

PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA
IM. ANGELUSA SILESIUSA W WAŁBRZYCHU

Jacek Szoltysek Jakub W. Jaroszyński

DECYZJE LOGISTYCZNE W PRZEDSIĘBIORSTWIE

PRZYKŁADY I ZADANIA



WAŁBRZYCH 2009

Recenzja:

dr hab. Maciej Szymczak

Redakcja językowa:

Edward Rutkowski

Skład komputerowy:

Tart Wrocław

Projekt okładki:

Bogdan Krupiński

ISBN 978-83-88425-93-6

Wyd. I, format A4, ark. druk. 16,5, papier offset 80

Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Angelusa Silesiusa, ul. Zamkowa 4,
58-300 Wałbrzych, tel. 074 641 92 26, e-mail: wydawnictwo@pwsz.com.pl

Druk: Remigraf sp. z. o.o. ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa, tel. 022 614 32 10,
e-mail: biuro@remigraf.pl

Spis treści

WSTĘP	5
1. DECYZJE W ZARZĄDZANIU ZAPASAMI	7
Przykład 1	7
Przykład 2	11
Przykład 3	17
Przykład 4	18
1.1. Kontrola zapasów typu „push” (1).....	20
1.1.1. Kontrola zapasów typu „push” (2).....	21
1.2. Metoda stałej wielkość zamawiania.....	22
1.2.1. Wyznaczanie punktu ponownego zamówienia (ROP)	22
1.2.2. Wyznaczanie ekonomicznej (optymalnej) wielkości dostawy (EOQ)	22
1.2.3. Porównanie kosztów łącznych dla różnych wielkości dostaw	23
1.3. Metoda stałego cyklu zamawiania (POQ)	24
1.4. Optymalna wielkość dostawy przy uwzględnieniu upustów cenowych	24
1.5. Optymalna seria produkcyjna	26
1.6. Metoda ABC klasyfikacji zapasów.....	27
1.7. Metoda XYZ klasyfikacji zapasów – połączenie z klasyfikacją ABC	29
1.8. Planowanie potrzeb dystrybucyjnych	33
1.9. Strategia zakupów spekulacyjnych	35
Zadania	37
2. DECYZJE W ZAKRESIE MAGAZYNOWANIA	42
Przykład 1	42
Przykład 2	46
Przykład 3	47
2.1. Wybór pomiędzy obrotem pośrednim i bezpośrednim.....	49
2.2. Wybór formy zaopatrzenia	51
2.3. Wybór formy obrotu a powierzchnia magazynowa.....	53
2.4. Obliczanie zapotrzebowania na powierzchnię magazynową.....	55
2.5. Zarządzanie powierzchnią magazynową	57
2.6. Porównanie dostaw bez i z konsolidacją na przykładzie magazynu centralnego	61
Zadania	63
3. DECYZJE TRANSPORTOWE	68
Przykład 1	68
Przykład 2	69
Przykład 3	72
Przykład 4	74
3.1. Dobór środka transportu	78
3.2. Konsolidowanie małych dostaw	80
3.3. Minimalizacja kosztów przepływów produktów	83
3.4. Optymalizowanie trasy przejazdu.....	86
Zadania.....	89

4. WPLYW KSZTAŁTOWANIA SIĘ KOSZTÓW NA DECYZJE LOKALIZACYJNE	95
Przykład 1	95
Przykład 2	96
Przykład 3	98
Przykład 4	101
4.1. Koszty logistyczne a decyzje lokalizacyjne.....	104
4.2. Uzasadnienie lokalizacji	105
4.3. Wybór lokalizacji magazynu	107
4.4. Wybór lokalizacji przy minimalizowaniu kosztów transportu	110
Zadania.....	114
5. POZOSTAŁE DECYZJE DOTYCZĄCE SYSTEMÓW LOGISTYCZNYCH ...	117
5.1. Wybór systemu logistycznego	118
5.1.1. Dokonanie wyboru pomiędzy dwoma systemami logistycznym.....	118
5.1.2. Dokonanie wyboru pomiędzy wieloma systemami logistycznymi	119
5.2. Poziom obsługi klienta w systemie logistycznym	120
Zadania.....	121
ODPOWIEDZI DO ZADAŃ.....	125

