

# MODULARYZACJA JAKO ELEMENT BUDOWY PRZEWAGI KONKURENCYJNEJ

## Modularization as an element of building the competitiveness

Jerzy ŁUNARSKI

**Streszczenie:** W pracy przeprowadzono ogólną analizę wpływu normalizacji i jej ważnej metody modularyzacji technologii na konkurencyjność organizacji. Modularyzacja elementów szeregu technologicznego: wyrób – proces technologiczny – system technologiczny – organizacja pracy, sprzyja specjalizacji technologicznej i jej współczesnej odmianie elastycznej specjalizacji technologicznej zwiększając efektywność przedsiębiorstwa a tym samym jego konkurencyjność.

**Słowa kluczowe:** normalizacja, modularyzacja, technologia, produkcja

**Abstract:** The paper presents a general analysis of the impact of standardization and its important method of technology modularization on the organization. competitiveness. Modularization of elements of the technological series: product - manufacturing process - production system - work organization, promotes technological specialization and its modern variety of flexible technological specialization, increasing the efficiency of the company and thus its competitiveness.

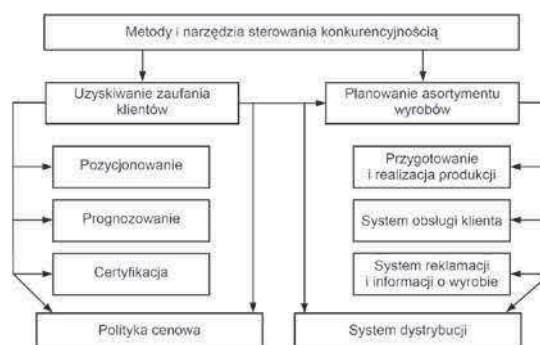
**Key words:** normalization, modularization, technology, specialization, production

### Konkurencyjność organizacji

Wzrastające tempo rozwoju technicznego, gospodarczego i cywilizacyjnego w ostatnich kilkudziesięciu latach spowodowało dynamiczne i znaczące zmiany w procesach wytwórczych i sposobach funkcjonowania różnorodnych organizacji. Wzrost demograficzny oraz podmiotów gospodarczych spowodował nasilenie rywalizacji między nimi o pozyskiwanie klientów i ich zasobów. Z rywalizacji tej zwycięsko wychodzą te organizacje, które potrafią być bardziej konkurencyjne. Konkurencyjność jest jednym z podstawowych praw gospodarki rynkowej uzależniona od wielu czynników wewnętrznych (ekonomiczność, jakość, spełnienie wymagań klienta i in.) oraz zewnętrznych (otoczenie gospodarcze, dostępność zasobów, warunki finansowe i in.). W sposób bardzo uproszczony można stwierdzić, że konkurencyjność to zdolność organizacji do stabilnego funkcjonowania z ewentualną możliwością rozwoju. Kluczowym elementem w konkurencji jest umiejętność pozyskiwania i utrzymywania klientów za pomocą atrakcyjnych wyrobów (pojęcie wyrób obejmuje m.in. wyroby materialne, niematerialne, materiały przetworzone i usługi) o atrybutach zadowalających klientów (wysoka jakość, niski koszt, bezpieczeństwo, łatwy sposób pozyskania i in.) [7]. Spełnianie tych wymagań zmusza producentów do stałego, intensywnego wysiłku na rzecz wszechstronnego doskonalenia swojej działalności i oferowanych wyrobów. Niektóre z tych działań przedstawiono na rys. 1

Działania te ukierunkowane są na następujące aspekty:

- opracowanie i dostarczenie na rynek nowego lub ulepszanego wyrobu spełniającego oczekiwania



