



*Kazimierz Szatkowski*

# Proces produkcyjny wyrobu w ujęciu systemowym

Skrypt do ćwiczeń projektowych

PODRECZNIKI

# Proces produkcyjny wyrobu w ujęciu systemowym

Skrypt do ćwiczeń projektowych

# Podręczniki – Politechnika Lubelska



Politechnika Lubelska  
Wydział Zarządzania  
ul. Nadbystrzycka 38  
20-618 Lublin

Kazimierz Szatkowski

# Proces produkcyjny wyrobu w ujęciu systemowym

Skrypt do ćwiczeń projektowych



**Wydawnictwo**  
Politechniki Lubelskiej

**Lublin 2021**

Recenzent:

dr hab. inż. Jolanta Słonec, prof. uczelni

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2021

ISBN: 978-83-7947-485-1

Wydawca: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej  
[www.biblioteka.pollub.pl/wydawnictwa](http://www.biblioteka.pollub.pl/wydawnictwa)  
ul. Nadbystrzycka 36C, 20-618 Lublin  
tel. (81) 538-46-59

Druk: Soft Vision Mariusz Rajski  
[www.printone.pl](http://www.printone.pl)

---

Elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL [www.bc.pollub.pl](http://www.bc.pollub.pl)

Książka udostępniona jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa – na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0)

Nakład: 50 egz.

## Spis treści

<b>Wstęp .....</b>	<b>7</b>
<b>Propozycje wyrobów do projektowania .....</b>	<b>11</b>
Ćwiczenie 1	
<b>Analiza wyrobu jako obiektu zbytu, projektowania i produkcji .....</b>	<b>13</b>
Ćwiczenie 2	
<b>Pracochłonność i koszty technicznego przygotowania produkcji.....</b>	<b>21</b>
Ćwiczenie 3	
<b>Szacowanie technicznego kosztu wytworzenia wyrobu .....</b>	<b>33</b>
Ćwiczenie 4	
<b>Wyznaczenie ilościowego progu rentowności produkcji .....</b>	<b>52</b>
Ćwiczenie 5	
<b>Projektowanie struktury produkcyjnej .....</b>	<b>62</b>
Ćwiczenie 6	
<b>Dobór środków transportu i powierzchni magazynowej.....</b>	<b>79</b>
Ćwiczenie 7	
<b>Ocena efektywności ekonomicznej uruchomienia produkcji placów zabaw .....</b>	<b>95</b>
Ćwiczenie 8	
<b>Planowanie przygotowania produkcji metodą CPM .....</b>	<b>104</b>
<b>Podsumowanie .....</b>	<b>118</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>119</b>



## Wstęp

W najbardziej ogólnym sensie, przez system należy rozumieć zbiór celowo wyodrębnionych elementów (będących obiektami fizycznymi lub tworam abstrakcyjnymi) oraz występujących między tymi elementami relacji lub relacji między własnościami tych elementów. Przez relacje należy rozumieć wszelkie związki i zależności wiążące ww. elementy.

Pojęcie systemu jest bardzo obszerne i można do niego odnieść różne obszary działalności człowieka, często z odległych dziedzin. Można zatem tworzyć i mówić o różnych systemach, np. systemie politycznym, systemie prawnym, systemie gospodarczym, systemie wojskowym, systemie informatycznym, systemie operacyjnym, itd.

Jedną z istotnych działalności człowieka jest działalność produkcyjna realizowana w celowo utworzonych i zorganizowanych jednostkach produkcyjnych, czyli przedsiębiorstwach. Wykorzystując pojęcie systemu można przedsiębiorstwo również określić mianem systemu, w tym przypadku systemu produkcyjnego, a do elementów tego systemu można zaliczyć:

- budowle, budynki i inne pomieszczenia,
- pracowników,
- urządzenia techniczne, aparaturę pomiarową, urządzenia laboratoryjne,
- procesy, procedury postępowania, karty służbowe,
- sprzęt komputerowy i niezbędne oprogramowanie,
- wiedzę, doświadczenie, dokumentację techniczną, itp.

Najczęściej system ukierunkowany jest na osiągnięcie określonych celów, a te możliwe są do osiągnięcia tylko wówczas, jeśli twórcom takiego systemu uda się właściwie dobrać jego elementy składowe, odpowiednio rozmieścić je i określić wzajemne relacje między nimi.

Systemowe ujęcie pozwala spojrzeć na przedsiębiorstwo w sposób kompleksowy, w którym szczególnego znaczenia nabierają takie zagadnienia jak:

- sposób doboru elementów tworzących określony system produkcji,
- przestrzenne rozmieszczenie elementów składowych systemu,
- kształtowanie odpowiednich relacji i zależności między elementami systemu,
- planowanie i sterowanie procesami realizowanymi w systemie,
- właściwe wykorzystanie zasobów będących w dyspozycji systemu.



Każdy system, w tym także system produkcyjny, posiada swoją własną wewnętrzną strukturę w tym przypadku strukturę produkcyjną. Struktura ta spełnia szereg ważnych funkcji z punktu widzenia funkcjonowania systemu jako całości, a dobór składników struktury i jej ostateczny kształt nierzadko decydują o sprawności całego systemu. Systemowe ujęcie przedsiębiorstw ułatwia ich analizę, a ta uzależniona jest od stopnia złożoności i skomplikowania realizowanych procesów produkcyjnych, dlatego dla dużych i wielkich przedsiębiorstw celowy jest podział systemu na podsystemy funkcjonalne. Dokonując rozbioru systemu produkcyjnego można wyróżnić w nim następujące podsystemy:

- przygotowania produkcji,
- zaopatrzenia,
- transportu zewnętrznego i wewnętrznego,
- obsługi produkcji,
- dystrybucji i sprzedaży,
- finansowy.

Celem prezentowanego skryptu ćwiczeniowego jest ułatwienie zrozumienia złożonego procesu produkcyjnego. Student na przykładzie, wybranego przez siebie, prostego wyrobu ma możliwość prześledzenia i zrozumienia kolejnych faz powstawania wyrobu, tj. począwszy od projektowania konstrukcyjnego i technologicznego, fazy produkcji, aż do projektowania procesów obsługowych. Ma także możliwość poznania wpływu dokonywanych przez siebie wyborów (założenia projektowe) na ogólną pracochłonność tych prac, a także na długość cyklu produkcyjnego, kosztów produkcji, doboru środków transportowych, czy też wielkości struktury produkcyjnej.

Realizowany przez studenta projekt uwypukla jeszcze jeden ważny wątek projektowy, tj. ukazuje powiązanie z sobą różnych obszarów działalności produkcyjnej i ich wzajemne podporządkowanie. Chodzi tu głównie o takie obszary jak: gospodarka materiałowa, transport wewnętrzny, gospodarka narzędziowa i obsługa finansowa produkcji. Reasumując student w postaci skryptu otrzymuje gotowe narzędzie do projektowania całego procesu produkcyjnego włącznie z projektowaniem procesów obsługowych.

Skrypt składa się z ośmiu ćwiczeń projektowych - rozdziałów, w których omówione są podstawowe zagadnienia związane z przygotowaniem produkcji i produkcją nowego wyrobu. Wszystkie ćwiczenia są z sobą ściśle powiązane.

W skrócie, ćwiczenia te poruszają następującą problematykę:

- Ćwiczenie 1 – wybór przedmiotu projektowania i założeń projektowych, a także analiza rynkowa wyrobu jako obiektu zbytu.
- Ćwiczenie 2 – skupia się na wyznaczeniu pracochłonności i kosztów technicznego przygotowania produkcji.
- Ćwiczenie 3 – poświęcone jest oszacowaniu technicznego kosztu wytworzenia jednej sztuki wyrobu i kosztu wykonania prototypu.

- Ćwiczenie 4 – poświęcone jest wyznaczeniu ilościowego i wartościowego prognozy rentowności produkcji dla projektowanego wyrobu.
- Ćwiczenie 5 – poświęcony jest projektowaniu struktury produkcyjnej, tj. wyznaczaniu ilości potrzebnych stanowisk roboczych i ich ustawieniu.
- Ćwiczenie 6 – skupia się na doborze ładowności i rodzaju środków transportu wewnętrznego, a także na wyznaczeniu potrzebnej powierzchni magazynowej dla nowej produkcji.
- Ćwiczenie 7 – poświęcony jest analizie i ocenie efektywności ekonomicznej i opłacalności uruchomienia produkcji placu zabaw.
- Ćwiczenie 8 – przedstawia sposób planowania wybranych przedsięwzięć produkcyjnych. Z uwagi na odmienny sposób planowania produkcji w fazie produkcji ustabilizowanej i fazy przygotowania produkcji, ćwiczenie to odnosi się jedynie do planowania procesu przygotowania produkcji nowego wyrobu.

Skrypt przeznaczony jest dla studentów kierunku Zarządzanie, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Inżynieria Produkcji oraz Logistyka na których wykładany jest przedmiot „Zarządzanie Produkcją i Usługami oraz Inżynieria systemowa”. Autor jest przekonany, że prezentowany skrypt ułatwi studentom nie wtajemniczonym w problematykę produkcyjną lepiej zrozumieć istotę projektowania nowego wyrobu, jego produkcji i wszystkich czynności obsługowych kształtujących ten proces.



## **Propozycje wyrobów do projektowania**

(preferowane są wyroby z drewna)

- |                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 1. Plac zabaw             | 23. Most drewniany                |
| 2. Huśtawka drewniana     | 24. Piaskownica ogrodowa          |
| 3. Mostek drewniany       | 25. Stół serwisowy                |
| 4. Molo drewniane         | 26. Drabinki do ćwiczeń           |
| 5. Estrada drewniana      | 27. Paśnik łowiecki               |
| 6. Wieżyczka obserwacyjna | 28. Szafa                         |
| 7. Altanka ogrodowa       | 29. Studnia drewniana             |
| 8. Buda dla psa           | 30. Ściana do wspinaczki          |
| 9. Rusztowanie murarskie  | 31. Plac do ćwiczeń               |
| 10. Parasol ogrodowy      | 32. Budynek gospodarczy           |
| 11. Stół ogrodowy         | 33. Domek z drewna                |
| 12. Ławka parkowa         | 34. Szklarnia                     |
| 13. Wiata garażowa        | 35. Komoda                        |
| 14. Łóżko piętrowe        | 36. Regał wspornikowy             |
| 15. Łóżko z biurkiem      | 37. Regał meblowy                 |
| 16. Ambona myśliwska      | 38. Toaleta                       |
| 17. Studnia drewniana     | 39. Stół składany                 |
| 18. Drewutnia             | 40. Strzelnica sportowa           |
| 19. Plac do ćwiczeń       | 41. Stojak do kosza do koszykówki |
| 20. Domek dla dzieci      | 42. Pomost drewniany              |
| 21. Szklarnia             | 43. Garaż drewniany               |
| 22. Budynek gospodarczy   |                                   |



## Ćwiczenie 1

### ANALIZA WYROBU JAKO OBIEKTU ZBYTU, PROJEKTOWANIA I PRODUKCJI

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest zbadanie możliwości wprowadzenia nowego wyrobu na rynek.

#### 1. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia

##### 1.1. Analiza firmy

Zawiera ogólny opis firmy.

##### 1.2. Analiza wyrobu jako obiektu zbytu

Zawiera opis ogólny produkowanego wyrobu oraz charakterystyka wyrobu, będącego przedmiotem projektowania.

##### 1.3. Analiza rynkowa – analiza SWOT

Powinna zawierać analizę SWOT.

Mocne strony	Słabe strony
- ...	- ...
- ...	- ...
Szanse	Zagrożenia
- ...	- ...
- ...	- ...

##### 1.4. Analiza konkurencji

Powinna zawierać opis firm działających w tej samej branży, które mogą stanowić realne zagrożenie dla rozwoju firmy.

### **1.5. Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych wyrobu (ZTE)**

Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych wyrobu powinno zawierać:

- poszczególne parametry elementów wyrobu oraz parametry całego wyrobu,
- rysunek przedstawiający przewidywaną liczbę zespołów i części w wyrobie.

### **1.6. Rysunek złożeniowy wyrobu wraz z wykazem części**

### **1.7. Struktura wyrobu**

### **1.8. Podział części według kryterium – miejsca wytworzenia**

Podział części według kryterium - miejsca wytworzenia powinno zawierać:

- tabelę części wytwarzanych we własnym zakresie,
- tabelę części pochodzących z zakupu.

## **PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE**

### **Ad 1.1. Analiza firmy**

Firma „ORKAN” jest spółką akcyjną z ograniczoną odpowiedzialnością. Została założona w 2011 roku. Siedziba firmy znajduje się w Stalowej Woli. Firma zatrudnia 15 pracowników, ich liczba zmienia się w zależności od sytuacji rynkowej firmy. W okresie letnim, ze względu na większą liczbę zamówień, zostają zatrudnione dodatkowe osoby.

Firma „ORKAN” jest producentem różnego rodzaju palików, okrągłaków oraz słupów wykorzystywanych do budowy ogrodzeń. Pracownicy firmy posiadają odpowiednie doświadczenie i umiejętności do wytwarzania bardziej zaawansowanych produktów, dlatego firma przyjęła zlecenie na wykonanie nowego wyrobu, tj. placu zabaw dla dzieci. Zleceniodawca uważa, że produkt ten będzie szczególnie przydatny dla organizowania placów zabaw dla przedszkoli, szkół, ośrodków wypoczynkowych, spółdzielni i wspólnot mieszkaniowych, parków publicznych jak i dla klientów indywidualnych.

Natomiast dla przedsiębiorstwa „ORKAN” będzie to szansa wyjścia na rynek z atrakcyjnym produktem i perspektywą produkcji na okres co najmniej kilku lat. Mocną stroną firmy będzie tworzenie bezpiecznych placów zabaw, dlatego też wspomniana firma będzie się zajmowała projektowaniem urządzeń zabawowych, produkcją oraz ich montażem.

### Ad 1.2. Analiza wyrobu jako obiektu zbytu

Plac składa się z 6 zespołów w skład, których wchodzi 184 elementy drewniane, połączone ze sobą za pomocą stalowych śrub, co zapewnia trwałość oraz pewność połączeń. Elementy drewniane są uprzednio zaimpregnowane, a następnie pomalowane, dzięki czemu są odporne na warunki atmosferyczne i penetrację szkodników. W skład placu zabaw będącego w ofercie firmy wchodzi 6 zespołów, na których dzieci mogą rozwijać swoją sprawność fizyczną. Należą do nich:

- zespół wieży głównej,
- zespół pomostu średniego,
- zespół pomostu niskiego,
- zespół pomostu skośnego krótkiego,
- zespół przepłotni,
- zespół drabinki skośnej.

Ten rozbudowany zestaw daje wspaniałe możliwości zabawy dla młodszych i starszych dzieci, ponieważ został zaprojektowany, aby zaspokoić potrzeby w zakresie rozwoju umiejętności ruchowych na różnym poziomie wiekowym. Produkt ten wspiera rozwój dzieci, kształtując spostrzegawczość, sprawność, umiejętności manualne, zdolności przewidywania, logiczne myślenie oraz wyobraźnię. Plac zabaw jest wyrobem ekologicznym i solidnie wykonanym, dlatego gwarantować będzie dzieciom bezpieczną zabawę przez długie lata.

### Ad 1.3. Analiza rynkowa – analiza SWOT

#### **Mocne strony:**

- wysoka jakość produktu, osiągnięta dzięki wykorzystywaniu najlepszych materiałów,
- zastosowanie pomostów o różnych wysokościach, wspomagające rozwój fizyczny dzieci młodszych i starszych,
- zastosowanie zespołów o różnym poziomie trudności, umożliwiające zaspokajanie potrzeb dzieci w zakresie rozwoju umiejętności ruchowych na różnym poziomie wiekowym,
- niska cena w porównaniu do konkurencji.

#### **Słabe strony:**

- krótki okres eksploatacji z uwagi na procesy gnilne zachodzące w drewnie,
- po zakończeniu sezonu dodatkowe koszty związane z konserwacją i przechowywaniem.



**Szanse:**

- wzrost popytu na place zabaw związany z dofinansowaniami z unii europejskiej, pochodzącymi z projektów rozbudowy i modernizacji placów zabaw przy obiektach szkolnych a także związany z dofinansowaniami ze strony państwa,
- rosnąca świadomość społeczeństwa dotycząca konieczności zapewniania pociechom miejsc do rozwijania aktywności ruchowej, potrzebnej do prawidłowego rozwoju dziecka,
- wzrost zamożności społeczeństwa.

**Zagrożenia:**

- duża konkurencja,
- wysoki koszt wytworzenia,
- dodatkowe koszty okresowej konserwacji drewna.

**Ad 1.4. Analiza konkurencji**

Na terenie województwa lubelskiego znajdują się cztery firmy prowadzące działalność w podobnej branży. Trzy z nich są z Lublina, natomiast jedna jest z Kraśnika.

**Firma „OGRODY” S.C.** rozpoczęła swoją działalność w 1997 roku, tak więc ma już silną pozycję na rynku. Zajmuje się produkcją ekologicznych i tradycyjnych placów zabaw.

**Firma „DREWNEX” S.C.** z siedzibą w Lublinie zajmuje się produkcją i montażem placów zabaw. W swojej ofercie ma zestawy zabawowe, zjeżdżalnie, piaskownice, huśtawki, karuzele, bujaki sprężynowe, ścieżki zdrowia, ławki i ogrodzenia. Oferta firmy jest bardzo rozbudowana. Oprócz wyposażenia placów zabaw dla dzieci firma wykonuje pomosty wodne, wieże widokowe i estrady drewniane.

**Firma „NIKOL” S.C.** mieści się w Lublinie. Zajmuje się produkcją elementów placów zabaw. Sami projektują, wykonują aranżacje podwórek i placów zabaw w miastach, gminach, na osiedlach, w szkołach i przedszkolach. Firma podejmuje również współpracę z odbiorcami indywidualnymi. W jej ofercie znajdują się komplety zabawowe obiekty pojedyncze, obiekty wolnostojące, huśtawki, karuzele, ławki, stoły, ogrodzenia, a także ścieżki zdrowia.

**Firma „STOLMAR” S.C.** znajdująca się na terenie Kraśnika ogranicza się do realizacji zleceń dla przedszkoli i szkół, nie ma w swojej ofercie realizacji mniejszych zleceń dla klientów indywidualnych.

Firmy znajdujące się na terenie Lublina są dużymi firmami o ugruntowanej pozycji na rynku. Z uwagi na ich pozycję, a także na położenie można stwierdzić, że firmy będą konkurowały przede wszystkim ze sobą. Dla firmy „ORKAN” największą konkurencją jest firma „STOLMAR” z Kraśnika, ponieważ obie firmy

są małe i potencjalnie konkurują o podobnych klientów. Jednak oferta firmy „ORKAN” jest bardziej rozbudowana. Docelowo firma chce produkować place zabaw dla przedszkoli, szkół, ośrodków wypoczynkowych, spółdzielni, wspólnot mieszkaniowych, parków publicznych, jak i dla klientów indywidualnych. Dzięki tak dużemu zamówieniu firma ma szansę na dalszy rozwój i umocnienie swojej pozycji na rynku.

#### Ad 1.5. Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych wyrobu (ZTE)

Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych jest jednym z głównych zadań stawianych konstrukcyjnemu przygotowaniu produkcji. Celem tych założeń jest sprecyzowanie wymagań w stosunku do nowego wyrobu<sup>1</sup>.

Jak już wcześniej wspomniano, plac zabaw produkowany przez firmę ORKAN, składa się z sześciu zespołów. Schemat przedstawiający liczbę zespołów przedstawiono na rysunku 1.1. W tabeli 1.1 przedstawiono poszczególne parametry elementów wyrobu oraz parametry całego placu zabaw.

**Tabela 1.1.** Parametry zespołów

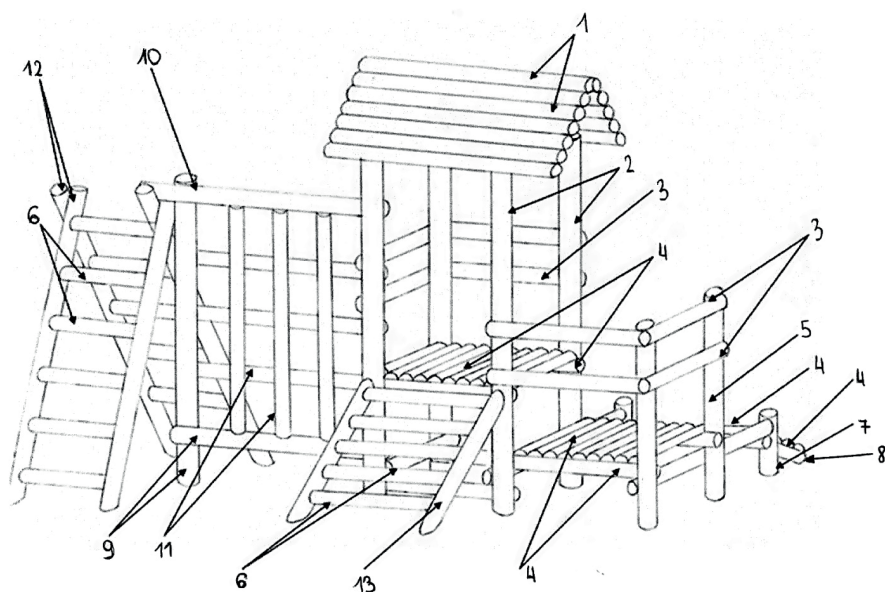
Wyszczególnienie	Wymiary [m] dł. x szer. x wys.
Wieża główna	1,00x1,00x3,30
Pomost średni	1,00x1,00x1,60
Pomost niski	1,00x1,00x0,55
Pomost skośny krótki	1,30x1,00x0,50
Przeplotnia	2,10x0,18x2,10
Drabinka skośna	1,90x1,00x2,100
Plac zabaw	5,10x3,00x3,30

#### Ad 1.6. Rysunek złożeniowy wyrobu wraz z wykazem części

Plac zabaw przedstawiony jest na rysunku 1.1.

---

<sup>1</sup> Szatkowski K., *Przygotowanie produkcji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2008.



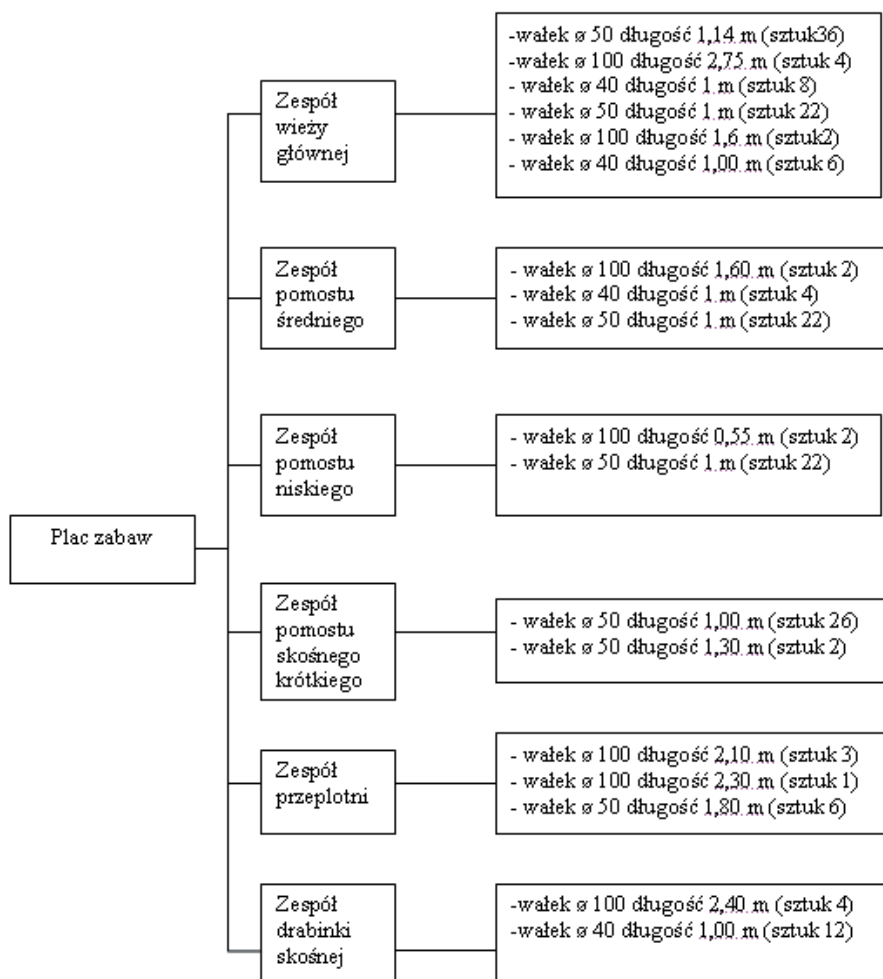
**Rys. 1.1.** Rysunek placu zabaw

#### Ad 1.7. Struktura wyrobu

W strukturze wyrobu wyróżniamy, wyrób główny (plac zabaw), zespoły i części (detale) wchodzące w skład zespołów.

**Tabela 1.2.** Wykaz części rodzajowych placu zabaw

Nr na rysunku	Części i ich parametry	Nr na rysunku	Części i ich parametry
1	Wałek $\varnothing$ 50 długość 1,14 m	8	Wałek $\varnothing$ 50 długość 1,30 m
2	Wałek $\varnothing$ 100 długość 2,75 m	9	Wałek $\varnothing$ 100 długość 2,10 m
3	Wałek $\varnothing$ 40 długość 1 m	10	Wałek $\varnothing$ 100 długość 2,30 m
4	Wałek $\varnothing$ 50 długość 1 m	11	Wałek $\varnothing$ 50 długość 1,80 m
5	Wałek $\varnothing$ 100 długość 1,60 m	12	Wałek $\varnothing$ 100 długość 2,40 m
6	Wałek $\varnothing$ 40 długość 1 m	13	Wałek $\varnothing$ 100 długość 1,60 m
7	Wałek $\varnothing$ 100 długość 0,55 m		



Rys. 1.2. Struktura wyrobu

#### Ad 1.8. Podział części wg kryterium – miejsca wytworzenia

W skład placu zabaw wchodzi zarówno części wytwarzane przez przedsiębiorstwo (A), jak i części pochodzące z zakupu (B).

