

# **Organizacja systemów produkcyjnych**

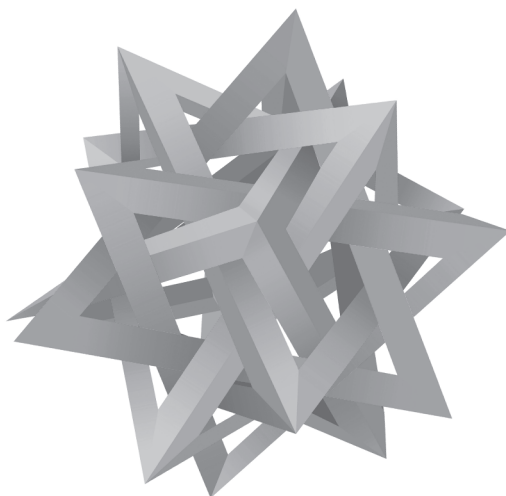
# **Organizacja systemów produkcyjnych**



ZARZĄDZANIE  
I INŻYNIERIA  
PRODUKCJI

Jerzy Lewandowski  
Bożena Skołod  
Dariusz Plinta

# Organizacja systemów produkcyjnych



---

Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne

Autorzy rozdziałów

**Jerzy Lewandowski:** 1, 2, 3, 10, 11

**Bożena Skołud:** wstęp, 4, 5, 6

**Dariusz Plinta:** 7, 8, 9, słownik ważniejszych pojęć

Recenzent

**Prof. dr hab. inż. Edward Chlebus**

Projekt okładki

**Paweł Rosolek**

Redaktor

**Violetta Kownacka**

© Copyright by Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A.  
Warszawa 2018

ISBN 978-83-208-2313-4

Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A.  
ul. Podwale 17 lok. 2, 00-252 Warszawa  
tel. +48 22 826 41 82  
e-mail: [pwe@pwe.com.pl](mailto:pwe@pwe.com.pl)  
[www.pwe.com.pl](http://www.pwe.com.pl)

Skład i łamanie: Master, Łódź

# Spis treści

<b>Wstęp</b> . . . . .	11
<b>Rozdział 1. Podstawowe pojęcia</b> . . . . .	15
1.1. Rodzaje produkcji . . . . .	15
1.2. Formy organizacji produkcji . . . . .	16
1.3. Produkcja zorientowana na proces i produkt . . . . .	18
1.4. System zarządzania produkcją . . . . .	19
1.5. System przygotowania produkcji . . . . .	20
1.5.1. Techniczne przygotowanie produkcji . . . . .	22
1.5.1.1. Przygotowanie konstrukcyjne . . . . .	23
1.5.1.2. Przygotowanie technologiczne . . . . .	27
1.5.1.3. Przygotowanie organizacyjne . . . . .	27
1.5.2. Projektowanie współbieżne . . . . .	29
1.6. Organizacja produkcji . . . . .	32
1.7. Przykłady wybranych aspektów projektowania systemów produkcyjnych . . . . .	32
Pytania kontrolne . . . . .	35
<b>Rozdział 2. Struktura produktu i procesu produkcyjnego</b> . . . . .	36
2.1. Produkt . . . . .	36
2.1.1. Definicja produktu . . . . .	36
2.1.2. Jakość wyrobu . . . . .	38
2.1.3. Cykl życia wyrobu . . . . .	42
2.1.3.1. Przyjazność produktu dla środowiska naturalnego . . . . .	43
2.1.4. Dokumentacja konstrukcyjna, technologiczna oraz organizacyjna . . . . .	47
2.1.4.1. Dokumentacja konstrukcyjna . . . . .	47
2.1.4.2. Dokumentacja technologiczna . . . . .	47

2.1.4.3. Dokumentacja organizacyjna . . . . .	48
2.1.5. Koncepcje budowy produktu . . . . .	56
2.1.5.1. <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) . . . . .	56
2.1.5.2. <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA) . . . . .	59
2.1.5.3. Metoda Taguchi . . . . .	60
2.1.6. Projektowanie rozwoju produktu . . . . .	60
2.1.6.1. Projektowanie ergonomiczne . . . . .	61
2.1.6.2. Ergonomia koncepcyjna i ergonomia korekcyjna w projekto- waniu . . . . .	62
2.1.6.3. Metody ergonomicznej oceny obiektów technicznych i stano- wisk pracy . . . . .	64
2.2. Struktura procesu . . . . .	65
2.2.1. Modele strukturalne produkcji . . . . .	65
2.2.2. Struktura procesu produkcyjnego . . . . .	66
2.2.3. Proces wytwórczy podstawowy (obróbkowy, montażowy) . . . . .	66
2.2.4. Proces logistyczny . . . . .	67
2.2.5. Procesy pomocnicze . . . . .	71
2.2.5.1. Proces zaopatrzenia materiałowego . . . . .	71
2.2.5.2. Proces zaopatrzenia w narzędzia i oprzyrządowanie . . . . .	73
2.2.5.3. Proces kontroli jakości . . . . .	74
2.2.5.4. Proces kompleksowego utrzymania ruchu . . . . .	74
2.2.5.5. Proces transportowy . . . . .	75
2.2.6. Zasady projektowania struktury procesów wytwarzania . . . . .	76
2.2.7. Zasady projektowania struktury produkcyjno-administracyjnej . . . . .	77
2.3. Struktura przedsiębiorstwa na przykładzie organizacji procesowej . . . . .	78
2.3.1. Modele przedsiębiorstw . . . . .	78
2.3.2. Metoda działania procesowego . . . . .	79
2.3.3. Klasyfikacja procesów i ich miary . . . . .	81
2.3.4. Klient jako członek organizacji procesowej . . . . .	82
2.4. Przykłady procesowego podejścia do organizacji produkcyjnej . . . . .	82
Pytania kontrolne . . . . .	88
<b>Rozdział 3. Tworzenie logicznych i strukturalnych powiązań organizacyj- nych . . . . .</b>	<b>89</b>
3.1. Charakterystyka struktur organizacyjnych przedsiębiorstw produkcyj- nych . . . . .	89
3.2. Kooperacyjne i rozproszone struktury organizacyjne procesów produkcji . . . . .	90
3.2.1. Organizacja procesowa . . . . .	91
3.2.2. Organizacja projektowa . . . . .	91
3.2.3. Organizacja ucząca się . . . . .	92
3.2.4. Organizacja modularna . . . . .	92
3.2.5. Organizacja sieciowa . . . . .	92
3.2.6. Organizacja wirtualna . . . . .	93

---

3.2.7. Organizacje kontraktowe . . . . .	95
3.2.8. Organizacja fraktalna . . . . .	95
3.2.9. Organizacja biologiczna (bioniczna) . . . . .	96
3.2.10. Organizacja holoniczna . . . . .	96
3.3. Logiczne i strukturalne powiązania w projektowaniu, planowaniu i wytwarzaniu . . . . .	96
3.4. Procesy tworzenia struktur produkcyjnych . . . . .	97
3.5. Przykłady struktur organizacyjnych . . . . .	97
Pytania kontrolne . . . . .	103
<b>Rozdział 4. Planowanie zasobów i zarządzanie zleceniem produkcyjnym . . . . .</b>	<b>104</b>
4.1. Charakterystyka zasobów produkcyjnych . . . . .	104
4.1.1. Klasyfikacja zasobów produkcyjnych . . . . .	104
4.1.2. Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi . . . . .	107
4.1.2.1. Komputerowo zintegrowane systemy zarządzania . . . . .	110
4.1.3. Zarządzanie zapasami . . . . .	112
4.1.3.1. Planowanie potrzeb materiałowych . . . . .	116
4.1.4. Bilansowanie zadań ze zdolnościami produkcyjnymi . . . . .	119
4.1.5. Zasoby ludzkie . . . . .	124
4.1.5.1. Organizacyjny aspekt zarządzania zasobami ludzkimi . . . . .	125
4.1.5.2. Planowanie zatrudnienia . . . . .	125
4.1.5.3. Analiza pracy . . . . .	128
4.1.6. Organizacja wirtualna jako odpowiedź na niedobór/nadwyżkę zasobów . . . . .	132
4.2. Zarządzanie zasobami jako zarządzanie zleceniami produkcyjnymi . . . . .	134
4.2.1. Definicja i cechy zleceń produkcyjnych . . . . .	134
4.2.2. Techniki stosowane w przygotowaniu zleceń produkcyjnych . . . . .	135
4.2.3. Planowanie z wykorzystaniem infrastruktury, dokumentacji oraz normatyw . . . . .	141
4.2.4. Zarządzanie zleceniem w kontekście teorii ograniczeń . . . . .	146
4.2.4.1. Propagacja ograniczeń . . . . .	148
4.2.4.2. Ograniczenia producenta . . . . .	149
4.2.4.3. Wymagania (ograniczenia) klienta . . . . .	149
Pytania kontrolne . . . . .	154
<b>Rozdział 5. Wybrane metody i techniki organizatorskie . . . . .</b>	<b>155</b>
5.1. Metody i techniki uniwersalne . . . . .	155
5.1.1. Analiza ABC . . . . .	155
5.1.2. Metoda delficka . . . . .	158
5.1.3. Benchmarking . . . . .	159
5.1.4. Metody sieciowe . . . . .	160
5.2. Metody i techniki szczegółowe . . . . .	165