Rys. 1. Ważniejsze metody i narzędzia sprzyjające budowaniu konkurencyjności

Fig. 1. Major methods and measures facilitating competitiveness creation

- konkretnych klientów co wymaga badań potrzeb klientów, wdrażania innowacji, redukcji kosztów działalności, polepszania bezpieczeństwa itp.[3],
- opracowywanie i wdrażanie nowych lub ulepszonych technologii wytwarzania typowych wyrobów, które umożliwią redukcję kosztów wytwarzania, polepszenie jakości systemu wytwórczego, eliminację braków i strat produkcyjnych, polepszenie warunków pracy itp.
- polepszenie całokształtu funkcjonowania całej organizacji umożliwiające polepszenie jej sytuacji finansowej, uwzględnienie potrzeb środowiskowych i społecznych, poprawę prestiżu, wartości rynkowej, których realizacja ułatwi wsparcie otoczenia.

## Znaczenie normalizacji

We wszystkich powyższych działaniach pomocną metodą w uzyskiwaniu postępu lub sukcesów jest posługiwanie się narzędziami, metodami i produktami normalizacji, która pod pewnymi względami może być utożsamiana z modularyzacją. Metody te są powszechnie wykorzystywane w projektowaniu różnych systemów fizycznych, następnie ich matematycznym modelowaniu i na tej podstawie tworzone są odpowiednie systemy informatyczne wspomagające różne działania, sterujące poszczególnymi procesami, wykorzystywanymi w projektowaniu, planowaniu, nadzorowaniu, zarządzaniu i optymalizowaniu wyników działań [5].

Normalizacja obejmuje praktycznie wszystkie obszary aktywności gospodarczej społeczeństwa, co w przybliżeniu uwidoczniło na rys. 2, i dostarcza potrzebnych produktów (dokumentów normalizacyjnych do dobrowolnego stosowania, a w przypadku standaryzacji - stosowania obowiązkowego).



Rys. 2. Podstawowe cele działalności normalizacyjnej krajowych i międzynarodowych organizacji normalizacyjnych  
Fig. 2. The basic goal of the standardization activity of national and international standardization organizations

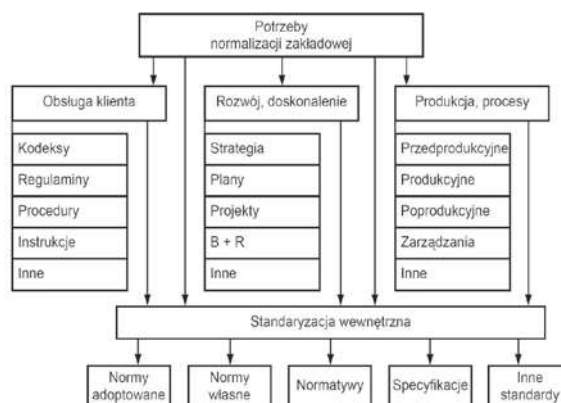
Dokumenty te są tworzone na etapie dojrzałych lub bliskich dojrzałości wyrobów i dziedzin aktywności producentów. Są to m.in. różnorodne dokumenty, przeznaczone do powszechnego i dobrowolnego stosowania, w treści których uwzględniono aktualny poziom rozwoju naukowo-technicznego oraz osiągnięcia praktyki. Umożliwiają one łatwe pozyskiwanie potrzebnej wiedzy o racjonalnym postępowaniu, umożliwiającym unikanie błędów i mankamentów pogarszających konkurencyjność. Przykładami takich opracowań dokumentacji są m.in. [4]:

- opracowania terminologiczne, umożliwiające jednoznaczne rozumienie różnych pojęć i wzajemne porozumienia dostawców, odbiorców, pośredników, serwisantów, użytkowników i inne.
- wskazywanie preferowanych liczb, ich szeregów arytmetycznych i geometrycznych, preferowanych pasowań, klas dokładności, szacowania chropowatości i inne umożliwiające ograniczanie różnorodności oraz ekonomiczniejsze wykorzystywanie zasobów,
- zalecenie maksymalnego wykorzystywania symplifikacji polegającej na ograniczaniu liczby stosowanych