#### A. Części wytwarzane we własnym zakresie

We własnym zakresie firma ORKAN wytwarza drewniane wałki o różnych średnicach i długościach, w zależności od potrzeb. Do produkcji jednego wyrobu firma zużywa 184 wałki. Wykaz wałków drewnianych, krotność ich występowania i materiał z którego są wykonane, przedstawiono w tabeli 1.3.

**Tabela 1.3.** Części wytwarzane w zakresie własnym

Lp.	Nr na rysunku	Wykaz części	Rodzaj materiału	Ilość w (szt.)
1	1	Wałek ø 50 długość 1,14 m	Drewno (S10 kopalniak)	36
2	2	Wałek ø 100 długość 2,75 m	Drewno (S10 kopalniak)	4
3	3	Wałek ø 40 długość 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	12
4	6	Wałek ø 40 długość 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	18
5	4	Wałek ø 50 długość 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	92
6	5	Wałek ø 100 długość 1,60 m	Drewno (S10 kopalniak)	2
7	13	Wałek ø 100 długość 1,60 m	Drewno (S10 kopalniak)	2
8	7	Wałek ø 100 długość 0,55 m	Drewno (S10 kopalniak)	2
9	8	Wałek ø 50 długość 1,30 m	Drewno (S10 kopalniak)	2
10	9	Wałek ø 100 długość 2,10 m	Drewno (S10 kopalniak)	3
11	10	Wałek ø 100 długość 2,30 m	Drewno (S10 kopalniak)	1
12	11	Wałek ø 50 długość 1,80 m	Drewno (S10 kopalniak)	6
13	12	Wałek ø 100 długość 2,40 m	Drewno (S10 kopalniak)	4
<b>Razem</b>				<b>184</b>

## B. Części pochodzące z zakupu

Firma ORKAN do produkcji jednego placu zabaw zużywa następujące części obce:

- 40 śrub,
- 40 nakrętek,
- 287 wkrętów.

Części te, jako części znormalizowane są kupowane z innych kooperujących firm. Wykaz tych części przedstawiono w tabeli 1.4.

**Tabela 1.4.** Części pochodzące z zakupu

Lp.	Części znormalizowane	Symbol części lub norma	Ilość w (szt.)
1	<b>Śruby d 10 L 220</b>	PN-85/M-82501	10
2	<b>Śruby d 10 L 150</b>	PN-85/M-82501	30
3	Wkręty	PN-86/M-82208	287
4	Nakrętka	PN 82144	40
<b>Razem</b>			<b>357</b>

## Ćwiczenie 2

### PRACOCHOŁONNOŚĆ I KOSZTY TECHNICZNEGO PRZYGOTOWANIA PRODUKCJI

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest określenie założeń i danych wejściowych do projektu, a także wyznaczenie łącznych kosztów opracowania dokumentacji technicznej, tj. konstrukcyjnej i technologicznej.

#### 2. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia:

##### 2.1. Podział części według grup utrudnienia konstrukcyjnego

Klasyfikacja danej części do odpowiedniej grupy utrudnienia konstrukcyjnego zależy od stopnia skomplikowania wykonania rysunku danej części i ewentualnych obliczeń wytrzymałościowych jakie dla tej części należy przeprowadzić. Wyniki klasyfikacji części na odpowiednie grupy utrudnienia konstrukcyjnego zamieszczamy w tabeli 2.1.

**Tabela 2.1.** Przewidywana liczba części wg grup utrudnienia konstrukcyjnego

Lp.	Nr na rysunku	Liczba sztuk	Nazwa części	Grupy utrudnienia konstrukcyjnego	
				I	II
Razem					

I – Części proste niewymagające obliczeń wytrzymałościowych.

II – Części proste wymagające obliczeń wytrzymałościowych.

Grupa utrudnienia konstrukcyjnego ma wpływ na pracochłonność projektowania części. Im wyższa grupa utrudnienia konstrukcyjnego tym wyższa jest liczba godzin na wykonanie projektu (stopniowanie najczęściej zgodnie z postępowaniem geometrycznym).

## 2.2. Pracochłonność i koszty opracowania dokumentacji konstrukcyjnej

Pracochłonność projektowania części składowych wyrobu wytwarzanych przez firmę ORKAN. Zamieszczamy w tabeli 2.2.

**Tabela 2.2.** *Pracochłonność projektowania elementów wyrobu wytwarzanych we własnym zakresie*

Grupa utrudnienia konstrukc.	Rodzaj części	Ilość części [szt.]	Udział procentowy części [%]	Pracochłonność jednostkowa [godz.]	Razem [godz.]
I	Części proste nie wymagające obliczeń wytrzymałościowych				
II	Części proste wymagające obliczeń wytrzymałościowych				
Suma					

Zestawienie ważniejszych przedsięwzięć związanych z projektowaniem konstrukcyjnym zawiera tabela 2.3. Tabela zawiera także pracochłonność poszczególnych działań i związane z tym koszty. Dwie pierwsze pozycje tabeli 2.3, tj. studia rynku i analiza wyrobu jako obiektu zbytu, są to działania zlecone zewnętrznym firmom marketingowym, dlatego w kolumnie trzeciej podany jest tylko koszt tych badań, za które musi zapłacić firma ORKAN.

**Tabela 2.3.** *Pracochłonność i koszty wykonania dokumentacji konstrukcyjnej*

Wykaz czynności	Pracochłonność [godz.]	Koszt jednostkowy [zł]	Ogółem [zł]
Studia rynku zbytu			
Analiza wyrobu			
Opracowanie ZTE			
Wykonanie rysunków części			
Wykonanie rysunków zespołów			
Sprawdzenie rysunków			

Wykaz czynności	Pracochłonność [godz.]	Koszt jednostkowy [zł]	Ogółem [zł]
Zestawienie specyfikacji części			
Nadzór nad wykonaniem prototypu			
Korekty rysunków			
Razem			

### 2.3. Wykaz operacji technologicznych dla części wytwarzanych we własnym zakresie

Opracowanie punktu 2.3 powinno zawierać:

- wykonanie wykazu operacji technologicznych (uproszczona technologia wykonywania części),
- podział części na grupy i wybór dla każdej grupy typowego przedstawiciela<sup>2</sup>,
- wykonanie rysunku typowych przedstawicieli grup części.

### 2.4. Pracochłonność i koszty opracowania dokumentacji technologicznej dla typowych przedstawicieli grup części

Opracowanie punktu 2.4. powinno zawierać:

- tabelę 2.4. przedstawiającą stopnie utrudnienia technologicznego wykonywanych operacji dla typowych przedstawicieli grup części,
- tabelę 2.5. przedstawiającą przewidywaną liczbę operacji technologicznych dla typowych, przedstawicieli części wg grup utrudnienia technologicznego,
- tabelę 2.6. przedstawiającą koszt opracowania dokumentacji technologicznej projektowanego wyrobu.

**Tabela 2.4.** *Przydział stopnia utrudnienia technologicznego wykonywanych operacji technologicznych dla typowych przedstawicieli części*

Przedst. grup części	Nr rys.	Cięcie poprzeczne		Cięcie podłużne		Toczenie wzdłużne		Toczenie otworów		Wiercenie		Frezowanie		Szlifowanie		Malowanie		Montaż	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Suma																		

<sup>2</sup> Typowy przedstawiciel danej grupy to taka część, której wykonanie wymaga największej liczby podobnych operacji technologicznych jakie są realizowane na pozostałych częściach danej grupy. Innymi słowy - opracowanie projektu operacji technologicznych dla pozostałych części danej grupy nie wymaga żadnych lub tylko niewielkich poprawek.



**Tabela 2.5.** *Przewidywana liczba operacji technologicznych dla typowych przedstawicieli części wg grup utrudnienia*

Lp.	Części podlegające obróbce wg rodz. procesów technologicznych	Liczba operacji w grupie utrudnienia		Razem
		I	II	
Razem				

**Tabela 2.6.** *Koszt opracowania dokumentacji technologicznej dla placu zabaw*

Grupa utrudnienia technologicz.	Ilość operacji	Czas na jedną operację [min]	Pracochłón. [min]	Stawka godz. technologa [zł]	Koszt opracowania dokumentacji [zł]
Grupa I					
Grupa II					
Razem					

## 2.5. Koszt zakupu oprzyrządowania do wykonania prototypu

Prototypem jest pierwszy wykonany wyrób w skali 1:1 spełniający wszystkie wymagania funkcjonalne wyrobów produkowanych w przyszłości w sposób seryjny. Prototyp jest wykonany z dużym udziałem prac ręcznych i do jego wykonania potrzebne są narzędzia, tzw. oprzyrządowanie maszyn produkcyjnych. Wykaz niezbędnego oprzyrządowania do wykonania prototypu należy zamieścić w tabeli 2.7.

**Tabela 2.7.** *Koszt zakupu narzędzi (oprzyrządowania) do produkcji prototypu*

Lp.	Nazwa narzędzia	Ilość narzędzi na program produkcyjny [szt.]	Koszt zakupu jednego narzędzia [zł]	Ogółem [zł]
	Razem			

## 2.6. Koszt zakupu narzędzi do produkcji seryjnej wyrobu

Liczba niezbędnych narzędzi do produkcji uzależniona jest od typu produkcji. Im większa produkcja tym musi być przygotowana większa liczba kompletów narzędzi, ponieważ w przypadku uszkodzenia się narzędzia podczas obróbki części konieczne są zamienniki. Innymi słowy – produkcja nie może być przerwana z powodu uszkodzenia się narzędzia roboczego. Liczbę kompletów narzędzi wyznacza współczynnik krotności „k”.

**Tabela 2.8.** Koszty zakupu narzędzi (wraz z wtórnikami) do produkcji seryjnej

Nazwa narzędzia	Ilość narzędzi na program produkcyjny* [szt.]	Koszt zakupu jednego narzędzia [zł]	Ogółem [zł]
Razem			

\* współcz. krotności „k” dla:

produkcja masowa  $k = (9 - 12)$ ,

produkcja wielkoseryjna  $k = (7 - 8)$ ,

produkcja seryjna  $k = (5 - 6)$ ,

produkcja małoseryjna  $k = (3 - 4)$ ,

produkcja jednostkowa  $k = (1 - 2)$ .

Dla placu zabaw zakładamy produkcję seryjną, dlatego  $k = 5$ .

## 2.7. Łączne koszty opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej

W tabeli 2.9. należy zamieścić łączne koszty opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej.

**Tabela 2.9.** Łączny koszt opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej

Koszt opracowania dokumentacji konstrukcyjnej	
Koszt opracowania dokumentacji technologicznej	
Razem	

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

### Ad 2.1. Podział części według grup utrudnienia konstrukcyjnego

Elementy wytwarzane we własnym zakresie, wchodzące w skład placu zabaw, podzielono na dwie grupy. Podziału dokonano wg kryterium utrudnienia konstrukcyjnego. Za części proste, niewymagające obliczeń wytrzymałościowych uznano jedynie 36 wałków  $\varnothing 50$  o długości 1,14 m, które zostały użyte do zrobienia daszku nad wieżą. Pozostałe części zakwalifikowano do części prostych wymagających obliczeń wytrzymałościowych. Wykaz części przedstawiono w tabeli 2.1.

**Tabela 2.1.** Przewidywana liczba części wg grup utrudnienia konstrukcyjnego

Lp.	Nr na rysunku	Liczba sztuk	Nazwa części	Grupy utrudnienia konstrukcyjnego	
				I	II
1	1	36	wałek $\varnothing 50$ długość 1,14 m	X	
2	2	4	wałek $\varnothing 100$ długość 2,75 m		X
3	3	12	wałek $\varnothing 40$ długość 1 m		X
4	6	18	wałek $\varnothing 40$ długość 1 m		X
5	4	92	wałek $\varnothing 50$ długość 1 m		X
6	5	2	wałek $\varnothing 100$ długość 1,60 m		X
7	13	2	wałek $\varnothing 100$ długość 1,60 m		X
8	7	2	wałek $\varnothing 100$ długość 0,55 m		X
9	8	2	wałek $\varnothing 50$ długość 1,30 m		X
10	9	3	wałek $\varnothing 100$ długość 2,10 m		X
11	10	1	wałek $\varnothing 100$ długość 2,30 m		X
12	11	6	wałek $\varnothing 50$ długość 1,80 m		X
13	12	4	wałek $\varnothing 100$ długość 2,40 m		X
<b>Razem</b>				<b>1</b>	<b>12</b>

### Ad 2.2. Pracochłonność i koszty opracowania dokumentacji konstrukcyjnej

Pracochłonność projektowania części składowych wyrobu wytwarzanych przez firmę ORKAN według utrudnienia konstrukcyjnego przedstawiono w tabeli 2.2.

**Tabela 2.2.** *Pracochłonność projektowania elementów wyrobu wytwarzanych we własnym zakresie*

Grupa utrudnienia konstrukc.	Rodzaj części	Ilość części [szt.]	Udział procentowy części [%]	Pracochłonność jednostkowa [godz.]	Razem [godz.]
I	Części proste nie wymagające obliczeń wytrzymałościowych	1	7,7	5	5
II	Części proste wymagające obliczeń wytrzymałościowych	12	92,3	15	180
Suma		13	100		185

**Tabela 2.3.** *Pracochłonność i koszty wykonania dokumentacji konstrukcyjnej*

Wykaz czynności	Pracochłonność [godz.]	Koszt jednostkowy [zł]	Ogółem [zł]
Studia rynku zbytu	-	3000	3000
Analiza wyrobu	-	2500	2500
Opracowanie ZTE	10	20	200
Wykonanie rysunków części	185	20	3700
Wykonanie rysunków zespołów	6x15*	30	2700
Sprawdzenie rysunków	19x5**	20	1900
Zestawienie specyfikacji części	3	20	60
Nadzór nad wykonaniem prototypu	15	20	300
Korekty rysunków	120***	20	2400
Razem			<b>16760</b>

\* pracochłonność wykonania rysunków poszczególnych zespołów przyjęto na poziomie pracochłonności wykonania rysunków wg II grupy utrudnienia konstrukcyjnego,

\*\* ten wynik uzyskano po dodaniu liczby zespołów do liczby rodzajowych części z tym, że za liczbę części uznano jedynie liczbę pojedynczych rodzajów wałków,

\*\*\* pracochłonność korekty rysunków przyjęto na poziomie 65% ogólnej pracochłonności wykonania rysunków części i sprawdzenia rysunków w zaokrągleniu do pełnej jednostki.

### **Ad 2.3. Wykaz operacji technologicznych dla części wytwarzanych we własnym zakresie**

Z uwagi na duże podobieństwo technologiczne części składowych wyrobu wszystkie je pogrupowano na trzy rodzajowe grupy części. Dla każdej grupy części wybrano typowego przedstawiciela i dla niego zaprojektowano procesy technologiczne.

Procesy technologiczne dla pozostałych części są identyczne jak dla typowych przedstawicieli części.

#### **Uproszczona technologia wykonania części:**

##### **I grupa części**

- **wałek  $\varnothing$  40 długość 1 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie, wiercenie, frezowanie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  40 długość 1 m- cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż.**

##### **II grupa części**

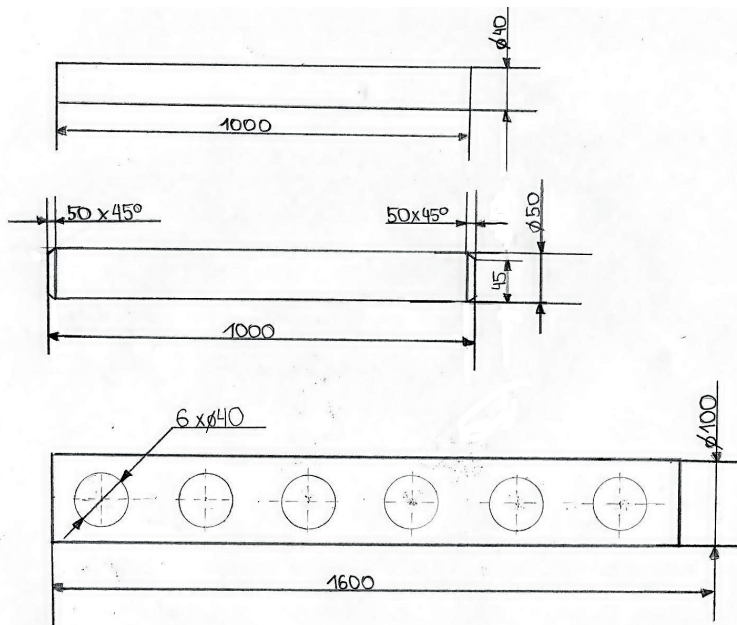
- **wałek  $\varnothing$  50 długość 1 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  50 długość 1, 14 m – cięcie podłużne, cięcie poprzeczne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  50 długość 1,30 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  50 długość 1,80 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  100 długość 0,55 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  100 długość 1,60 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż.**

##### **III grupa części**

- **wałek  $\varnothing$  100 długość 1,60 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, toczenie otworów, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  100 długość 2,10 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  100 długość 2,30 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  100 długość 2,75 m – cięcie podłużne, cięcie poprzeczne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż,**
- **wałek  $\varnothing$  100 długość 2,40 m – cięcie poprzeczne, cięcie podłużne, toczenie wzdłużne, wiercenie, szlifowanie, malowanie, montaż.**

Powyżej czcionką pogrubioną zaznaczono typowych przedstawicieli danej grupy części.

Na rysunku 2.1 przedstawiono typowych przedstawicieli części wytwarzanych we własnym zakresie.



Rys. 2.1. Typowi przedstawiciele grup części

#### Ad 2.4. Pracochłonność i koszty opracowania dokumentacji technologicznej dla typowych przedstawicieli grup części

Tabela 2.4. Przydział stopnia utrudnienia technologicznego wykonywanych operacji technologicznych dla typowych przedstawicieli części

Przedst. grup części	Nr rys.	Cięcie poprzeczne		Cięcie podłużne		Toczenie wzdłużne		Toczenie otworów		Wiercenie		Frezowanie		Szlifowanie		Malowanie		Montaż	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
wałek ø 40 L 1 m	6		X	X		X						X			X	X		X	

Przedst. grup części	Nr rys.	Cięcie poprzeczne		Cięcie podłużne		Toczenie wzdłużne		Toczenie otworów		Wiercenie		Frezowanie		Szlifowanie		Malowanie		Montaż	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
wałek ø 50 L 1 m	4		X	X		X				X				X	X				X
wałek ø 100 L 1,60 m	13		X		X	X			X	X		X		X	X				X
<b>Suma X</b>			<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>			<b>1</b>	<b>2</b>		<b>2</b>			<b>3</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>2</b>

**Tabela 2.5.** Przewidywana liczba operacji technologicznych dla typowych przedstawicieli części wg grup utrudnienia

Lp.	Części podlegające obróbce wg rodz. procesów technologicznych	Liczba operacji w grupie utrudnienia		Razem
		I	II	
1	Cięcie poprzeczne		3	3
2	Cięcie podłużne	2	1	3
3	Toczenie wzdłużne	3		3
4	Toczenie otworów		1	1
5	Wiercenie	2		2
6	Frezowanie	2		2
7	Szlifowanie		3	3
8	Malowanie	3		3
9	Montaż	1	2	3
Razem		<b>13</b>	<b>10</b>	<b>23</b>

**Tabela 2.6.** Koszt opracowania dokumentacji technologicznej dla placu zabaw

Grupa utrudnienia technologicz.	Ilość operacji	Czas na jedną operację [min]	Pracochłón. [min]	Stawka godz. technologa [zł]	Koszt opracowania dokumentacji [zł]
Grupa I	13	2	26	25	650
Grupa II	10	4	40	25	1000
<b>Razem</b>					<b>1650</b>

## Ad 2.5. Koszt zakupu narzędzi do wykonania prototypu

**Tabela 2.7.** Koszt zakupu narzędzi (oprzyrządowania) do produkcji prototypu

Nazwa narzędzia	Ilość narzędzi do wykonania prototypu* [szt.]	Koszt zakupu jednej sztuki narzędzia** [zł]	Ogółem [zł]
Tarcza pilarki (cięcie wzdłużne)	3	64	192
Tarcza pilarki (cięcie poprzeczne)	1	54	54
Nóż tokarski do toczenia wzdłużnego	3	100	300
Nóż tokarski do toczenia otworów	1	110	110
Wiertło	2	32	64
Frezy do frezarek	1	125	125
Tarcza szlifierki	2	50	100
Pistolet do malowania	2	400	800
Razem			1745

\* ilość kompletów narzędzi zależy od ilości operacji technologicznych, czasu ich trwania i prawdopodobieństwa ich uszkodzenia podczas wykonywania operacji technologicznych, np. czas cięcia wzdłużnego jest dłuższy od czasu cięcia poprzecznego, dlatego dla cięcia wzdłużnego wymagana jest większa liczba tarcz pilarek. Zakładamy również, że duże prawdopodobieństwo uszkodzenia występuje dla wiertła, tarczy szlifierskiej i pistoletu do malowania,

\*\* przyjąć orientacyjne ceny rynkowe.

## Ad 2.6. Łączny koszt zakupu narzędzi do produkcji seryjnej placu zabaw

**Tabela 2.8.** Koszty zakupu narzędzi (wraz z wtórnikiemami) do uruchomienia produkcji seryjnej wyrobu

Nazwa narzędzia	Ilość narzędzi potrzebnych do produkcji seryjnej* [szt.]	Koszt zakupu jednego narzędzia [zł]	Ogółem [zł]
Tarcza pilarki (cięcie wzdłużne)	15	64	960



Nazwa narzędzia	Ilość narzędzi potrzebnych do produkcji seryjnej* [szt.]	Koszt zakupu jednego narzędzia [zł]	Ogółem [zł]
Tarcza pilarki ( cięcie poprzeczne)	5	54	270
Nóż tokarski do toczenia wzdłużnego	15	100	1500
Nóż tokarski do toczenia otworów	5	110	550
Wiertło	10	32	320
Frezy do frezarek	5	125	625
Tarcza szlifierki	15	50	750
Pistolet do malowania	10	400	4000
<b>Razem</b>			<b>8975</b>

\* obliczenia wykonano dla  $k = 5$ .

#### Ad 2.7. Łączne koszty opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej

Na łączne koszty opracowania dokumentacji technicznej, niezbędnej do uruchomienia produkcji seryjnej, składa się koszt opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej. Koszty te przedstawiono w tabeli 2.9.

**Tabela 2.9.** Łączny koszt opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej

Koszt opracowania dokumentacji konstrukcyjnej	16760 [zł]
Koszt opracowania dokumentacji technologicznej	1650 [zł]
<b>Razem</b>	<b>18410 [zł]</b>

### Ćwiczenie 3

## SZACOWANIE TECHNICZNEGO KOSZTU WYTWORZENIA WYROBU

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest oszacowanie technicznego kosztu wytworzenia jednej sztuki wyrobu i kosztu wykonania prototypu.

### 3. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia:

#### 3.1. Szacowanie kosztu zakupu materiałów na jeden wyrób (koszt jednostkowy)

**Koszty materiałowe** obejmują koszt zakupu części potrzebnych do montażu placu zabaw (części znormalizowanych) oraz koszt zakupu drewna potrzebnego do produkcji części wytwarzanych we własnym zakresie (części oryginalnych).

**Łączne koszty materiałowe dla jednej sztuki wyrobu wynoszą:**

$$K_m = K_d + K_{mz}$$

gdzie:

$K_m$  – suma kosztów zakupu drewna zużytego do produkcji jednej sztuki wyrobu i materiałów gotowych,

$K_d$  – koszt zakupu drewna zużytego do produkcji wyrobu,

$K_{mz}$  – koszt zakupu części gotowych (śruby, wkręty, haki, zawiasy, itp.).

##### 3.1.1. Koszt zakupu drewna ( $K_d$ )

Koszt zakupu drewna dla wytworzenia części oryginalnych określamy z pomocą poniższego wzoru:

$$K_d = \sum N_m \times c \times d$$

gdzie:

$N_m$  – norma zużycia materiału,

$c$  – cena materiału,

$d$  – krotność występowania części w wyrobie.

### Norma zużycia materiałów ( $N_m$ )

Normę zużycia materiału obliczono ze wzoru na objętość wałka:

$$N_m = \pi \times r^2 \times h + 80 \% (\pi \times r^2 \times h)$$

$$N_m = (\pi \times r^2 \times h) \times 1,8$$

gdzie:

$N_m$  – norma zużycia materiału,

$r$  – promień podstawy wałka,

$h$  – wysokość wałka.

Z uwagi na technikę obróbki (toczenie) i fakt wykonania części z drewna dla prawidłowego wykonania wałków drewnianych, wielkość naddatków umożliwiających prawidłowe wykonanie części, przyjęto na poziomie 80%.

**Tabela 3.1.** Zestawienie kosztów zakupu drewna ( $K_d$ ) dla poszczególnych części wyrobu

Lp.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Norma materiałowa [m <sup>3</sup> ]	Cena jednostkowa materiału [zł]	Ilość w [szt.]	Koszt zakupu materiałów [zł]
	Razem					

### 3.1.2. Koszt zakupu materiałów obcych ( $K_{mz}$ ) na jeden wyrób

**Tabela 3.2.** Zestawienie kosztów materiałów obcych

Lp.	Części zakupione	Symbol części lub norma	Ilość w [szt.]	Cena jednostkowa* [zł]	Koszt zakupu lub wytworzenia [zł]
	Razem				

\* cenę jednostkową przyjąć na podstawie cen rynkowych.

### 3.2. Szacowanie kosztów eksploatacji maszyn roboczych na jeden wyrób

#### 3.2.1. Szacowanie godzinowego kosztu eksploatacji maszyny roboczej

**Godzinowy koszt eksploatacji maszyny ( $K_{gE}$ )** wyraża się za pomocą sumy poniższych składników, tj.:

$$K_{gE} = K_{gM} + K_{gRK} + K_{gA} + K_{gN} + K_{gP}$$

- **Godzinowy koszt zużycia energii elektrycznej ( $K_{gM}$ ) dla poszczególniej maszyny roboczej.**

$$\text{Zużycie energii elektrycznej} = \text{Moc urządzenia} \times \text{koszt 1 kWh}$$

Przyjmujemy koszt 1 kWh na poziomie 0,55 zł.