5.2.1. Fotografia dnia pracy . . . . .	165
5.2.2. Wykres przyczynowo-skutkowy . . . . .	167
5.2.3. Karty kontrolne . . . . .	169
5.2.4. Techniki rozmieszczania obiektów . . . . .	172
5.2.5. Chronometraż . . . . .	175
5.2.6. Metoda 5S . . . . .	176
5.2.7. Metoda SMED . . . . .	177
5.3. Ciągłe doskonalenie organizacji pracy . . . . .	181
5.3.1. Cykl ciągłego doskonalenia — różne podejścia . . . . .	183
Pytania kontrolne . . . . .	189
<b>Rozdział 6. Koncepcje organizacji produkcji . . . . .</b>	<b>190</b>
6.1. Przykłady organizacji w różnych rodzajach produkcji . . . . .	190
6.1.1. Systemy produkcji ciągłej i produkcji dyskretnej . . . . .	190
6.1.2. Systemy produkcyjne w małych i dużych przedsiębiorstwach . . . . .	194
6.1.3. Systemy produkcji jednostkowej, małoseryjnej, seryjnej i masowej . . . . .	195
6.1.4. Produkcja zorientowana na produkt (podejście klasyczne) i proces (lean production) . . . . .	197
6.1.4.1. Formy klasyczne — funkcjonalne opisy organizacji . . . . .	197
6.1.4.2. Procesowe podejście do zarządzania w organizacji — organizacja procesowa . . . . .	197
6.1.4.3. Mapowanie procesu produkcyjnego . . . . .	200
6.2. Wybrane normatywy przepływu produkcji . . . . .	204
6.2.1. Wielkość serii produkcyjnej . . . . .	204
6.2.2. Wielkość partii produkcyjnej . . . . .	204
6.2.3. Cykl produkcyjny i przerwa międzyoperacyjna . . . . .	205
6.2.4. Norma czasu pracy i ilościowa norma pracy . . . . .	206
6.2.4.1. Przekroczenie normy czasu pracy i ilościowej normy pracy . . . . .	206
6.2.5. Stanowiskochłonność i pracochłonność . . . . .	208
6.2.6. Takt produkcji . . . . .	209
Pytania kontrolne . . . . .	209
<b>Rozdział 7. Systemy przygotowania produkcji i zarządzania produkcją . . . . .</b>	<b>210</b>
7.1. Etapy tworzenia struktury produkcyjnej . . . . .	210
7.1.1. Projekt wstępny . . . . .	210
7.1.2. Projekt technologiczny . . . . .	211
7.1.3. Projekt szczegółowy . . . . .	213
7.2. Zasady tworzenia planów przestrzennych zakładów ( <i>layout</i> ) . . . . .	214
7.3. Zastosowanie technik komputerowych . . . . .	221
7.3.1. Systemy wspomagające przygotowanie produkcji . . . . .	221
7.3.2. Systemy wspomagające zarządzanie produkcją . . . . .	222



7.3.2.1. System MRP . . . . .	223
7.3.2.2. Aplikacje ERP . . . . .	227
7.3.2.3. Model ERP II . . . . .	228
7.3.2.4. Systemy klasy DEM . . . . .	228
7.3.2.5. Koncepcja CIM . . . . .	228
Pytania kontrolne . . . . .	229
<b>Rozdział 8. Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych . . . . .</b>	<b>230</b>
8.1. Stosowalność metod modelowania i symulacji . . . . .	230
8.2. Modelowanie struktury procesu . . . . .	234
8.3. Komputerowe narzędzia symulacyjne . . . . .	238
8.3.1. Zasady doboru programów symulacyjnych . . . . .	238
8.3.2. Ogólna charakterystyka wybranych programów . . . . .	239
8.4. Przykłady modelowania i symulacji procesów produkcyjnych . . . . .	240
8.5. Przykłady praktyczne modelowania i symulacji przebiegu procesu produkcyjnego . . . . .	254
Pytania kontrolne . . . . .	257
<b>Rozdział 9. Projektowanie systemów produkcyjnych . . . . .</b>	<b>258</b>
9.1. Podstawowe zasady projektowania systemów produkcyjnych . . . . .	258
9.1.1. Projektowanie stanowisk pracy . . . . .	258
9.1.2. Projektowanie gniazd, linii produkcyjnych . . . . .	261
9.1.3. Projektowanie wydziałów produkcyjnych . . . . .	264
9.1.3.1. Podział powierzchni projektowanych obiektów . . . . .	264
9.1.3.2. Obliczanie liczby stanowisk roboczych na podstawie wskaźników techniczno-ekonomicznych . . . . .	266
9.1.4. Projektowanie magazynów . . . . .	269
9.1.4.1. Magazyny surowców . . . . .	270
9.1.4.2. Magazyny rozdzielcze . . . . .	272
9.1.4.3. Magazyny wyrobów gotowych . . . . .	273
9.2. Alternatywne podejścia do projektowania . . . . .	274
9.2.1. Restrukturyzacja/modernizacja istniejącego obiektu produkcyjnego . . . . .	274
9.2.2. Projektowanie nowego obiektu produkcyjnego . . . . .	274
Pytania kontrolne . . . . .	278
<b>Rozdział 10. Koncepcje i filozofie doskonalenia systemu produkcyjnego . . . . .</b>	<b>279</b>
10.1. Współczesne filozofie i koncepcje zarządzania systemami produkcyjnymi . . . . .	279
10.1.1. Filozofia kaizen . . . . .	280
10.1.2. Kompleksowe zarządzanie jakością . . . . .	281
10.1.3. Lean management . . . . .	288

---

10.1.4. Just in time . . . . .	290
10.1.5. Produktywność . . . . .	291
10.1.6. Reengineering . . . . .	292
10.1.7. Outsourcing . . . . .	294
10.1.8. Make or buy . . . . .	295
10.1.9. Benchmarking . . . . .	296
10.1.10. Teoria ograniczeń . . . . .	298
10.1.10.1. Werbel–bufor–lina . . . . .	301
10.1.10.2. Duża dostępność, małe zapasy . . . . .	302
10.1.10.3. Łańcuch krytyczny . . . . .	302
10.1.10.4. Rachunkowość przerobu . . . . .	302
10.1.11. Kompleksowe utrzymanie ruchu . . . . .	303
10.2. Mapowanie procesu produkcyjnego . . . . .	309
10.2.1. Mapowanie strumienia wartości . . . . .	309
10.2.2. Przepływ materiałów i przepływ informacji . . . . .	311
10.2.3. Charakterystyka mapy stanu obecnego . . . . .	312
10.2.4. Cechy szczupłego strumienia wartości . . . . .	313
10.2.5. Charakterystyka mapy stanu przyszłego . . . . .	313
10.2.6. Transformacja stanu obecnego w stan przyszły — plan działań . . . . .	314
10.3. Przykłady zastosowania wybranych filozofii i koncepcji zarządzania systemami produkcyjnymi . . . . .	315
Pytania kontrolne . . . . .	321
<b>Rozdział 11. Podsumowanie. Dokąd zmierzamy?</b> . . . . .	322
11.1. Zarządzanie produkcją w zmieniającym się otoczeniu . . . . .	322
11.2. Strategia przedsiębiorstw produkcyjnych . . . . .	324
11.3. Ewolucja w kierunku jakości . . . . .	325
11.4. Aspekty humanizacji pracy w warunkach radykalnych zmian . . . . .	327
11.5. Technologie produkcyjne w ochronie środowiska . . . . .	329
Pytania kontrolne . . . . .	330
<b>Słownik ważniejszych pojęć</b> . . . . .	331
<b>Bibliografia</b> . . . . .	333
<b>Indeks</b> . . . . .	341

# Wstęp

Z organizacją produkcji jest związanych wiele problemów, zależnych od wielkości i zmienności produkcji. Dotyczą one każdego etapu cyklu życia produktu, tj. od jego zaprojektowania — poprzez techniczne i organizacyjne przygotowanie produkcji, wytwarzanie, marketing, sprzedaż, obsługę posprzedażną — aż po utylizację. Na każdym etapie istnieje potrzeba działań organizatorskich, które powinny być oparte na sprawdzonych metodach i technikach. Zostały one opisane w kolejnych rozdziałach. Przedstawiono tu również charakterystyczne przykłady, a szczególną uwagę skierowano na rozwiązania, które zostały wymuszone wysokim popytem i dużą konkurencyjnością.