- materiałów, odmian asortymentowych półfabrykatów, elementów handlowych, tworzonych powierzchni itp. dzięki czemu ułatwiane jest wykonawstwo poszczególnych elementów (ograniczanie ich różnorodności),
- zalecenie możliwie szerokiego stosowania tzw. unifikacji polegającej na racjonalnym zawężeniu różnorodności elementów składowych wyrobów (części, zespoły, mechanizmy i in.) do poziomu optymalnej niezbędności. Umożliwia to konfigurowanie, z ograniczonej liczby elementów składowych, dużej liczby odmian produktów końcowych (metoda ma wiele wspólnego z modularyzacją),
- zalecenie posługiwania się tzw. typizacją polegającą na opracowywaniu tzw. typowych rozwiązań (konstrukcyjnych, technologicznych i in.) celem ich standaryzacji i zastępowania istniejącej lub zamierzonej różnorodności rozwiązaniami typowymi,
- stosowanie modularyzacji jako ogólnej metody normalizacyjnej, polegającej na projektowaniu i wytwarzaniu autonomicznych, zunifikowanych elementów składowych maszyn, urządzeń, przyrządów, narzędzi lub innych wyrobów. Elementy te tzw. moduły stanowią zintegrowane zespoły lub mechanizmy z interfejsami mechanicznymi, elektrycznymi lub programowymi, umożliwiającymi ich łączenie w różne konfiguracje i wielokrotne wykorzystywanie.

## Standaryzacja w organizacji

Na podstawie dokumentów normalizacyjnych opracowywane są przez organizację jej wewnętrzne standardy (w tym m.in. normy zakładowe) obowiązkowe do stosowania w organizacji i regulujące jej funkcjonowanie w sposób stabilny, umożliwiające unikanie błędów, sprzyjające rozwojowi i dotyczące praktycznie wszystkich aspektów funkcjonowania organizacji. Potrzeby tych działań standaryzacyjnych w przybliżeniu uwidoczniło na rys. 3.



Rys. 3. Ogólny schemat standaryzacji w przedsiębiorstwie  
Fig. 3. General scheme of standardization in the company

Jednym ze skutecznych sposobów umożliwiających doskonalenie konkurencyjności organizacji jest systemowe podejście, z wykorzystaniem normalizacji i modularyzacji do zapewnienia ulepszeń systemu wytwórczego

składającego się z takich ogniw, jak: wyroby – procesy ich wytwarzania – całokształt systemu technologicznego wytwarzania – organizacja systemu wytwórczego. W każdym z tych ogniw możliwe jest wykorzystanie zasad i produktów normalizacji, tzn: [2]:

- a) Wyrób może być traktowany jako system składający się z poszczególnych części, które składają się z modułów poszczególnych powierzchni i sposobów ich łączenia, typowych brył geometrycznych i zasad ich łączenia lub rozdzielania. Z kolei części są łączone za pomocą typowych połączeń montażowych w podzespoły, zespoły lub mechanizmy o określonym stopniu zunifikowania do postaci modułów z odpowiednimi interfejsami.
- b) Kolejnym ogniwem jest proces technologiczny wytwarzania rozpatrywanego elementu wyrobu, na który składają się procesy wykonania półfabrykatów, ich obróbki i kontroli zróżnicowanych na operacje, zabiegi i przejścia, których realizacja powinna być zaprojektowana i dostosowana do typowych elementów geometrycznych wyrobu – wówczas można je nazwać elementarnymi modułami technologicznymi. W tym celu tworzone są organizacyjne standardy w postaci: rysunków części i półfabrykatów z podaniem warunków technicznych, instrukcje zabiegów i operacji, schematy narzędziowe i parametry procesów. W większości tych dokumentów możliwe jest wykorzystanie znormalizowanych lub typowych elementów i parametrów tworząc typowe, modułowe procesy technologiczne sprzężone z modułami wyrobu.
- c) Kolejnym hierarchicznym ogniwem są technologiczne systemy realizacji wymienionych wcześniej procesów technologicznych w postaci zunifikowanych lub typowych urządzeń technologicznych (obrabiarki, systemy wykonania półfabrykatów, maszyny montażowe, narzędzia, przyrządy, sprzęt kontrolno-pomiarowy i serwisowy i in. Jeśli ich struktura będzie dostosowana do wytwarzanych jednostek montażowych i operacji ich wykonywania oraz przewidywanej skali produkcji to tworzyć one będą określone moduły systemu technologicznego (ewentualnie produkcyjnego)
- d) Jeszcze wyższym elementem procesu produkcyjnego jest ogniwo – system organizacji produkcji w postaci gniazd, oddziałów, działów, wydziałów obejmujących poszczególne systemy technologiczne. Mogą w nim być stosowane typowe formy organizacji produkcji, racjonalne sposoby grupowania lub szeregowania urządzeń technologicznych, konieczne środki transportowe, magazynowe, kontrolne itp. Przygotowując je kierujemy się koniecznością minimalizacji nakładów czasowych, energetycznych i finansowych na realizację produkcji, dążąc jednocześnie do szerokiego wykorzystania elementów handlowych, typowych, zunifikowanych lub podobnych kompatybilnych do posiadanych

w systemie technologicznym oraz do asortymentu wytwarzanych wyrobów i ich skali produkcji.

#### **Współzależność modularyzacji i specjalizacji**

W celu poprawy konkurencyjności organizacji metodami technologiczno-organizacyjnymi konieczna jest realizacja dwojakiego rodzaju zadań, tzn. [8, 1]:

- zapewnienie wzajemnej kompatybilności modułów konstrukcyjnych wytwarzanego wyrobu (powierzchnie, struktury, połączenia) z technologicznymi modułami procesu ich wytwarzania oraz z modułami systemu technologicznego,
- dostosowanie systemu produkcji do opracowanych wcześniej systemów technologicznych oraz przewidywanego asortymentu wyrobów i skali ich produkcji w ten sposób, aby koszty działalności organizacji w odniesieniu do poszczególnych wyrobów były minimalne przy jednoczesnym spełnieniu wymagań jakościowych.

Realizacja powyższych zadań wiąże się z koniecznością określonego poziomu specjalizacji organizacji, która polega na przyjęciu określonej specjalizacji poszczególnych urządzeń technologicznych oraz racjonalnego rozplanowania ich obciążeń procesami wytwórczymi. Przeważnie stosowane są specjalizacje przedmiotowe SP (tworzenie systemu produkcyjnego do wytwarzania grupy przedmiotów podobnych pod względem konstrukcyjnym, np. koła zębate, reduktory, pompy, itp.) oraz specjalizacje technologiczne ST (systemy ukierunkowane na realizację określonej technologii np. obróbka skrawaniem, spawanie, klejenie itp.). W konkretnych sytuacjach wytwórczych ekonomicznym rozwiązaniem może okazać się tylko SP lub tylko ST względnie zastosowanie określonych udziałów SP i ST, przy których koszty działalności organizacji okażą się minimalne. Przeważnie SP jest preferowane w produkcji mało asortymentowej zaś ST w produkcji wieloasortymentowej.

Aktualnie w systemach produkcyjnych zachodzą różnorodne zmiany powodowane takimi czynnikami, jak:

- skracaniem cykli życia rynkowego wyrobów co powoduje wzrost częstotliwości zmian obiektów produkcji,
- zachodzi konieczność indywidualizacji wariantów wyrobów celem spełnienia wymagań zróżnicowanych grup klientów co wpływa na zmniejszanie skali produkcji poszczególnych asortymentów i wzrost ich ilości,
- przy wzroście asortymentu wytwarzanych wyrobów i zmniejszeniu skali ich produkcji bardziej racjonalnymi stają się specjalizacje technologiczne,
- tradycyjne stosowanie ST nie stwarza możliwości znaczącej poprawy efektywności produkcji w zaistniałej aktualnie sytuacji.

