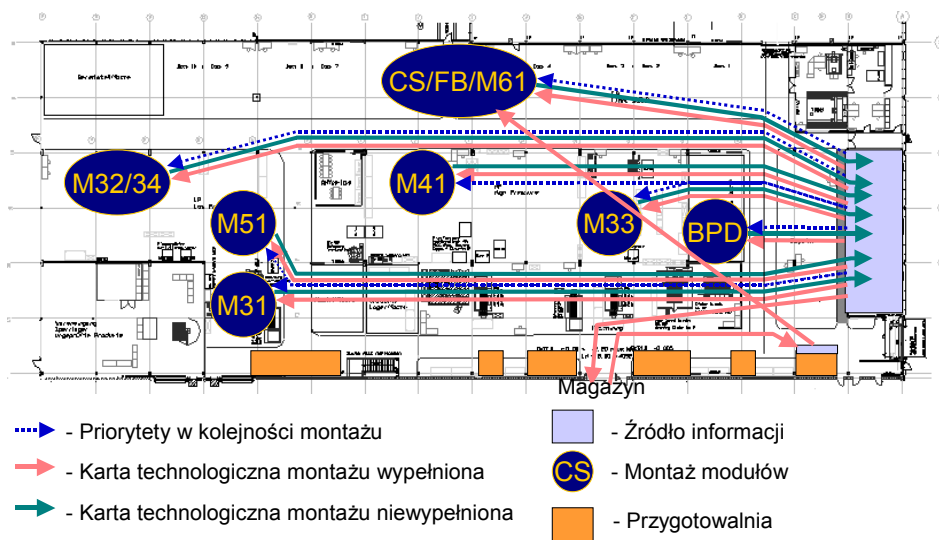


Rys. 1. Ilustracja przepływu materiału

**Optymalizacja przepływu materiału w produkcji turbin w Rolls-Royce Deutschland ...**

Dla optymalnego przepływu materiału centralne znaczenie ma przepływ informacji. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i wywiadów z pracownikami, również w tym zakresie zidentyfikowano kolejne źródło usprawnienia przepływu.

**Przepływ informacji**



Rys. 2. Przepływ informacji

Pierwszym z nich było odciążenie montażysty od czynności nie dodających wartości, jak np. transport materiału. Większą uwagę zwrócono także na komunikację pomiędzy montażystami poszczególnych modułów w trakcie procesu montażu. Montażysta jest najważniejszym ogniwem w procesie montażu i z tego powodu musi on dysponować informacjami niezbędnymi przy wykonywaniu powierzonych mu zadań. Dotyczy to przede wszystkim kart technologicznych montażu w zakresie wykonywanych przez niego procesów, ale również informacji / wymagań związanych z procesami poprzedzającymi i następującymi.

Obliczenia wykonane na podstawie ewidencji danych zakładowych, wykazały w okresie 17 tygodni kalendarzowych bardzo zróżnicowaną wydajność (od 3 do 7 turbin tygodniowo), przy tygodniowym zapasie materiału dla przeciętnie 28 turbin. Z tym wiąże się oczywiście duże zaangażowanie kapitału, które jednak można zminimalizować w wyniku skrócenia czasu przepływu.

*Andrew Page, Bernd Hentschel, Gudrun Lindstedt*

## **Łańcuch wartości**

Na podstawie analizy przepływu materiału i związanego z tym procesem przygotowania danych technologicznych, wyodrębniono następujące czasy:

- czas montażu,
- czas kontroli,
- czas przygotowawczo-zakończeniowy,
- czas transportu,
- inne czasy,
- czas przestoju.

Spośród wymienionych czasów, czas montażu został określony jako czynnik dodający wartości.

Uzyskany w ten sposób wynik nie był jednak satysfakcjonujący dla klienta (Rolls Royce), w związku z czym niezbędna była szczegółowa analiza. Zdefiniowano czynności wykonywane przez montażystów, które nie wnoszą wartości, takie jak praca przy komputerze, transport dźwigów i przestoje związane z oczekiwaniem na dźwig czy wypakowywanie części w trakcie procesu. W tym miejscu należy zaznaczyć, że na podstawie samej obserwacji pracy montażystów i ich wypowiedzi nie można było uzyskać w pełni wiarygodnych danych. W celu wyeliminowania w procesie montażu z czasu przepływu czasów nie dodających wartości, koniecznym było dokładne określenie sekwencji czasowych dla całego przebiegu procesów.

W kolejnym etapie projektu dokonano konfrontacji i oceny badanych czasów (stan obecny) i czasów przepływu z diagramu GANTT'a (stan planowany) klienta.