Niniejszy podręcznik zawiera 11 rozdziałów.

W rozdziale 1 wyjaśniono pojęcia związane z rodzajami produkcji oraz przedstawiono klasyfikacje produkcji ze względu na: wielkość i zmienność produkcji (masowa, seryjna, jednostkowa, wielowersyjna, wielosortymentowa, współbieżna, rytmiczna), strukturę systemu (gniazdo, linia, mieszana) oraz zorientowanie przedsiębiorstw (na proces i produkt). Opisano również zalecenia dotyczące wyboru rodzaju systemu oraz jego struktury.

W rozdziale 2 przedstawiono definicję produktu i opis związanej z nim dokumentacji. Omówiono tu podstawowe zasady obowiązujące przy przygotowywaniu dokumentów, w zależności od zmienności i wielkości produkcji oraz złożoności produktu, oraz związek, jaki istnieje pomiędzy działalnością przedsiębiorstwa a cyklem życia produktu. Zaprezentowano również strukturę procesu produkcyjnego, w tym: procesy podstawowe (obróbki i montażu), procesy logistyczne, procesy pomocnicze (utrzymanie ruchu, przygotowanie narzędzi, transport itp.), elementy składowe i relacje powiązań pomiędzy nimi, metody i narzędzia stosowane w planowaniu zadań oraz podstawowe techniki organizacji prac w procesach projektowania, planowania i wytwarzania.

W rozdziale 3 przedstawiono charakterystykę struktur organizacyjnych przedsiębiorstw produkcyjnych. Narzucają one opisane w rozdziale logiczne i strukturalne powiązania procesów projektowania, planowania i wytwarzania, a istotny wpływ mają również powiązania przedsiębiorstw z otoczeniem, w szczególności działania kooperacyjne i tworzenie struktur rozproszonych.

Rozdział 4 jest poświęcony zasobom przedsiębiorstwa, zwłaszcza bezpośrednio wykorzystywanym w procesie wytwarzania. Pokazano zasady planowania zasobów i zarządzania nimi oraz sposoby postępowania w sytuacjach ich niedoboru lub nadwyżki. Zamieszczono tu odpowiedzi na pytania dotyczące zleceń produkcyjnych — cech, klasyfikacji, technik stosowanych w ich przygotowaniu (kamienie milowe, WBS, techniki sieciowe, harmonogramy, wykresy Gantta) — oraz zarządzania zleceniem w kontekście teorii ograniczeń. Ponadto opisano konflikty zasobowe w zadaniach złożonych i ich rozstrzygnięcie.

W rozdziale 5 przedstawiono różne metody i techniki rozwiązywania problemów z dziedziny organizacji systemów produkcyjnych, a zwłaszcza uniwersalne (nadające się do pokonywania trudności według tego samego podejścia) oraz szczegółowe, tj. określające dokładny sposób ich realizacji. Są to takie metody i techniki, jak: analiza ABC, technika delficka, fotografia dnia pracy, benchmarking, wykres przyczynowo-skutkowy, karty obserwacyjne, techniki rozmieszczania obiektów (Blocha–Schmigalli), metody sieciowe, 5S itd. Ich stosowalność zaprezentowano w kontekście filozofii ciągłego doskonalenia — kaizen.

W rozdziale 6 przedstawiono wybrane zagadnienia, dotyczące projektowania i organizacji systemów wytwórczych. Omówiono metody projektowania procesów produkcyjnych ciągłych i dyskretnych. Ponadto scharakteryzowano podejście do przedsiębiorstw zarówno dużych, jak i małych. W tym kontekście opisano podstawowe normatywy przepływu produkcji oraz ich zastosowanie na etapach projektowania i organizowania systemów produkcyjnych, tj. wyboru struktury, rodzaju przepływu, normatywnego zapotrzebowania na stanowisko- i pracochłonność.

W rozdziale 7 przedstawiono etapy tworzenia struktury produkcyjnej, zasady projektowania przestrzeni produkcyjnej, związane nie tylko z zachowaniem odpowiednich odległości między obiektami technicznymi, szerokości dróg transportowych, powierzchni pomocniczych, lecz także z wykorzystywaniem techniki komputerowej. Technologia informacyjna jest obecnie coraz szerzej stosowana we wspomaganiu różnych obszarów działalności przedsiębiorstw.

W rozdziale 8 dokonano charakterystyki zastosowania metod modelowania i symulacji w organizacji procesów produkcyjnych. Opisano tu modelowanie struktury procesu produkcyjnego, modelowanie marszrut materiałowych oraz narzędzia symulacyjne. Ponadto podano przykłady analiz symulacyjnych systemu produkcyjnego: analizę realizacji różnych zleceń, analizę planowanych inwestycji, analizę stanów magazynowych, struktury zatrudnienia oraz analizę różnych systemów sterowania produkcją itp.

W rozdziale 9 podręcznika przedstawiono przykłady projektowania typowych systemów produkcyjnych, jakimi są: stanowisko pracy, gniazdo/linia, wydział i za-

kład. Opisano tu alternatywne podejścia: projektowanie zmodernizowanego systemu produkcyjnego w istniejących obiektach oraz projektowanie nowego systemu produkcyjnego w nowym lub zmodernizowanym obiekcie. Przedstawiono przykłady projektów — od projektu wstępnego aż po szczegółowe rozmieszczenie maszyn i urządzeń produkcyjnych w przestrzeni produkcyjnej. Na końcu zaprezentowano praktyczne przykłady projektowania stanowisk pracy, gniazd oraz wydziałów produkcyjnych.

W rozdziale 10 przedstawiono współczesne koncepcje zarządzania produkcją — szczególnie uwzględniono systemy zarządzania jakością oraz koncepcję szczupłego wytwarzania (lean production lub lean manufacturing), jako eliminujące działania niedodające wartości produktowi (straty). Oprócz wymienionych opisano jeszcze m.in. następujące współczesne filozofie i koncepcje zarządzania: kaizen, reengineering, outsourcing, benchmarking, teorię ograniczeń (*Theory of Constraints* — TOC) oraz kompleksowe utrzymanie ruchu (*Total Productive Maintenance* — TPM). W rozdziale tym przedstawiono również mapowanie procesów produkcyjnych jako metodę wizualizacji planowanych zmian w przepływach materiałowych i informacyjnych w produkcji.

Książkę kończy rozdział 11, w którym omówiono kierunki dalszego rozwoju współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych.



# Podstawowe pojęcia

## 1.1. Rodzaje produkcji

Stopień specjalizacji poszczególnych stanowisk roboczych, wraz z ich obciążeniem związanym z wykonywaniem wyznaczonych części i operacji, określa typ organizacji produkcji tych stanowisk (również jest wykorzystywane pojęcie „typ produkcji”) [Durlik 1996].

Typ produkcji wynika z częstotliwości przeobrażania stanowiska roboczego. Wyróżnia się pięć typów stanowisk roboczych [Durlik 1996].

1. **Stanowisko robocze o masowym typie organizacji produkcji** charakteryzuje wykonanie tylko jednej, ściśle określonej części i operacji. Na podstawie stosowanych w przemyśle pojęć przyjmuje się, że wśród stanowisk o seryjnym typie produkcji można odróżnić stanowiska robocze o wielko-, średnio- i małoseryjnym typie produkcji.
2. **Stanowisko robocze o wielkoseryjnym typie produkcji** charakteryzuje wykonanie od 2 do 5, a niekiedy (przy bardzo podobnych obrabianych częściach i podobieństwie wykonywanych operacji) do 10 części i operacji w okresie powtarzalności.
3. **Stanowisko robocze o średnioseryjnym typie produkcji** charakteryzuje wykonanie od 5 do 25 części i operacji w okresie powtarzalności.
4. **Stanowisko robocze o małoseryjnym typie produkcji** charakteryzuje wykonywanie od 20 do 50, a niekiedy (przy podobnych częściach i operacjach) do 100 części i operacji. Przy produkcji o małoseryjnym typie partie produkcyjne są niewielkie, czas obróbki wynosi do kilku godzin, niektóre operacje mogą się nawet nie powtarzać cyklicznie.
5. **Stanowisko robocze o jednostkowym typie produkcji** charakteryzuje na ogół niepowtarzające się lub powtarzające się nieregularne wykonywanie nieograniczonej liczby części i operacji.