Aby zwiększyć efektywność ST konieczny jest znaczący wzrost elastyczności specjalizacji technologicznej poprzez zastosowanie elastycznych, programowalnych i łatwo przezbrajanych urządzeń technologicznych dostosowanych do istniejących procesów technologicznych i tworzących elastyczny system specjalizacji technologicznej – EST [6].

EST umożliwiają łatwą realizację technologii typowych i grupowych oraz charakteryzują się możliwością łatwego przestawienia na SP lub ST w zależności od konkretnych sytuacji produkcyjnych i potrzeb rynkowych.

Utworzenie odpowiedniej i efektywnej EST będzie ułatwione jeśli przy projektowaniu procesu produkcyjnego zostaną wykorzystane zasady modularyzacji technologii. W takiej sytuacji stanowiska robocze są przystosowane (specjalizowane) do realizacji kilku modułów powierzchni części z pomocą odpowiedniego modułu procesu obróbkowego, a przy montażu stanowiska są specjalizowane do wykonania technologicznych modułów połączeń w modułach systemu technologicznego, który powinien zawierać moduły technologiczne przeznaczone do obróbki wszystkich oczekiwanych powierzchni w realizowanym asortymencie wyrobów i wszystkie moduły realizujące oczekiwane połączenia montażowe w tym asortymencie. Poszczególne urządzenia technologiczne mogą być przystosowane do realizacji obróbki kilku powierzchni lub kilku rodzajów połączeń co umożliwia ograniczenie ilości tych urządzeń. Wykorzystanie typizacji technologii i technologii grupowej umożliwia zrealizowanie potokowej organizacji produkcji. Zrealizowanie takiego scenariusza umożliwia różnicowanie procesów wytwarzania na specjalnych urządzeniach technologicznych pod warunkiem ograniczenia asortymentu obrabianych powierzchni i wykonywanych połączeń. W takiej sytuacji można uzyskać wysoką powtarzalność jednorodnych operacji na poszczególnych stanowiskach a tym samym znacząco zwiększyć ekonomiczną efektywność.

## Podsumowanie

1. Czynnikiem znacząco polepszającym konkurencyjność jest szerokie stosowanie metod i dokumentów normalizacyjnych.
2. Skuteczność korzystnego wpływu normalizacji na konkurencyjność organizacji wzrasta jeśli dokonano kompatybilnej modularyzacji wyrobu, jego technologii, systemu technologicznego i organizacji pracy.
3. W aktualnej sytuacji rozwoju wyrobów i technologii szczególnie użyteczną staje się elastyczna specjalizacja technologiczna.

## LITERATURA

- [1] Andreason M.M. And Rother. 1988. "Design for Assembly". IFS Publikations, UK Springer-Verlag, Berlin-New York-Tokyo.
- [2] Bazrow B.M. 2001. "Modulnaja technologia w maszynostrojenii". Moskwa, Maszynostrojenije.
- [3] Love P. 1999. „Zarządzanie technologią”. Katowice: Śląsk, Katowice.
- [4] Łunarski J. 2014. „Normalizacja i standaryzacja”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- [5] Łunarski J.: 2014. „Projektowanie procesów – technicznych, produkcyjnych i gospodarczych”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- [6] Łunarski J., W. Szabajkowicz. 1993. „Augtomatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn”. Warszawa: WNT.
- [7] Porter M.E. 2001. „Porter o konkurencji”. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- [8] Słatina F. i in.: 1990. „Montaż v strojarkych a elektrotechnických wyrobach”. Bratysława: Alfa.

---

prof. dr hab. inż. Jerzy Łunarski, Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, 02-673 Warszawa ul. Racjonalizacji 6/8, e-mail: jlkmiop@prz.edu.pl