WSTĘP

Codziennie podejmujemy setki decyzji – zazwyczaj nie zastanawiając się nad ich naturą, bądź nie rozważając szczególnie dokładnie skutków ich podjęcia. Taka już jest natura człowieka. Często takie okoliczności decyzyjne stwarzamy sobie sami. Są jednak i takie sytuacje, które wymuszają na nas podjęcie decyzji. Niekiedy, bazując na własnym doświadczeniu, na – zdawałoby się oczywistych w ocenie okolicznościach – szybko decydujemy, oczekując konkretnych skutków. Kiedy jednak stajemy na rozdrożu i nie wiemy jak postąpić, wówczas zdajemy się być tym faktem zakłopotani. Bo co to oznacza – nie wiedzieć jak postąpić? Nie mamy jasno sprecyzowanego poglądu a możemy wybierać spośród szeregu możliwych opcji. Wówczas – targani sprzecznościami – nie wiemy czy zaufać intuicji, czy też racjonalnemu (w naszym mniemaniu) tokowi rozumowania. Mamy wątpliwości – więc zasięgamy opinii innych osób, szukamy podpowiedzi w poradnikach, zasięgamy porady fachowców od wiedzy tajemnej. Problem podejmowania decyzji znajduje się w centrum nauk społecznych – badanie jak ludzie podejmują, a jak powinni podejmować decyzje, gdy stają w obliczu konieczności realizacji konkretnych celów staje się ważnym przedmiotem dociekań. Mamy bowiem nadzieję, że poznając odpowiednie mechanizmy podejmowania decyzji zwiększymy prawdopodobieństwo osiągnięcia założonych wcześniej celów.

Istnieje wiele definicji pojęcia decyzja. Jednak na potrzeby tego podręcznika proponujemy przyjęcie definicji zawartej w *Słowniku języka polskiego* – „decyzja to postanowienie będące wynikiem dokonania wyboru”¹. Natomiast sytuacja decyzyjna to konkretny problem z jego różnorodnymi uwarunkowaniami, który musi być rozwiązany, a możliwe są rozmaite sposoby jego rozwiązania i istnieje przymus wyboru jednego z nich.

Niniejszy zbiór ćwiczeń ma na celu zaprezentowanie typowych dla funkcjonowania przedsiębiorstw sytuacji decyzyjnych oraz zaproponowanie prostych narzędzi wspomagających podjęcie decyzji, które zwiększą prawdopodobieństwo osiągnięcia wcześniej założonych celów gospodarczych. Przedsiębiorstwo jest bytem dostatecznie złożonym. Prowadzi w warunkach rynku i zgodnie z przepisami prawa, na rachunek własny, działalność produkcyjną lub usługową, by osiągnąć określone korzyści. Mogą one mieć również wymiar finansowy, realizowany m.in. dzięki obniżce kosztów funkcjonowania, uzyskiwaniu i utrzymaniu przewagi konkurencyjnej, wyższej rentowności, budowaniu związków z klientami opartych na lojalności, większej elastyczności działania i szybszy rozwój firmy. Takie korzyści umożliwia stosowanie zarządzania logistycznego przedsiębiorstwem. Aby osiągać takie cele osoby zarządzające przedsiębiorstwem muszą wcześniej podjąć szereg dobrych decyzji w zakresie zaopatrzenia, dystrybucji, utrzymywania zapasów, sposobów obsługi klienta, alokacji zasobów, prognozowania popytu czy gospodarowania odpadami. Wymienione obszary decyzyjne wchodzą w zakres zarządzania logistycznego w przedsiębiorstwie. Od wielu lat świadomość znaczenia strategicznego zarządzania logistycznego rośnie. Dlatego logistyka staje się współcześnie ważnym narzędziem w walce o uzyskiwanie trwałej przewagi konkurencyjnej, zaś fachowi logiści – poszukiwaną kadrą.

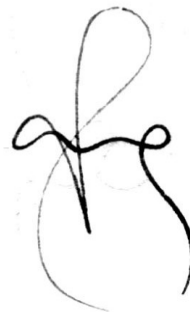
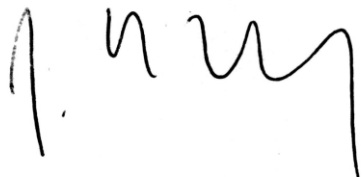
Koncepcja, jaka przyświecała autorom, polegała na podzieleniu obszarów decyzyjnych na zasadnicze grupy, związane z zarządzaniem zapasami, magazynowaniem, transportem, lokalizacją elementów systemu logistycznego oraz oceną systemu logistycznego. Każdy z wy-

¹ <http://sjp.pwn.pl/lista.php?co=decyzja> (23.01.2009).