Typ produkcji określa stopień specjalizacji stanowiska roboczego. Według specjalizacji wyróżnia się następujące **stanowiska robocze**:

- *uniwersalne* (U) — bez przydzielenia ściśle określonych części i operacji, a więc mające wyposażenie uniwersalne i uniwersalne narzędzia w obrębie danej fazy technologicznej,
- *specjalizowane* (Sp) — z przydzieloną grupą części i operacji, z możliwością przebrojeń, jednakże w zawężonym zakresie do pewnej klasy przyrządów i narzędzi,
- *specjalne* (S) — z przydzieloną ściśle jedną lub dwoma/trzema ściśle określonymi częściami i operacjami, w zasadzie bez możliwości przebrojeń, jedynie często z możliwością przebudowy stanowiska w celu dostosowania do innej części i operacji.

W zależności od liczby wykonywanych wyrobów można wyróżnić trzy typy produkcji [Durlik 1996].

1. **Produkcja jednostkowa** jest to taki typ produkcji, w którym liczba wykonywanych jednorazowo wyrobów wynosi zazwyczaj jedną sztukę lub kilka sztuk.
2. **Produkcja seryjna** jest to taki typ produkcji, w którym liczba wyrobów wykonywanych jednorazowo jest większa i tworzy tzw. partię lub serię. Produkcja seryjna może być niepowtarzalna, czyli jednorazowa, lub powtarzalna (w okresie powtarzalności). Okresy powtarzalności mogą być jednakowe, np. co miesiąc lub co kwartał, albo zmienne nieregularne (produkcja seryjna rytmiczna lub nierytmiczna itp.). W zależności od liczby sztuk wyrobu, wykonywanych jednorazowo w serii, rozróżnia się produkcję drobno-, mało-, średnio- lub wielkoseryjną.
3. **Produkcja masowa** jest to produkcja, w której liczba wyrobów wykonywanych w okresie produkcji jest tak wielka, że na stanowiskach roboczych wykonuje się ciągle tę samą pracę przez cały okres produkcji. Może o trwać sezon, rok, kilka lat lub dłużej, tak długo, jak długo jest utrzymywana produkcja tego wyrobu. Można też inaczej patrzeć na problem i twierdzić, że seria produkcyjna w produkcji masowej równa się jednej sztuce, lecz jest to produkcja powtarzalna w długim okresie. Każdego dnia roboczego w sposób powtarzalny są pobierane materiały z magazynu surowców i półwyrobów, a także są wykonywane, przez pracowników na tych samych stanowiskach, te same operacje robocze i w sposób ciągły (rytmiczny) wyroby gotowe są przekazywane do magazynu.

## 1.2. Formy organizacji produkcji

Forma organizacji produkcji jest to rodzaj przepływu części, zespołów, wyrobów pomiędzy stanowiskami roboczymi w cyklu produkcyjnym [Durlik 1996].

Można wyróżnić dwa rodzaje formy organizacji produkcji: produkcję niepotokową (najczęściej w gniazdach technologicznych lub przedmiotowych) i produkcję potokową, która odbywa się w liniach produkcyjnych. W ramach obu form wyszcze-



gólnia się: produkcję niepowtarzalnych wyrobów wytwarzanych pojedynczo lub w krótkich seriach, asynchroniczny powtarzalny przepływ wyrobów, synchroniczny przepływ wyrobów produkowanych zazwyczaj wielkoseryjnie lub masowo.

Odmiana organizacji produkcji jest wynikiem nałożenia się lub skrzyżowania typów produkcji i form jej organizacji. Określenie tej odmiany wymaga: sprecyzowania specjalizacji wyposażenia technologicznego, rozplanowania urządzeń, przyjęcia określonej metody planowania i zarządzania procesem produkcyjnym w poszczególnych komórkach produkcyjno-administracyjnych. Określona odmiana organizacji produkcji jest również związana z konkretną formą przepływu produkcji, co z kolei wpływa na zapasy produkcji w toku. W miarę przechodzenia do coraz wyższych typów form i odmian organizacyjnych uzyskuje się określone efekty techniczno-organizacyjne. Przy przejściu do wyższych odmian organizacji produkcji należy starać się zachować elastyczność w organizacji, która umożliwi dokonanie zmian w wyrobach.

W organizacji procesu produkcyjnego można wyróżnić dwie podstawowe formy przepływu materiałów i półwyrobów: produkcję potokową i produkcję niepotokową. Produkcję potokową od niepotokowej odróżnia wiele cech charakterystycznych, z których można wymienić pięć najważniejszych:

- 1) ściśle określony harmonogram przebiegu procesu produkcyjnego,
- 2) liniowe rozmieszczenie maszyn i urządzeń produkcyjnych,
- 3) wysoki stopień specjalizacji stanowisk roboczych,
- 4) ciągłość ruchu obrabianych przedmiotów,
- 5) rytmiczność pracy stanowisk roboczych.

W ramach **produkcji potokowej** można wyróżnić kilka jej odmian, uwzględniając różne kryteria klasyfikacyjne [Pasternak 2005]. Z punktu widzenia występującego typu produkcji wyodrębnia się:

- linię potokową stałą, gdy produkcja w niej wykonywana jest jednorodna, co zapewnia stałość określonych operacji technologicznych realizowanych na poszczególnych stanowiskach produkcyjnych,
- linię potokową zmienną, która występuje przy produkcji seryjnej.

Z punktu widzenia stopnia synchronizacji linie potokowe mogą być ciągłe i przerywane. Linia potokowa ciągła, tj. potok synchroniczny, występuje wtedy, kiedy czas obróbki na poszczególnych stanowiskach jest równy lub wielokrotny (zsynchronizowany), co umożliwi przekazywanie przedmiotów pracy bez żadnych przerw na kolejne stanowiska pracy. Linia potokowa przerywana, tj. potok asynchroniczny, występuje wtedy, kiedy czas poszczególnych operacji nie jest równy i nie stanowi wielokrotności czasu trwania innych operacji. Powoduje to powstawanie przestojów oraz zapasów produkcji w toku.

Ze względu na sposób utrzymania rytmu pracy wyróżnia się:

- linię produkcyjną z rytmem swobodnym, co oznacza, że robotnicy sami regulują swoją wydajność pracy (ten rodzaj linii produkcyjnej jest stosowany w pro-

dukcji charakteryzującej się precyzją wykonania, gdzie korzyści z ewentualnego przyspieszenia rytmu pracy byłyby niewspółmierne w stosunku do ewentualnych strat z tytułu pogorszenia jakości); w celu zapewnienia ciągłości pracy na poszczególnych stanowiskach tworzy się niewielkie zapasy przedmiotów pracy;

- linię produkcyjną z rytmem wymuszonym, który jest utrzymywany za pomocą mechanicznego przenośnika poruszającego się w sposób ciągły lub skokowy.

Ze względu na rodzaj stosowanego transportu wyróżnia się:

- 1) linie produkcyjne bez mechanicznego urządzenia transportowego — stosowane jeszcze w tych przedsiębiorstwach, w których przedmioty pracy są na tyle lekkie, że można je ręcznie przesuwac z jednego stanowiska na drugie (np. odzież, obuwie),
- 2) linie produkcyjne z urządzeniem transportowym — najczęściej stosowane w praktyce, głównie w postaci przenośników taśmowych, łańcuchowych lub innych.

Ostatnim rodzajem potokowych linii produkcyjnych, wyróżnionych ze względu na eliminację pracy ręcznej, są automatyczne linie potokowe. Praca ludzka przy zastosowaniu tych linii sprowadza się do kontroli i nadzoru nad pracą maszyn. Automatyczne linie produkcyjne są stosowane m.in. w przedsiębiorstwach przemysłu: spożywczego, papierniczego, chemicznego i maszynowego.

W ramach **produkcji niepotokowej** można wymienić:

- gniazdo przedmiotowe — zespół stanowisk przeznaczonych do wytwarzania określonego przedmiotu (gniazdo małopredmiotowe) lub grupy przedmiotów (gniazdo wielopredmiotowe), najczęściej podobnych technologicznie lub konstrukcyjnie,
- gniazdo przedmiotowe zamknięte — wszystkie operacje są wykonywane w gnieździe,
- gniazdo przedmiotowe otwarte — niektóre operacje są realizowane poza gniazdem,
- gniazdo technologiczne — zgrupowanie stanowisk roboczych o jednakowym lub zbliżonym przeznaczeniu technologicznym.

### 1.3. Produkcja zorientowana na proces i produkt

Proces produkcyjny może być rozpatrywany w trzech ujęciach: komórki produkcyjnej, produkowanego wyrobu oraz technologii grupowej [Durlík 1996].

