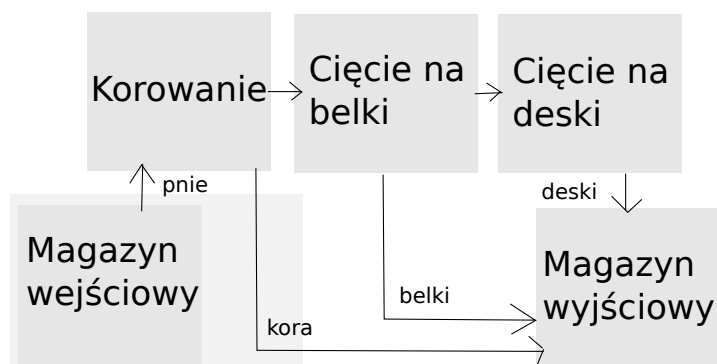


Tartak

Łukasz Wieczorek inf94385 wieczorek1990@gmail.com

1 Dane

- Roczny obrót 12 milionów,
- Roczny zysk 100 tysięcy,
- Koszt audytu 20 tysięcy,
- Kwota kredytu, za który kupujemy tartak 1 milion,
- Kredyt bierzemy na 5 lat,
- Oprocentowanie kredytu 8%,
- Podział kosztów: 50% wynagrodzenia, 50% materiały,
- Koszt wynagrodzenia zarządcy po przejęciu tartaku 50 tysięcy rocznie,
- Popyt rośnie od 0% do 80%, 20% rocznie (5 lat),
- Wykorzystanie maszyn 50%,
- 50 pracowników, w tym 10 administratorów,
- Każdy wózek ciągną 2 osoby,
- Obciążenie magazynów 80%,
- Magazyn starcza na 1 miesiąc działalności,
- Firma nie ma kredytów,
- Zyski ze sprzedaży: 80% deski, 18% belki, 2% reszta,
- Czas transportu pomiędzy maszynami nie przekracza 10% czasu wykonania na maszynach,
- Liczba maszyn: 3 korujące, 1 tnąca na belki, 2 tnące na deski,
- Proces produkcji wygląda następująco:



2 Analiza dochodowości

Na podstawie założenia, że popyt będzie rocznie rósł wykonałem analizę dochodowości. Analiza zakłada, że koszty pracownicze pozostaną na stałym poziomie. Z analizy (Tablica 1) wynika, że firma w ciągu 5 lat zarobi około 10,93 miliona zł, jeżeli nadąży z produkcją.

Rok	Popyt	Obrót	Koszty odsetek kredytu	Koszty spłaty kredytu	Koszt zarządcy
1	100,00%	1200000	80000	0	50000
2	120,00%	1440000	80000	0	50000
3	140,00%	1680000	80000	0	50000
4	160,00%	1920000	80000	0	50000
5	180,00%	2160000	80000	100000	50000
SUMA		8400000	400000	100000	250000
Rok	Koszt audytu	Koszty pracownicze	Koszty materiału	Koszty całkowite	Zysk
1	20000	5950000	5950000	12050000	-50000
2	0	5950000	7140000	13220000	1180000
3	0	5950000	8330000	14410000	2390000
4	0	5950000	9520000	15600000	3600000
5	0	5950000	10710000	17790000	3810000
SUMA	20000	29750000	41650000	73070000	10930000