- **Godzinowy koszt remontów i konserwacji ( $K_{gRK}$ )** = Roczny koszt remontów\* ( $K_{rRK}$ ) i konserwacji / Fundusz czasu pracy stanowiska roboczego ( $F_j$ ),

$$K_{gRK} = \frac{K_{rRK}}{F_j}$$

\* roczny koszt remontów i konserwacji przyjąć w zależności od stopnia skomplikowania maszyny roboczej w przedziale od (0,01–0,03) x cena rynkowa maszyny roboczej w zł.

$$F_j = (K_d - N_r - S_w - S_{wo}) \times 8 \times z_m \times \eta_{pj}$$

gdzie:

$F_j$  – efektywny fundusz czasu pracy stanowiska roboczego,

$K_d$  – liczba dni w roku,

$N_r$  – liczba niedziel w roku,

$S_w$  – liczba dni świątecznych w roku (z wyjątkiem świąt przypadających w niedziele),

$S_{wo}$  – liczba wolnych sobót w roku,

$z_m$  – liczba zmian, na których będzie prowadzona produkcja (praca będzie wykonywana na jednej zmianie roboczej),

$\eta_{pj}$  – planowany współczynnik uwzględniający przestoje stanowiska roboczego przyjmowany z zakresu (0,90-0,98).

- **Godzinowy koszt amortyzacji** ( $K_{gA}$ ) = Roczny koszt amortyzacji\* ( $K_{rA}$ ) / 8760 godz. (ilość godzin w roku).

$$K_{gA} = \frac{K_{rA}}{8760}$$

\* roczny odpis amortyzacyjny wynosi (na ogół) 1/10 ceny zakupu nowej maszyny roboczej.

Cenę nowej maszyny roboczej przyjąć intuicyjnie na podstawie cen rynkowych.

- **Godzinowy koszt narzędzia roboczego** ( $K_{gN}$ ) = koszt zakupu narzędzia roboczego\* ( $K_{zN}$ ) /  $F_j$ .

$$K_{gN} = \frac{K_{zN}}{F_j}$$

\* koszt narzędzia roboczego przyjąć intuicyjnie na podstawie cen rynkowych.

- **Godzinowy koszt pracy pracownika\*** ( $K_{gP}$ )

\* przyjąć na podstawie aktualnych stawek godzinowych wynagrodzenia pracowników stosowanych w przemyśle.

**Tabela 3.3.** Wyznaczenie godzinowego kosztu eksploatacji maszyny roboczej

	Cięcie poprzeczne	Cięcie wzdłużne	Toczenie wzdłużne	Toczenie otworów	Wiercenie	Frezowanie	Szlifowanie	Malowanie
$K_{gM}$ [zł]								
$K_{gRK}$ [zł]								
$K_{gA}$ [zł]								
$K_{gN}$ [zł]								
$K_{gP}$ [zł]								
Razem [zł]								
Stawka jaką przyjmuję [zł]								

### 3.2.2. Szacowanie kosztów wykonania operacji technologicznych wyrobu na podstawie faktycznego czasu zajęcia maszyn roboczych

Czas zajęcia maszyny roboczej ( $t_{zm}$ ) obliczono ze wzoru:

$$t_{zm} = t_{pz} + l_{szt.} \times t_j$$

gdzie:

$t_{pz}$  – czas przygotowawczo-zakończeniowy,

$t_j$  – jednostkowy czas wykonania operacji,

$l_{szt.}$  – liczba sztuk danej części.

**Tabela 3.4.** Całkowity koszt eksploatacji maszyny roboczej przypadający na jednostkę wyrobu

Nazwa części	Liczba sztuk	Rodzaj operacji				Rodzaj operacji			
		$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. operacji tech. [zł]	$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. operacji tech. [zł]
Razem									

### 3.3. Szacowanie kosztów montażu:

$$K_{mon} = P_{mo} \times S_{gm}$$

gdzie:

$K_{mon}$  – koszty montażu,

$P_{mo}$  – pracochłonność montażu ogółem,

$S_{gm}$  – stawka godzinowa montażu.

Stawkę godzinową montażu przyjmuję na poziomie – 16 zł.

**Tabela 3.5. Łączna pracochłonność montażu**

Wykaz zespołów	Skręcanie na śruby			Skręcanie na wkręty			Klejenie			Ogółem [godz.]
	Ilość [szt.]	Czas operacji jedn. [godz.]	Pracoch. skręcania [godz.]	Ilość [szt.]	Czas operacji jedn. [godz.]	Pracoch. skręcania [godz.]	Ilość klejonych miejsc	Czas operacji jedn. [godz.]	Pracochł. klejenia [godz.]	
I										
II										
III										
IV										
V										
VI										
Razem										

### 3.4. Łączny koszt montażu i malowania

#### Koszt malowania

Na koszty malowania wchodzi:

- koszty zakupu farby,
- eksploatacyjny koszt malowania.

$$K_{mal} = K_f + K_{eks}$$

gdzie:

$K_{mal}$  – koszt malowania,

$K_f$  – koszt zakupu farby,

$K_{eks}$  – eksploatacyjny koszt malowania.

Koszt zakupu farby wynika z pola powierzchni pojedynczego wałka, tj.:

$$P_w = 2\pi r^2 + 2\pi r h$$

Norma materiałowa (zużycia farby) wynosi – 0,3 litra farby/m<sup>2</sup>.

Norma czasowa malowania 1 m<sup>2</sup> wynosi – 0,2 godz.

Stawka godzinowa malarza – 14 zł./godz.

Cena 1 litra farby – 20 zł.

**Tabela 3.6.** Łączne koszty zakupu farby

Nr na rys.	Wykaz części	Pole powierz. wałka [m <sup>2</sup> ]	Ilość w [szt.]	Pole powierz. razem [m <sup>2</sup> ]	Ilość zużytej farby [l.]	Koszt zakupu farby [zł]
	Razem					

Łączne koszty operacji technologicznych wynoszą:

$$K_{opt} = K_{op1} + K_{op2} + K_{op3} + \dots + K_{opn}$$

gdzie:

$K_{opt}$  – koszty operacji technologicznych,

$K_{op1}$  – koszt pierwszej operacji technologicznej,

$K_{op2}$  – koszt drugiej operacji technologicznej,

$K_{opn}$  – koszt  $n$ -tej operacji technologicznej.

**Tabela 3.7.** Zestawienie kosztów operacji technologicznych wraz z montażem i malowaniem

Nazwa operacji	Koszt operacji [zł]
Razem	

### 3.5. Techniczny koszt wytworzenia jednej sztuki wyrobu

**Tabela 3.8.** Koszty technicznego wytworzenia jednej sztuki

Rodzaj kosztu	Koszt [zł]
Razem	



### 3.6. Szacowany koszt wykonania prototypu

Na koszt wykonania prototypu składa się:

- koszt sporządzenia dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej,
- koszt zakupu narzędzi koniecznych do wyprodukowania prototypu,
- koszt materiałów zużytych w procesie produkcji i montażu,
- szacowany koszt operacji technologicznych wraz z montażem.

Koszty te przedstawione są w tabeli 3.9.

**Tabela 3.9.** *Koszt wykonania prototypu*

Rodzaj kosztu	Koszt [zł]
Razem	

### 3.7. Łączne koszty technicznego przygotowania produkcji (TPP) dla produkcji seryjnej

Na łączne koszty TPP do produkcji seryjnej wchodzi:

- koszt sporządzenia dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej,
- koszt wykonania prototypu,
- koszt zakupu narzędzi koniecznych do produkcji seryjnej.

**Tabela 3.10.** *Koszty TPP dla produkcji seryjnej*

Rodzaj kosztu	Koszt [zł]
Razem	

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

### Ad 3.1. Szacowanie kosztu zakupu materiałów na jeden wyrób (koszt jednostkowy)

Bezpośrednie koszty materiałowe obejmują koszt zakupu części znormalizowanych, oraz koszt zakupu materiałów potrzebnych do produkcji części oryginalnych.

#### 3.1.1. Koszt zakupu drewna ( $K_d$ )

**Tabela 3.1.** Zestawienie kosztów zakupu drewna ( $K_d$ ) dla poszczególnych części wyrobu

Lp.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Norma materiał. [m <sup>3</sup> ]	Cena jednostkowa materiału [zł]	Ilość w [szt.]	Koszt zakupu materiałów [zł]
1	Wałek ø50 L 1,14m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00402	340 zł/m <sup>3</sup>	36	49,29
2	Wałek ø100 L 2,75 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,03885	340 zł/m <sup>3</sup>	4	52,84
3	Wałek ø 40 L 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00226	340 zł/m <sup>3</sup>	12	9,22
4	Wałek ø 40 L 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00226	340 zł/m <sup>3</sup>	18	13,83
5	Wałek ø 50 L 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00353	340 zł/m <sup>3</sup>	92	110,49
6	Wałek ø 100 L 1,60 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,02260	340 zł/m <sup>3</sup>	2	15,37
7	Wałek ø 100 L 0,55 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00777	340 zł/m <sup>3</sup>	2	5,28
8	Wałek ø 50 L 1,30 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00459	340 zł/m <sup>3</sup>	2	3,12
9	Wałek ø 100 L 2,10 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,02967	340 zł/m <sup>3</sup>	3	30,26
10	Wałek ø 100 L 2,30 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,03249	340 zł/m <sup>3</sup>	1	11,04
11	Wałek ø 50 L 1,80 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,00635	340 zł/m <sup>3</sup>	6	12,97
12	Wałek ø 100 L 2,40 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,03391	340 zł/m <sup>3</sup>	4	46,12
13	Wałek ø 100 L 1,6 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,02260	340 zł/m <sup>3</sup>	2	15,37
<b>Razem</b>						<b>375,25</b>

### 3.1.2. Koszt zakupu materiałów obcych ( $K_{mz}$ ) na jeden wyrób

**Tabela 3.2.** Zestawienie kosztów materiałów obcych

Lp.	Części zakupione	Symbol części lub norma	Ilość w [szt.]	Cena jednostkowa [zł]	Koszt zakupu lub wytworzenia w [zł]
1	<b>Śruby</b> 10 x 220	PN-85/M-82501	10	10	100,00
2	<b>Śruby</b> 10 x 150	PN-85/M-82501	30	8	240,00
3	Wkręty	PN-86/M-82208	287	0,50	143,50
4	Nakrętka	PN 82144	40	0,18	7,20
<b>Razem</b>					<b>490,70</b>

### Ad 3.2. Szacowanie kosztów roboczych na jedną sztukę wyrobu

#### 3.2.1. Szacowanie godzinowego kosztu eksploatacji maszyny roboczej

**Tabela 3.3.** Godzinowy koszt eksploatacji maszyny roboczej

	Cięcie poprzeczne	Cięcie wzdłużne	Toczenie wzdłużne	Toczenie otworów	Wiercenie	Frezowanie	Szlifowanie	Malowanie
$K_{gM}$ [zł]	0,9	0,9	1,3	1,3	0,48	1,65	1,95	0,80
$K_{gRK}$ [zł]	0,40	0,40	0,57	0,57	0,25	0,60	0,50	0,45
$K_{gA}$ [zł]	0,1	0,1	0,14	0,14	0,1	0,20	0,13	0,1
$K_{gN}$ [zł]	0,03	0,07	0,57	0,13	0,18	0,07	0,57	0,45
$K_{gP}$ [zł]	10	10	10	10	10	10	10	14
<b>Razem [zł]</b>	<b>11,43</b>	<b>11,47</b>	<b>12,58</b>	<b>12,14</b>	<b>11,01</b>	<b>12,52</b>	<b>15,15</b>	<b>15,8</b>
<b>Godz. koszt przyjęty [zł]</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>

Dla wybranego procesu produkcyjnego podać sposób obliczenia każdego rodzaju godzinowego kosztu eksploatacji maszyny roboczej.

### 3.2.2. Szacowanie kosztów wykonania operacji technologicznych wyrobu na podstawie faktycznego czasu zajęcia maszyn roboczych

**Tabela 3.4.1.** Koszt zajęcia maszyn operacjami cięcia poprzecznego i cięcia wzdłużnego poszczególnych części (dla jednej sztuki wyrobu)

Nazwa i dane części	Liczba sztuk	Cięcie poprzeczne				Cięcie wzdłużne			
		$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. cięcia poprz. [zł]	$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. cięcia wzdłuż. [zł]
ø 50 L 1,14 m	36	0,05	0,008	12	34,9056	0,083	0,008	12	39,312
ø 100 L 2,75 m	4		0,016	12	0,093824		0,025	12	1,200
ø 40 L 1 m	18		0,004	12	0,1188		0,008	12	1,728
ø 50 L 1 m	92		0,008	12	12,41338		0,008	12	8,832
ø 100 L 1,60 m	2		0,016	12	0,023456		0,016	12	0,384
ø 100 L 0,55 m	2		0,016	12	0,023456		0,008	12	0,192
ø 50 L 1,30 m	2		0,008	12	0,005856		0,016	12	0,384
ø 100 L 2,10 m	3		0,016	12	0,0528		0,033	12	1,188
ø 100 L 2,30 m	1		0,016	12	0,005856		0,035	12	0,420
ø 50 L 1,80 m	6		0,008	12	0,0528		0,016	12	1,152
ø 100 L 2,40 m	4		0,016	12	0,093824		0,037	12	1,776
ø 40 L 1 m	12		0,004	12	0,0528		0,016	12	2,304
ø 100 L 1,60 m	2		0,016	12	0,023456		0,016	12	0,384
<b>Razem</b>					<b>47,87</b>				<b>59,260</b>

**Tabela 3.4.2. Koszt zajęcia maszyn operacjami toczenia otworów poszczególnych części (dla jednej sztuki wyrobu)**

Nazwa i dane części	Liczba sztuk	Toczenie wzdłużne				Toczenie otworów			
		$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt ksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. tocz. wzdłużn. [zł]	$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. tocz. otworów [zł]
ø 50 L 1,14 m	36	0,083	0,050	13	62,244			12	
ø100 L 2,75m	4		0,050	13	2,6			12	
ø 40 L 1 m	18		0,041	13	9,594			12	
ø 50 L 1 m	92		0,033	13	39,468			12	
ø 100 L 1,6m	2		0,025	13	0,65			12	
ø100 L 0,55 m	2		0,016	13	0,416			12	
ø 50 L 1,30 m	2		0,050	13	1,3			12	
ø100 L 2,10 m	3		0,036	13	1,404			12	
ø 100 L 2,30m	1		0,041	13	0,533			12	
ø 50 L 1,80 m	6		0,050	13	3,9			12	
ø100 L 2,40 m	4		0,043	13	2,236	0,083	0,033	12	5,582
ø 40 L 1 m	12		0,050	13	7,8			12	
ø100 L 1,60 m	2		0,033	13	0,858		0,033	12	0,792
<b>Razem</b>					<b>133,00</b>				<b>6,37</b>

**Tabela 3.4.3.** Koszt zajęcia maszyn operacjami wiercenia i frezowania poszczególnych części  
(dla jednej sztuki wyrobu)

Nazwa i dane części	Liczba sztuk	Wiercenie				Frezowanie			
		$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. wiercenia [zł]	$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. frezowania [zł]
ø 50 L 1,14 m	36	0,008	0,004	12	5,184				
ø100 L 2,75m	4		0,008	12	0,384				
ø 40 L 1 m	18			12	0	0,067	0,033	13	23,4
ø 50 L 1 m	92		0,004	12	4,416				
ø100 L 1,6m	2		0,004	12	0,096				
ø100 L 0,55 m	2		0,008	12	0,192				
ø 50 L 1,30 m	2		0,004	12	0,096				
ø100 L 2,10 m	3		0,008	12	0,288				
ø 100 L 2,30m	1		0,008	12	0,096				
ø 50 L 1,80 m	6		0,004	12	0,288				
ø100 L 2,40 m	4		0,008	12	0,384				
ø 40 L 1 m	12		0,004	12	0,576				
ø100 L 1,60 m	2		0,004	12	0,096				
<b>Razem</b>					<b>12,11</b>				<b>23,4</b>

**Tabela 3.4.4.** Koszt zajęcia maszyn operacjami szlifowania i malowania poszczególnych części (dla jednej sztuki wyrobu)

Nazwa i dane części	Liczba sztuk	Szlifowanie				Malowanie			
		$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. szlifowania [zł]	$t_{pz}$ [godz.]	$t_j$ [godz.]	Godz. koszt eksploatacji [zł/godz.]	Koszt wykon. malowania [zł]
ø 50 L 1,14 m	36	0,017	0,017	15	9,435	0,17	0,03	16	20
ø100 L 2,75m	4		0,033	15	1,98		0,12	16	10,4
ø 40 L 1 m	18		0,013	15	3,51		0,04	16	14,24
ø 50 L 1 m	92		0,013	15	17,94		0,02	16	32,16
ø 100 L 1,6m	2		0,017	15	0,51		0,11	16	6,24
ø100 L 0,55 m	2		0,013	15	0,39		0,10	16	5,92
ø 50 L 1,30 m	2		0,025	15	0,75		0,12	16	6,56
ø100 L 2,10 m	3		0,042	15	1,89		0,17	16	10,88
ø 100 L 2,30m	1		0,046	15	0,69		0,18	16	5,6
ø 50 L 1,80 m	6		0,030	15	2,7		0,17	16	19,04
ø100 L 2,40 m	4		0,050	15	3		0,17	16	13,6
ø 40 L 1 m	12		0,013	15	2,34		0,06	16	14,24
ø100 L 1,60 m	2		0,033	15	0,99		0,08	16	5,28
<b>Razem</b>					<b>46,13</b>				<b>164,16</b>

Łączne koszty wykonania operacji technologicznych wynoszą:  
 $47,87+59,26+133+6,37+12,11+23,40+46,13+164,16 = 492,3$  [zł].

### Ad 3.3. Szacowanie kosztów montażu

**Tabela 3.5.** Łączna pracochłonność montażu

Wykaz zespołów	Skręcanie na śruby			Skręcanie na wkręty			Klejenie			Ogółem (min.)
	Liczba [szt]	Czas operacji [min.]	Pracochłonność skręcania [min.]	Ilość [szt.]	Czas operacji [min.]	Pracoch. skręcan. [min.]	Ilość klejonych miejsc	Czas operacji [min.]	Pracoch. klejenia [min.]	
I	20	1,5	30	120	0,5	60	12	2	24	114
II	8	1,5	12	48	0,5	24	-	-	-	36
III	4	1,5	6	48	0,5	24	-	-	-	30
IV	2	1,5	3	56	0,5	28	-	-	-	31
V	4	1,5	6	15	0,5	7,5	-	-	-	13,5
VI	2	1,5	3	-	-	-	24	2	48	51
<b>Razem</b>	<b>40</b>		<b>60</b>	<b>287</b>		<b>143,5</b>	<b>36</b>		<b>72</b>	<b>275,5</b>

$$275,5 : 60 = 4,59,16 \sim 5 \text{ godz.}$$

$$K_{mon} = 5 \times 16 \text{ zł}$$

$$K_{mon} = 80 \text{ zł}$$

### Ad 3.4. Łączny koszt montażu i malowania

#### Koszt malowania

**Tabela 3.6.** Łączne koszty zakupu farby

Nr na rys.	Wykaz części	Pole powierz. wałka [m²]	Ilość w (szt.)	Pole powierz. razem [m²]	Ilość zużytej farby [l.]	Koszt zakupu farby [zł]
1	wałek ø 50 L 1,14 m	0,37	36	13,45	4,03	80,71
2	wałek ø 100 L 2,75 m	1,78	4	7,15	2,14	42,95
3	wałek ø 40 L 1 m	0,26	12	3,13	0,94	18,80



Nr na rys.	Wykaz części	Pole powierz. wałka [m <sup>2</sup> ]	Ilość w (szt.)	Pole powierz. razem [m <sup>2</sup> ]	Ilość zużytej farby [l.]	Koszt zakupu farby [zł]
6	wałek ø 40 L 1 m	0,26	18	4,7	1,41	28,21
4	wałek ø 50 L 1 m	0,32	92	30,33	9,09	181,99
5	wałek ø 100 L 1,60 m	1,06	2	2,1	0,64	12,81
13	wałek ø 100 L 1,60 m	1,06	2	2,1	0,64	12,81
7	Walek ø 100 L 0,55 m	0,40	2	0,81	0,24	4,89
8	Walek ø 50 L 1,30 m	0,42	2	0,84	0,25	5,08
9	Walek ø 100 L 2,10 m	1,88	3	4,14	1,24	24,86
10	Walek ø 100 L 2,30 m	1,50	1	1,50	0,45	9,04
11	Walek ø 50 L 1,80 m	0,58	6	3,48	1,04	20,91
12	Walek ø 100 L 2,40 m	1,57	4	6,28	1,88	37,68
<b>Razem</b>						<b>480,80</b>

Łączne koszty malowania:

$$K_{mal} = K_f + K_{eks}$$

$$K_{mal} = 480,80 + 164,16 = 644,96 \text{ [zł]}.$$

**Tabela 3.7.** Zestawienie kosztów operacji technologicznych (Kot) wraz z montażem i malowaniem

Nazwa operacji	Koszt operacji [zł]
Cięcie poprzeczne	47,87
Cięcie wzdłużne	59,26
Toczenie wzdłużne	133,00
Toczenie otworów	6,37

Wiercenie	12,11
Frezowanie	23,40
Szlifowanie	46,13
Malowanie	644,96
Koszty montażu	80,00
<b>Razem</b>	<b>1053,10</b>

### Ad 3.5. Techniczny koszt wytworzenia jednej sztuki wyrobu dla produkcji seryjnej

**Tabela 3.8.** Techniczny koszt wytworzenia wyrobu

Koszty dokumentacji konstrukcyjnej	$16760:600 = 27,93 \text{ [zł]}^*$
Koszty dokumentacji technologicznej	$1650:600 = 2,75 \text{ [zł]}^*$
Koszt zakupu narzędzi	$8975:600 = 14,95 \text{ [zł]}^*$
Koszty zakupu materiałów	$375,25 + 490,7 = 865,95 \text{ [zł]}$
Koszt operacji technologicznych	1053,1 [zł]
Koszt wykonania prototypu	$22615,13 : 600 = 37,7 \text{ [zł]}$
<b>Razem</b>	<b>2002,38 [zł]</b>

\* zakładana wielkość produkcji wynosi 600 szt.

### Ad 3.6. Szacowany koszt wykonania prototypu

Szacowany koszt sporządzenia dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej, w przypadku produkcji seryjnej placu zabaw, wyniósł

$$16760 + 1650 = 18410 \text{ [zł]}$$

(wartości zostały przedstawione w tabelach 2.3 i 2.6).

W przypadku wytworzenia prototypu szacowany koszt sporządzenia dokumentacji jest taki sam jak w produkcji seryjnej.

Koszt zakupu narzędzi wykorzystywanych do wytworzenia prototypu przedstawiono w tabeli 2.7.

Koszt zużycia materiałów (drewna) w procesie produkcji prototypu, jest o ok. 60% większy przy produkcji prototypu niż przy produkcji seryjnej. Natomiast koszt części pochodzących z zakupu jest taki sam dla produkcji seryjnej jak i dla produkcji prototypu.

Obliczenia przedstawiono poniżej.

$$K_{mp} = K_d (1+0,6) + K_{mz}$$

gdzie:

$K_{mp}$  – koszt materiałów zużytych do produkcji prototypu,

$K_d$  – koszt zużytego drewna do produkcji prototypu,

$K_{mz}$  – koszt materiałów zakupionych.

$$K_{mp}^* = 375,25 \times (1+0,6) + 490,70$$

$$K_{mp} = 1091,1 \text{ [zł]}.$$

\* koszt zakupu drewna z tabeli 3.1.

Szacowany koszt operacji technologicznych wraz z montażem, dla produkcji seryjnej placu zabaw, wynosi  $K_{ot} = 1053,1$  zł. Zakładając, że produkcja prototypu jest bardziej skomplikowana, możemy oszacować koszt operacji technologicznych prototypu o 30% większy niż przy produkcji seryjnej.

$$K_{otp} = K_{ot} (1+0,3)$$

gdzie:

$K_{otp}$  – koszty wykonania operacji technologicznych dla prototypu,

$K_{ot}$  – koszt operacji technologicznych placu zabaw.

$$K_{otp} = 1053,1 \times (1+0,30)$$

$$K_{otp} = 1369,03 \text{ [zł]}.$$

**Tabela 3.9.** Koszt wykonania prototypu

Koszty dokumentacji konstrukcyjnej	16760 [zł]
Koszty dokumentacji technologicznej	1650 [zł]
Koszt zakupu narzędzi	1745 [zł] *
Koszty materiałów	1091,1 [zł]
Koszty operacji technologicznych	1369,03 [zł]
<b>Razem</b>	<b>22615,13 [zł]</b>

\* z tabeli 2.7.

### Ad 3.7. Łączne koszty technicznego przygotowania produkcji (TPP) dla produkcji seryjnej

W tabeli przedstawiono łączne koszty ponoszone na przygotowanie produkcji nowego wyrobu. W skład tych kosztów wchodzi między innymi koszt opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej oraz koszt zakupu narzędzi koniecznych do uruchomienia produkcji wyrobu.

**Tabela 3.10.** Łączne koszty technicznego przygotowania produkcji seryjnej wyrobów

Koszt opracowania dokumentacji konst. i technol.	18410 [zł]
Koszt wykonania prototypu	22615,13 [zł]
Koszt zakupu oprzyrządowania do produkcji seryjnej	8975 [zł]
<b>Razem</b>	<b>50000,13 [zł]</b>

## Ćwiczenie 4

### WYZNACZENIE ILOŚCIOWEGO PROGU RENTOWNOŚCI PRODUKCJI

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest opracowanie zestawienia kosztów stałych i zmiennych związanych z produkcją wyrobów i wyznaczenie ilościowego progu rentowności – (*break even point* – *BEP*).

#### 4. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia

##### 4.1. Koszty stałe

Koszty stałe są to nakłady, które musi ponieść przedsiębiorca, niezależnie od wielkości produkcji. Nawet wówczas, gdy przedsiębiorstwo nic nie produkuje, ponosi nakłady finansowe takie jak, czynsze dzierżawne, procenty od kredytów, koszty konserwacji maszyn, płace strażników i służb administracyjnych, pensje pracowników administracyjnych. Koszty stałe przedsiębiorstwo ponosi niezależnie od wielkości produkcji. Są to koszty, które nie reagują na zmiany wielkości produkcji, ponieważ zależą na przykład od upływu czasu i bez względu na ilość wytworzonych w danym okresie produktów najczęściej pozostają na niezmiennym poziomie, na przykład: płace pracowników administracji i kierownictwa jednostki, energia ogrzewcza i oświetleniowa, utrzymanie czystości itp.