1. **Proces produkcyjny w ujęciu komórki produkcyjnej** — bierze się pod uwagę wszystkie cząstkowe procesy produkcyjne wyrobów wytwarzanych w tej komórce wraz z przyjętym zakresem powiązań kooperacyjnych z innymi komórkami produkcyjnymi.

2. **Proces produkcyjny w ujęciu produkowanego wyrobu** — poszczególnych części, zespołów określonego stopnia lub całego wyrobu gotowego. Wówczas analizuje się wszystkie operacje i procesy niezbędne do wykonania tychże wyrobów, niezależnie od tego, w jakich komórkach produkcyjnych są one realizowane i jaki jest zakres powiązań kooperacyjnych z innymi komórkami produkcyjnymi, które uczestniczą w realizacji analizowanego lub projektowanego wyrobu.
3. **Proces produkcyjny w ujęciu technologii grupowej** — chodzi tu o jeden złożony proces, przystosowany do obróbki całej rodziny (grupy) wyrobów prostych lub złożonych o zmiennym (elastycznym) programie ilościowo-asortymentowym. Mogą to być procesy obróbki zarówno grupy podobnych produkcyjnie części, jak i grupy podobnych montażowo wyrobów finalnych składających się z większej liczby części, podzespołów i zespołów.

## 1.4. System zarządzania produkcją

**System** jest to zbiór podsystemów i elementów, zorganizowanych (powiązanych ze sobą) do wykonania określonych działań zapewniających osiągnięcie założonych celów [Zbichorski (red.) 1974].

**Podsystemem** nazywa się wyodrębnioną grupę elementów systemu, wzajemnie ze sobą powiązanych i pełniących funkcje określone celami działania podsystemu. Systemy produkcyjne są zarówno systemami przetwarzania czynników materialnych, zawierającymi również podsystemy informacyjne, niezbędne do sterowania (zarządzania) całym systemem i poszczególnymi podsystemami, jak i układami złożonymi, tj. obejmującymi różnorodne kombinacje elementów technicznych i ludzi, powiązane wzajemnie wieloma więzami, m.in. sekwencji technologicznej, zależności organizacyjnej i praw ekonomicznych oraz warunków społecznych.

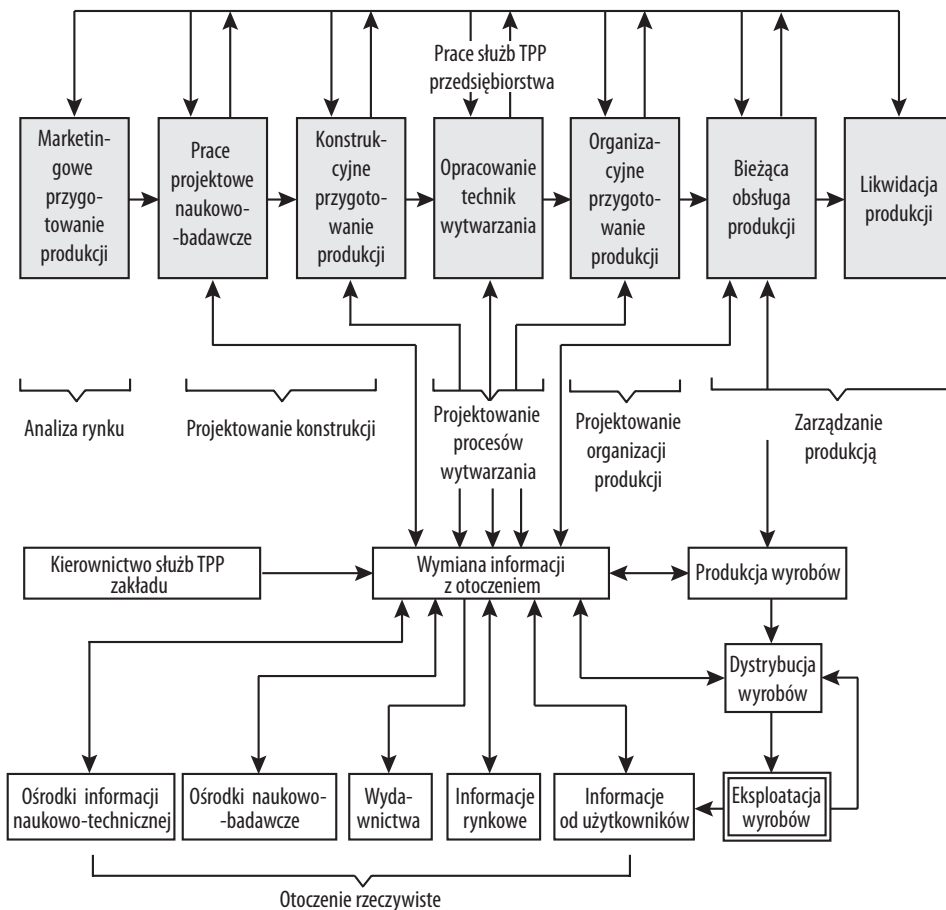
System produkcyjny jako przedsiębiorstwo składa się z wielu podsystemów. Jest on ukierunkowany na osiągnięcie określonego celu i ma podsystem zarządzania o określonej strukturze (hierarchicznej, sztabowo-liniowej czy procesowej) do sterowania zarówno poszczególnymi podsystemami, jak i systemem jako całością.

System zarządzania produkcją można rozpatrywać w dwóch aspektach. Pierwszy aspekt dotyczy poziomów planowania oraz zarządzania strategicznego i operacyjnego, drugi — procesów decyzyjnych podsystemów produkcji podstawowej, przygotowania produkcji, produkcji pomocniczej (naprawczy, gospodarki narzędziowej, materiałowej, transportowej i inne), podsystemu kadr itp., czyli między poszczególnymi podsystemami, wewnątrz nich i systemem jako całością. W drugim aspekcie decyzje menedżerów systemu produkcyjnego pozwalają na szczegółowe rozpatrzenie takich zagadnień, jak techniczne przygotowanie wyrobu (konstrukcyjne, technologiczne i organizacyjne), procesów wytwarzania, doboru stosowanych materiałów, wyposażenia systemu (maszyny, urządzenia), określenie kwalifikacji i programu szkoleń kadry, planowanie zleceń produkcyjnych itp.

## 1.5. System przygotowania produkcji

Współczesne systemy przygotowania produkcji charakteryzują się określonym zakresem prac przygotowania procesów produkcji. Zakres taki przedstawiono na rysunku 1.1 [Matuszek 2000a].

Rysunek 1.1. Zakres prac przygotowania procesów produkcji



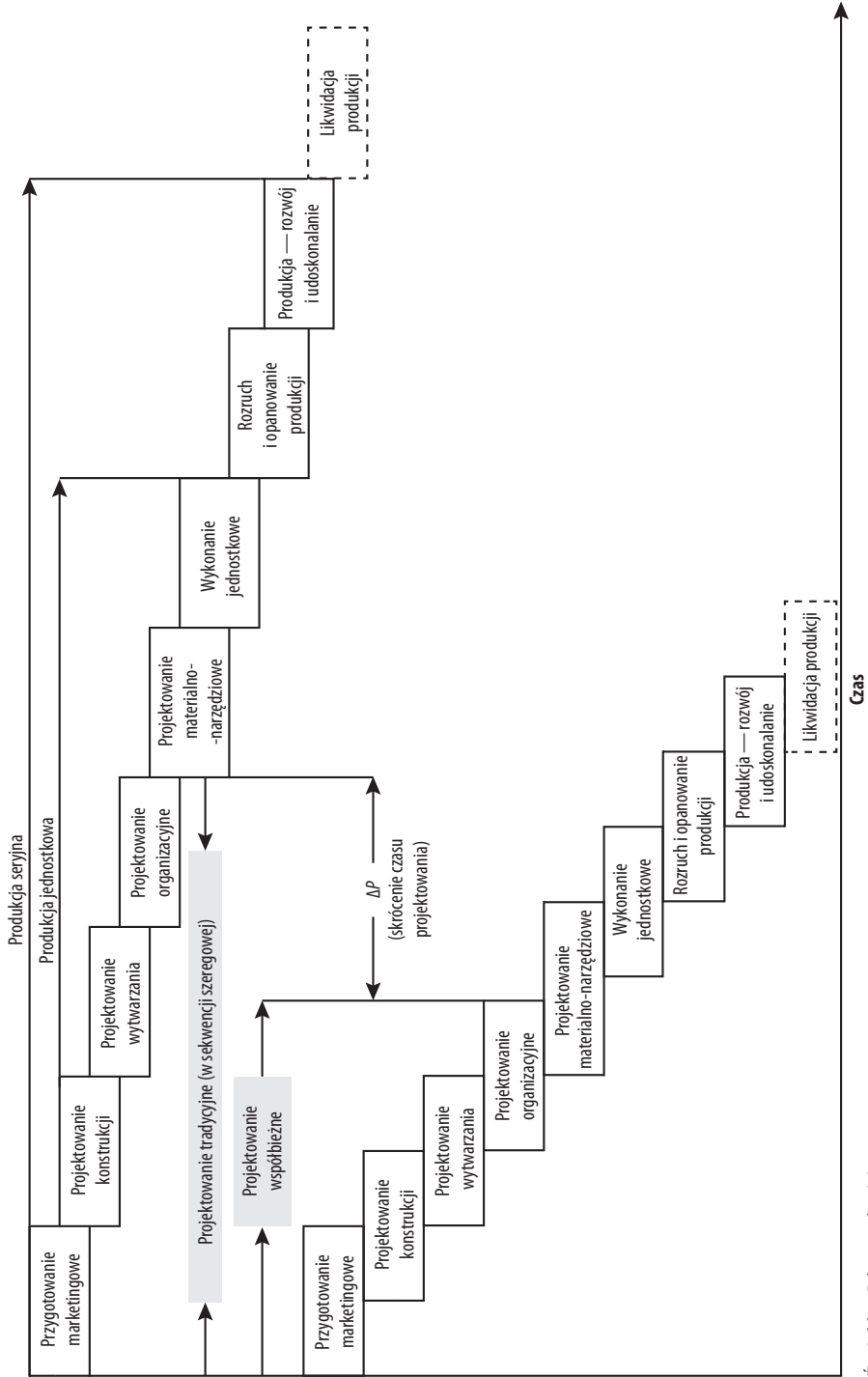
U w a g a: TPP — Techniczne Przygotowanie Produkcji.