W wyniku analizy stwierdzono, że montażysty uwzględniali zawsze czas transportu jako element czasu całego przepływu, natomiast czas ten był krótszy od czasu planowanego. Wynik ten doprowadził do założenia, że największego potencjału skrócenia czasu przepływu należy szukać w związanym z procesem przepływu czasie oczekiwania i czasie transportu. Na podstawie danych z systemu ewidencji danych zakładowych na ścieżce krytycznej zidentyfikowano w okresie 3 miesięcy czasy oczekiwania podczas montażu pomiędzy modułami. Dla obu typów turbin udział czasu oczekiwania w czasie przepływu wynosił średnio 22 %.

## **Zalecenia**

Przyszły proces planowania i sterowania zakłada sterowanie PULL, ze zdefiniowanymi sekwencjami czasowymi dla poszczególnych sekwencji procesów. Na tej podstawie wszystkie sekwencje procesów są ze sobą skoordynowane w czasie, dzięki czemu części mogą być dostarczane z magazynu na stanowisko pracy montażysty. Z kolei montażysta przekazuje obrabianą część bezpośrednio do

**Optymalizacja przepływu materiału w produkcji turbin w Rolls-Royce Deutschland ...**

następnego procesu. Podstawową wielkością docelową jest wykorzystanie wydajności maszyn i ich koordynacja w czasie z całym procesem montażu.

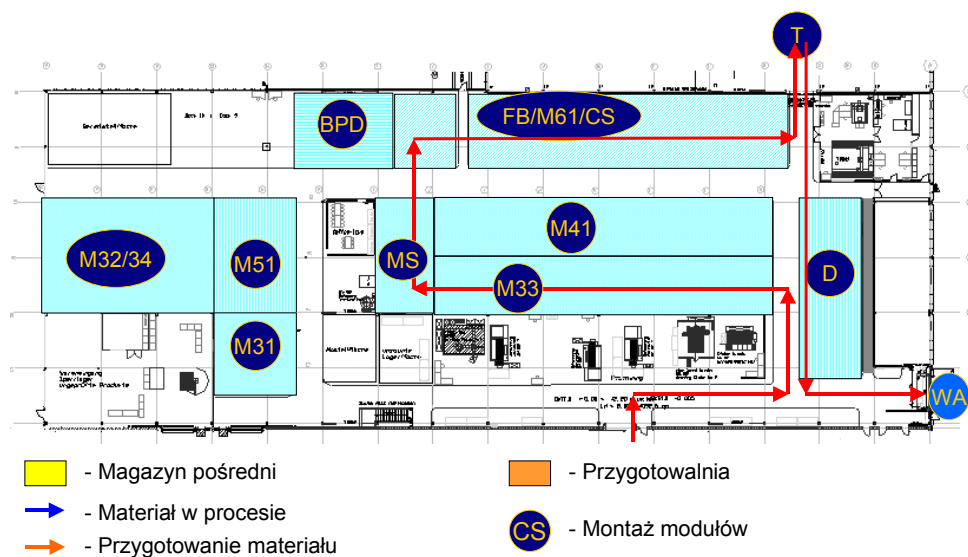
W celu wypracowania założonego rozwiązania dla osiągnięcia 10-dniowego przepływu materiału w montażu, zespół projektowy zalecił odejście od odrębnego planowania i wykazywania dotychczas planowanych czasów oczekiwania i transportu.

Na podstawie dokonanej w ramach analizy stanu faktycznego optymalizacji czasów przepływu, uzyskano następujące oszczędności dla:

- turbiny BR 710 ok. 88 godzin,
- turbiny BR 715 ok. 113 godzin,

w stosunku do planowanego czasu przepływu.

### Wymagane technologiczne zagospodarowanie hali z przepływem materiału na ścieżce krytycznej



Rys 3. Wymagane technologiczne zagospodarowanie hali z przepływem materiału na ścieżce krytycznej

Te zoptymalizowane dane stały się następnie punktem wyjścia dla opracowania diagramów określających wymagany stan przepływów, wraz z czasami operacji maszyn i przyszłą wizualizacją przepływu ilości materiału. Na jej podstawie można było dowiedzieć, że możliwe jest osiągnięcie tygodniowej wydajności (5 dni w trybie 3-zmianowym) montażu sześciu turbin. W porównaniu ze stanem obecnym,

*Andrew Page, Bernd Hentschel, Gudrun Lindstedt*

w zaproponowanym rozwiązaniu sterowania procesami punktem wyjścia była stała wydajność. Jako wariant optymalny opracowano nową koncepcję przepływu materiału wg rysunku 3.

### **Podsumowanie**

Omawiany projekt okazał się dobrym przykładem logistycznej optymalizacji przepływu materiału i informacji w procesie montażu turbin. Istotnym elementem były szczegółowe analizy parametrów logistycznych. Stanowią one podstawę wdrożenia systemów informacyjnych sterujących procesami logistycznymi.