W ramach punktu 4.1 należy uwzględnić:

- Koszty zarządu oraz koszt wynagrodzenia pracowników.
- Koszt poniesiony na opłacenie składek ubezpieczeniowych.
- Podatek od nieruchomości.
- Koszty ogrzewania hali produkcyjnej i pomieszczeń socjalnych.
- Koszt oświetlenia hali produkcyjnej.
- Koszty utrzymania porządku i czystości.

**Tabela 4.1. Zestawienie kosztów stałych**

Koszty zarządu	
Koszt składek ubezpieczeniowych	
Podatek od nieruchomości	
Koszt ogrzewania hali produkcyjnej	
Koszt oświetlenia hali produkcyjnej	
Koszt utrzymania porządku	
Razem	

#### 4.2. Koszty zmienne

Koszty zmienne są to koszty związane z wielkością produkcji. Oznacza to, że w przypadku zwiększenia produkcji koszty zmienne również rosną, a zmniejszają się wraz ze spadkiem produkcji. Koszty zmienne wynoszą zero, gdy przedsiębiorca nic nie produkuje.

W punkcie 4.2 należy uwzględnić następujące składniki kosztów zmiennych:

- Koszty zakupu materiałów.
- Koszty materiałów pomocniczych (są to koszty poniesione na zakup narzędzi).
- Koszty transportu.
- Koszt wykonania operacji technologicznych wraz z montażem.

**Tabela 4.2. Zestawienie kosztów zmiennych w odniesieniu do jednostki produktu**

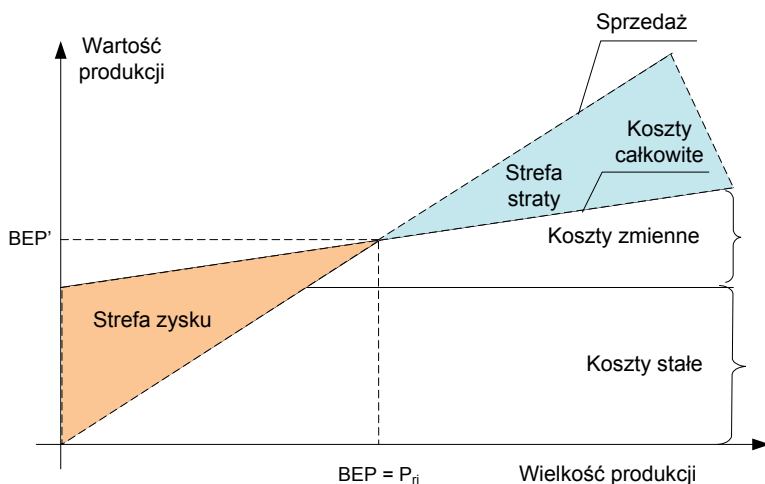
Techniczny koszt wytworzenia	
Koszty transportu*	
Razem	

\* przyjąć 5% wartości technicznego kosztu wytworzenia

#### 4.3. Próg rentowności produkcji

Ważnym elementem analiz ekonomiczno-finansowych jest określenie przybliżonego kosztu jednostkowego przyszłego produktu i wyznaczenie progu rentowności produkcji, tj. punktu  $BEP = P_{ri}$ .

Próg rentowności jest to liczba wyrobów przy której koszty produkcji zrównują się z przychodami przedsiębiorstwa, innymi słowy przedsiębiorstwo wychodzi na zero. Dopiero wielkość produkcji większa od progu rentowności gwarantuje przedsiębiorstwu dodatnie przychody, a zatem także i zysk. Interpretacja graficzna progu rentowności przedstawiona jest na rysunku 4.1.



Rys. 4.1. Interpretacja graficzna progu rentowności

$BEP = P_{ri}$  – ilościowy próg rentowności,  
 $BEP'$  – wartościowy próg rentowności.

Na wielkość progu rentowności w takim wypadku wpływają:

- liczba sprzedanych wyrobów gotowych,
- jednostkowa cena sprzedaży,
- jednostkowe koszty zmienne,
- całkowite koszty stałe.

Przy przyjętych założeniach sumę całkowitych kosztów własnych można zapisać wg następującego wzoru:

$$K_c = K_s + K_z$$

gdzie:

$K_c$  – koszty całkowite,

$K_s$  – całkowite koszty stałe,

$K_z$  – całkowite koszty zmienne.

Całkowite koszty zmienne jest to iloczyn jednostkowych kosztów zmiennych i wielkości produkcji.

$$K_z = k_{zj} \times Q_p$$

gdzie:

$k_{zj}$  – jednostkowe koszty zmienne,

$Q_p$  – wielkość produkcji.

Wykorzystując założenie, iż wartość sprzedaży jest iloczynem wielkości produkcji i ceny sprzedaży przyjmujemy, że przychody ze sprzedaży można obliczyć według formuły:

$$P_s = c \times Q_p$$

gdzie:

$P_s$  – przychody ze sprzedaży,

$c$  – cena produktu.

Próg rentowności znajduje się w miejscu, w którym przychody ze sprzedaży równają się całkowitym kosztom produkcji, czyli w punkcie gdzie wynik finansowy przedsiębiorstwa wynosi „0”. Z punktu widzenia zarządzania produkcją, szczególnie przydatny jest ilościowy próg rentowności –  $P_{ri}$ . Wyznaczenie jego wartości, na etapie wdrażania nowego produktu, pozwala przedsiębiorstwu z odpowiednim wyprzedzeniem przygotować strukturę produkcyjną pod względem ilościowym i powierzchniowym.

$$P_s = K_c$$

W postaci rozwiniętej powyższy wzór możemy zapisać następująco:

$$c \times Q_p = K_s + k_{zj} \times Q_p$$

- **Ilościowy próg rentowności ( $P_{ri}$ )**

$$Q_p = BEP = P_{ri} = K_s / (c - k_{zj})$$

gdzie:

$P_{ri}$  – ilościowy próg rentowności,

$K_s$  – całkowite koszty stałe,

$c$  – cena produktu,

$k_{zj}$  – jednostkowy koszt zmienny.

Dzięki powyższemu wzorowi możemy wyznaczyć wielkość produkcji, przy której przychody ze sprzedaży i całkowite koszty produkcji są sobie równe, a więc zysk ze sprzedaży jest równy 0.

- **Próg rentowności wartościowy ( $P_{rw}$ )**

$$P_{rw} = BEP' = P_{ri} \times c$$

gdzie:

$P_{rw}$  – wartościowy próg rentowności,

$P_{ri}$  – ilościowy próg wartościowy,

$c$  – cena.



- **Wielkość sprzedaży zapewniająca osiągnięcie zaplanowanego zysku ( $Z_p$ )**  
Poniższy wzór pozwoli wyznaczyć wielkość sprzedaży, przy której zysk zostanie osiągnięty. Zakładamy, że wielkość produkcji ( $q$ ) będzie równa wielkości sprzedaży.

$$q = (K_s + Z_p) / (c - k_{zj})$$

gdzie:

$K_s$  – całkowite koszty stałe,

$Z_p$  – planowany zysk,

$c$  – cena,

$k_{zj}$  – jednostkowy koszt zmienny.

- **Wyznaczenie ceny produktu umożliwiającej osiągnięcie zaplanowanego zysku ( $c_z$ )**

Cenę umożliwiającą osiągnięcie zaplanowanego zysku ( $c_z$ ) określamy ze wzoru:

$$c_z = (K_z + Z_p) / q + k_{zj}$$

gdzie:

$K_z$  – całkowite koszty zmienne,

$Z_p$  – zaplanowany zysk,

$q$  – ilość sztuk,

$k_{zj}$  – jednostkowy koszt zmienny.

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

### Ad 4.1. Zestawienie kosztów stałych

- **Koszty zarządu oraz koszt wynagrodzenia pracowników**

Firma ORKAN jest małą firmą, dlatego administracją zajmuje się jedna osoba. Kierownik produkcji miesięcznie pobiera wynagrodzenie 5200 zł. brutto. Roczny koszt związany z wynagrodzeniem tej osoby jest równy 62400 zł.

- **Koszt składek ubezpieczeniowych pracowników**

Pracodawca zatrudniając pracowników bierze na siebie obowiązki związane z obliczaniem, pobieraniem i odprowadzaniem zaliczek na podatek dochodowy oraz składek na ubezpieczenie społeczne.

Dla osoby zajmującej się kierowaniem produkcją i administracją, której zarobki miesięczne wynoszą 5200 zł, część składki na ubezpieczenie jaką ponosi pracodawca jest równa **998,92 zł**. Obliczanie składki przedstawione jest w tabeli 4.3.

Do obliczeń wykorzystano kalkulator składek ZUS<sup>3</sup>. Kalkulator pozwala wyliczyć wysokość składek na ZUS z uwzględnieniem kwot kierowanych do funduszu emerytalnego.

$$998,92 \times 12 = 11987,04 \text{ zł.}$$

**Tabela 4.3.** Wysokość składki ubezpieczeniowej dla osoby otrzymującej wynagrodzenie w wysokości 5200 zł.

Fundusz:	PRACODAWCA		PRACOWNIK		RAZEM	
	%	zł	%	zł	%	zł
- emerytalny	9.76	507.52	9.76	507.52	19.52	1015.04
- w przypadku uczestnictwa w drugim filarze:			I filar		12.22	635.44
			ofe		7.3	379.6
			II filar indywidualne subkonto w ZUS		0	0
- rentowy	6.5	338	1.5	78	8	416
- chorobowy	0	0	2.45	127.4	2.45	127.4
- wypadkowy	0.40	20.8	0	0	0.4	20.8
- pracy	2.45	127.4	0	0	2.45	127.4
- FGŚP	0.1	5.2	0	0	0.1	5.2
<b>RAZEM:</b>	19.21	998.92	13.71	712.92	32.92	1711.84

W proces obróbki i montażu jest zaangażowanych bezpośrednio 9 osób. Są to osoby obsługujące maszyny np.: tokarki, wiertarkę, frezarkę. Pracownicy ci otrzymują wynagrodzenie w wysokości 3600 zł. brutto. Dla tych osób wysokość składek na ubezpieczenie społeczne ponoszonych przez pracodawcę wyliczona jest w tabeli 4.4 i jest ona równa:

$$9 \times 691,56 \text{ zł} = 6224,04 \times 12 = 74688,48 \text{ zł.}$$

W firmie „ORKAN” jest zatrudnionych jeszcze 5 osób, 4 z nich to pomocnicy otrzymujący wynagrodzenie 1800 zł. brutto/miesiąc, a jedna osoba jest to sprzątaczką, która również otrzymuje wynagrodzenie w wysokości 1800 zł. brutto/miesiąc. Wysokość składki ubezpieczeniowej ponoszonej przez pracodawcę przedstawiona jest w tabeli 4.5 i jest równa:

$$5 \times 345,75 \text{ zł} = 1728,75 \times 12 = 20745 \text{ zł.}$$

<sup>3</sup> [https://www.infor.pl/kalkulatory/skladki\\_zus.html#form](https://www.infor.pl/kalkulatory/skladki_zus.html#form), 21.11.2018.

**Tabela 4.4.** Wysokość składek ubezpieczeniowych dla osób otrzymujących wynagrodzenie w wysokości 1500 [zł.]<sup>4</sup>.

Fundusz:	PRACODAWCA		PRACOWNIK		RAZEM	
	%	zł	%	zł	%	zł
- emerytalny	9.76	351.36	9.76	351.36	19.52	702.72
- w przypadku uczestnictwa w drugim filarze:			I filar		12.22	439.92
			ofe		7.3	262.8
			II filar indywidualne subkonto w ZUS		0	0
- rentowy	6.5	234	1.5	54	8	288
- chorobowy	0	0	2.45	88.2	2.45	88.2
- wypadkowy	0.40	14.4	0	0	0.4	14.4
- pracy	2.45	88.2	0	0	2.45	88.2
- FGŚP	0.1	3.6	0	0	0.1	3.6
<b>RAZEM:</b>	19.21	691.56	13.71	493.56	32.92	1185.12

**Tabela 4.5.** Wysokość składek ubezpieczeniowych dla osób otrzymujących wynagrodzenie w wysokości 1300 zł.<sup>3</sup>

Fundusz:	PRACODAWCA		PRACOWNIK		RAZEM	
	%	zł	%	zł	%	zł
- emerytalny	9.76	175.68	9.76	175.68	19.52	351.36
- w przypadku uczestnictwa w drugim filarze:			I filar		12.22	219.96
			ofe		7.3	131.4
			II filar indywidualne subkonto w ZUS		0	0
- rentowy	6.5	117	1.5	27	8	144
- chorobowy	0	0	2.45	44.1	2.45	44.1
- wypadkowy	0.40	7.2	0	0	0.4	7.2
- pracy	2.45	44.1	0	0	2.45	44.1
- FGŚP	0.1	1.8	0	0	0.1	1.8
<b>RAZEM:</b>	19.21	345.78	13.71	246.78	32.92	592.56

<sup>4</sup> Tamże, 21.11.2018.

**Tabela 4.6. Składki ubezpieczeniowe i wynagrodzenia pracowników razem**

Pracownicy	Płaca brutto	SkłAd ubez.	Liczba prac.	Miesięcz. skłAd razem	Składki rocznie	Wynagr. roczne razem
Kierownik	5200	998,92	1	998,92	11987,04	62400
Operatorzy maszyn	3600	691,56	9	6224,04	74688,58	*
Prac. pomoc.	1800	345,78	5	1728,90	20746,80	108000
<b>Razem</b>					<b>107442,32</b>	<b>170400</b>

\*zarobki operatorów maszyn są uwzględnione w technicznych kosztach wytworzenia.

Łącznie  $107442,32 + 170400 = 277842,32$  zł.

- **Podatek od nieruchomości**

0,77 zł/m<sup>2</sup> – stawka podatku od nieruchomości dla gruntów związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej, bez względu na sposób zakwalifikowania w ewidencji gruntów i budynków,

20,51 zł/m<sup>2</sup> – stawka podatku od nieruchomości dla budynków lub ich części związanych z prowadzeniem działalności gospodarczej oraz budynki mieszkalne lub ich części zajęte na prowadzenie działalności gospodarczej<sup>5</sup>.

Plac ORKAN należący do firmy ma powierzchnię 68,135 arów tj. 6817,5 m<sup>2</sup>. 1339 m<sup>2</sup> stanowi budynek, w którym mieści się hala produkcyjna zajmująca 1100 m<sup>2</sup>, pozostałą część hali stanowią pomieszczenia służące pracownikom. Zajmują one 239 m<sup>2</sup>. Naprzeciwko hali produkcyjnej jest taki sam budynek. Jest on wykorzystywany na magazyn. Na potrzeby przyszłej produkcji będzie się tam znajdowało stanowisko do montażu i magazyn. Reszta są to grunty związane z prowadzeniem działalności.

Podatek od nieruchomości wynosi:

$$0,77 \text{ zł/m}^2 \times 4139,5 \text{ m}^2 + 20,51 \text{ zł/m}^2 \times 2678 \text{ m}^2 = \mathbf{58113,78 \text{ zł.}}$$

- **Koszty ogrzewania hali produkcyjnej**, a także pomieszczeń z których korzystają pracownicy wynoszą 11 350 zł rocznie.
- **Koszty oświetlenia hali produkcyjnej i innych pomieszczeń**, z których korzystają pracownicy wynoszą 2 205 zł rocznie.

<sup>5</sup> [http://murator-dom.pl/prawo/podatki-i-ubezpieczenia/wysokosc-podatku-od-nieruchomosci,134\\_1933.html](http://murator-dom.pl/prawo/podatki-i-ubezpieczenia/wysokosc-podatku-od-nieruchomosci,134_1933.html)

- **Koszty utrzymania porządku i czystości** – wynoszą 2560 zł. Do kosztów utrzymania porządku i czystości zaliczamy koszt zakupu środków czystości. 2 560 zł - roczny koszt zakupu środków czystości.

**Tabela 4.1.** Zestawienie kosztów stałych

Koszty zarządu	62400,00 zł
Koszt zatrudnienia pracowników pomocniczych	108000,00 zł
Koszt składek ubezpieczeniowych	107422,32 zł
Podatek od nieruchomości	58113,78 zł
Koszt ogrzewania	11350,00 zł
Koszt oświetlenia	2205,00 zł
Koszt utrzymania porządku	2560,00 zł
<b>Razem</b>	<b>352051,10 zł</b>

#### Ad 4.2. Wyznaczenie kosztów zmiennych

**Tabela 4.2.** Koszty zmienne poniesione na wyprodukowanie jednej sztuki wyrobu

Techniczny koszt wytworzenia jednej szt. wyrobu	2002,38 zł
Koszty transportu wewnętrznego*	100,11 zł
<b>Razem</b>	<b>2102,49 zł</b>

\* koszty transportu wewnętrznego przyjąć na poziomie 5% technicznego kosztu wytworzenia.

#### Ad 4.3. Próg rentowności produkcji

Ważnym elementem analiz ekonomiczno-finansowych jest określenie przybliżonego kosztu jednostkowego przyszłego produktu i wyznaczenie progu rentowności, tzw. *BEP*.

Próg rentowności jest to liczba jednostek, jaka musi zostać sprzedana zanim organizacja pokryje wszystkie koszty i zacznie osiągać zysk.

- **Ilościowy próg rentowności**

$$BEP = Q_p = P_{ri} = 352051,10 / (4100 - 2102,49)$$

$$BEP = 176 \text{ szt.}$$

gdzie:

*c* – cena produktu (do obliczeń przyjmuję cenę produktu równą 4100 zł).

- **Próg rentowności wartościowy  $P_{rw}$**

$$P_{rw} = 176 \times 4100 = 721600 \text{ zł.}$$

- **Wielkość sprzedaży ( $q$ ) zapewniająca osiągnięcie zaplanowanego zysku ( $Z_p$ )**

Przyjmuję, że zysk ze sprzedaży wyrobów wyniesie 10 % przychodów ze sprzedaży. Zakładając, że firma sprzedaje wszystkie sztuki wyrobu jakie wyprodukuje po cenie 4100 zł zysk wyniesie:

$$Z_p = 1911600 \times 0,1 = 191160 \text{ zł.}$$

$$q = (352051,10 + 191160) / (4100 - 2102,49)$$

$$q = 272 \text{ szt.}$$

- **Wyznaczenie wielkości ceny produktu umożliwiającej osiągnięcie zaplanowanego zysku  $c_z$**

$$c_z = (K_z + Z_p) / q + k_{zj}$$

$$c_z = (352051,10 + 191160) / 176 + 2102,49$$

$$c_z = 5188,92 \text{ zł.}$$

Cena powyższa wydaje się jednak zbyt wysoka jak na plac zabaw dla dzieci, dlatego należałoby rozważyć obniżenie jego ceny.

## Ćwiczenie 5

### PROJEKTOWANIE STRUKTURY PRODUKCYJNEJ

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest obliczenie produkcyjnych parametrów wyjściowych, które są podstawą do zbilansowania produkcji i zaprojektowania struktury produkcyjnej firmy.

#### 5. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia

##### 5.1. Parametry wyjściowe proste stanowiska roboczego

„Zadanie godzinowe zwane często zadaniem produkcyjnym, jest to liczba części (detali) wynikająca z programu produkcyjnego wykonywanego w określonym czasie, przypadająca na określony fundusz czasu pracy stanowiska roboczego.”

Zadanie godzinowe dla każdej maszyny możemy wyznaczyć z poniższego wzoru:

$$Z_{gi} = N_j / F_j$$

gdzie:

$Z_{gi}$  – zadanie godzinowe i-tego detalu w szt./godz.,

$N_j$  – roczny program produkcji,

$F_j$  – dysponowany czas pracy stanowiska roboczego.

Takt produkcji jest to wielkość czasu pomiędzy spływem dwóch kolejnych detali.

$$\tau = F_j / N_j$$

gdzie:

$\tau$  – takt produkcji i-tego detalu w godz./szt.,

$N_j$  – roczny program produkcji,

$F_j$  – dysponowany czas pracy stanowiska roboczego.

**Tabela 5.1.** Roczny program produkcyjny poszczególnych elementów

Nazwa elementu	Krotność w wyrobie	$N$	$N_j$	$F_j$	$Z_{gi}$	$\tau$

**Tabela 5.2.** Symbole stanowisk roboczych, na których są wykonywane operacje

Symbol stanowiska	Nazwa operacji	Maszyna
P1	Cięcie poprzeczne	PIŁA POPRZECZNA PAUL
P2	Cięcie podłużne	K03 Piła do cięcia wzdłużnego
T1	Toczenie wzdłużne	TOKARKA ZUCKERMANN 140 Automat
T2	Toczenie otworów	Tokarka PC-3
W	Wiercenie	Wiertarka pionowa PEMAL MALBORK
F	Frezowanie	Frezarka dolnowrzecionowa JAROMA
SZ	Szlifowanie	Szlifierka długotaśmowa BMV
M	Malowanie	Pistolet lakierniczy M21G-VLP

Możliwość godzinowa jest nazywana także możliwością produkcyjną danego stanowiska roboczego. Określana jest jako liczba detali jaką można wykonać na stanowisku w czasie jednej godziny. Wynika z możliwości wytwórczych danego stanowiska przy wykonywaniu operacji na konkretnym detalu. Możemy ją przedstawić za pomocą wzoru:

$$m_{gi} = 1 / t_{ij}$$

gdzie:

$m_{gi}$  – możliwość godzinowa stanowiska,

$t_{ij}$  – pracochłonność jednostkowa operacji wykonywanej na danym detalu.

Współczynnik obciążenia danego stanowiska roboczego detalooperacją określa stopień zajęcia maszyny podczas wykonywania operacji na danym detalu (części) i danym stanowisku roboczym. Wyrażany jest za pomocą wzoru:

$$\eta_{ij} = Z_{gi} / m_{gi}$$

gdzie:

$\eta_{ij}$  – współczynnik obciążenia  $j$ -tego stanowiska roboczego określoną operacją,

$Z_{gi}$  – zadanie godzinowe  $i$ -tego detalu w szt./godz.,

$m_{gi}$  – możliwość godzinowa stanowiska.



**Tabela 5.3.** Wyniki obliczeń współczynnika obciążenia stanowiska produkcją poszczególnych rodzajów części

Część 1			
	$t_{ij}$ [godz.]*	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1			
P2			
T1			
T2			
W			
F			
SZ			
M			
Część 2			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1			
P2			
T1			
T2			
W			
F			
SZ			
M			

\* współczynnik  $t_{ij}$  został wzięty z tabel wykonanych w ramach poprzednich ćwiczeń.

## 5.2. Parametry wyjściowe złożone opisu pracy stanowiska roboczego

Opracowanie punktu 5.2 powinno zawierać wyznaczenie współczynnika obciążenia i potrzebnej ilości maszyn roboczych.

**Tabela 5.4.** Sumaryczny współczynnik obciążenia stanowisk dla poszczególnych operacji technologicznych

Nazwa elementu	Cięcie poprzeczne	Cięcie wzdłużne	Toczenie wzdłużne	Toczenie otworów	Wiercenie	Frezowanie	Szlifowanie	Malowanie
$\Sigma \eta_{ij}$								

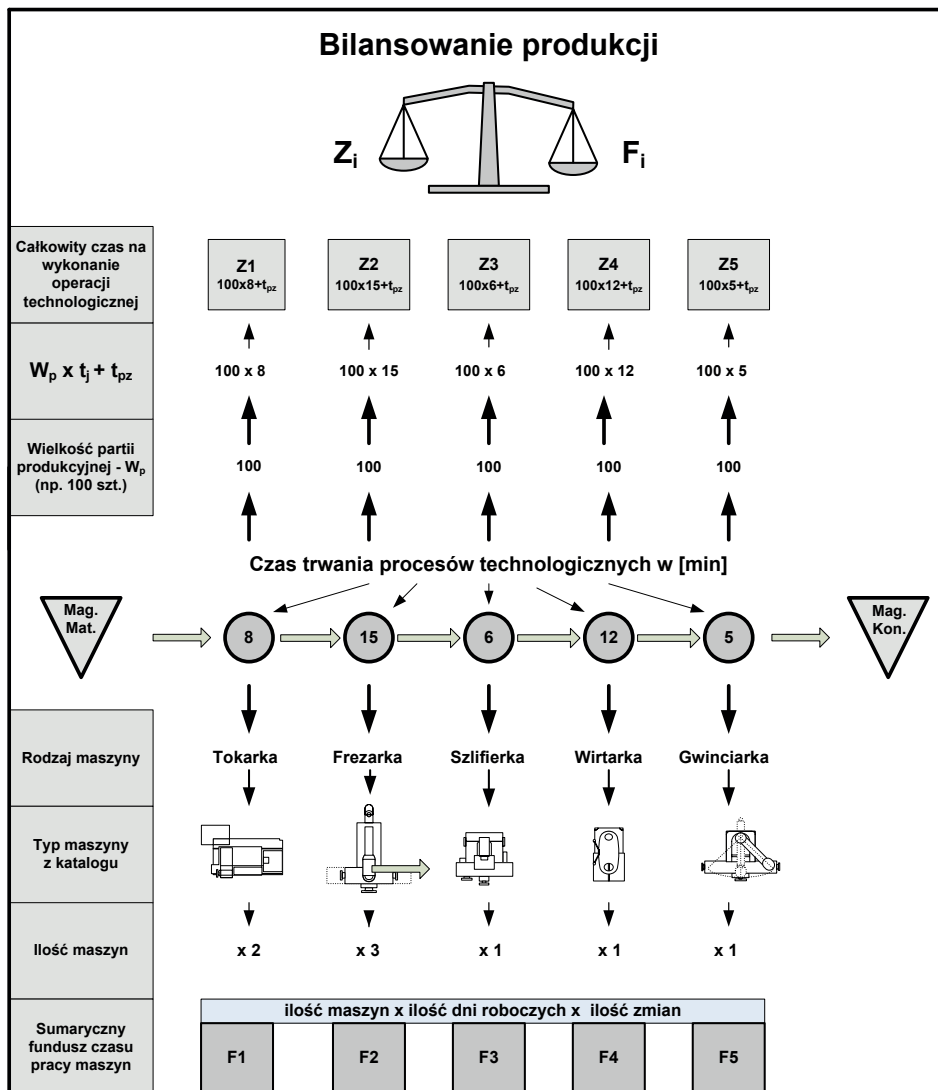
Sumaryczny współczynnik obciążenia stanowiska roboczego grupuje częściowe obciążenie stanowisk poszczególnymi operacjami. Jest wyrażony za pomocą wzoru:

$$\eta_j = \Sigma \eta_{ij} \leq 1$$

$\eta_j$  – współczynnik obciążenia  $j$ -tego stanowiska roboczego,

$\eta_{ij}$  – współczynnik obciążenia  $j$ -tego stanowiska roboczego określoną operacją.