mienionych obszarów zawiera szereg szczegółowych problemów, których rozwiązanie powinno być postrzegane w pryzmacie współzależności z innymi procesami. Dlatego każdy z rozdziałów rozpoczyna się od przykładów pokazujących procedurę rozwiązywania problemów szczegółowych i ich wzajemną zależność. Następnie zostały zaproponowane zadania do samodzielnego rozwiązania. Wszystkie zamieszczone w niniejszym zbiorze zadań ćwiczenia są autorskie. Reprezentują one poszczególne problemy decyzyjne i mają na celu utrwalenie umiejętności poszukiwania odpowiedzi na pytanie, na które często muszą odpowiadać w praktyce logiści. Praca ta nie ma jednak w zamiarze zastępować wykładu teoretycznego, stąd przed przystąpieniem do rozwiązywania poszczególnych zadań należy wysłuchać odpowiedniego wykładu, bądź samodzielnie zgłębić odpowiedni zakres wiedzy logistycznej. Autorzy nie wskazują żadnej konkretnej pozycji literaturowej, gdyż na rynku istnieje ich wiele i w ostatnim czasie często pojawiają się nowe opracowania, w tym również podręczniki i poradniki.

Niniejszy zbiór zadań został napisany z myślą o studentach studiujących podstawy logistyki w biznesie. Może być on również wykorzystany przez praktyków z tym jednak zastrzeżeniem, że część prezentowanych metod występuje w wersji uproszczonej, zatem uzyskane odpowiedzi nie spełnią takiego stopnia dokładności, jaki można by oczekiwać od metody, dostosowanej do sytuacji i zakresu danych oraz uwarunkowań i charakteru procesu. Zrozumienie poprzez rozwiązywanie zaproponowanych zadań, mechanizmów i współzależności procesów umożliwi wypracowanie logistycznego spojrzenia na procesy biznesowe, co jest niezbędnym elementem sukcesu każdego logistyka.

Autorzy



1. DECYZJE W ZARZĄDZANIU ZAPASAMI

LOGISTYKA			
Rozdział dotyczy:	ZAOPATRZENIA	PRODUKCJI	DYSTRYBUCJI
	TAK	TAK	TAK
PROBLEMY DECYZYJNE	<ul style="list-style-type: none"> – wyznaczenie potrzeb netto materiałów w magazynach i dokonanie alokacji nadmiaru między magazynami – określenie i wybór metody kontroli poziomu zapasów – określenie wielkości optymalnej serii produkcyjnej – zakupy spekulacyjne 		

Przykład 1



Zakłady meblarskie ze Świdnicy, które produkują głównie komody, posiadają 3 magazyny. Magazyny te mają za zadanie obsługiwać sieć 11 sklepów firmowych. Zakłady w ostatnim czasie wyprodukowały 7 000 komód. Podjęto taką decyzję, ponieważ produkcja w tym okresie była najekonomiczniejsza, a zakład jest pewny, że znajdzie zbyt na komody (obserwuje się w ostatnim czasie zwiększone zainteresowanie rynku na ten właśnie produkt). Poniżej w tabeli zestawiono prognozę miesięcznej sprzedaży oraz ilość aktualnego zapasu.

	Magazyn 1	Magazyn 2	Magazyn 3	Razem
Miesięczny przewidywany zbyt	3 000	2 500	1 000	6 500
Wielkość aktualnego zapasu	600	400	150	
Potrzeby netto				
Przydział nadmiaru				
Przydział całkowity				

Produkcja tygodniowa komód wymaga dostarczania do zakładu 6 000 sztuk odpowiednich desek. W celu uzupełnienia zapasów zakłady meblarskie muszą zamawiać deski z tartaku z dwutygodniowym wyprzedzeniem. Często bywa jednak (np. gdy firma produkuje w nadmiarze), że zapotrzebowanie na deski wzrasta do 9 000 sztuk tygodniowo, a czas dostawy wydłuża się aż do 3 tygodni. Wartość jednostkowa (koszt jednej deski) wynosi 8 zł, a jedno-

razowy koszt złożenia zamówienia 300 zł, natomiast koszty utrzymania zapasów wynoszą aż 32% wartości produktu (w skali roku).