Ź r ó d ł o: [Matuszek 2000a].

Kierunki zmian zakresu przygotowania procesów produkcji (Techniczne Przygotowanie Produkcji — TPP) wskazują na [Matuszek 2000a]:

- występujące zmiany pojęcia TPP; współcześnie przez nie rozumie się wszystkie działania zmierzające do przygotowania, utrzymania i zakończenia produkcji danego wyrobu oraz projektowanie procesów przetwarzania, sprzedaży, zaopatrzenia procesu produkcyjnego,

Rysunek 1.2. Cykl procesu produkcyjnego realizowany według projektowania tradycyjnego i według projektowania współbieżnego



Źródło: Jak rysunku 1.1.

- pojawienie się tendencji do projektowania współbieżnego (równoległego); *Concurrent Engineering* — CE; rysunek 1.2,
- postępującą integrację prac związanych z przygotowaniem konstrukcyjnym, projektowaniem procesów wytwarzania i ich organizowania,
- coraz większe stosowanie systemów wspomaganie komputerowego w pracach przygotowania produkcji,
- wykorzystywanie nowych metod i technik optymalizacyjnych, opartych na inżynierii systemowej (zarządzanie projektem, inżynieria kosztów, modelowanie i symulacja przebiegów procesów i inne),
- budowanie baz danych o wcześniej zaprojektowanych procesach produkcyjnych,
- wykorzystywanie na szeroką skalę technik komputerowych w pracach TPP, zmieniające metodologię projektowania procesów,
- stosowanie modelowania i symulacji konstrukcji, procesów wytwarzania, systemu produkcyjnego.

### 1.5.1. Techniczne przygotowanie produkcji

Techniczne przygotowanie produkcji można określić jako działalność prowadzącą do przygotowania nowych lub zmodernizowanych wyrobów, jak również nowych lub zmodernizowanych metod wytwarzania.

Istotnym obszarem technicznego przygotowania produkcji jest plan postępu technicznego i przedsięwzięć organizacyjno-technicznych. Plan ten zawiera określone zadania i środki, służące osiągnięciu konkurencyjności wyrobu poprzez zmniejszenie kosztów wytwarzania oraz zapewnienie: wymaganej ergonomii, bezpieczeństwa, przyjazności dla środowiska, wymaganej jakości, wymaganej niezawodności, a także zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych u bezpośrednich użytkowników.

Innym istotnym elementem technicznego przygotowania produkcji są prace naukowo-badawcze, dotyczące nowych konstrukcji i technologii.

Wprowadzenie do produkcji nowych wyrobów może być dokonywane poprzez wzorowanie się na obcych wyrobach, zakup licencji, oparcie się na własnych pracach badawczych.

Źródłami informacji w pracach naukowo-badawczych nad nowymi wyrobami są: artykuły w prasie technicznej i naukowej; rejestr patentowy i ogłaszane spisy ciekawszych patentów; informacje przywożone przez pracowników biorących udział w konferencjach; śledzenie zmian w wyrobach danej dziedziny, wystawianych na wystawach i targach; gruntowne studia nad specjalnie zakupionymi egzemplarzami nowych wyrobów; zebrane dane dotyczące pracy własnych wyrobów, znajdujących się w eksploatacji u użytkowników; wykorzystanie internetu do zbierania informacji.

Projektowanie procesów technicznego przygotowania produkcji jest niezbędne do planowania przebiegu czynności, racochłonności prac, kosztów prac, a także rozdziału zadań pomiędzy wykonawców.

Na typowy proces technicznego przygotowania produkcji składają się:

- opracowanie konstrukcji,
- wykonanie prototypu,
- przeprowadzenie prób w celu sprawdzenia jego cech techniczno-ekonomicznych, ergonomicznych, bezpieczeństwa i ochrony środowiska i wprowadzenie odpowiednich zmian,
- określenie zakresu kooperacji i zawarcie odpowiednich umów,
- opracowanie metod wytwarzania i potrzebnych pomocy warsztatowych,
- wykonanie lub zakupienie pomocy warsztatowych,
- określenie materiałów i norm zużycia,
- przygotowanie lub dostosowanie maszyn i urządzeń,
- opracowanie organizacji produkcji, a w szczególności rozplanowanie stanowisk pracy,
- szkolenie pracowników,
- wykonanie serii informacyjnej i wprowadzenie zmian,
- uruchomienie pierwszej i dalszych serii produkcyjnych,
- doprowadzenie produkcji do założonej wielkości przy utrzymaniu założonej jakości i kosztu jednostkowego.

Przygotowanie produkcji nowego wyrobu składa się z przygotowania: konstrukcyjnego, technologicznego, organizacyjnego.

### 1.5.1.1. Przygotowanie konstrukcyjne

Przygotowanie konstrukcyjne składa się: z badań wstępnych, badania koncepcji, założeń konstrukcyjnych, ze wstępnego projektowania, z konstruowania (projekt wykonawczy), prac wykończeniowych, próbnej serii informacyjnej.

1. *Badania wstępne* mają na celu stwierdzenie możliwości zajęcia się przedstawionym zagadnieniem i sprecyzowanie zadań, które muszą być zrealizowane. Badania te polegają na studiowaniu literatury, patentów, ocenie poziomu i kierunków rozwoju analizowanego zagadnienia przy ewentualnej współpracy z jednostkami naukowo-badawczymi itp.
2. *Badania koncepcji* wyrobu opierają się na wynikach badań wstępnych lub bądź też są pierwszym etapem prac. Wystąpienie drugiego przypadku polega na studiowaniu literatury, patentów i rozwiązań konstrukcyjnych analogicznych wyrobów oraz na opracowaniach projektowych uwzględniających szczególne warunki, które muszą być spełnione przez dany wyrób. Badania koncepcji nie są potrzebne, jeżeli zadania postawione przed konstruktorami dają się zrealizować bez żadnych prac badawczych.
3. *Założenia konstrukcyjne* mają na celu przeprowadzenie kompleksowej, wstępnej, techniczno-ekonomicznej analizy celowości przystąpienia do prac nad technicznym przygotowaniem produkcji danego wyrobu. Szczególnie w analizie tej powinny być uwzględnione takie zagadnienia, jak: ergonomiczność wy-

- robu, bezpieczeństwo, przyjazność dla środowiska, cykl życia wyrobu, recykling i możliwości utylizacji wyrobu.
4. *Wstępne projektowanie*, prowadzone równolegle do badania koncepcji wyrobu w miarę postępu prac badawczych, obejmuje opracowanie rysunków zespołów oraz części projektowanego wyrobu. Według tych rysunków wykazuje się model doświadczalny wyrobu. Projektowanie kończy się przeprowadzeniem prób z modelem doświadczalnym, oceną wyników i wyjaśnieniem zagadnień patentowych. W tej fazie należy również sprecyzować program prób i badań prototypu, które będzie należało przeprowadzić.
  5. *Konstruowanie (projekt wykonawczy)* polega na opracowaniu rysunków wykonawczych, przy czym należy brać pod uwagę możliwości unifikacji, normalizacji. W tej fazie należy zwrócić uwagę na technologiczność wyrobu. Na podstawie opracowanej dokumentacji wykonuje się prototyp wyrobu, który poddaje się badaniom.
  6. *Prace wykończeniowe* polegają na wprowadzeniu poprawek, których celowość ujawniono podczas prób prototypu, i na sprawdzeniu rysunków pod względem normalizacyjnym.
  7. *Próbną serię informacyjną* wykonuje się według poprawionych rysunków konstrukcyjnych i według właściwej technologii. Zasadniczym celem serii informacyjnej jest sprawdzenie poprawności opracowania technologii i wykonanych pomocy warsztatowych.