Jeżeli suma  $\eta_{ij}$  dla określonego stanowiska roboczego jest  $\Sigma \eta_{ij} > 1$ , to na danym stanowisku nie jesteśmy w stanie wykonać liczby sztuk wyrobu jaką przyjęliśmy do rocznego programu produkcyjnego. W takim wypadku konieczny jest zakup dodatkowych maszyn lub rozłożenie operacji na maszyny które nie są w tak dużym stopniu obciążone.



Rys. 5.1. Sposób bilansowania produkcji dla określonych rodzajów maszyn roboczych<sup>6</sup>

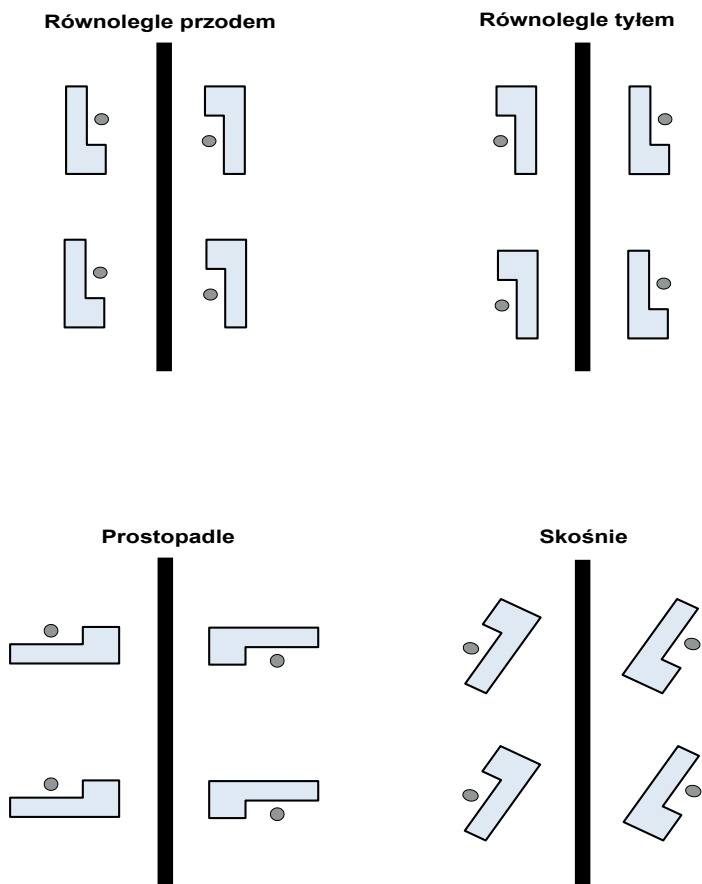
### 5.3. Rozmieszczenie stanowisk roboczych i sposób przemieszczania się produkcji w hali produkcyjnej

Opracowanie punktu 5.3 powinno zawierać:

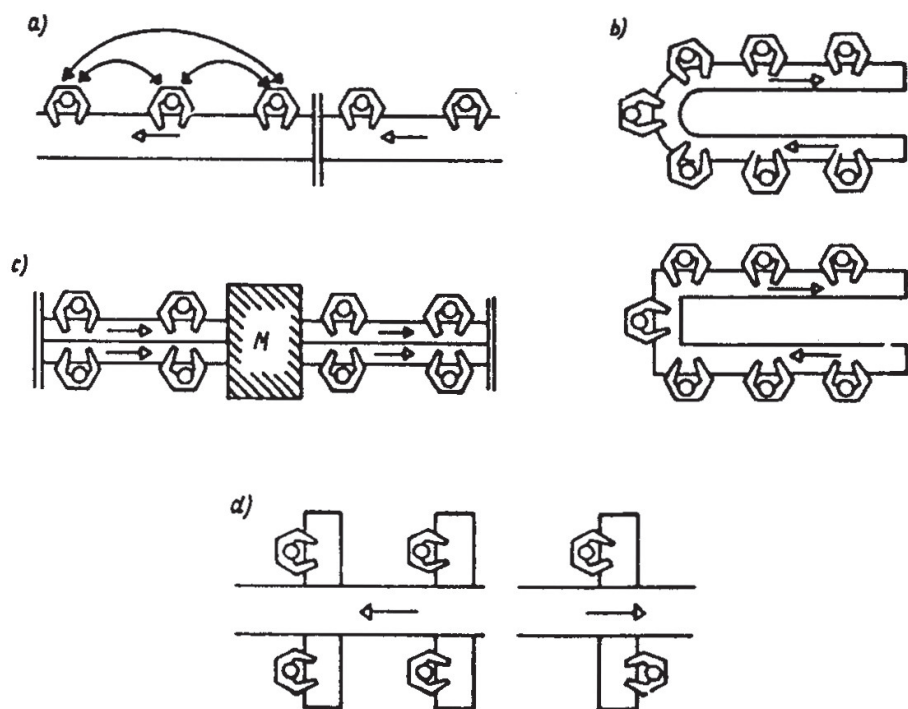
- Schemat zagospodarowania terenu w przedsiębiorstwie.

<sup>6</sup> Opracowanie własne.

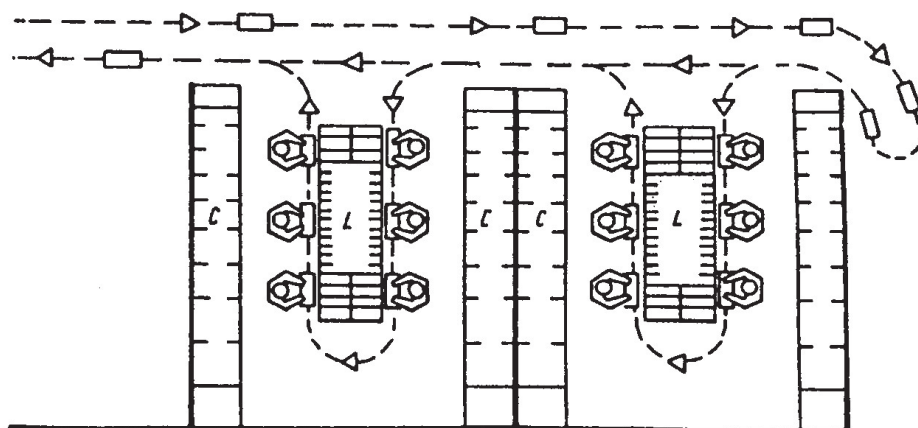
- Schematy rozmieszczenia stanowisk roboczych w halach przed uruchomieniem produkcji i po uruchomieniu produkcji.
- Zaprojektowanie dróg przemieszczania się wózków transportowych z magazynów i do poszczególnych stanowisk roboczych.



**Rys. 5.2.** Przykładowy sposób rozmieszczenia maszyn roboczych względem drogi transportowej



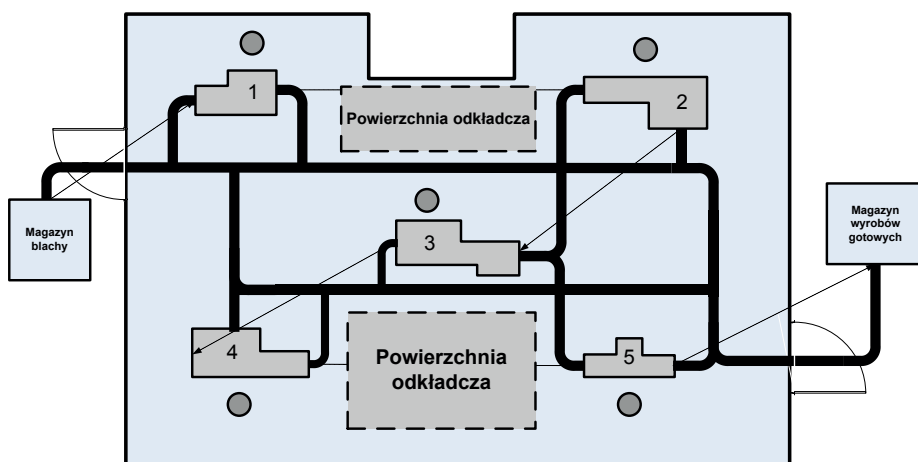
Rys. 5.3. Różne formy pracy grupowej na linii potokowej<sup>7</sup>



Rys. 5.4. Zatoka montażowa<sup>8</sup>

7 Brzeziński M. (red.), *Organizacja i sterowanie produkcją*, Placet, Warszawa 2002, str. 232.

8 Tamże, str. 233.



Rys. 5.5. Przykład projektowania przepływu produkcji i dróg transportowych

Projektując rozmieszczenie stanowisk roboczych na hali produkcyjnej powinniśmy pamiętać o następujących zasadach:

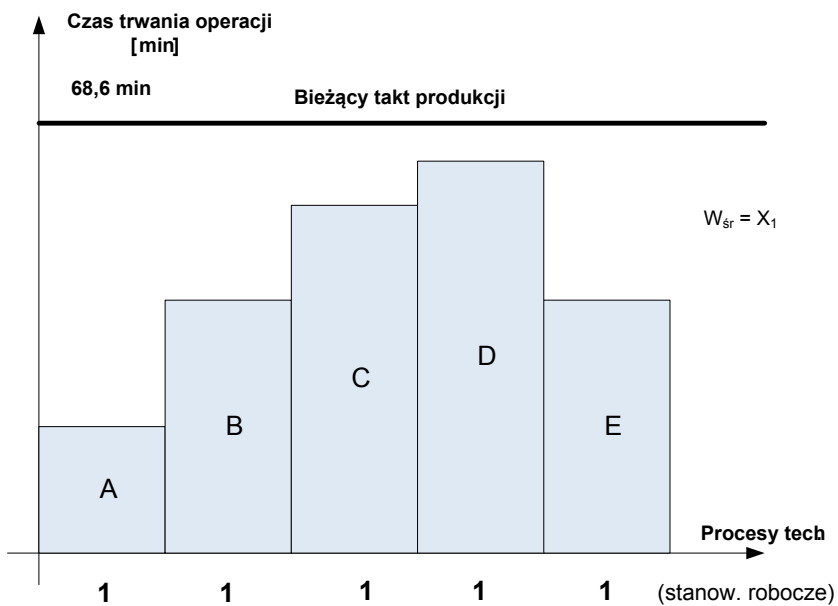
- stanowiska robocze w miarę możliwości powinny być ustawiane zgodnie z kolejnością realizowanych procesów produkcyjnych,
- drogi transportowe między kolejnymi stanowiskami produkcyjnymi nie powinny się krzyżować ani też środki transportowe nie powinny wykonywać zbędnych nawrotów,
- usytuowanie stanowiska roboczego względem drogi transportowej ma duży wpływ na bezpieczeństwo pracy pracownika,
- odległość przemieszczania się środków transportowych pomiędzy dwoma kolejnymi stanowiskami roboczymi powinna być jak najmniejsza (zasada liniowości).

Miarą oceny liniowości rozmieszczenia stanowisk roboczych jest współczynnik liniowości:

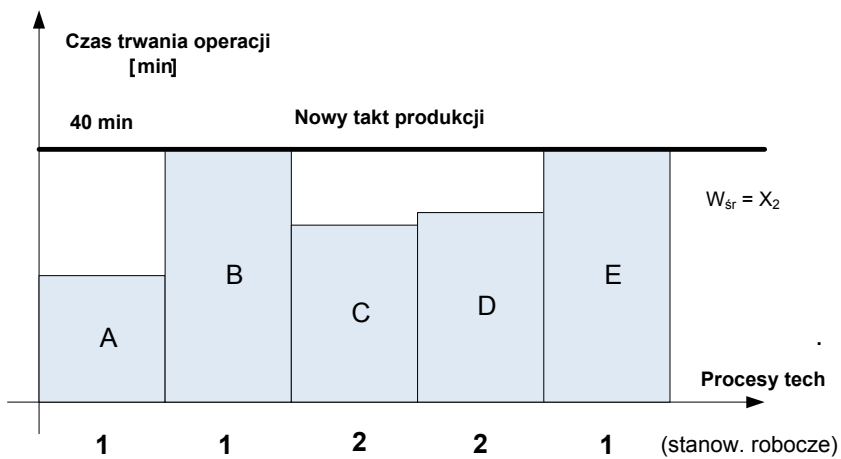
$$I_l = \frac{l_p}{l_{rz}}$$

gdzie:

- $I_l$  – współczynnik liniowości procesu produkcyjnego,
- $l_p$  – najkrótsza, (w linii prostej) droga przemieszczania przedmiotów pracy,
- $l_{rz}$  – rzeczywista droga ruchu przedmiotów.



**Nowa sytuacja (bardziej wyrównany przepływ)**



**Rys. 5.6.** Wpływ długości taktu produkcyjnego na ilość stanowisk roboczych<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Opracowanie własne.

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

### Ad 5. Projektowanie struktury produkcyjnej

#### Ad 5.1. Parametry wyjściowe proste opisu pracy stanowiska roboczego

Roczny program produkcyjny „N” dla firmy ORKAN ustalono na poziomie 600 [szt.].

Dysponowany czas pracy maszyn roboczych zostały wyznaczony w punkcie 3.2. 1 i wyniósł  $F_j = 1749$  [godz.].  $F_j$  w kolejnych latach różni się nieznacznie i tak np. w 2019 r. było to 1751 [godz.].

**Tabela 5.1.** Roczny program produkcyjny poszczególnych wałków

	Krotność elementu	$N$	$N_j$	$F_j$	$z_{gi} = N_j / F_j$	$\tau = F_j / N_j$
Wałek $\varnothing 50$ L 1,14 m	36	600	21600	1749	12,346	0,081
Wałek $\varnothing 100$ L 2,75 m	4	600	2400	1749	1,372	0,729
Wałek $\varnothing 40$ L 1 m	18	600	10800	1749	6,173	0,162
Wałek $\varnothing 40$ L 1 m	12	600	7200	1749	4,115	0,243
Wałek $\varnothing 50$ długość 1 m	92	600	55200	1749	31,550	0,032
Wałek $\varnothing 100$ L 1,60 m	2	600	1200	1749	0,686	1,458
Wałek $\varnothing 100$ L 1,60 m	2	600	1200	1749	0,686	1,458
Wałek $\varnothing 100$ L 0,55 m	2	600	1200	1749	0,686	1,458
Wałek $\varnothing 50$ L 1,30 m	2	600	1200	1749	0,686	1,458
Wałek $\varnothing 100$ L 2,10 m	3	600	1800	1749	1,029	0,972
Wałek $\varnothing 100$ L 2,30 m	1	600	600	1749	0,343	2,916
Wałek $\varnothing 50$ L 1,80 m	6	600	3600	1749	2,058	0,486
Wałek $\varnothing 100$ L 2,40 m	4	600	2400	1749	1,372	0,729



**Tabela 5.2.** Symbole stanowisk roboczych, na których są wykonywane operacje

Symbol stanowiska	Nazwa operacji	Maszyna
P1	Cięcie poprzeczne	PIŁA POPRZECZNA PAUL
P2	Cięcie podłużne	K03 Piła do cięcia wzdłużnego
T1	Toczenie wzdłużne	TOKARKA ZUCKERMANN 140 Automat
T2	Toczenie otworów	Tokarka PC-3
W	Wiercenie	Wiertarka pionowa PEMAL MALBORK
F	Frezowanie	Frezarka dolnowrzecionowa JAROMA
SZ	Szlifowanie	Szlifierka długotaśmowa BMV
M	Malowanie	Pistolet lakierniczy M21G-VLP

**Tabela 5.3.** Wyniki obliczeń współczynnika obciążenia stanowiska produkcją poszczególnych rodzajów wałków

wałek ø 50 długość 1,14 m			
	$t_{ij}$ [godz.]*	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,008	125,000	0,099
P2	0,008	125,000	0,099
T1	0,050	20,000	0,617
T2			
W	0,004	250,000	0,049
F			
SZ	0,017	58,824	0,210
M	0,03	33,33	0,370

wałek ø 100 długość 2,75 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,016	62,500	0,022
P2	0,025	40,000	0,034
T1	0,050	20,000	0,069
T2			
W	0,008	125,000	0,011
F			
SZ	0,033	30,303	0,045
M	0,12	55,556	0,025

wałek ø 40 długość 1,0 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,004	250,000	0,025
P2	0,008	125,000	0,049
T1	0,041	24,390	0,253
T2			
W			
F	0,033	30,303	0,204
SZ	0,013	76,923	0,080
M	0,04	125,000	0,049

wałek ø 50 długość 1,0 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,008	125,000	0,252
P2	0,008	125,000	0,252
T1	0,033	30,303	1,041
T2			
W	0,004	250,000	0,126
F			
SZ	0,013	76,923	0,410
M	0,02	125,000	0,252

wałek ø 100 długość 1,60 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,016	62,500	0,011
P2	0,016	62,500	0,011
T1	0,033	30,303	0,023
T2	0,033	30,303	0,023
W	0,004	250,000	0,003
F			
SZ	0,033	30,303	0,023
M	0,11	125,000	0,005

wałek ø 100 długość 0,55 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,016	62,500	0,011
P2	0,008	125,000	0,005
T1	0,016	62,500	0,011
T2			
W	0,008	125,000	0,005
F			
SZ	0,013	76,923	0,009
M	0,1	100,000	0,007

wałek ø 50 długość 1,30 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,008	125	0,005
P2	0,016	62,500	0,011
T1	0,050	20,000	0,034
T2			
W	0,004	250	0,002
F			
SZ	0,025	40,000	0,017
M	0,12	83,333	0,008

wałek ø 100 długość 2,10 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,016	62,500	0,016
P2	0,033	30,303	0,034
T1	0,036	27,778	0,037
T2			
W	0,008	125	0,008
F			
SZ	0,042	23,810	0,043
M	0,17	58,824	0,017

wałek ø 100 długość 2,30 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,016	62,500	0,005
P2	0,035	28,571	0,012
T1	0,041	24,390	0,014
T2			
W	0,008	125,000	0,003
F			
SZ	0,046	21,739	0,016
M	0,18	55,556	0,006

wałek ø 50 długość 1,80 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,008	125,000	0,016
P2	0,016	62,500	0,033
T1	0,050	20,000	0,103
T2			
W	0,004	250,000	0,008
F			
SZ	0,030	33,333	0,062
M	0,17	58,824	0,035

wałek ø 100 długość 2,40 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,160	6,250	0,220
P2	0,037	27,027	0,051
T1	0,043	23,256	0,059
T2	0,033	30,303	0,045
W	0,008	125,000	0,011
F			
SZ	0,050	20,000	0,069
M	0,17	58,824	0,023

wałek ø 40 długość 1,0 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,004	250,000	0,016
P2	0,016	62,500	0,066
T1	0,050	20,000	0,206
T2			
W	0,004	250,000	0,016
F			
SZ	0,013	76,923	0,053
M	0,06	125,000	0,033

wałek ø 100 długość 1,60 m			
	$t_{ij}$ [godz.]	$m_{gi}$	$\eta_{ij}$
P1	0,016	62,500	0,011
P2	0,016	62,500	0,011
T1	0,033	30,303	0,023
T2			
W	0,004	250,000	0,003
F			
SZ	0,017	58,824	0,012
M	0,08	76,923	0,009

\* współczynnik  $t_{ij}$  został wzięty z następujących tabel:

- Tabela 3.4.1 – dla cięcia poprzecznego i wzdłużnego.
- Tabela 3.4.2 – dla toczenia wzdłużnego i toczenia otworów.
- Tabela 3.4.3 – dla wiercenia i frezowania.
- Tabela 3.4.4 – dla szlifowania i malowania.

## Ad 5.2. Wyznaczanie liczby stanowisk roboczych na podstawie obciążenia stanowiska roboczego

**Tabela 5.4.** Sumaryczny współczynnik obciążenia stanowisk roboczych

Nazwa części	P1	P2	T1	T2	W	F	Sz	M
Wałek ø 50 L 1,14 m	0,099	0,099	0,617		0,049		0,210	0,099
Wałek ø 100 L 2,75 m	0,022	0,034	0,069		0,011		0,045	0,025
Wałek ø 40 L 1 m	0,025	0,049	0,253			0,204	0,080	0,049
Wałek ø 40 L 1 m	0,016	0,066	0,203		0,016		0,053	0,033
Wałek ø 50 L 1 m	0,252	0,252	1,041		0,126		0,410	0,262
Wałek ø 100 L 1,60 m	0,011	0,011	0,023	0,023	0,003		0,023	0,005
Wałek ø 100 L 1,60 m	0,011	0,011	0,023		0,003		0,023	0,005
Wałek ø 100 L 0,55 m	0,011	0,005	0,011		0,005		0,009	0,007
Wałek ø 50 L 1,30 m	0,055	0,011	0,034		0,027		0,017	0,008

Nazwa części	P1	P2	T1	T2	W	F	Sz	M
Walek $\varnothing$ 100 L 2,10 m	0,016	0,034	0,037		0,082		0,043	0,017
Walek $\varnothing$ 100 L 2,30 m	0,005	0,012	0,014		0,003		0,016	0,006
Walek $\varnothing$ 50 L 1,80 m	0,016	0,033	0,103		0,008		0,062	0,035
Walek $\varnothing$ 100 L 2,40 m	0,220	0,051	0,059	0,045	0,011		0,069	0,023
$\Sigma \eta_{ij}$	<b>0,759</b>	<b>0,668</b>	<b>2,487</b>	<b>0,045</b>	<b>0,284</b>	<b>0,204</b>	<b>1,06</b>	<b>0,574</b>
<b>Przyjęta licz. stan. rob.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

W firmie ORKAN operacje toczenia wzdłużnego i toczenia otworów są wykonywane na oddzielnych tokarkach. Stanowisko na którym wykonujemy toczenie otworów jest obciążone w niewielkim stopniu dlatego możemy na nie przenieść część obciążenia wynikającego z toczenia wzdłużnego. Tak więc po tych zabiegach stanowisko, na którym wykonywane jest toczenie otworów, po przebrojeniu, będzie służyło też do toczenia wzdłużnego.

Suma  $\eta_{ij}$  dla stanowiska toczenia otworów (T2) jest niewielka, dlatego po przeniesieniu pierwszego zadania produkcyjnego ze stanowiska toczenia wzdłużnego (T1), będzie można wyeliminować jedną tokarkę.

$$\Sigma \eta_{ij} (T1) = 2,487 - 0,617 = 1,87.$$

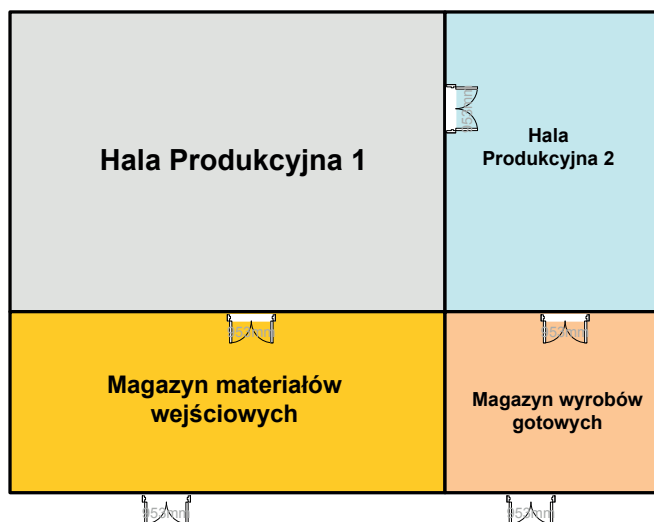
$$\Sigma \eta_{ij} (T2) = 0,023 + 0,045 + 0,617 = 0,685.$$

W ten sposób liczba tokarek zmniejszy się do 3.

### Ad 5.3. Rozmieszczenie stanowisk roboczych i sposób przemieszczania się materiału w hali produkcyjnej

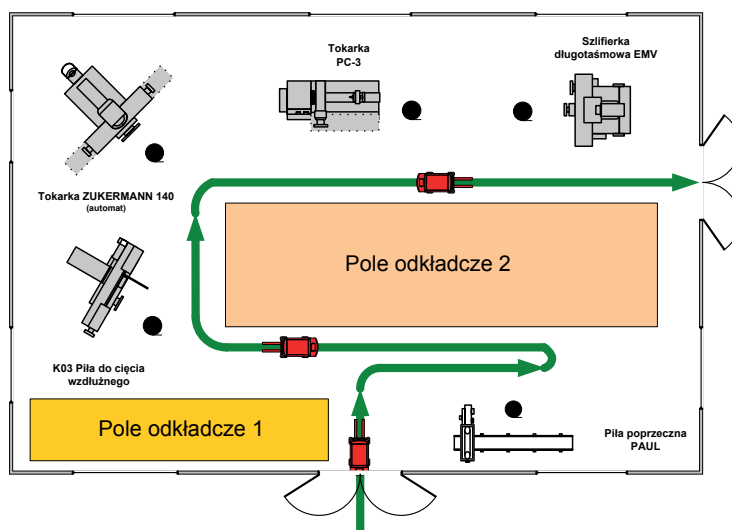
Firma ORKAN zajmuje powierzchnię 6817,5 m<sup>2</sup>, z czego każda z hal ma powierzchnię 1339 m<sup>2</sup>. Poniżej przedstawiono sposób zagospodarowania terenu należącego do tej firmy.

Firma ORKAN posiada na terenie swojego zakładu dwie hale produkcyjne (rysunek 5.7) ale tylko jedna z nich jest obecnie zagospodarowana. Ponadto firma posiada duży magazyn materiałów wejściowych i mniejszy magazyn wyrobów gotowych. W chwili obecnej firma prowadzi produkcję ogrodzeń drewnianych i elementów wyposażenia parków i zieleńców.