Zakłady mają podpisaną stałą umowę na dostawę wspomnianych desek z tartaku. Tartak sam dostarcza deski do zakładu, a w umowie uwzględnił upusty cenowe na stawce transportowej, które uzależnione są oczywiście od wielkości przewożonych desek, upusty te przedstawia tabela poniżej:

Ilość w sztukach	Stawka transportowa za sztukę
do 6 000	0,20 zł
6 000–9 000	0,13 zł
powyżej 9 000	0,11 zł

Do produkcji komód niezbędne są rączki do szuflad, które przytwierdza się po jednej do każdej z nich (1 komoda = 4 rączki). Zakład stworzył specjalną linię do ich produkcji, a ich zużycie wynosi 240 000 sztuk rocznie. Koszty ustawienia linii produkcyjnej wynoszą 1 500 zł, a tygodniowa wielkość produkcji 5 700 rączek.

1. Oblicz potrzeby netto i dokonaj alokacji nadmiaru dla każdego z magazynów wyznaczając jednocześnie przydział całkowity dla każdego z nich.
2. Wyznacz punkt ponownego zamówienia dla dostaw terminowych i normalnej produkcji oraz dostaw wydłużonych i zwiększonej produkcji komód.
3. Wyznacz ekonomiczną wielkość dostawy (EOQ).
4. Wyznacz maksymalny poziom zapasu desek w stałym cyklu zamawiania (POQ).
5. Dokonaj wyboru wielkości partii dostaw (tych, które będą wiązały się ze zmianami) i określ, która z rozważanych partii dostaw będzie najbardziej optymalna.
6. Oblicz wskaźnik zużycia i wielkość optymalnej serii produkcyjnej dla rączek produkowanych w zakładzie, wiedząc, że koszt wyprodukowania jednej rączki wynosi 1,25 zł a jednostkowy koszt utrzymania zapasu 0,25 zł/szt.

Odpowiedź 1

nadmierna ilość produktu (nadmierna produkcja – suma potrzeb netto) · ***potrzeby netto*** /
całkowite zapotrzebowanie systemu (suma potrzeb netto)

$$1650 \cdot 2400 / 5350 = 740 \text{ szt.}$$

$$1650 \cdot 2100 / 5350 = 648 \text{ szt.}$$

$$1650 \cdot 850 / 5350 = 262 \text{ szt.}$$

	Magazyn 1	Magazyn 2	Magazyn 3	Razem
Miesięczny przewidywany zbyt	3 000	2 500	1 000	6 500
Wielkość aktualnego zapasu	600	400	150	
Potrzeby netto	2 400	2 100	850	5 350
Przydział nadmiaru	740	648	262	1 650
Przydział całkowity	3 140	2 748	1 112	7 000

Odpowiedź 2

$$ROP_I = 2 \text{ tygodnie} \cdot 6000 \text{ szt./tydzień} = 12000 \text{ sztuk}$$

$$ROP_{II} = 3 \text{ tygodnie} \cdot 9000 \text{ szt./tydzień} = 27000 \text{ sztuk}$$

Przy dostawach terminowych i normalnej wielkości produkcji ponowny punkt zamawiania wynosi 12 000 sztuk, a w sytuacji wydłużających się w czasie dostaw oraz zwiększonego zapotrzebowania na deski do produkcji (zwiększonej produkcji) wyniesie on 27 000 sztuk.

Odpowiedź 3

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2K_D \cdot D}{K_S \cdot C}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 300 \cdot 6000 \cdot 52}{0,32 \cdot 8}} = \sqrt{\frac{187200000}{2,56}} = \sqrt{73125000} \approx 8551$$

Ekonomiczna wielkość dostawy będzie wynosiła 8551 sztuk desek.

Odpowiedź 4

$$POQ = \frac{n \cdot EOQ}{D}$$

$$POQ = \frac{52 \cdot 8551}{52 \cdot 6000} = \frac{444652}{312000} \approx 1,43$$

Wyznaczamy maksymalny poziom zapasu desek:

$$MAX_Z = 6000 \cdot 1,43 + 9000 \cdot 3 = 35580$$

Oznacza to, że poziom zapasu desek powinien być kontrolowany co półtorej tygodnia, a wielkość partii dostawy powinna odpowiadać różnicy pomiędzy aktualnym zapasem desek, a jego maksymalnym zapasem, który wyniesie 35 580 sztuk.