Tablica 1: Wyniki

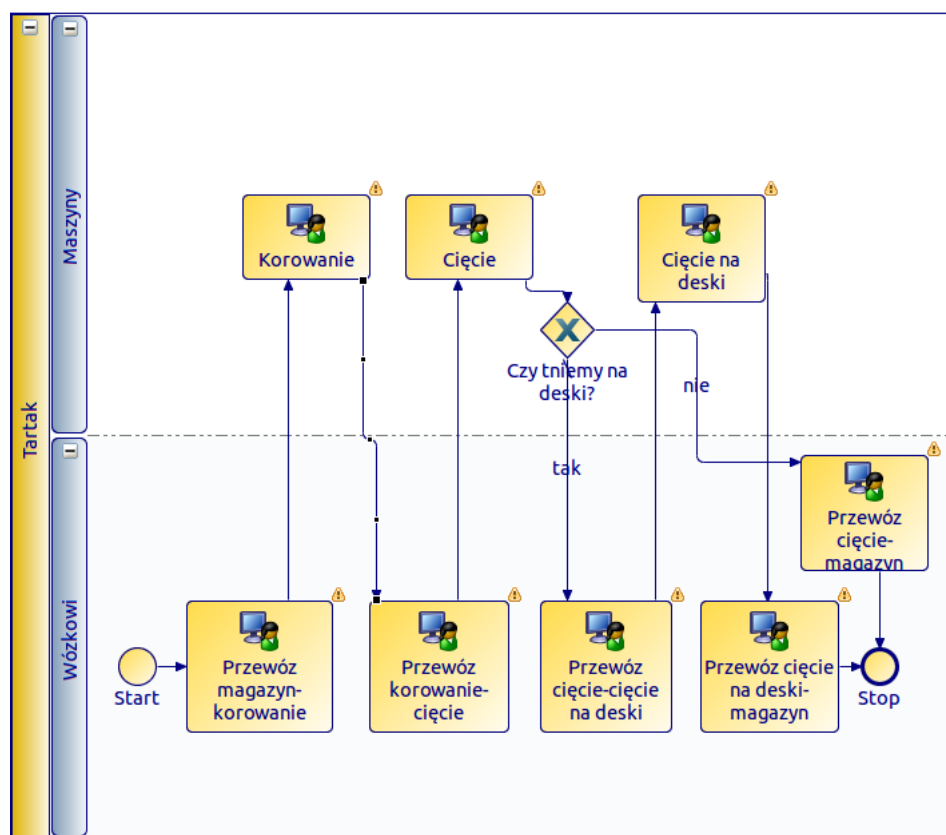
3 Analiza poprawy dochodowości

Co można zrobić, aby firma była bardziej dochodowa:

- Wymienić wózki na taśmę produkcyjną,
- Wprowadzić pracę na więcej zmian,
- Rozbudować magazyn,
- Zwiększyć wykorzystanie maszyn (np. system powiadamiania o dostępności maszyn, predykcja zakończenia przetwarzania na maszynach w celu szybszego transportu),
- Zmniejszyć wynagrodzenia,
- Wprowadzić bufora przy maszynach,
- Dokupić maszyny.

4 Symulacja TBS

Wykonałem symulację na podstawie poniższego modelu w oprogramowaniu Tibco Business Studio([1]).



Rysunek 1: Model BPMN tartaku

Symulację nazwałem odpowiednio:

1. 10 wózkowych – w tartaku jest 10 wózkowych
2. taśma zamiast wózkowych – 10 wózkowych zastępują taśmy produkcyjne

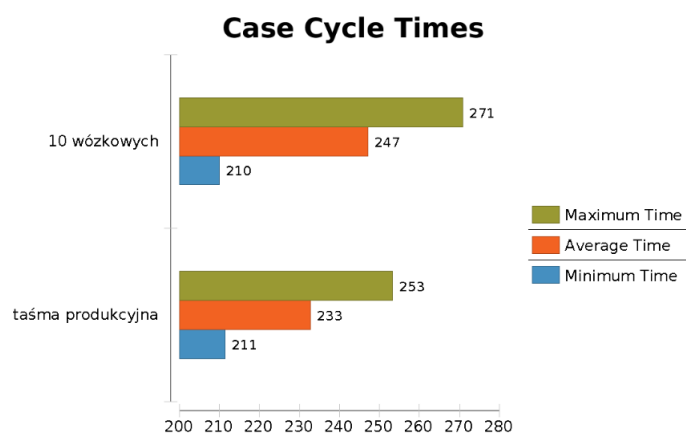
Założyłem, w ciągu 8-godzinnego dnia pracy przychodzą 4 zlecenia obróbki drewna średnio co 60 minut, co daje czasy przetwarzania rzędu 440 minut – prawie 8 godzin pracy. Z danych zadania wyliczyłem średnią płacę godzinową 59,5 zł. Ponadto wykorzystałem następujące dane wejściowe do symulacji:

Pracownicy					
Wersja	Pracowników	Wózków	Korowanie	Cięcie	Cięcie na deski
1	40	10	15	5	10
2	40	0	15	5	10
Czasy					
Wersja		Przewóz	Korowanie	Cięcie	Cięcie na deski
1	Średnia	3	90	30	60
	Odchylenie std.	1	30	10	20
2	Średnia	1	90	30	60
	Odchylenie std.	1	30	10	20

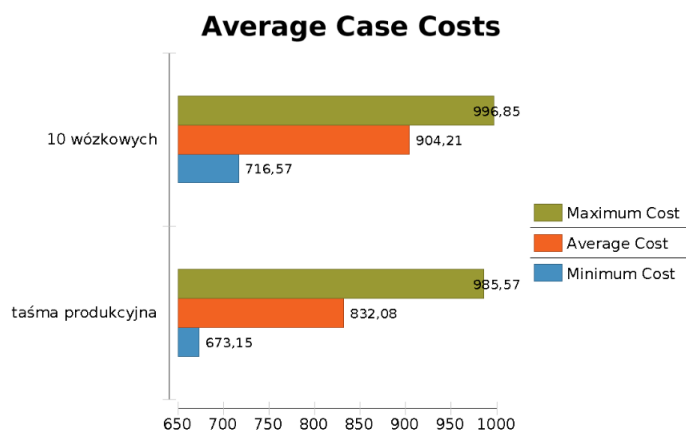
Tablica 2: Dane wejściowe do symulacji

4.1 Porównanie

Porównanie dotyczy zamiany 10 wózków na taśmę produkcyjną.



Rysunek 2: Średnie czasy cyklu



Rysunek 3: Średnie koszty cyklu

4.1.1 Wnioski

Średni czas cyklu zmniejszył się o 6%, a średni koszt cyklu zmniejszył się o 9%. Warto wymienić wózków na taśmę produkcyjną. Jakkolwiek zmniejszenie czasu cyklu jest logiczne, to zmniejszenie kosztów o 9% wydaje się absurdalne, ponieważ zwolniliśmy 10 z 50 pracowników co powinno przełożyć się na 20% procentową obniżkę kosztów. Powyższe ilustruje, że oprogramowanie TBS w dziwny sposób oblicza koszty. Z tego też powodu zdecydowałem się zbudować własny symulator tartaku.

5 Symulator

5.1 Założenia

- Symulacja nie bierze pod uwagę zysków z kory,
- Symulacja nie bierze pod uwagę kosztów pracowniczych,
- 81,633% belek przechodzi proces cięcia na deski,