Rys. 5.7. Schemat zabudowy firmy ORKAN<sup>10</sup>

Na rysunku 5.8 przedstawiono dotychczasowy schemat rozmieszczenia stanowisk roboczych, wykorzystywanych do produkcji różnego rodzaju palików, okrągłaków oraz słupów wykorzystywanych do budowy ogrodzeń.



Rys. 5.8. Schemat rozmieszczenia stanowisk roboczych w hali nr 1 przed uruchomieniem produkcji i po uruchomieniu produkcji placu zabaw

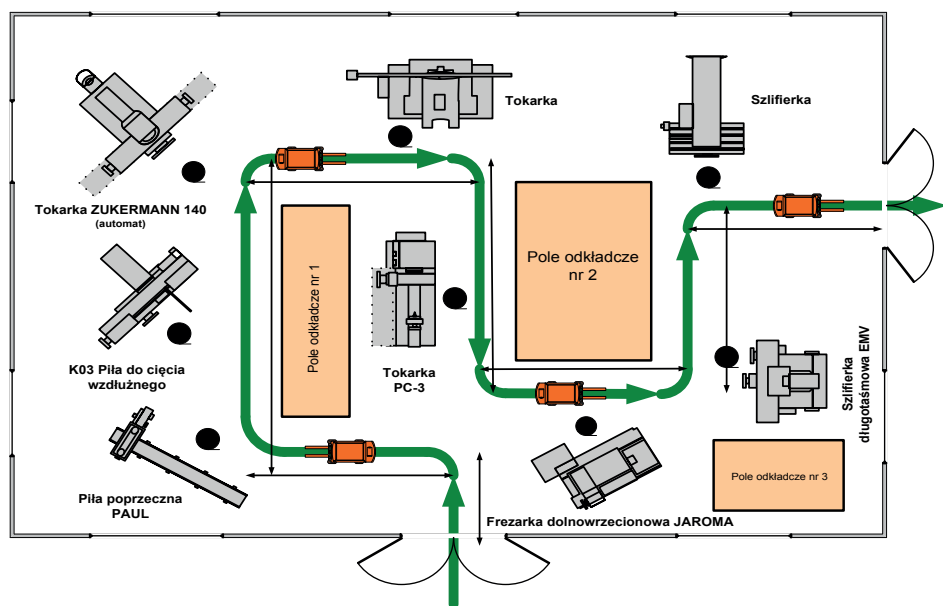
<sup>10</sup> Opracowanie własne.

Po otrzymaniu zlecenia produkcyjnego na wykonanie 600 szt. drewnianych placów zabaw dla dzieci konieczna jest przebudowa struktury produkcyjnej przedsiębiorstwa. Wymaga to zakupu nowych urządzeń produkcyjnych i przestawienia dotychczasowych w taki sposób żeby uzyskać jak najbardziej wydajny system produkcyjny.

Firma ORKAN posiada stare maszyny, które wykorzysta w procesie produkcji placu zabaw. Wielkość produkcji została określona na 600 sztuk wyrobu rocznie co jest niemożliwe do zrealizowania przy istniejącym parku maszynowym. Konieczny jest zakup nowej tokarki oraz szlifierki. Na potrzeby produkcji część stanowisk roboczych umieszczono w hali nr 2.

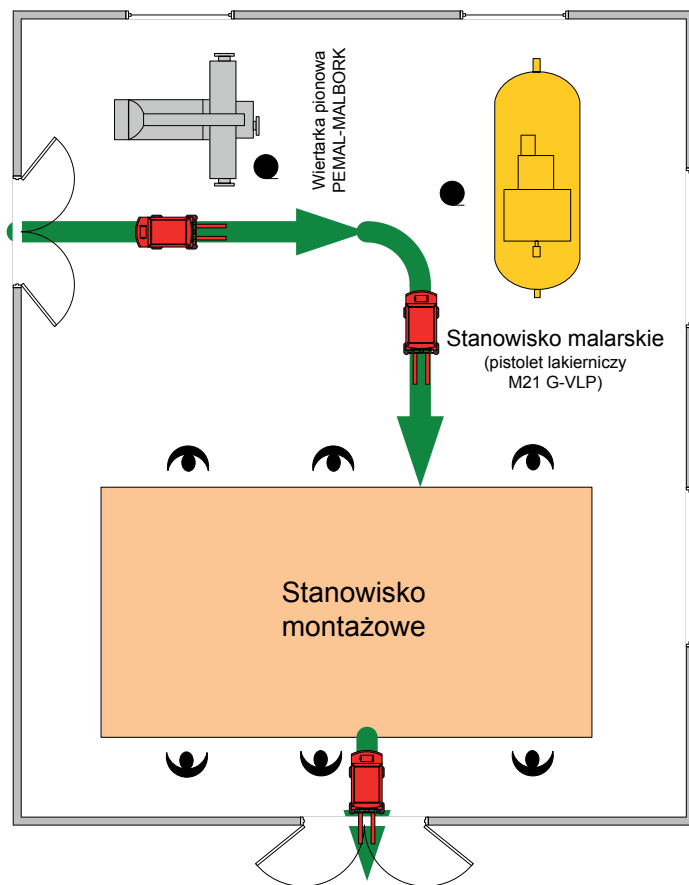
Schemat rozmieszczenia stanowisk, po zakupie nowych maszyn i zagospodarowaniu hali nr 2 przedstawiono na rysunkach 5.9 oraz 5.10.

Na rysunkach 5.9 i 5.10 strzałkami zaznaczono sposób przemieszczania się materiału. W hali nr 1 stanowiska robocze toczenia są wykorzystywane zamiennie w zależności od tego, które stanowisko jest obecnie wolne.



Rys. 5.9. Schemat rozmieszczenia stanowisk roboczych w hali nr 1<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Opracowanie własne.



Rys. 5.10. Schemat rozmieszczenia stanowisk roboczych w hali nr 2<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Opracowanie własne.

## Ćwiczenie 6

### DOBÓR ŚRODKÓW TRANSPORTU I POWIERZCHNI MAGAZYNOWEJ

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest wyznaczenie wymaganej liczby środków transportowych, ich rodzaju i potrzebnej powierzchni magazynowej.

#### 6. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia

##### 6.1. Obliczenie objętości drewna ( $V$ ) potrzebnego do wykonania jednej sztuki wyrobu

$$V = (\pi \times r^2 \times h) \times 1,8$$

$$V_N = V \times k$$

gdzie:

$V$  – objętość fizyczna drewna (równa normie materiałowej),

$r$  – promień wałka,

$h$  – wysokość wałka,

$1,8$  – współczynnik uwzględniający naddatki przed obróbką,

$k$  – krotność części rodzajowej.

$$V = N_m \text{ (wartość wyznaczona w punkcie 3.1.1).}$$



**Tabela 6.1.** Wyznaczenie ogólnej objętości drewna potrzebnej do wykonania jednej sztuki wyrobu

Lp.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Objętość (V) wałka [m <sup>3</sup> ]	Ilość [szt.]	Objętość (V <sub>N</sub> ) razem [m <sup>3</sup> ]
1					
2					
3					
4					
Razem					

## 6.2. Wyznaczenie ciężaru drewna potrzebnego do wykonania jednej sztuki wyrobu

Do wyznaczenia ciężaru drewna należy zastosować przelicznik objętość/ciężar dla poszczególnych gatunków drewna. np dla drewna sosnowego – m<sup>3</sup> = 650 [kg]. Przelicznik ten dostępny jest na stronie internetowej – drewno.pl.

## 6.3. Dobór rodzaju i liczby środków transportowych

Liczbę środków transportowych dobiera się na podstawie godzinowego przepływu produkcji przez wydział produkcyjny i dopuszczalnej ładowności wózka transportowego. Natomiast rodzaj środka transportowego uzależniony jest od specyfiki przewożonych materiałów.

### 6.3.1. Wyznaczenie godzinowego przepływu produkcji przez wydział produkcyjny

Biorąc za punkt wyjścia roczny program produkcyjny wyznaczamy kolejno miesięczny, dzienny i godzinowy przepływ produkcji.

- Ciężar produkcji rocznej ( $M_r$ ) wynikający z programu produkcyjnego.

$$M_r = M_w \times N_w$$

gdzie:

$M_w$  – ciężar drewna z którego wykonany jest jeden pląc zabaw,

$N_w$  – planowany roczny program produkcyjny.

- Ciężar produkcji miesięcznej ( $M_m$ )

$$M_m = M_r : 12$$

- Ciężar produkcji dziennej ( $M_d$ )

$$M_d = M_m : 21^*$$

\* liczba dni roboczych w miesiącu.

- Ciężar produkcji godzinowej ( $M_g$ )

$$M_g = M_d : 7^*$$

\* ilość efektywnych godzin pracy na jednej zmianie roboczej.

### 6.3.2. Wyznaczenie czasu objazdu jednego wózka na wydziale produkcyjnym

- **Droga objazdu**

Zakładając, że w analizowanej firmie wykorzystuje się tylko jeden rodzaj wózka transportowego i wózek ten służy zarówno do pobierania materiałów z magazynu wejściowego, obsługi stanowisk roboczych jak i transportu gotowych elementów do magazynu materiałów gotowych, drogę objazdu jednego wózka ( $l$ ) wyznacza się sumując wszystkie odcinki dróg jakie musi pokonać wózek (odcinki przeliczyć na metry uwzględniając skalę w jakiej została wykonana mapka).

$$l_{obj.} = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \dots + l_n$$

$$l_{obj.} = \sum_{i=1}^n l$$

- **Czas objazdu**

$$t_{obj.} = \frac{l}{v}$$

gdzie:

$t$  – czas,

$l$  – droga,

$v$  – prędkość wózka.

$$T = t_{obj.} + t_{zał.} + t_{wyt.}$$

gdzie:

$T$  – Łączny czas objazdu wózka,

$t_{obj.}$  – czas objazdu,

$t_{zał.}$  – czas załadunku wózka,

$t_{wyt.}$  – czas wyładunku wózka.

- **Liczba środków transportu**

Liczba środków transportu wynika z ilości kursów wózka wykonanych w ciągu jednej godziny i przypadającej na jeden kurs masy (ciężaru) przewożonych materiałów (zapasów produkcji w toku).

- **Rodzaj środków transportowych**

Na podstawie danych z Internetu zaproponować rodzaj środka transportowego spełniającego wymagania w stosunku do projektowanego wyrobu.

- **Podać podstawowe parametry techniczne wózka**

Parametry znamionowe, np:

- wymiary,
- ciężar wózka oraz nacisk kół na podłoże,
- nośność,
- udźwig,
- siła uciągu,
- wysokość podnoszenia,
- zdolność pokonywania wzniesień,
- promień zawracania.

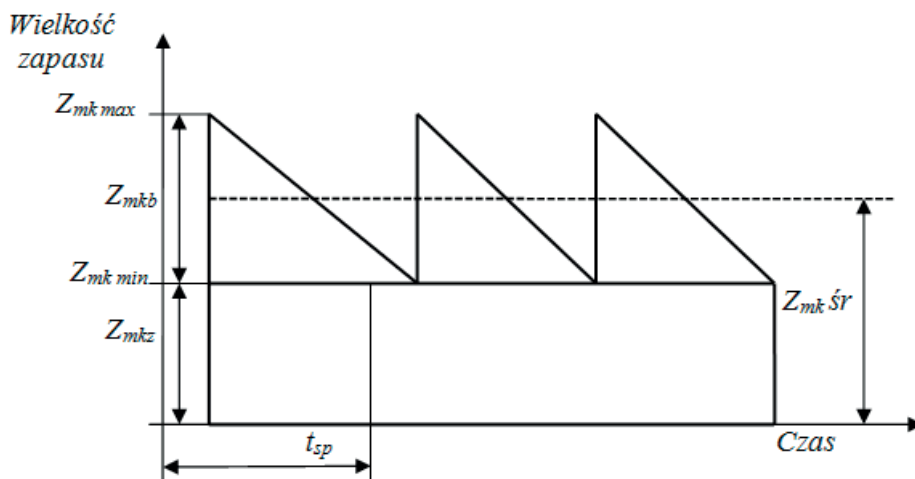
## 6.4. Wyznaczenie potrzebnej powierzchni magazynowej i miejsc składowania materiałów

### 6.4.1. Kształtowanie się wielkości zapasów magazynowych

W kształtowaniu się zapasów magazynowych należy przyjąć system produkcji rytmicznej, tj. codzienne pobieranie zapasów magazynowych zawsze w tej samej ilości. Graficzna interpretacja kształtowania się wielkości zapasów magazynowych przedstawiona jest na rysunku 6.1.

### 6.4.2. Wyznaczenie miejsc składowania materiałów

Na podstawie ogólnej objętości materiałów (surowców) określić ilość pakietów (palet, skrzyń) składowanych materiałów i ich rozmieszczenie.



Rys. 6.1. Schemat kształtowania się zapasów magazynowych

Zapasy magazynowe  $Z_{mk}$  dzielą się na:

- zapas bieżący –  $Z_{mkb}$ ,
- zapas zabezpieczający –  $Z_{mkz}$ ,
- zapas maksymalny –  $Z_{mk\ max}$ ,
- zapas minimalny –  $Z_{mk\ min}$ ,
- zapas średni –  $Z_{mk\ \acute{s}r}$ .

#### 6.4.3. Wyznaczenie powierzchni magazynowej

Przy wyznaczaniu ogólnej powierzchni magazynowej oprócz powierzchni zajmowanej przez pakiety (palety, skrzynie) dodatkowo uwzględnić:

- odległości regałów od ścian – 1 [m],
- odległość regałów od drogi transportowej – 1 [m],
- przerwy manewrowe pomiędzy składowanymi pakietami (paletami) – 1 [m],
- szerokość drogi transportowej np. – 1,5 [m].

#### 6.4.4. Grupowanie części pod kątem ich magazynowania

Dokonać pogrupowania części wchodzących w skład wytwarzanego wyrobu pod kątem rodzaju materiału. Jest to przydatne dla odpowiedniego sposobu składowania i magazynowania materiałów, np. drewno, metal, szkło, śruby, linki, łańcuchy, materiały sypkie, płynne itp.

**Tabela 6.2.** Części według rodzaju materiału

L.p.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Sposób składowania
1		drewno	regały
2			
3			
4		metal	pojemniki z tworzywa sztucznego
5			
6			
7		szkło	skrzynie drewniane
8			
9			

### 6.5. Dobór rodzaju regałów magazynowych

Na podstawie danych z Internetu, a w szczególności ofert handlowych producentów regałów magazynowych dobrać najbardziej odpowiedni rodzaj regału odpowiadający potrzebom sprowadzanych materiałów do produkcji wyrobu.

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

### Ad 6. Zagadnienia do opracowania

#### Ad 6.1. Obliczenie objętości drewna (V) potrzebnego do wykonania jednej sztuki wyrobu

**Tabela 6.1.** Wyznaczenie ogólnej objętości drewna potrzebnej do wykonania jednej sztuki wyrobu

Lp.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Objętość (V) wałka* [m <sup>3</sup> ]	Ilość w [szt.]	Objętość (V <sub>N</sub> ) razem [m <sup>3</sup> ]
1	wałek ø 50 L 1,14m	Drewno (S10 kopalniak)	0,004027	36	0,1449
2	wałek ø 100 L 2,75 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,038857	4	0,1554

Lp.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Objętość (V) wałka* [m³]	Ilość w [szt.]	Objętość (V <sub>N</sub> ) razem [m³]
3	wałek ø 40 L 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,002260	12	0,0271
4	wałek ø 40 L 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,002260	18	0,0406
5	wałek ø 50 L 1 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,003532	92	0,3249
6	Walek ø 100 L 1,60 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,022608	2	0,0452
7	Walek ø 100 L 0,55 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,007771	2	0,0155
8	Walek ø 50 L 1,30 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,004592	2	0,0091
9	Walek ø 100 L 2,10 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,029673	3	0,0890
10	Walek ø 100 L 2,30 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,032499	1	0,0325
11	Walek ø 50 L 1,80 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,006358	6	0,0381
12	Walek ø 100 L 2,40 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,033912	4	0,1356
13	Walek ø 100 L 1,6 m	Drewno (S10 kopalniak)	0,022608	2	0,0452
<b>Razem</b>					<b>1,1036</b>

\* kolumna 4 z tabeli 3.1.

#### Ad 6.2. Wyznaczenie ciężaru drewna potrzebnego do wykonania jednej sztuki wyrobu

Ciężar drewna ( $M_w$ ) z którego wykonany jest plac zabaw wynosi:  
(Zastosować przelicznik objętość/ciężar ( $k_{O/M}$ ) drewna, tj.  $\text{m}^3 = 650 \text{ [kg]}$ )

$$M_w = 1,1036 \text{ [m}^3\text{]} \times 650 \text{ [kg]} = 717,34 \text{ [kg]}.$$

### Ad 6.3. Dobór rodzaju i liczby środków transportowych

#### 6.3.1. Wyznaczenie godzinowego przepływu produkcji przez wydział produkcyjny

- Ciężar produkcji rocznej ( $M_r$ ) wynikający z programu produkcyjnego.

$$M_r = M_w \times N_w$$

$$M_r = 717,34 \times 600 = 430404 \text{ [kg]}.$$

- Ciężar produkcji miesięcznej ( $M_m$ )

$$M_m = M_r : 12$$

$$M_m = 430404 : 12 = 35867 \text{ [kg]}.$$

- Ciężar produkcji dziennej ( $M_d$ )

$$M_d = M_m : 21$$

$$M_d = 35867 : 21 = 1707,95 \text{ [kg]}.$$

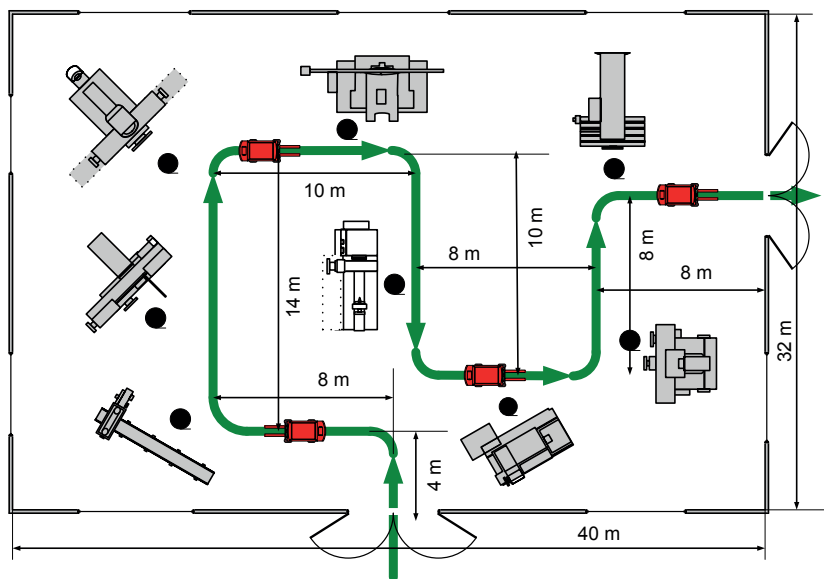
- Ciężar produkcji godzinowej ( $M_g$ )

$$M_g = M_d : 7$$

$$M_g = 1707,95 : 7 = 243,99 \sim 245 \text{ [kg]}.$$

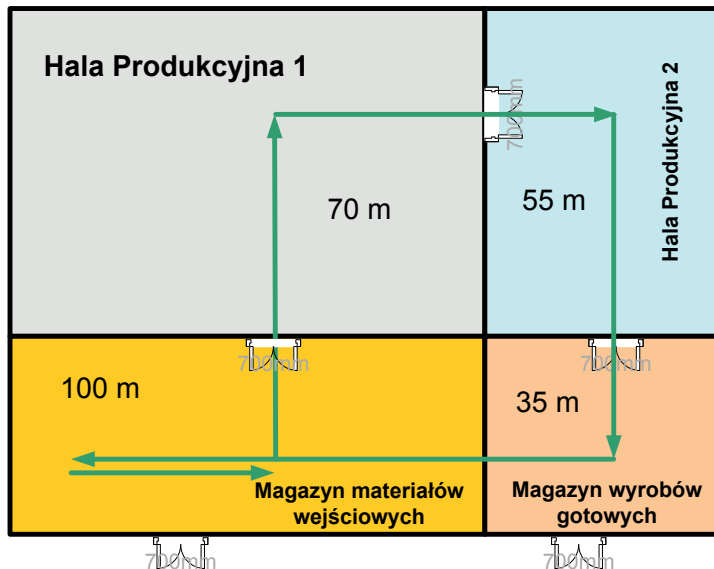
#### 6.3.2. Wyznaczenie czasu objazdu jednego wózka na wydziale produkcyjnym

- Droga objazdu i jej długość



Rys. 6.2. Długość drogi transportowej hali produkcyjnej (HP)

$$l_{obj.HP} = 4+8+14+10+10+8+8+8 = 70 \text{ [m]}.$$



Rys. 6.3. Łączna długość drogi transportowej (DT)

$$l_{obj.DT} = 70+55+35+100 = 220 \text{ [m]}.$$

- Czas objazdu**

$$t_{obj.} = \frac{l}{v}$$

$$t_{obj.} = \frac{0,260}{4} = 0,065 \text{ [godz]}$$

$$0,065 \text{ [godz]} = 3,9 \sim 4 \text{ [min]}$$

$$T = t_{obj.} + t_{zat.} + t_{wyt.}$$

$$T = 4 + 10 + 6 = 20 \text{ [min]}.$$

- Liczba środków transportu**

Z powyższego wynika, że w ciągu jednej godziny wózek jest w stanie wykonać 3 kursy.

$$60 : 20 = 3$$

$$245 : 3 = 113,3 \sim 114 \text{ [kg]}.$$



Współczynnik nierównomierności wykorzystania środków transportu zakładamy na poziomie – 1,35.

Ładowność wózka musi być nie mniejsza niż  $1,35 \times 81,66 = 110,25 \sim 120$  kg, w obliczeń wynika, że udźwig wózka nie może być mniejszy niż 120 kg.

Po doborze środka transportowego należy sprawdzić udźwig i ładowność objętościową wózka.

- **Rodzaj środków transportowych**

Na podstawie danych z Internetu zaproponowano następujące rodzaje wózków transportowych spełniających wymagania w stosunku do projektowanego wyrobu.



Rys. 6.4. Przykładowe wózki widłowe o mniejszym udźwigu o napędzie ręcznym lub elektrycznym



Rys. 6.5. Przykładowe wózki widłowe o napędzie elektrycznym lub gazowym

- **Podać podstawowe parametry techniczne wózka**

Przykładowe parametry wózka:

- napęd – LPG,
- wymiary –  $3290 \times 1070 \times 1995$  [mm],
- wysokość podnoszenia – 3000 [mm],
- ciężar wózka oraz nacisk kół na podłoże – 2490 [kg],  $1040 \times 1410$  [kg],
- udźwig – 1,5 tony,
- zdolność pokonywania wzniesień – 600 [mm],
- promień zawracania – 3 [m].

–

#### Ad 6.4. Wyznaczenie potrzebnej powierzchni magazynowej

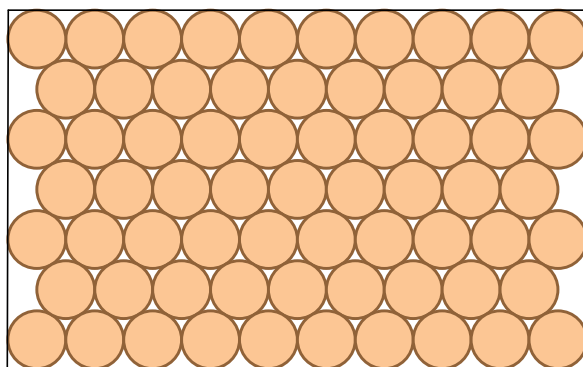
Zastosować przelicznik  $1707,95 \text{ kg} : 650 \text{ kg} = 2,63 \text{ [m}^3\text{]}$ , zatem dzienne zapotrzebowanie wynosi  $2,63 \text{ [m}^3\text{]}$  drewna.

##### 6.4.1. Uwzględnienie przestrzenności w składowaniu drewna

Magazynowanie surowca w postaci drewna surowego wymaga uwzględnienia tzw. objętości przestrzennej, tj. (obliczeniowa objętość drewna nie jest równa objętości przestrzennej). Obrazuje to rys. 6.5. Należy zatem objętość obliczeniową powiększyć o (20 - 40)% w zależności od jakości sprowadzanego do przedsiębiorstwa drewna oraz ich średnicy.

Dla analizowanego przykładu wprowadzam przelicznik – 36%, czyli

$$2,63 \times 1,36 = 3,57 \text{ [m}^3\text{]}.$$



Rys. 6.6. Sposób układania wałków drewnianych w paletach

#### 6.4.2. Kształtowanie się wielkości zapasów magazynowych

Na podstawie rysunku 6.1. poszczególne kategorie zapasów kształtują się w sposób następujący:

Dane:

- Dienne zapotrzebowanie –  $3,57 \text{ [m}^3\text{]}$ ,
- Średni cykl dostaw – 5 dni,
- Odchylenie od średniego cyklu dostaw – 3 dni.

Wyznaczone kategorie zapasów magazynowych:

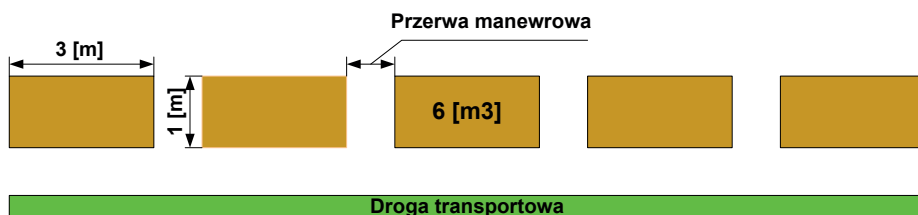
- zapas zabezpieczający (awaryjny)  $Z_{mkz} = 3 \times 3,57 = 10,71 \text{ [m}^3\text{]}$ ,
- zapas bieżący  $Z_{mkb} = 5 \times 3,57 = 17,85 \text{ [m}^3\text{]}$ ,
- zapas maksymalny  $Z_{mkmax} = Z_{mkz} + Z_{mkb} = 10,71 + 17,85 = 28,56 \text{ [m}^3\text{]}$ ,
- zapas średni  $Z_{mk\text{ }sr} = (Z_{mkz} + Z_{mkb}) / 2 = (10,71 + 17,85) / 2 = 19,63 \text{ [m}^3\text{]}$ .