Odpowiedź 5

$$K_C = K_Z + K_M + K_T$$

– dla wielkości dostawy 5 999:

$$\begin{aligned} K_C &= 300 \cdot \left(\frac{6000 \cdot 52}{5999} \right) + \left(\frac{0,32 \cdot 8 \cdot 5999}{2} \right) + (0,20 \cdot 6000 \cdot 52) = \\ &= 15602,6 + 7678,7 + 62400 = 85681,3 \text{ zł} \end{aligned}$$

– dla wielkości dostawy 8 551 (ekonomiczna wielkość dostawy):

$$\begin{aligned} K_C &= 300 \cdot \left(\frac{6000 \cdot 52}{8551} \right) + \left(\frac{0,32 \cdot 8 \cdot 8551}{2} \right) + (0,13 \cdot 6000 \cdot 52) = \\ &= 10946,1 + 10945,3 + 40560 = 62451,4 \text{ zł} \end{aligned}$$

– dla wielkości dostawy 9 001:

$$\begin{aligned} K_C &= 300 \cdot \left(\frac{6000 \cdot 52}{9001} \right) + \left(\frac{0,32 \cdot 8 \cdot 9001}{2} \right) + (0,11 \cdot 6000 \cdot 52) = \\ &= 10398,8 + 11521,3 + 34320 = 56240,1 \text{ zł} \end{aligned}$$

– dla wielkości dostawy 10 000:

$$\begin{aligned} K_C &= 300 \cdot \left(\frac{6000 \cdot 52}{10000} \right) + \left(\frac{0,32 \cdot 8 \cdot 10000}{2} \right) + (0,11 \cdot 6000 \cdot 52) = \\ &= 9360 + 12800 + 34320 = 56480 \text{ zł} \end{aligned}$$

Mając możliwość skorzystania z niższych stawek transportowych stwierdzamy, że obecnie optymalną partią dostawy jest partia 9 001 sztuk desek. Mimo, iż w tym wypadku wzrastają koszty magazynowania, to oszczędności na kosztach transportu i zamówienia całkowicie przemawiają za tą właśnie wielkością dostawy.

Odpowiedź 6

Obliczanie wskaźnika zużycia:

$$W_z = \frac{d}{p} = \frac{240000}{296400} \approx 0,81$$

Obliczanie optymalnej serii produkcyjnej:

$$S_o = \sqrt{\frac{2 \cdot C_{pp} \cdot D}{K_s \cdot (1 - W_z)}}$$

$$S_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 1500 \cdot 240000}{0,25 \cdot (1 - 0,81)}} \approx 123117 \text{ sztuk}$$

Wskaźnik zużycia wynosi 0,81, a wielkość optymalnej serii produkcyjnej dla ręczek to 123 117 sztuk. Oznacza to, że przy tygodniowej wielkości produkcji 5 700 ręczek każda seria produkcyjna będzie produkowana przez około 21 tygodni (około 5 miesięcy).

Przykład 2



Hurtownia kosmetyków sprzedaje 20 produktów i chciałaby swoje wysiłki skoncentrować na tych produktach, które stanowią największą dla niej wartość. W tym celu planuje poklasyfikować zapasy używając metody ABC oraz XYZ a następnie połączyć obie metody. Dane o produktach zestawiono w poniższej tabeli:

Nazwa produktu	Ilość w sztukach	Wartość sprzedaży	Skumulowana ilość asortymentów	Skumulowana wartość sprzedaży	Grupa
P1	1 800	32 400 zł			
P2	750	3 540 zł			
P3	500	2 450 zł			
P4	9 000	40 000 zł			
P5	1 550	31 000 zł			
P6	21 000	167 000 zł			
P7	600	6 000 zł			
P8	3 000	60 000 zł			
P9	5 000	25 000 zł			
P10	1 250	7 000 zł			
P11	4 000	23 000 zł			
P12	300	1 500 zł			
P13	900	2 000 zł			
P14	1 000	2 740 zł			
P15	800	2 000 zł			
P16	1 200	2 900 zł			
P17	1 300	3 100 zł			
P18	7 000	35 050 zł			
P19	1 500	8 000 zł			
P20	12 000	95 000 zł			
	74 450	549 680 zł			

1. Oblicz skumulowaną ilość asortymentów oraz skumulowaną wartość sprzedaży, a następnie uzupełnij tabelę.
2. Dokonaj klasyfikacji towarów metodą ABC.
3. Wyznacz współczynnik zmienności obliczając wcześniej odchylenie standardowe i dokonaj klasyfikacji produktów metodą XYZ posiadając dane na temat zapotrzebowania:

Produkty	Zapotrzebowanie					
P1	0	50	5	0	0	5
P2	0	15	0	40	0	0
P3	5	0	15	15	15	30
P4	25	25	25	30	30	25
P5	10	10	25	25	60	20
P6	15	5	5	3	15	2,5
P7	10	10	10	25	10	15
P8	5	1	5	5	5	0
P9	25	25	10	10	15	15
P10	5	1	5	2,5	10	0
P11	0	5	60	0	0	90
P12	0	15	15	10	10	10
P13	6	6	6	6	6	6
P14	10	25	40	45	45	30
P15	25	10	15	10	5	5
P16	0	0	15	80	0	0
P17	20	20	0	10	0	5
P18	10	10	8	8	9	6
P19	12	0	15	5	30	48
P20	7	15	20	20	0	30

4. Połącz obie metody – ABC i XYZ.

Odповідź 1

Skumulowana ilość asortymentu:

$$S_I = \frac{100\%}{P} \cdot 100 = \frac{100\%}{20} \cdot 100 = 5$$

Skumulowana wartość sprzedaży:

$$S_w = \frac{WP}{WWP \cdot 1\%}$$

$$S_w P1 = \frac{32400}{549680 \cdot 1\%} = 5,89\%$$

$$S_w P11 = \frac{23000}{549680 \cdot 1\%} = 4,18\%$$

$$S_w P2 = \frac{3540}{549680 \cdot 1\%} = 0,64\%$$

$$S_w P12 = \frac{1500}{549680 \cdot 1\%} = 0,27\%$$

$$S_w P3 = \frac{2450}{549680 \cdot 1\%} = 0,45\%$$

$$S_w P13 = \frac{2000}{549680 \cdot 1\%} = 0,36\%$$

$$S_w P4 = \frac{40000}{549680 \cdot 1\%} = 7,28\%$$

$$S_w P14 = \frac{2740}{549680 \cdot 1\%} = 0,50\%$$

$$S_w P5 = \frac{31000}{549680 \cdot 1\%} = 5,64\%$$

$$S_w P15 = \frac{2000}{549680 \cdot 1\%} = 0,36\%$$

$$S_w P6 = \frac{167000}{549680 \cdot 1\%} = 30,38\%$$

$$S_w P16 = \frac{2900}{549680 \cdot 1\%} = 0,53\%$$

$$S_w P7 = \frac{6000}{549680 \cdot 1\%} = 1,09\%$$

$$S_w P17 = \frac{3100}{549680 \cdot 1\%} = 0,56\%$$

$$S_w P8 = \frac{60000}{549680 \cdot 1\%} = 10,92\%$$

$$S_w P18 = \frac{35050}{549680 \cdot 1\%} = 6,38\%$$

$$S_w P9 = \frac{25000}{549680 \cdot 1\%} = 4,55\%$$

$$S_w P19 = \frac{8000}{549680 \cdot 1\%} = 1,45\%$$

$$S_w P10 = \frac{7000}{549680 \cdot 1\%} = 1,27\%$$

$$S_w P20 = \frac{95000}{549680 \cdot 1\%} = 17,28\%$$

Odpowiedź 2

Klasyfikacja produktów będzie wyglądała następująco:

Nazwa produktu	Ilość w sztukach	Wartość sprzedaży	Skumulowana ilość asortymentów	Skumulowana wartość sprzedaży	Grupa
P6	21 000	167 000 zł	5%	30,38%	A
P20	12 000	95 000 zł	10%	47,66%	
P8	3 000	60 000 zł	15%	58,58%	
P4	9 000	40 000 zł	20%	65,86%	
P18	7 000	35 050 zł	25%	72,24%	
P1	1 800	32 400 zł	30%	78,13%	
P5	1 550	31 000 zł	35%	83,77%	B
P9	5 000	25 000 zł	40%	88,30%	
P11	4 000	23 000 zł	45%	92,50%	
P19	1 500	8 000 zł	50%	93,95%	C
P10	1 250	7 000 zł	55%	95,22%	
P7	600	6 000 zł	60%	96,31%	
P2	750	3 540 zł	65%	96,95%	
P17	1 300	3 100 zł	70%	97,51%	
P16	1 200	2 900 zł	75%	98,04%	
P14	1 000	2 740 zł	80%	98,54%	
P3	500	2 450 zł	85%	98,99%	
P13	900	2 000 zł	90%	99,35%	
P15	800	2 000 zł	95%	99,71%	
P12	300	1 500 zł	100%	99,98 \approx 100%	
	74 450	549 680 zł			

Grupy nie są zbyt dokładne, co spowodowane jest małą liczbą produktów poddanych klasyfikacji (zbiór nie jest w pełni reprezentatywny dla tej metody).