5.2 Opis danych wejściowych

- *simulation_duration* – czas trwania symulacji w minutach,
- *boards_percentage* – procent drewna przerabianego na deski,
- *parallel_carts* – liczba mogących równolegle jechać wózków,
- *wood_batch* – ilość drzewa jaką przewozi jeden wózek, jaka jest przetwarzana w maszynach,
- *boards_from_beam* – liczba desek z belki,
- *barking_machines* – liczba maszyn korujących,
- *beams_machines* – liczba maszyn tnących na belki,
- *boards_machines* – liczba maszyn tnących na deski,
- *wood_price* – cena zakupu pnia,
- *beam_price* – cena belki,
- *board_price* – cena deski,
- *barking_duration* – czas trwania korowania w minutach,
- *beams_duration* – czas trwania cięcia na belki w minutach,
- *boards_duration* – czas trwania cięcia na deski w minutach,
- *input_magazine_starting_capacity* – początkowe zapełnienie magazynu wejściowego w liczbie pni,
- *input_magazine_maximal_capacity* – maksymalna pojemność magazynu wejściowego w liczbie pni,
- *output_magazine_starting_capacity* – początkowe zapełnienie magazynu wyjściowego w liczbie belek (deski są traktowane jako części belki),
- *output_magazine_maximal_capacity* – maksymalna pojemność magazynu wyjściowego w liczbie belek (j.w.),
- *output_magazine_beams* – liczba belek znajdujących się w magazynie wyjściowym,
- *output_magazine_boards* – liczba desek znajdujących się w magazynie wyjściowym,
- *wood_arrived_count* – liczba pni przychodzących w wydarzeniu napełniania magazynu,
- *wood_sold_count* – liczba belek sprzedawanych w wydarzeniu sprzedaży,
- *wood_arrival_cycle_time* – czas cyklu zdarzenia napełniania magazynu,
- *wood_selling_cycle_time* – czas cyklu zdarzenia sprzedaży,
- *magazine_barking_transport_duration* – czas transportu z magazynu wejściowego do korowania,
- *barking_beams_transport_duration* – czas transportu z korowania do cięcia na belki,
- *beams_boards_transport_duration* – czas transportu z cięcia na deski do cięcia na belki,
- *boards_magazine_transport_duration* – czas transportu z cięcia na deski do magazynu wyjściowego,
- *beams_magazine_transport_duration* – czas transportu z cięcia na belki do magazynu wyjściowego.

5.3 Przykładowa instancja

5.3.1 Dane wejściowe

simulation_duration: 6
boards_percentage: 0.81633
parallel_carts: 1
wood_batch: 1
boards_from_beam: 4
barking_machines: 1
beams_machines: 1
boards_machines: 1
wood_price: 2
beam_price: 4
board_price: 1
barking_duration: 1
beams_duration: 1
boards_duration: 1
input_magazine_starting_capacity: 8
input_magazine_maximal_capacity: 10
output_magazine_starting_capacity: 8
output_magazine_maximal_capacity: 10
output_magazine_beams: 2
output_magazine_boards: 24
wood_arrived_count: 2
wood_sold_count: 2
wood_arrival_cycle_time: 6
wood_selling_cycle_time: 6
magazine_barking_transport_duration: 1
barking_beams_transport_duration: 1
beams_boards_transport_duration: 1
boards_magazine_transport_duration: 1
beams_magazine_transport_duration: 1

5.3.2 Wynik działania

Time = 0
Wood arrived (2)
Wood sold (2)
Scheduling
Time = 1
Transporting wood from magazine to barking
Scheduling
Time = 2
Barking
Transporting wood from magazine to barking
Scheduling
Time = 3
Barking
Transporting wood from magazine to barking
Transporting wood from barking to beams
Scheduling
Time = 4
Barking
Cutting into beams
Transporting wood from magazine to barking
Transporting wood from barking to beams
Scheduling
Time = 5
Barking

Cutting into beams
 Transporting wood from beams to boards
 Transporting wood from magazine to barking
 Transporting wood from barking to beams
 Scheduling

Machine utilization: 50.0%

Wood buyed: 2

Beams sold: 1

Boards sold: 4

Cost: 4

Income: 8

Profit: 4

5.4 Potrzebne dane

W celu przeprowadzenia symulacji potrzebowalem różnych danych, przedstawia je poniższy arkusz:

	A	B	C	D	E	F
1	Obrót	12000000				
2	Zysk	100000				
3	Koszty	11900000				
4	Koszty pracownicze	5950000				
5	Koszty materiałowe	5950000				
6	Procent przychodu z desek	0,8				
7	Procent przychodu z belek	0,18				
8	Procent przychodu z innych źródeł	0,02				
9	Przychód z desek	9600000				
10	Przychód z belek	2160000				
11	Przychód z innych źródeł	240000				
12	Godzin pracujących w roku	2000				
13	Minut pracujących w roku	120000				
14	Pracowników	50				
15	Średnia pensja miesięczna	9916,66667				
16	Średnia pensja godzinowa	59,5				
17	Cena drewna	500				
18	Liczba sztuk drewna	11900				
19	Procent drewna na belki	0,18367				
20	Procent drewna na deski	0,81633				
21	Desek z belki	4				
22	Belek	2185,673				
23	Desek	38857,308				
24	Cena belki	988,253961				
25	Cena deski	247,057774				
26	Obciążenie magazynów	0,8				
27	Czas pomiędzy dostawami [minut]	480				
28	Liczba dostaw	250				
29	Drewna na dostawę	47,6				
30	Czas pomiędzy sprzedażą [minut]	480				
				Zwiększony popyt		
31	Liczba sprzedaży	250	120,00%	140,00%	160,00%	180,00%
32	Drewna na sprzedaż	47,6	57,12	66,64	76,16	85,68

Rysunek 4: Potrzebne dane. Żółte pola to zmienne.

5.5 Założenie o 50% wykorzystaniu maszyn

50% procentowe wykorzystanie maszyn udało mi się uzyskać dla instancji, w której czasy przewozu drewna pomiędzy maszynami i magazynami były bardzo długie, tj. 300 minut. Średnie wykorzystanie maszyn dla badanych instancji wynosiło ok. 94% dla liczby maszyn (3, 1, 2), ok. 83,5% dla (4, 2, 3), ok. 85.5% dla (5, 2, 4).

5.6 Analiza wzrostu popytu

5.6.1 Dane wejściowe symulacji

```
simulation_duration: 120000
boards_percentage: 0.81633
parallel_carts: 1
wood_batch: 2
boards_from_beam: 4
barking_machines: 3
beams_machines: 1
boards_machines: 2
wood_price: 500
beam_price: 1000
board_price: 250
barking_duration: 60
beams_duration: 20
boards_duration: 40
input_magazine_starting_capacity: 4000
input_magazine_maximal_capacity: 5000
output_magazine_starting_capacity: 4000
output_magazine_maximal_capacity: 5000
output_magazine_beams: 800
output_magazine_boards: 12800
wood_arrived_count: 50
wood_sold_count: 50
wood_arrival_cycle_time: 480
wood_selling_cycle_time: 480
magazine_barking_transport_duration: 3
barking_beams_transport_duration: 3
beams_boards_transport_duration: 3
boards_magazine_transport_duration: 3
beams_magazine_transport_duration: 3
```

5.6.2 Zmiany konieczne do zaspokojenia popytu

- W trzecim roku zakup po jednej maszynie każdego rodzaju,
- W piątym roku zakup maszyny do korowania i do cięcia na deski, rozbudowa magazynu wyjściowego (podwójna pojemność), zwiększenie rozmiaru dostaw drewna z 50 do 75.