Największa ilość drewna znajdująca się w magazynie wynika z zapasu maksymalnego, który wynosi –  $28,56 \sim 30 \text{ [m}^3\text{]}$ . Sektor magazynu dotyczący składowania drewna trzeba zaprojektować na pojemność  $30 \text{ [m}^3\text{]}$ . tj.  $30 \times 650 = 19500 \text{ kg} \sim 20$  ton drewna.

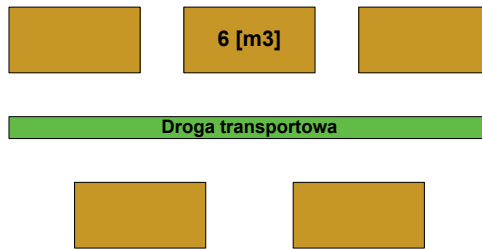
#### 6.4.3. Wyznaczenie miejsc składowania materiałów

Zakładając, że drewno do magazynu sprowadzane będzie w postaci 3-metrowych okrągłaków i maksymalna wysokość składowania wynosić będzie 2 m (maksymalny wysięg wózka widłowego), drewno można składować w jednym z następujących wariantów:

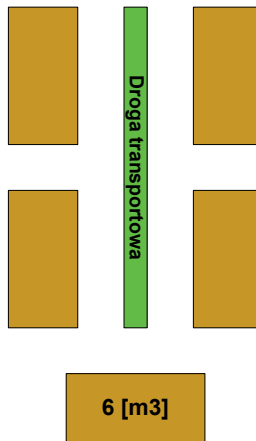
- a) w jednym rzędzie jak na rysunku 6.7,
- b) w dwóch rzędach niesymetrycznie jak na rysunku 6.8,
- c) w dwóch rzędach symetrycznie jak na rysunku 6.9.



Rys. 6.7. Pięć pakietów po  $6 \text{ [m}^3\text{]}$  w jednym rzędzie



**Rys. 6.8.** *Niesymetrycznie w dwóch rzędach*



**Rys. 6.9.** *Symetrycznie w dwóch rzędach*

#### 6.4.4. Wyznaczenie powierzchni magazynowej

Uwzględniając dodatkowe odległości regałów od ścian i drogi transportowej, a także szerokość drogi transportowej, powierzchnia składowania drewna wynosi:

- dla rysunku 6.7 –  $21 \times 5,5 = 115,5 \text{ [m}^2\text{]}$ ,
- dla rysunku 6.8 –  $13 \times 7,5 = 97,5 \text{ [m}^2\text{]}$ ,
- dla rysunku 6.9 –  $11 \times 7,5 = 82,5 \text{ [m}^2\text{]}$ .

Z powyższego wynika, że ustawienie regałów tak jak na rysunku 6.9 zajmuje najmniejszą powierzchnię i mogłoby być wykorzystane do budowy magazynu w przypadku ograniczonej powierzchni. Jednak ma ono jedną wadę, tj. droga transportowa z jednej strony jest „ślepa”, dlatego lepszym rozwiązaniem jest wybór ustawienia tak jak na rysunku 6.8.

#### 6.4.5. Grupowanie części pod kątem ich magazynowania

**Tabela 6.2.** Części według rodzaju materiału

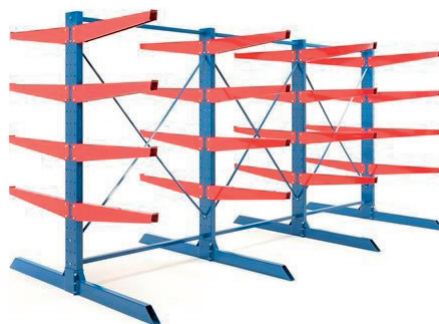
L.p.	Wykaz części	Rodzaj materiału	Sposób składowania
1	wałek ø 50 L 1,14 m	Drewno	Regały metalowe
2	wałek ø 100 L 2,75 m		
3	wałek ø 40 L 1 m		
6	wałek ø 40 L 1 m		
4	wałek ø 50 L 1 m		
5	wałek ø 100 L 1,60 m		
13	wałek ø 100 L 1,60 m		
7	Wałek ø 100 L 0,55 m		
8	Wałek ø 50 L 1,30 m		
9	Wałek ø 100 L 2,10 m		
10	Wałek ø 100 L 2,30 m		
11	Wałek ø 50 L 1,80 m		
12	Wałek ø 100 L 2,40 m		
13	Śruby d 10 L 220	Metal	Pojemniki kolorowe z tworzywa sztucznego
14	Śruby d 10 L 150		
15	Wkręty		
16	Nakrętka		

#### Ad 6.5. Dobór rodzaju regałów magazynowych

Na podstawie danych z Internetu zaproponowano następujące rodzaje regałów spełniających wymagania w stosunku do składowanego drewna.



**Rys. 6.10.** Przykładowe kształty regałów wspornikowych do składowania drewna, tzw. okrągłaków i desek



**Rys. 6.11.** Przykładowy kształt regałów wspornikowych do składowania drewna (belek lub desek)



**Rys. 6.12.** Przykładowy kształt regałów wspornikowych do składowania wyrobów metalowych (rur stalowych, kątowników, narożników, płaskowników, itp.)





**Rys. 6.13.** Przykładowy kształt regałów wspornikowych do składowania desek lub płyt



**Rys. 6.14.** Przykładowy kształt regałów pojemnikowych do składowania materiałów obcych, tj. wkrętów, śrub, kształtek, łańcuchów, kątowników itp.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> W rysunkach 6.4, 6.5 i 6.10–6.14 wykorzystano mat. reklamowe – dostępne w Internecie.

## Ćwiczenie 7

### OCENA EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ URUCHOMIENIA PRODUKCJI PLACÓW ZABAW

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest przeprowadzenie oceny efektywności ekonomicznej proponowanego przedsięwzięcia.

#### 7. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia

##### 7.1. Wprowadzenie pojęcia efektywności ekonomicznej i stopy zysku

Wskaźnik efektywności ekonomicznej

$$E = \frac{\text{Efekt}}{\text{Nakład}}$$

W ocenie efektywności ekonomicznej nowych innowacji wykorzystać należy następujące formuły:

- uproszczoną,
- rozwiniętą.

Formułę uproszczoną stosować należy w ocenie efektywności ekonomicznej nowych innowacji w ramach prac wstępnych, poprzedzających opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych.

##### Uproszczona formuła<sup>14</sup>

$$E = \frac{P_s - K_c - O_d}{J \times (r + s) + B \times r}$$

gdzie:

$E$  – wskaźnik ekonomicznej efektywności inwestycji,

---

<sup>14</sup> Witold Kurek, *Metody oceny rzeczowych przedsięwzięć inwestycyjnych*, Wyd. Uniw. Rzesz. Rzeszów 2006, s. 36.



- $P$  – przewidywana docelowa wartość rocznej produkcji i usług, pomniejszona o podatki (VAT, akcyzowy) (w zł),
- $K$  – przewidywany docelowy koszt bieżący produkcji ( $P$ ), rozumiany jako całkowity koszt własny produkcji (wraz z podatkami od nieruchomości i innymi podatkami obciążającymi koszty własne produkcji), pomniejszony o amortyzację i odsetki od bankowych kredytów inwestycyjnych oraz finansujących środki obrotowe (w zł),
- $O_d$  – przewidywane docelowe podatki (dochodowy, tzw. dywidenda itp.) realizowane z zysku na rzecz budżetu (w zł),
- $s$  – średnia stawka amortyzacyjna (w %),
- $B$  – nakłady docelowe na tworzenie zapasu środków obrotowych, przyjmowane w wysokości przewidywanego zapasu środków obrotowych w okresie po osiągnięciu docelowej zdolności produkcyjnej (w zł).
- $J$  – wartość nakładów inwestycyjnych z uwzględnieniem ich zamrożenia (w zł), obliczana według wzoru:

$$J = I \times z$$

przy czym

$$z = 1 + \frac{b \times r}{2}$$

wobec tego

$$J = I \times \left( 1 + \frac{b \times r}{2} \right)$$

gdzie:

$I$  – nominalny nakład inwestycyjny (w zł),

$z$  – współczynnik zamrożenia,

$b$  – okres realizacji inwestycji (w latach),

$r$  – stopa procentowa (dyskontowa) (w %).

Wyrazy formuły  $[J (r + s)]$ , czyli wartość nakładów inwestycyjnych wraz ze skutkami zamrożenia pomnożona przez średnią stawkę amortyzacyjną i stopę dyskontową, określają stosunkową część nakładów inwestycyjnych przypadających na jeden rok okresu obliczeniowego.

Minimalny wymóg efektywności jest spełniony wówczas, gdy:

$$E \geq 1$$

Spośród efektywnych wariantów do realizacji wybiera się ten, który charakteryzuje się najwyższym poziomem wskaźnika  $E$ .

W ocenie efektywności ekonomicznej inwestycji można wykorzystać dodatkowo **stopę zysku**.

### Stopa zysku

$$E_z = \frac{P_s - K_c - O_d}{I + B} \times 100$$

**Formułę rozwiniętą** stosować należy w ocenie efektywności ekonomicznej nowych inwestycji wówczas, gdy osiągnięto odpowiedni zakres szczegółowości informacji, co zwykle występuje na etapie przygotowania **założeń techniczno-ekonomicznych** projektu.

### Rozwinięta formuła

$$E = \frac{\sum_{t=1}^m a_t \times (P_{st} - K_{ct} - O_{dt})}{\sum_{t=0}^m a_t \times N_t}$$

gdzie:

$m$  – okres obliczeniowy w latach, odpowiadający  $b + n$ , gdzie  $n = \frac{1}{s}$  ( $s$  – średnia stawka amortyzacyjna),

$t = 0, 1, 2, \dots, m$  – kolejny rok okresu obliczeniowego,

$a_t$  – współczynnik dyskontujący dla roku  $t$ ,

$P_{st}$  – wartość produkcji, pomniejszona o podatki (VAT, i akcyzowy itp.), w kolejnym roku okresu obliczeniowego (w zł),

$K_{ct}$  – koszt bieżący produkcji ( $P$ ), w kolejnym roku okresu obliczeniowego, rozumiany jako całkowity koszt własny produkcji (wraz z podatkami od nieruchomości i innymi podatkami obciążającymi koszt własny produkcji), pomniejszony o amortyzację i odsetki od bankowych kredytów inwestycyjnych oraz finansujących środki obrotowe (w zł),

$O_{dt}$  – podatki (dochodowy, tzw. dywidenda itp.) w kolejnym roku okresu obliczeniowego, realizowane z zysku na rzecz budżetu (w zł),

$N_t$  – wartość nakładów kapitałowych (bez skutków zamrożenia) w kolejnym roku okresu obliczeniowego, stanowiących sumę nominalnych nakładów inwestycyjnych ( $I_t$ ) i nakładów na tworzenie zapasu środków obrotowych ( $B_t$ ) (w zł).

Minimalny wymóg efektywności jest spełniony, gdy  $E > 1$ . Spośród efektywnych wariantów do realizacji przyjmuje się ten, który charakteryzuje się najwyższym poziomem wskaźnika efektywności  $E$ .

## 7.2. Sprawdzenie czy kredyt zwraca się przy realizacji danego projektu<sup>15</sup>

$$\sum_{t=1}^d a_t \times (P_{st} - K_{ct} - O_{dt}) - \sum_{t=1}^e a_t \times (R_t^k + F_t^k) \geq 0$$

gdzie:

$R_t^k$  – raty kredytu krajowego przypadające, zgodnie z umową, na rok  $t$  (w zł),

$F_t^k$  – odsetki od kredytu krajowego przypadające, zgodnie z umową, na rok  $t$  (w zł),

$e$  – okres spłaty kredytu według umowy kredytowej (w latach), z tym że za rok wyjściowy przyjmuje się rok uruchomienia kredytu krajowego (zaliczki),

$d$  – graniczny okres spłaty kredytu krajowego (w latach), który przyjmuje się jako równy okresowi spłaty, przewidzianemu umową z kredytodawcą krajowym ( $e$ ), jeżeli bank kredytujący nie określił inaczej tego terminu,

$a_t$  – współczynnik dyskontujący dla roku  $t$ , obliczany według wzoru (2 lub 3).

Pozostałe oznaczenia jak poprzednio, z tym że  $P_t$ ,  $K_t$  i  $O_t$  ujmowane są w rachunku z okresu  $d$ , a nie z okresu  $m$ .

## 7.3. Opis finansowania przedsięwzięcia produkcyjnego

W tej części przedstawiono sposób finansowania firmy ORKAN, tj. jaka ilość środków pieniężnych będzie nam potrzebna w kolejnych latach realizacji przedsięwzięcia oraz skąd zamierzamy je pozyskać.

Jak wynika z wcześniejszych obliczeń, zawartych w ćw. 3 i 5 do zrealizowania rocznego planu produkcji niezbędny jest zakup tokarki oraz wysokowydajnej szlifierki. Szacowany koszt zakupu tych maszyn, ich zaprogramowanie i przeszkolenie pracowników wynosi ok. 65 tys. zł. 50 tys. zł wynoszą koszty technicznego przygotowania produkcji. Pozostałe koszty stanowią nakłady na reorganizację dotychczasowej struktury produkcyjnej do nowych potrzeb oraz nakłady na utworzenie środków obrotowych.

<sup>15</sup> Tamże ... str. 39.

Część potrzebnych środków finansowych firma pokryje z własnych oszczędności, które zgromadziła podczas swojej dotychczasowej działalności, tj. 95 tys. zł., a pozostałe koszty firma ma zamiar sfinansować z zaciągniętego kredytu inwestycyjnego w wysokości 120 tys. zł. Założono, że oprocentowanie kredytu będzie wynosić 14%.

Z uwagi na długoletnią i stabilną pozycję firmy na rynku nie powinno być problemu z uzyskaniem kredytu inwestycyjnego. Środki na utworzenie majątku obrotowego wyliczono w następujący sposób. Założono, że produkty przedsiębiorstwa będą sprzedawane na bieżąco, a nakłady na odtwarzanie majątku obrotowego w kolejnych latach będą finansowane z bieżącego zysku. Jednak na potrzeby uruchomienia produkcji firma zamierza utworzyć środki obrotowe na poziomie 100 sztuk wyrobu, tj.  $(375,25 + 490,7) \times 100 = 86595$  zł.

Założono również, że kredyt zostanie udostępniony przedsiębiorstwu w trzech kolejnych latach po uruchomieniu produkcji w równych ratach wynoszących po 40 tys. zł.

Kredyt będzie stanowił 56% środków finansowych przeznaczonych na uruchomienie nowej produkcji.

#### 7.4. Prognoza rachunku przepływów pieniężnych

##### Współczynnik dyskontujący dla roku $t$ – $a_t$

$$a_t = 1 / (1 + r)^t$$

$r$  – stopa dyskontowa,

$t$  – liczba lat.

##### Przychody ze sprzedaży – $P_s$

$$P_s = W_p \times c$$

$W_p$  – wielkość produkcji w danym roku,

$c$  – cena produktu.

##### Koszty całkowite – $K_c$

$$K_c = K_s + K_{zj} \times W_p$$

$K_s$  – koszty stałe

$K_{zj}$  – jednostkowy koszt zmienny,

**Zysk brutto –  $Z_b$** 

$$Z_b = P_s - K_c$$

**Podatek dochodowy –  $O_d$** 

$$O_d = Z_b \times 0,19$$

$Z_b$  – zysk brutto.

**Zysk netto –  $Z_n$** 

$$Z_n = Z_b - O_d$$

$Z_b$  – zysk brutto,

$O_d$  – podatek dochodowy.

**Wpływy w roku ( $t$ ) –  $D_t$** 

$$D_t = P_{st} + A_{mt} + W_{lm}$$

$P_s$  – przychody ze sprzedaży w danym roku,

$A_m$  – amortyzacja,

$W_{lm}$  – wartość likwidacyjna majątku obrotowego w ostatnim roku.

**Wydatki w roku ( $t$ ) –  $W_t$** 

$$W_t = N_t + K_{ct} + O_{dt} + B$$

$N_t$  – nakłady,

$K_c$  – koszty całkowite,

$O_{dt}$  – podatek dochodowy,

$B$  – wydatki na utworzenie majątku obrotowego.

Jeśli  $B$  i  $W_{lm}$  uwzględnimy w rocznych nakładach inwestycyjnych raz ze znakiem (-), a później (+), to:

**Roczny przepływ pieniężny –  $CF_t$** 

$$CF_t = D_t - W_t = Z_{nt} + A_{mt} - N_t$$

$Z_{nt}$  – zysk netto,

$A_{mt}$  – amortyzacja,

$N_t$  – nakłady inwestycyjne.

**Skumulowane przepływy pieniężne –  $\Sigma CF_t$** 

$$\Sigma CF_t = CF_{t1} + CF_{t2} + \dots + CF_{tn}$$

**Przepływ pieniężny netto –  $NCF_t$**

$$NCF_t = a_t \times CF_t$$

**Skumulowane przepływy pieniężne netto –  $\sum NCF_t$**

$$\sum NCF_t = a_{t1} \times NCF_{t1} + a_{t2} \times NCF_{t2} + \dots + a_{tn} \times NCF_{tn}$$

$NCF_{t1}$  – przepływy pieniężne netto w roku  $t$ ,

$NCF_{tn}$  – przepływy pieniężne netto w roku  $t = n$ .

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

Ad 7.1. Wskaźnik efektywności ekonomicznej

**Uproszczona formuła**

ponieważ,  $b = 0$ , to:

$$J = I$$

$$E = \frac{2460 - 1613,5 - 160,8}{298,6 \times (0,12 + 0,10) + 86,6 \times 0,12} = \frac{685,7}{76} \approx 9$$

Z obliczeń wynika, że współczynnik efektywności ekonomicznej jest stosunkowo wysoki ( $E=9$ ). Wynika to prawdopodobnie ze zbyt dużej ceny jednostkowej placu zabaw przyjętej w ćwiczeniu 4. Duża wartość wskaźnika efektywności ekonomicznej z jednej strony zmniejsza ryzyko uruchomienia produkcji, jednak przyjęta zbyt duża cena wyrobu może narazić przedsiębiorstwo na kłopoty ze sprzedażą swoich wyrobów.  $E$  wyznaczono dla trzeciego roku działalności przedsiębiorstwa, tj. dla roku w którym kończy się okres spłaty kredytu wraz z odsetkami.

**Rozwinięta formuła**

Wskaźnik efektywności ekonomicznej według formuły rozwiniętej został obliczony na podstawie tabeli 7.1. wiersz 23 i 7.

$$E = \frac{1642,8}{297,1} = 5,5$$

**Ad 7.2. Sprawdzenie czy kredyt zwraca się przy realizacji danego projektu**

$$(0,893 \times 200,2 + 0,797 \times 524 + 0,711 \times 685,7) - (0,893 \times 56,8 + 0,797 \times 51,2 + 0,711 \times 45,6) = (178,7 + 417,6 + 487,5) - (50,7 + 40,8 + 32,4) = 1083,8 - 123,9 = 959,9 \text{ [tys. zł.]}$$

Z dużym zapasem przedsiębiorstwo jest w stanie spłacić swoje zobowiązania wobec banku, a ściślej biorąc przedsiębiorstwo jest w stanie spłacić kredyt zyskiem netto osiągniętym już po pierwszym roku. Wszystkie poniesione nakłady na uruchomienie produkcji zwracają się firmie po drugim roku produkcji placów zabaw (wiersz 23, tab. 7.1).

# Ad 7.4. Prognoza rachunku przepływów pieniężnych

Tabela 7.1. Rachunek przepływów pieniężnych w kolejnych latach w tys. zł, dla założonej ceny produktu na poziomie 4,1 tys. zł.

	Kolejne lata						
	0	1	2	3	4	5	Razem
1 Koszty tech. prz. produkcyj. (tab. 3.10)	50						50
2 Nakłady inwestycyjne z własnych źródeł	95						95
3 Obsługa kredytu inwestycyjnego		40	40	40			120
4 Odsetki od kredytu		16,8	11,2	5,6			33,6
5 Majątek obrotowy (tab. 3.1 i 3.2)		86,6				-86,6	0
6 Razem nakłady kapitałowe	145	143,4	51,2	45,6		-86,6	298,6
7 Zdyskontowane nakłady kapitałowe	145	128	40,8	32,4		-49,1	297,1
8 Wielkość produkcji		300	500	600	600	600	
9 Cena jednostkowa produktu (c.w. 4)		4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
10 Przychody		1230	2050	2460	2460	2460	10660
11 Koszty stałe (tab. 4.1)		352	352	352	352	352	1760
12 Koszty zmienne (tab. 4.2)		630,7	1051,2	1261,5	1261,5	1261,5	5466,4
13 Amortyzacja (tab. 3.3)		8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	44
14 Zysk brutto		247,3	646,8	846,5	846,5	846,5	3433,3
15 Podatek dochodowy		46,9	122,8	160,8	160,8	160,8	652,1
15 Zysk netto		200,2	524	685,7	685,7	685,7	2781,5
17 Wpływy – $D_t$		1238,8	2058,8	2468,8	2468,8	2468,8	10725,8
18 Wydatki – $W_t$ (ze znakiem minus)	-145	-1173	-1577,2	-1819,9	-1774,4	-1774,4	-8177,1
19 Przepływy pieniężne ( $CF_t$ )	-145	-65,8	481,6	648,9	694,5	781,1	2526,9
20 Skumulowane przepływy pieniężne $\sum(CF_t)$	-145	-1129,3	-647,8	1	695,5	1433,3	
21 Współczynnik dyskontujący ( $at$ )	1	0,893	0,797	0,711	0,635	0,567	
22 Przepływy pieniężne netto ( $NCF_t$ )	-145	58,7	383,8	461,3	441	442	1642,8
23 Skumulow. przepływy pieniężne netto $\sum(NCF_t)$	-145	-86,2	297,6	758,9	1199,9	1642,8	



## Ćwiczenie 8

### PLANOWANIE PRZYGOTOWANIA PRODUKCJI METODĄ CPM

**Cel ćwiczenia:** celem ćwiczenia jest opracowanie planu realizacji przygotowania produkcji placu zabaw przez firmę ORKAN.

#### Wprowadzenie teoretyczne do metody CPM

CPM – Metoda ścieżki krytycznej (*Critical Path Method*), jest odmianą metody PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) i dotyczy ona analizy sieci powiązań działań przedsięwzięcia z punktu widzenia czasów ich trwania, a ściślej mówiąc terminów ich rozpoczęcia i zakończenia. Metoda CPM w odróżnieniu od metody PERT dotyczy danych deterministycznych.

Sieć CPM zbudowana jest w oparciu o grafy. Zbiór grafów tworzy sieć grafów, która przedstawia czynności i zdarzenia. Zdarzenia są wierzchołkami grafów, a czynności łukami grafów.

**Zdarzenie** – jest to wystąpienie pewnego wyraźnie zdefiniowanego stanu.

**Czynność** – jest to określone zadanie, którego realizacja wymaga czasu i które musi być wykonane pomiędzy dwoma zdarzeniami.

Czynności mogą być:

- **rzeczywiste**,
- **pozorne** – o czasie trwania równym zero.

**Zdarzenie początkowe** – projektu to zdarzenie na którym nie kończy się żadna czynność.

**Zdarzenie końcowe** – projektu to zdarzenie, od którego nie zaczyna się żadna czynność.

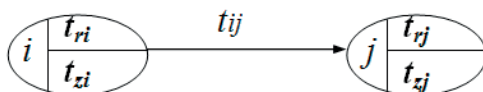
**Ścieżka krytyczna** – jest to ciąg czynności, które łączą zdarzenia o kluczowym znaczeniu w celu dotrzymania założonego terminu realizacji projektu.

Synonimami nazwy sieć grafów są:

- wykres sieciowy,
- sieć zależności,
- po prostu sieć.

W technice CPM szukamy:

- terminów rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych czynności, a także całego przedsięwzięcia,
- układu powiązań pomiędzy poszczególnymi czynnościami,
- kolejności poszczególnych zdarzeń.



$i$  – zdarzenie poprzednie,

$j$  – zdarzenie następne,

$t_{ri}$  – najwcześniejszy termin rozpoczęcia prac,

$t_{zi}$  – najwcześniejszy termin zakończenia prac,

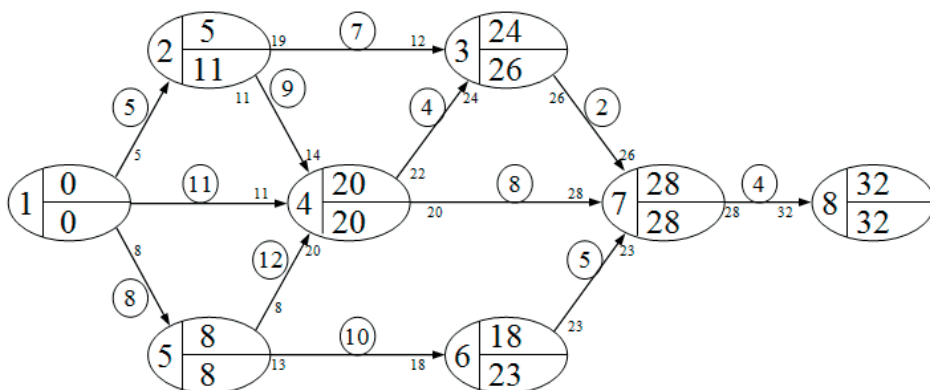
$t_{rj}$  – najpóźniejszy termin rozpoczęcia prac,

$t_{zj}$  – najpóźniejszy termin zakończenia prac,

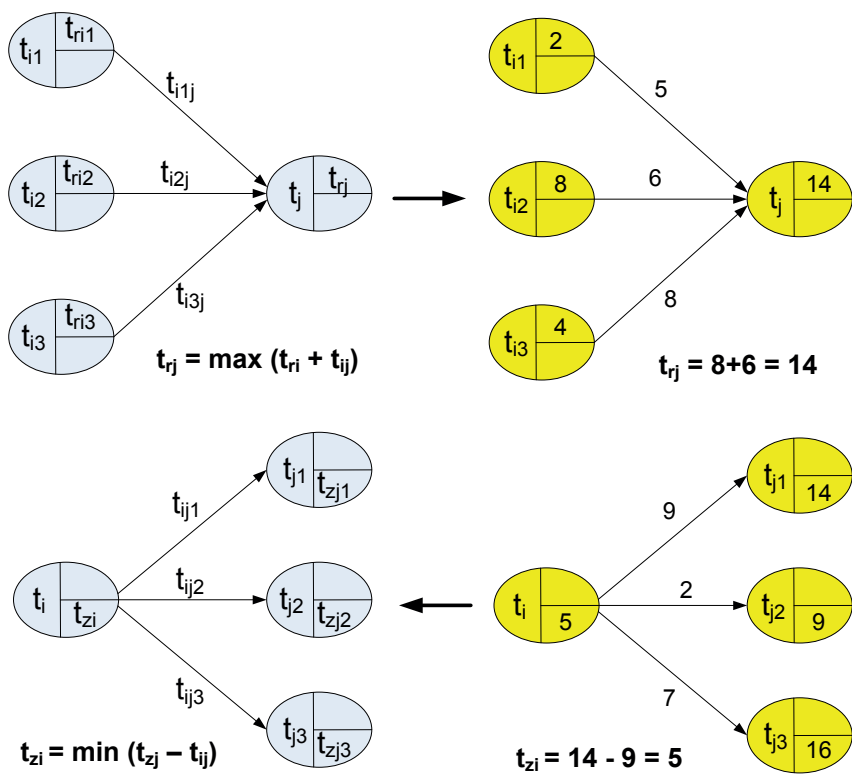
$t_{ij}$  – określona czynność.