Odowiedź 3

Obliczanie odchylenia standardowego:

Produkty	Zapotrzebowanie						Średnia	d = zapotrzebowanie - średnie zapotrzebowanie						d ²						Σd ²	$\delta = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$
P1	0	50	5	0	0	5	10,0	-10	40	-5	-10	-10	-5	100	1600	25	100	100	25	1950	18,03
P2	0	15	0	40	0	0	9,2	-9	6	-9	31	-9	-9	84	34	84	951	84	84	1321	14,84
P3	5	0	15	15	15	30	13,3	-8	-13	2	2	2	17	69	178	3	3	3	278	533	9,43
P4	25	25	25	30	30	25	26,7	-2	-2	-2	3	3	-2	3	3	3	11	11	3	33	2,36
P5	10	10	25	25	60	20	25,0	-15	-15	0	0	35	-5	225	225	0	0	1225	25	1700	16,83
P6	15	5	5	3	15	2,5	7,6	7	-3	-3	-5	7	-5	55	7	7	21	55	26	170	5,33
P7	10	10	10	25	10	15	13,3	-3	-3	-3	12	-3	2	11	11	11	136	11	3	183	5,53
P8	5	1	5	5	5	0	3,5	2	-3	2	2	2	-4	2	6	2	2	2	12	28	2,14
P9	25	25	10	10	15	15	16,7	8	8	-7	-7	-2	-2	69	69	44	44	3	3	233	6,24
P10	5	1	5	2,5	10	0	3,9	1	-3	1	-1	6	-4	1	9	1	2	37	15	65	3,30
P11	0	5	60	0	0	90	25,8	-26	-21	34	-26	-26	64	667	434	1167	667	667	4117	7721	35,87
P12	0	15	15	10	10	10	10,0	-10	5	5	0	0	0	100	25	25	0	0	0	150	5,00
P13	6	6	6	6	6	6	6,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
P14	10	25	40	45	45	30	32,5	-23	-8	8	13	13	-3	506	56	56	156	156	6	938	12,50
P15	25	10	15	10	5	5	11,7	13	-2	3	-2	-7	-7	178	3	11	3	44	44	283	6,87
P16	0	0	15	80	0	0	15,8	-16	-16	-1	64	-16	-16	251	251	1	4117	251	251	5121	29,21
P17	20	20	0	10	0	5	9,2	11	11	-9	1	-9	-4	117	117	84	1	84	17	421	8,37
P18	10	10	8	8	9	6	8,5	2	2	-1	-1	1	-3	2	2	0	0	0	6	12	1,38
P19	12	0	15	5	30	48	18,3	-6	-18	-3	-13	12	30	40	336	11	178	136	880	1581	16,23
P20	7	15	20	20	0	30	15,3	-8	-0	5	5	-15	15	69	0	22	22	235	215	563	9,69

Wyznaczenia współczynnika zmienności i klasyfikacja produktów:

Produkty	Zapotrzebowanie						Średnia	$\delta = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$	Współczynnik zmienności [odchylenie/średnia]	Współczynnik zmienności w %	Współczynnik zmienności w % rosnąco	Produkty	Grupa
P1	0	50	5	0	0	5	10,0	18,03	1,803	11,91	0,00	P13	X
P2	0	15	0	40	0	0	9,2	14,84	1,619	10,69	0,58	P4	
P3	5	0	15	15	15	30	13,3	9,43	0,707	4,67	1,08	P18	
P4	25	25	25	30	30	25	26,7	2,36	0,088	0,58	2,47	P9	
P5	10	10	25	25	60	20	25,0	16,83	0,673	4,45	2,54	P14	
P6	15	5	5	3	15	2,5	7,6	5,33	0,702	4,64	2,74	P7	
P7	10	10	10	25	10	15	13,3	5,53	0,415	2,74	3,30	P12	
P8	5	1	5	5	5	0	3,5	2,14	0,612	4,04	3,89	P15	
P9	25	25	10	10	15	15	16,7	6,24	0,374	2,47	4,04	P8	
P10	5	1	5	2,5	10	0	3,9	3,30	0,842	5,56	4,18	P20	
P11	0	5	60	0	0	90	25,8	35,87	1,389	9,17	4,45	P5	
P12	0	15	15	10	10	10	10,0	5,00	0,500	3,30	4,64	P6	
P13	6	6	6	6	6	6	6,0	0,00	0,000	-	4,67	P3	
P14	10	25	40	45	45	30	32,5	12,50	0,385	2,54	5,56	P10	
P15	25	10	15	10	5	5	11,7	6,87	0,589	3,89	5,85	P19	
P16	0	0	15	80	0	0	15,8	29,21	1,845	12,19	6,04	P17	
P17	20	20	0	10	0	5	9,2	8,37	0,914	6,04	9,17	P11	
P18	10	10	8	8	9	6	8,5	1,38	0,163	1,08	10,69	P2	
P19	12	0	15	5	30	48	18,3	16,23	0,886	5,85	11,91	P1	
P20	7	15	20	20	0	30	15,3	9,69	0,632	4,18	12,19	P16	