Technologiczność konstrukcji jest to zespół cech rozwiązania konstrukcyjnego, decydujących o łatwości wykonania danego wyrobu po możliwie najniższych kosztach.

#### Przykład 1.1

#### **Koszty w konstruowaniu**

Na skonstruowanie jednej części samochodowej składa się 350 czynności, nie obliczeń czy prób, lecz uzgodnień przypięczonego parafkami.

W General Motors ocenia się, że na etapie konstruowania przesądza się o 70% kosztów wytwarzania. W firmie Rolls-Roys wskaźnik ten szacuje się na 80%.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów informacyjnych firm.

Decyzje konstrukcyjne muszą być oparte na następujących przesłankach: produkcyjnych, naprawczych, sprzedaży. Należy uwzględnić również rodzące się wątpliwości (por. przykład 1.2).



## Przykład 1.2

**Wątpliwości przy podejmowaniu decyzji konstrukcyjnych**

Konstruktor: „Cóż z tego, jeśli produkt źle działa.”

Sprzedawca: „Co z tego, jeśli jest niechodliwy.”

Finansista: „Co to daje, jeżeli jest nieopłacalny.”

Technolog: „Co z jego teoretycznych zalet, jeśli nie można go wykonać.”

Źródło: [Zbichorski (red.) 1974].

Zaleca się, aby decyzje konstrukcyjne podejmować w międzydyscyplinarnych zespołach konstrukcyjnych. Zespoły te mogą być małe (4 osoby) lub duże (do 20 osób). Ich pracę nazywa się **konstruowaniem symultanicznym lub bieżącym**.

Zadania zespołu konstrukcyjnego:

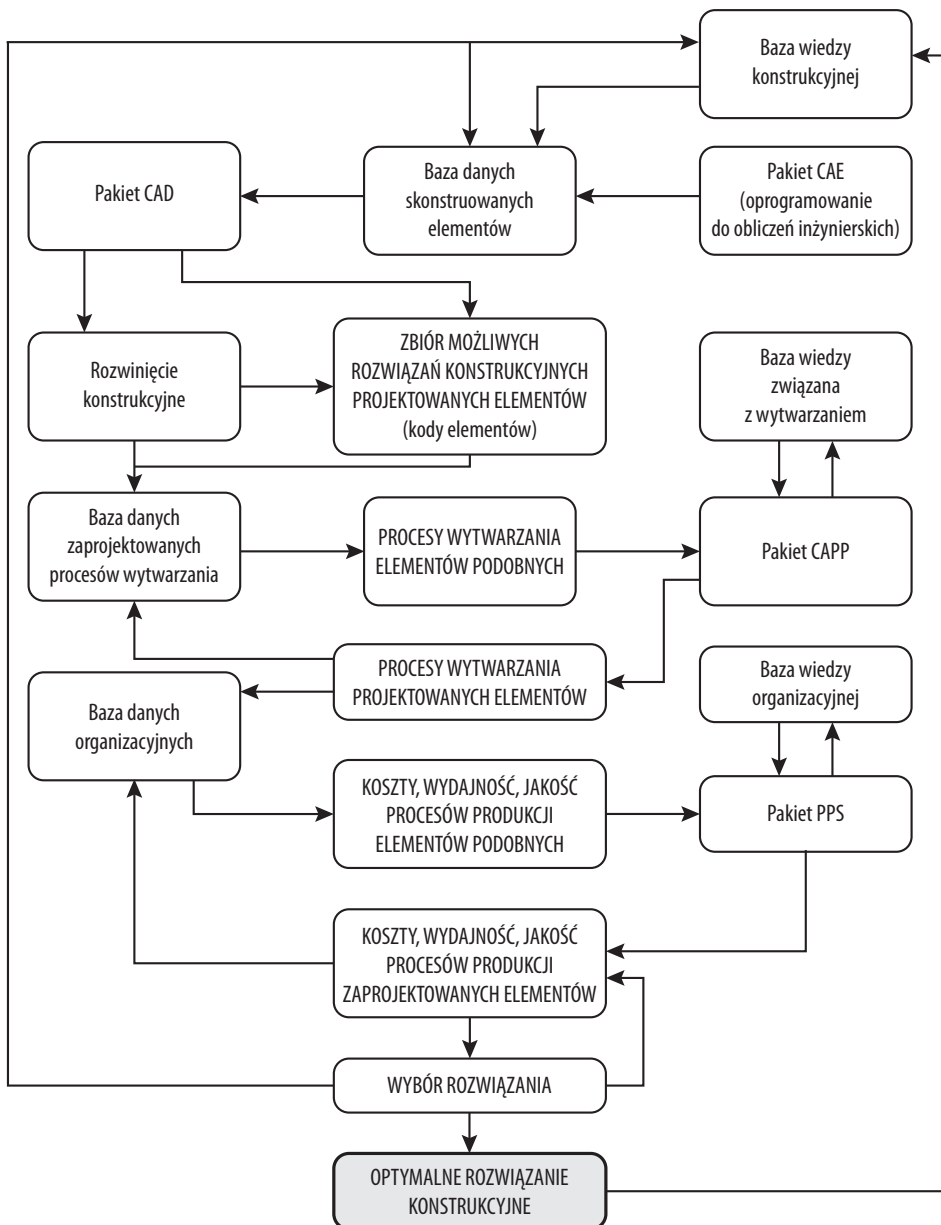
- określenie charakteru produktu — czym on ma być i jakie metody konstruowania należy stosować,
- poddanie produktu analizie funkcjonalnej, aby decyzje konstrukcyjne opierały się na dokładnej znajomości przyszłej pracy tego wyrobu,
- przeprowadzenie analizy technologicznej produktu, tak aby ją poprawić bez szkody dla funkcjonalnego wyrobu,
- opracowanie procesu montażu produktu — stosowana kolejność montażu, integracja kontroli jakości, dostosowanie montażu do wymaganej jakości wyrobu.

Rozważając zagadnienie montażu, konstruktor musi znaleźć odpowiedź na następujące pytania: jaka kombinacja maszyn i ludzi zapewni najbardziej ekonomiczny montaż z części różnych odmian danego typoszeregu produktów (uwzględniając koszty pracy maszyn i ludzi, konieczną wydajność pracy i okres zwrotu z nakładów); ile można zaoszczędzić: czasu, pieniędzy, maszyn, zapasów robót w toku, braków i napraw, jeśli poświęci się konstrukcji odpowiednią uwagę; w jakim momencie montażu trzeba przeprowadzić kontrolę jakości (ile ona kosztuje, czy późniejsze operacje nie przesłonią braków możliwych do wcześniejszego wykrycia, ile kosztowałyby naprawa).

Oto kilka uwag praktycznych przy podejmowaniu decyzji konstrukcyjnych: jakość trzeba „wkonstruować” w produkt; im mniej części w produkcie, tym mniej: dostawców, transakcji, operacji obróbczych, manipulacji materiałami, części zamiennych; analizę wartości trzeba stosować w czasie konstruowania, a nie wówczas, gdy projekt jest już gotowy; nadrzędnym celem nie jest koszt części, a nawet koszt wytwarzania, lecz koszty ponoszone w całym cyklu życia produktu.

Wykorzystywanie wspomaganie komputerowego w przygotowaniu konstrukcyjnym produkcji przedstawiono na rysunku 1.3.

Rysunek 1.3. System wspomagania komputerowego oceny rozwiązań konstrukcyjnych wyrobów



U w a g a: CAD — Computer-aided Design; CAE — Computer-aided Engineering; CAPP — Computer-aided Process Planning; PPS — Packets Per Second.

Ź r ó d ł o: [Matuszek 2000a; Durlik 2000].