**Rys. 8.1.** Opis czynności i zdarzeń w metodzie CPM

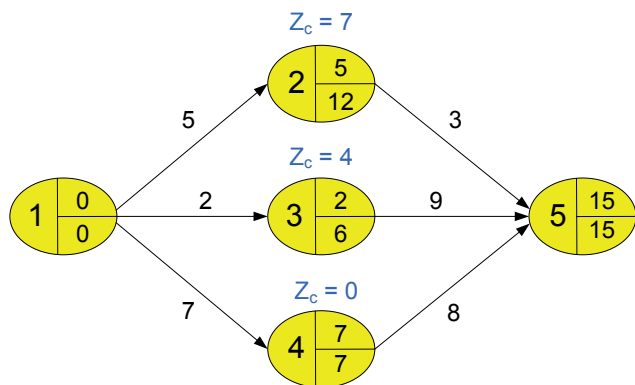
Przykłady obliczania terminów najwcześniejszych rozpoczęcia prac, najpóźniejszych i zapasu czasu. Czasy rozpoczęcia prac wyznaczany analizując sieć od lewej strony do prawej, a czasy zakończenia prac odwrotnie, tj. od prawej do lewej.



**Rys. 8.2.** Przykład liczbowy sieci powiązań określonego przedsięwzięcia



Rys. 8.3. Sposób wyznaczania terminów rozpoczęcia i zakończenia określonych czynności



Rys. 8.4. Sposób wyznaczania zapasu całkowitego dla określonego układu czynności

Zapasy całkowite

$$Z_c = t_{zj} - (t_{ri} + t_{ij})$$

Badania prowadzone nad strukturami przebiegu czynności dowodzą następujących prawidłowości:

- To samo przedsięwzięcie może być opisane przy pomocy różnych struktur sieciowych, co prowadzi do różnych metod i algorytmów planowania przedsięwzięcia.
- Wykorzystując tę samą strukturę sieci zależności można w różny sposób opisać dane przedsięwzięcie.
- Nie ma jednoznacznie sprecyzowanej hierarchii kryteriów wyboru struktury sieciowej w celu odwzorowania przedsięwzięcia przygotowania produkcji.

### **Zasady sporządzania sieci:**

- chronologiczne uporządkowanie czynności w sieci,
- jeśli jakieś czynności można połączyć równolegle to powinno się to zrobić,
- nie powinno się w sieci cofać,
- żadna czynność nie powinna „wisieć” gdyż jest niepotrzebna.

### **Schemat blokowy procesu przygotowania produkcji wybranego wyrobu**

Na rysunku 8.5 przedstawiony jest schemat blokowy na którym przedstawione są wszystkie możliwe czynności i sposób ich powiązania jakie mogą być realizowane na etapie przygotowania produkcji. W dalszej części na podstawie schematu blokowego został sporządzony wykaz czynności realizowanych w ramach przygotowania produkcji.

Zadaniem studenta jest wybrać z tych czynności 25 dowolnych i sporządzić dla nich sieć powiązań, a następnie dokonać jej przeliczenia pod kątem uzyskania terminów ich rozpoczęcia i zakończenia.



## **Wykaz możliwych czynności (działań) realizowanych w ramach przygotowania produkcji**

1. Analiza konkurencji.
2. Konstrukcyjne opracowanie ZTE<sup>16</sup> wyrobu.
3. Technologiczne opracowanie ZTE.
4. Badania licencyjne związane z zakupem procesu technologicznego.
5. Opracowanie założeń typoszeregu wyrobów.
6. Zatwierdzenie ZTE.
7. Opracowanie projektu wstępnego typoszeregu.
8. Opracowanie projektu bryły zewnętrznej wyrobu podstawowego.
9. Sporządzenie specyfikacji części wyrobu.
10. Opiniowanie projektu wstępnego typoszeregu.
11. Zatwierdzenie projektu wstępnego typoszeregu.
12. Opracowanie warunków technicznych.
13. Opracowanie wymogów jakościowych wyrobu podstawowego.
14. Analiza opłacalności ekonomicznej produkcji.
15. Obliczenia wytrzymałościowe.
16. Analiza możliwości współpracy z zewnęt. jednostk. B+R.
17. Marketingowe badania rynku.
18. Analizy wytrzymałościowe metodą MES.
19. Opracowanie rysunków zestawieniowych modelu bazowego.
20. Weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej.
21. Opracowanie dokumentacji pochodnej modelu bazowego.
22. Analiza kooperacji.
23. Analiza technologiczna dokumentacji.
24. Projektowanie wstępne procesu produkcyjnego.
25. Opracowanie nowej technologii produkcji.
26. Badania patentowe.
27. Opracowanie potrzeb kooperacji.
28. Ustalenie zapotrzebowania na przyrządy i pomoce znormalizowane.
29. Opracowanie specyfikacji materiałowej.
30. Opracowanie wniosków z badań.
31. Prace nad prototypem wyrobu.
32. Dostawa zamówionych części od kooperantów.
33. Opracowanie koncepcji wyrobu.
34. Zamówienie i odbiór oprzyrządowania.
35. Wstępne studia nad wyrobem.
36. Sporządzenie wykazu potrzebnych materiałów.
37. Opracowanie rysunków części modelu bazowego.

---

16 ZTE – założenia techniczno-ekonomiczne.

38. Zakup materiałów do wykonania prototypu.
39. Nadzór technologiczny nad wykonaniem prototypu.
40. Rozruch produkcji seryjnej.
41. Opracowanie programu badań prototypu.
42. Wykonanie podstawowych części i zespołów prototypu.
43. Zabezpiecz materiałowe i technicz. serii próbnej.
44. Test prototypu i wykonanie poprawek korekcyjnych.
45. Opracowanie dokumentacji technologicznej prototypu.
46. Korekta dokumentacji konstrukcyjnej.
47. Korekta dokumentacji technologicznej.
48. Opracowanie dokumentacji roboczej prototypu.
49. Wykonanie serii próbnej.
50. Badania serii próbnej.
51. Wnioski z badań serii próbnej.
52. Wykonanie rysunków części i zespołów.
53. Uzyskanie świadectwa dopuszczenia wyrobu na rynku.
54. Uzyskanie certyfikatu bezpieczeństwa.
55. Sprawdzenie rysunków i zestawienie specyfikacji.
56. Sporządzenie harmonogramów prac.
57. Analiza wykorzystania zasobów aparatu TPP.
58. Korekta dokumentacji dla produkcji seryjnej.
59. Zabezpieczenie narzędziowe modelu bazowego.
60. Wykonanie prototypu pochodnej modelu bazowego.

## 8. Zagadnienia do opracowania w ramach ćwiczenia

### 8.1. Obliczenie maksymalnej i minimalnej liczby osób przewidzianych do realizacji przedsięwzięcia

**Tabela 8.1.** Określenie maksymalnej i minimalnej liczby osób przewidzianych do wykonania poszczególnych czynności

Lp.	ZP	ZN	Spis grup czynności	Liczba osób			Uwagi
				max	min	przyj.	

**Tabela 8.2.** Obliczenie długości cykli poszczególnych czynności

Lp.	Zdarzenie		Nazwa czynności	Komórka wykonaw.	Pracochłón. (rob/h)	Liczba pracowników.	Wsp. wydłużenia cyklu	Długość cyklu
	ZP	ZN						

Oznaczenia komórek wykonujących daną czynność:

OZ – zarząd przedsiębiorstwa,  
 ZZ – zewnętrzni zleceniobiorcy,  
 TK – główny konstruktor,  
 TT – główny technolog,

TP – prototypownia,  
 TN – gospodarka narzędziowa,  
 TZ – zaopatrzenie.

## 8.2. Wyznaczenie zapasu czasu i ścieżki krytycznej

**Tabela 8.3.** Wyznaczenie zapasu czasu dla poszczególnych czynności

Lp.	Zdarzenie		Czas trwania	Zapas czasu	Rozpoczęcie		Zakończenie	
	ZP	ZN			NWP	NPP	NWZ	NPZ

ZP – zdarzenie poprzednie,  
 ZN – zdarzenie następne,  
 NWP – najwcześniejszy termin rozpoczęcia prac,

NPP – najpóźniejszy termin rozpoczęcia prac,  
 NWZ – najwcześniejszy termin zakończenia prac,  
 NPZ – najpóźniejszy termin zakończenia prac.



$$C = \frac{T}{r \cdot y \cdot g \cdot z \cdot w} \cdot e$$

$C$  – długość cyklu w dniach,

$T$  – pracochłonność wykonania danej czynności,

$r$  – przyjęta liczba wykonawców,

$y$  – współczynnik efektywnego wykorzystania czasu pracy (przyjąć 0,95),

$g$  – średnia ilość godzin w ciągu zmiany roboczej,

$z$  – współczynnik określający liczbę zmian pracy pracowników działu przygotowania produkcji,

$w$  – zakładany współczynnik wykonania normy (przyjąć 0,95),

$e$  – współczynnik wydłużenia cyklu (uwzględniający możliwość wydłużenia cyklu teoretycznego (wartość przyjmowana w przedziale (1–1,8) w zależności od stopnia ryzyka ukończenia prac).

## PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIE

### Ad 8.1. Obliczenie liczby wykonawców poszczególnych czynności (działań)

**Tabela 8.1.** Określenie maksymalnej i minimalnej liczby osób przewidzianych do wykonania poszczególnych czynności

Lp.	ZP	ZN	Spis grup czynności	Liczba osób			Uwagi
				<i>max</i>	<i>min</i>	<i>przyj.</i>	
1	0	12	Studia nad wyrobem i badanie rynku	3	1	3	
2	0	22	Badania patentowe	3	1	3	
3	0	32	Opracowanie założeń typoszeregu	4	2	4	
4	41	51	Zatwierdzenie założeń typoszeregu				OZ
5	62	72	Projekt wstępny typoszeregu	4	2	4	
6	81	91	Zatwierdzenie projektu wstępnego typoszeregu				OZ
7	103	113	Opracowanie rysunków części bazowego modelu	7	3	6	
8	103	123	Opracowanie programu badań prototypu	2	1	2	
9	113	133	Wykonanie rysunków zestawieniowych bazowego modelu	6	2	5	

Lp.	ZP	ZN	Spis grup czynności	Liczba osób			Uwagi
				max	min	przyj.	
10	144	154	Analiza kooperacji pod względem technologicznym i przedmiotowym	2	1	2	
11	154	204	Ustalenie potrzeb kooperacji krajowej i zagranicznej	2	1	2	
12	144	164	Analiza technologiczna dokumentacji	3	2	3	
13	144	174	Ustalenie potrzeb przyrządów i pomocy warsztatowych	1	1	1	
14	144	184	Opracowanie specyfikacji materiałowej	2	1	2	
15	144	194	Określenie zapotrzebowania na przyrządy uniwersalne	2	1	2	
16	194	214	Opracowanie dokumentacji pomocy specjalnych	2	1	2	
17	214	224	Zatwierdzenie dokumentacji pomocy specjalnych	1	1	1	
18	294	304	Opracowanie procesu technologicznego prototypu	4	2	3	
19	237	287	Zamówienie i dostawa uniwersalnych przyrządów	1	1	1	
20	266	276	Sprawdzenie stanu zapasów pomocy warsztatowych	1	1	1	
21	247	257	Sprawdzenie zapasów materiałowych i zakup materiałów	2	1	2	
22	315	325	Wykonanie części, zespołów i podzespołów prototypu	8	5	7	
23	325	335	Montaż finalny prototypu	6	4	6	
24	342	352	Przeprowadzenie badań prototypu, dokonanie poprawek	4	2	3	
25	365	375	Wykonanie serii próbnej	10	5	8	
26	375	385	Badanie wyrobów serii próbnej	6	3	5	
27	394	404	Opracowanie dokumentacji produkcyjnej	4	2	3	
28	415	425	Rozruch produkcji	14	7	12	

## Ad 8.2. Obliczenie sieci i ścieżki krytycznej

**Tabela 8.2.** Obliczenie długości cykli poszczególnych czynności

Lp.	Zdarzenie		Nazwa czynności	Komórka wykonaw.	Pracochłon. (rob/h)	Liczba pracowników.	Wsp. wydłużenia cyklu	Długość cyklu
	ZP	ZN						
1	0	12	Studia nad wyrobem i badanie rynku	TK	200	3	1,3	14
2	0	22	Badania patentowe	TK	60	3	1,3	5
3	0	32	Opracowanie założeń typoszeregu	TK	234	4	1,3	12
4	41	51	Zatwierdzenie założeń typoszeregu	OZ	37	4	1,3	2
5	62	72	Projekt wstępny typoszeregu	ZZ	342	4	1,4	19
6	81	91	Zatwierdzenie projektu wstępnego typoszeregu	OZ	35	4	1,4	2
7	103	113	Opracowanie rysunków części bazowego modelu	TK	50	6	1,5	8
8	103	123	Opracowanie programu badań prototypu	TK	40	2	1,3	5
9	113	133	Wykonanie rysunków zestawieniowych bazowego modelu	TK	190	5	1,5	8
10	144	154	Analiza kooperacji pod względem technologicznym i przedmiotowym	TT	50	2	1,4	6
11	154	204	Ustalenie potrzeb kooperacji krajowej i zagranicznej	TT	25	2	1,4	2
12	144	164	Analiza technologiczna dokumentacji	TT	30	3	1,4	3
13	144	174	Ustalenie potrzeb przyrządów i pomocy warsztatowych	TT	20	1	1,5	5
14	144	184	Opracowanie specyfikacji materiałowej	TT	35	2	1,5	5
15	144	194	Określenie zapotrzebowania na przyrządy uniwersalne	TT	16	2	1,5	2
16	194	214	Opracowanie dokumentacji pomocy specjalnych	TT	25	2	1,6	3

17	214	224	Zatwierdzenie dokumentacji pomocy specjalnych	TT	8	1	1,6	2
18	294	304	Opracowanie procesu technologicznego prototypu	TT	150	3	1,6	14
19	237	287	Zamówienie i dostawa uniwersalnych przyrządów	TZ	53	1	1,6	14
20	266	276	Sprawdzenie stanu zapasów pomocy warsztatowych	TN	10	1	1,3	2
21	247	257	Sprawdzenie zapasów materiałowych i zakup materiałów	TZ	35	2	1,3	4
22	315	325	Wykonanie części, zespołów i podzespołów prototypu	TP	250	7	1,5	9
23	325	335	Montaż finalny prototypu	TP	34	6	1,4	2
24	342	352	Przeprowadzenie badań prototypu, dokonanie poprawek	ZZ	60	3	1,3	4
25	365	375	Wykonanie serii próbnej	TP	400	8	1,5	13
26	375	385	Badanie wyrobów serii próbnej	TP	35	5	1,4	5
27	394	404	Opracowanie dokumentacji produkcyjnej	TT	75	3	1,5	7
28	415	425	Rozruch produkcji	TP	3200	12	1,3	55

Oznaczenia komórek organizacyjnych wykonujących daną czynność:

OZ – zarząd przedsiębiorstwa,

ZZ – zewnętrzni zleceniobiorcy,

TK – główny konstruktor,

TT – główny technolog,

TP – prototypownia,

TN – gospodarka narzędziowa,

TZ – zaopatrzenie.

**Tabela 8.3.** Wyznaczenie zapasu czasu dla poszczególnych czynności

Lp.	Zdarzenie		Czas trwania	Zapas czasu	Rozpoczęcie		Zakończenie	
	ZP	ZN			NWP	NPP	NWZ	NPZ
1	0	12	14	0	0	0	14	14
2	0	22	5	9	0	9	5	14
3	0	32	12	2	0	2	12	14
4	41	51	2	0	14	14	16	16
5	62	72	19	0	16	16	35	35
6	81	91	2	0	35	35	37	37
7	103	113	8	0	37	37	45	45

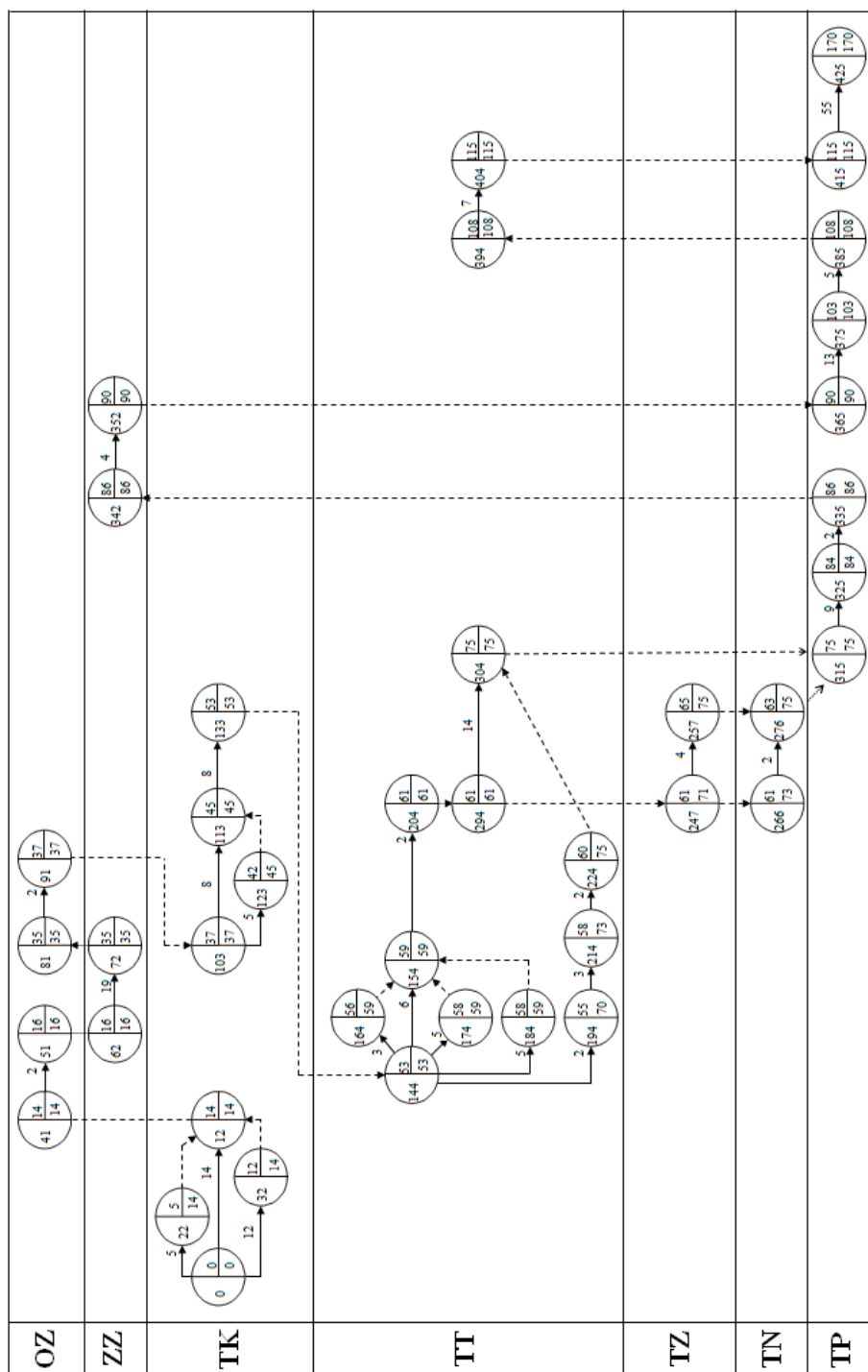
Lp.	Zdarzenie		Czas trwania	Zapasy czasu	Rozpoczęcie		Zakończenie	
	ZP	ZN			NWP	NPP	NWZ	NPZ
8	103	123	5	6	37	43	42	48
9	113	133	8	0	45	45	53	53
10	144	154	6	0	53	53	59	59
11	154	204	2	0	59	59	61	61
12	144	164	3	5	53	58	56	59
13	144	174	5	3	53	56	58	59
14	144	184	5	3	53	56	58	61
15	144	194	2	1	53	54	55	70
16	194	214	3	1	55	56	58	73
17	214	224	2	1	58	59	60	75
18	294	304	14	0	61	61	75	75
19	237	287	14	1	75	76	89	90
20	266	276	2	12	61	73	63	75
21	247	257	4	10	61	71	65	75
22	315	325	9	0	75	75	84	84
23	325	335	2	0	84	84	86	86
24	342	352	4	0	86	86	90	90
25	365	375	13	0	90	90	103	103
26	375	385	5	0	103	103	108	108
27	394	404	7	0	108	108	115	115
28	415	425	55	0	115	115	170	170

\* Czynności leżące na ścieżce krytycznej zaznaczono tłustym (niebieskim drukiem).

\* Jak wynika ze sporządzonej sieci czynności okres technicznego przygotowania produkcji wynosi 170 dni.

W celu skrócenia okresu TPP należy:

- skracać czas wykonania poszczególnych czynności (zmniejszenie pracochłonności),
- dokonać większego scalenia czynności,
- tam, gdzie jest to możliwe realizować czynności w sposób równoległy,
- do czynności o największej pracochłonności przydzielić większą liczbę osób wykonujących tą czynność (zakładając przynajmniej częściową zamiennność wykonywanych prac),
- powierzać wykonanie czynności o największej pracochłonności zleceniobiorcom.



Rys. 8.6. Gotowy plan przedsięwzięcia z zakresu przygotowania produkcji



## Podsumowanie

Analiza techniczno-ekonomiczna przyszłej produkcji na etapie przygotowania produkcji nowego wyrobu ma coraz większe znaczenie dla przedsiębiorstw. Konkurencja rynkowa zmusza przedsiębiorstwa do ciągłego minimalizowania kosztów produkcji, co pociąga za sobą konieczność ciągłego podejmowania właściwych wyborów techniczno-organizacyjnych. Należy jednak pamiętać, że wybory te uwarunkowane są nie tylko możliwościami technicznymi ale i finansowymi przedsiębiorstw, dlatego każda ważna decyzja techniczna podejmowana w fazie projektowania i uruchamiania produkcji musi być poddana ocenie ekonomicznej i, jeśli znajdzie takie uzasadnienie, skierowana do realizacji.

W prezentowanym przykładzie autor celowo założył, że przedsiębiorstwo jest okresowo zmuszane do zmiany profilu produkcji i posiada już dotychczasową skonfigurowaną strukturę produkcyjną, dlatego analizowany przykład ma także uzmysłowić studentom, że uruchomienie każdej nowej produkcji wymaga reorganizacji dotychczasowej struktury produkcyjnej pod kątem środków produkcji ich nowego rozmieszczenia, a także dostosowania procesów pomocniczych do nowych warunków produkcyjnych.

Prezentowany skrypt i realizowany przez niego projekt ma osobiście przekonać studenta o celowości podejmowania odpowiedzialnych decyzji zwłaszcza na etapie projektowania przyszłego wyrobu. Ma przekonać go o tym, że każda decyzja w zakresie projektowania konstrukcji wyrobu i projektowania procesów wytwórczych pociąga za sobą szereg decyzji dotyczących wyglądu przyszłej struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa jak i organizacji obsługi produkcji.

Z kolei podejmowane decyzje w obszarze produkcyjnym mają swoje odzwierciedlenie w wyniku finansowym przedsiębiorstwa. Dlatego obydwie te analizy, tj. analiza techniczno-organizacyjna i finansowa wzajemnie się uzupełniają i dają możliwość nie tylko dokonywania trafnych wyborów ale i także wprowadzania korekt w zakresie wyposażenia struktury produkcyjnej, jak i np. ceny przyszłego wyrobu.

I tak w analizowanym przykładzie przeprowadzona analiza efektywności ekonomicznej dowiodła, że przyjęta cena jednostkowa wyrobu na etapie projektowania była zbyt wysoka (ostrożna) i bez uszczerbku dla efektywności całego przedsięwzięcia można ją znacząco obniżyć, co z pewnością będzie korzystne dla przedsiębiorstwa bowiem niższa cena wyrobu oznaczać będzie większy popyt na wyroby oferowane przez przedsiębiorstwo.





## Literatura

1. Brzeziński M. (red.), *Organizacja produkcji. Materiały do ćwiczeń i projektowania*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002.
2. Brzeziński M. (red.), *Sterowanie produkcją. Materiały do ćwiczeń i projektowania*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2001.
3. Brzeziński M. (red.), *Organizacja i sterowanie produkcją*, Placet, Warszawa 2002.
4. Lis S., *Organizacja i ekonomika procesów produkcyjnych w przemyśle maszynowym*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1984.
5. Matczewski A., *Zarządzanie produkcją przemysłową. Problemy, Metody, Środki*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990.
6. Santarek K., *Podstawy metodyczne projektowania rozmieszczenia komórek produkcyjnych*, Wyd. Naukowe Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.
7. Pająk E., *Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2006.
8. Sosnowska A. (red.), *Zarządzanie nowym produktem*, Oficyna Wyd. SGH, Warszawa 2000.
9. Szatkowski K., *Przygotowanie produkcji*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2008.
10. Szatkowski K. (red.), *Nowoczesne zarządzanie produkcją*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2014.