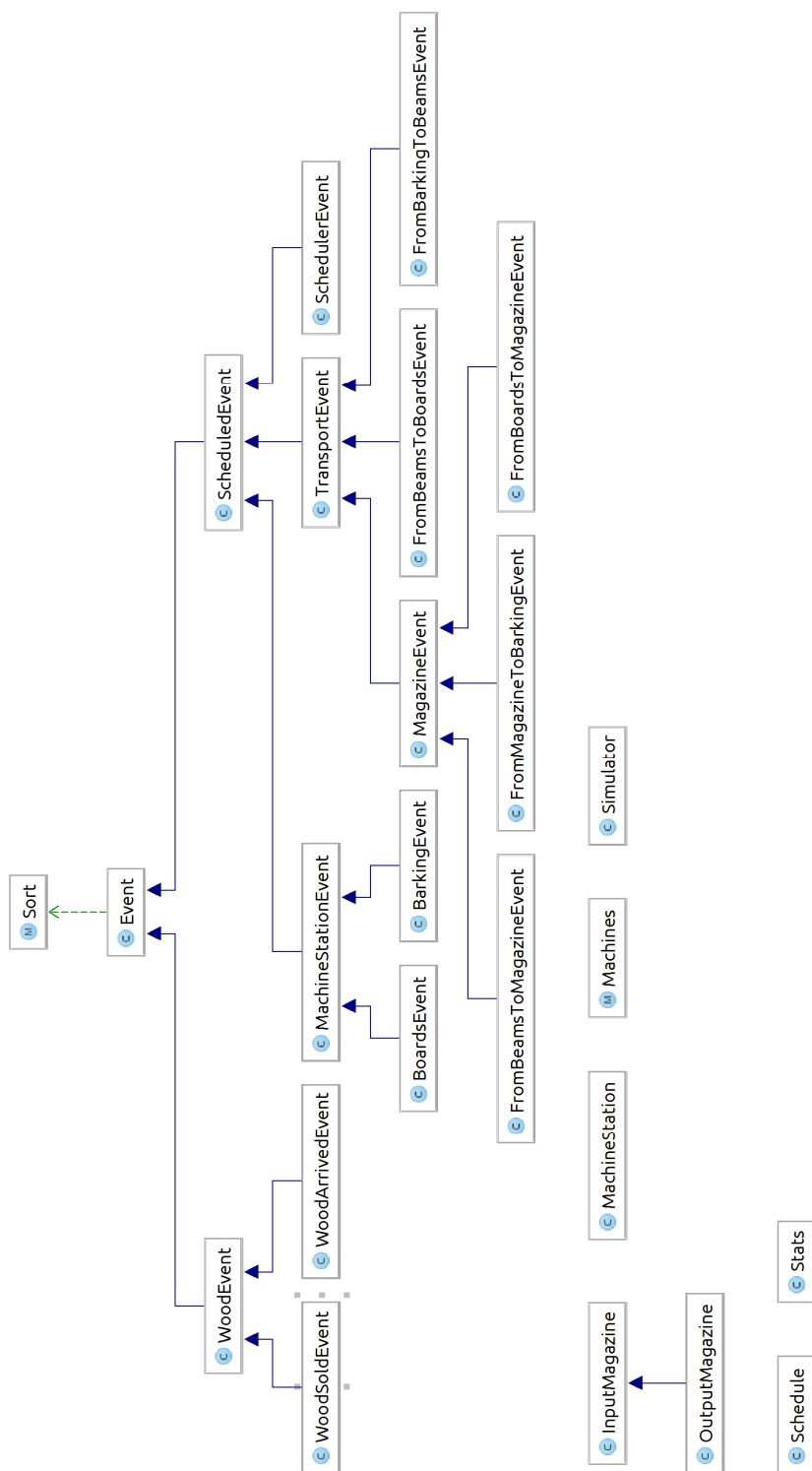
6 Wnioski

50% wykorzystanie maszyn, co pokazuje symulacja, można zwiększyć do około 80-95% poprzez lepsze zarządzanie procesem produkcyjnym. Jeśli założyć, że popyt będzie rósł według założeń, to opłaca się kupić tartak. Natomiast chęć zaspokojenia całego popytu wiąże się z koniecznością rozbudowania magazynów i dokupienia maszyn, dlatego też wydaje się, iż opłaca się dokupić tylko po jednej maszynie każdego rodzaju na początku roku trzeciego, chyba że popyt miałby w przyszłych latach dalej rosnać.

7 Dodatki

Literatura

- [1] "Tutorial 1: Setting up a simple simulation," https://docs.tibco.com/pub/activematrix_bpm/1.2.0_october_2011/doc/html/Simulation/wwhelp/wwhimpl/common/html/wwhelp.htm#context=Simulation&file=getStart.3.03.htm, [Online; accessed 16-January-2014].



Rysunek 5: Struktura klas symulatora