### 1.5.1.2. Przygotowanie technologiczne

Przygotowanie technologiczne powinno zapewnić produkt o odpowiedniej jakości, przy optymalnej realizacji zadań z zakresu:

- zużycia materiałów,
- pracochłonności,
- kosztów własnych,
- wydajności,
- organizacji procesu,
- kontroli jakości,
- transportu wewnętrznego,
- warunków magazynowania itp.

Obejmuje ono następujące etapy: prace wstępne, opracowanie technologii dla prototypu, opracowanie technologii dla produkcji właściwej, udział w uruchomieniu produkcji.

1. *Prace wstępne.* W wielu dziedzinach technologia jest czynnikiem decydującym o możliwości przyjęcia określonego rozwiązania konstrukcyjnego.
2. *Opracowanie technologii dla prototypu.* W tym przypadku pierwszym zadaniem jest ustalenie, co będzie produkowała firma we własnym zakresie, a co będzie zlecane na zewnątrz.
3. *Opracowanie technologii dla produkcji właściwej.* Technologia produkcji właściwej w zasadzie będzie obejmowała te same grupy opracowań co technologia prototypu, z tą różnicą, że zakres i szczegółowość będą znacznie większe. Obejmuje ona: dobór surówek i półwyrobów (uwzględnienie typoszeregów), przebieg obróbki, dobór mocy warsztatowych, normy czasu pracy, dobór grup zaszerogowania wykonania poszczególnych operacji.
4. *Udział w uruchomieniu produkcji.* W okresie uruchomienia serii informacyjnej technolodzy powinni zwrócić uwagę na: powstające braki i rozmieszczenie punktów kontroli, czas wykonania operacji, prawidłowość ustalonych norm zużycia materiałów, jakość przygotówek dotyczącą m.in. naddatków i obrabialności.

### 1.5.1.3. Przygotowanie organizacyjne

Przygotowanie organizacyjne powinno być prowadzone równolegle z przygotowaniem konstrukcyjnym i technologicznym, ze szczególnym podkreśleniem tego ostatniego. Organizacja produkcji jest ściśle związana z technologią. Przyjęta technologia w znacznym stopniu narzuca formy organizacji produkcji, sposób planowania, a często wpływa na koszty własne. Przygotowanie organizacyjne obejmuje prace związane z dostosowaniem zakładu do nowej produkcji i jego zakres może być duży [Zbichorski (red.) 1974]. Do tych prac należą: projektowanie metod pracy i norm czasu pracy z uwzględnieniem bezpieczeństwa i higieny pracy, projektowanie

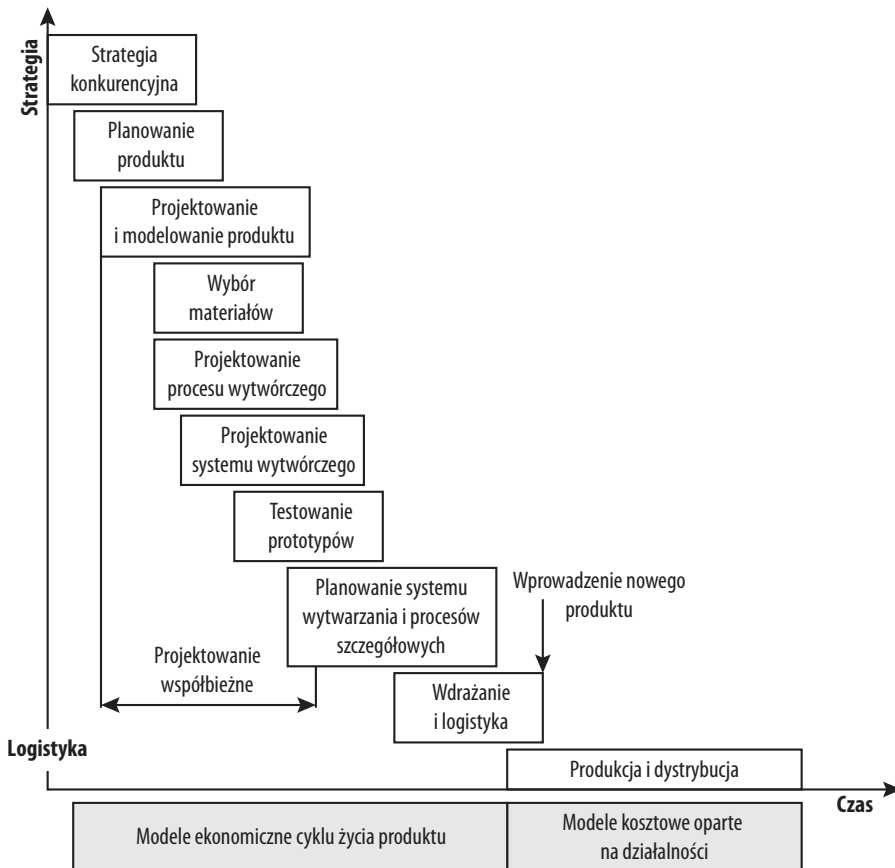
organizacji produkcji, opracowanie projektów transportowo-magazynowych, przygotowanie środków produkcji i zbytu, zatrudnienie i przeszkolenie pracowników, organizacja wygaszania produkcji wyrobów, organizacja gospodarki odpadami i utylizacji, organizacja systemu informacyjnego i wspomagania komputerowego technicznego przygotowania produkcji.

1. *Projektowanie metod pracy i norm czasu pracy z uwzględnieniem bezpieczeństwa i higieny pracy* dotyczy doboru metod pracy, np. wykorzystania pomiaru czasu lub (inaczej) metody, która wyznacza czas (*Methods-time Measurement* — MTM), oraz opracowania, na podstawie procesów technologicznych operacji, normy czasu dla poszczególnych operacji technologicznych, grupy zaszeregowania do wykonania operacji. Przy tworzeniu takich metod należy uwzględnić zasady ergonomii oraz bezpieczeństwa i higieny pracy.
2. *Projektowanie organizacji produkcji* dotyczy procesu produkcyjnego wyrobu oraz komórek produkcyjnych. Projektowanie to zawiera: wielkość serii, cyklogramy wykonania serii, normatywy zapasów, pracochłonność wykonania serii, zdolność produkcyjną, grupy zaszeregowania pracowników do wykonania operacji. Projektowanie komórek może obejmować: organizację stanowisk pracy, gniazd czy linii produkcyjnych, obsługę remontową, narzędziową, dział planowania i rozdzielnictwa robót itp.
3. *Opracowanie projektów transportowo-magazynowych* dotyczy: opracowania zagadnień transportowych — integracja transportu z operacjami technologicznymi; doboru środków transportowych; składowania części i wyrobów gotowych.
4. *Przygotowanie środków produkcji i zbytu* dotyczy: materiałów, narzędzi i oprzyrządowania, utrzymania ruchu, kadry rynków zbytu, przygotowania finansowo-księgowego oraz organizacji przygotowania i uruchomienia produkcji.
5. *Zatrudnienie i przeszkolenie pracowników* obejmują dobór kadry o odpowiednich kwalifikacjach, a także przekwalifikowanie pracowników na nowe specjalności wymagane zmianami technologicznymi i środków trwałych.
6. *Organizacja wygaszania produkcji wyrobów* wymaga podjęcia działań związanych z planowaniem wygaszania i odpowiednimi przedsięwzięciami techniczno-organizacyjno-ekonomicznymi.
7. *Organizacja gospodarki odpadami i utylizacji* dotyczy identyfikacji i ewidencji odpadów oraz prowadzenia gospodarki odpadami w zakresie utylizacji lub recyklingu.
8. *Organizacja systemu informacyjnego i wspomagania komputerowego technicznego przygotowania produkcji* dotyczy opracowania systemu informacyjnego zarządzania i na jego podstawie wyboru systemu komputerowego klasy ERP (*Enterprise Resource Planning*), wspomagającego TPP.

## 1.5.2. Projektowanie współbieżne

Pojęcie *Concurrent Engineering* (CE) powstało w USA w 1989 roku. Spostrzeżono wówczas potrzebę odpowiedzi na fundamentalne, w obszarze badań i rozwoju produkcji, pytanie: „Jakie należy podjąć racjonalne działania we wczesnych fazach rozwoju wyrobu, by uzyskać w krótkim czasie możliwie najniższy jego koszt całkowity?”.

Rysunek 1.4. Cykl projektowania produktu i procesów wytwarzania



Źródło: [Branowski 1995].

W definicji amerykańskiego Instytutu Analiz Obronnych (Institute for Defense Analyses — IDA; *IDA Report R-338*) podkreśla się systematyczny i zintegrowany charakter podejścia CE do:

- projektowania wyrobu,
- projektowania procesów wytwarzania,

*Dalsza część książki dostępna w wersji  
pełnej.*