Odpowiedź 4

Połączenie w macierzy obu metod:

Dokładność prognozy	Wartościowość		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>X</i>	P4, P6, P8, P18, P20	P5, P9, P11	P3, P7, P10, P12, P13, P14, P15, P17, P19
<i>Y</i>	P1		P2, P16
<i>Z</i>			

Przykład 3



Sieć aptek sprzedaje pewien lek, którego sprzedaż jest rejestrowana przez system komputerowy. System ten generuje raport, który pozwala przewidywać w jakiej ilości lek będzie sprzedawany, a tym samym jakiej ilości i kiedy leku apteka będzie potrzebować. W każdej z aptek sporządza się 7-dniowe prognozy zapotrzebowania. Zakład produkujący lek realizuje zamówienie w ciągu trzech dni w minimalnych partiach po 2 000 sztuk. Magazyny mogą mieć taki zapas, który potrzebny jest do realizacji zamówień aptek. Gdy magazyn przewiduje brak zapasu, składa zamówienie w zakładzie chemicznym na minimalne partie dostawy po 2 000 sztuk. Magazyn A obsługuje aptekę 1 i 2, a magazyn B aptekę 3 i 4.

Uzupełnij poniższą tabelę o brakujące dane:

- przewidywane dostawy,
- poziom zapasu i zamówienia.

Zapotrzebowanie w aptekach	Jutro	Dni w przyszłości					
	2	3	4	5	6	7	8
Apteka 1	300	150	170	200	100	100	80
Apteka 2	150	200	300	150	240	300	100
Apteka 3	240	160	340	180	140	140	260
Apteka 4	150	280	220	200	200	160	160
Magazyn A	1	2	3	4	5	6	7
Zapotrzebowanie	450	350	470	350	340	400	180
Przewidywane dostawy					2 000		
Zapas 1 800	1 350	1 000	530	180	1 840	1 440	1 260
Zamówienia		2 000					
Magazyn B	1	2	3	4	5	6	7
Zapotrzebowanie	390	440	560	380	340	300	420
Przewidywane dostawy		2 000					2 000
Zapas 500	110	1 670	1 110	730	390	90	1 670
Zamówienia				2 000			

Przykład 4

Firma handlowa kupuje pewien produkt, który charakteryzuje się wahaniami sezonowymi ceny, co zostało zestawione w tabeli poniżej:

Miesiąc	Cena za sztukę	Miesiąc	Cena za sztukę
Styczeń	20 zł	Lipiec	14 zł
Luty	19 zł	Sierpień	16 zł
Marzec	18 zł	Wrzesień	17 zł
Kwiecień	17 zł	Październik	18 zł
Maj	16 zł	Listopad	19 zł
Czerwiec	16 zł	Grudzień	20 zł

Firma przewiduje, że zapotrzebowanie na ten produkt będzie wynosiło 5 000 sztuk miesięcznie. Kierownik ds. zaopatrzenia musi zdecydować czy kupować produkt comiesięcznie, czy zastosować strategię zakupów spekulacyjnych i uwzględnić sezonowe wahania cen. Należy zaznaczyć, że wystąpi konieczność magazynowania, a koszt od sztuki magazynowanego produktu szacuje się na 6 zł w stosunku rocznym.

1. Oblicz koszty magazynowania dla zakupów bieżących i dla strategii zakupów 2, 3 i 6-ciu miesięcy naprzód.
2. Oblicz koszty zakupu w sytuacji zakupów bieżących i stosowaniu różnych strategii oraz wyciągnij wnioski.

Odpowiedź 1

Przy zakupach bieżących:

$$5000/2 \cdot 6 = 15000 \text{ zł}$$

Przy zastosowaniu strategii zakupów na 2 miesiące naprzód:

$$(5000/2 \cdot 6/12 + 10000/2 \cdot 6/12) \cdot 6 = 22500 \text{ zł}$$

Przy zastosowaniu strategii zakupów na 3 miesiące naprzód:

$$(5000/2 \cdot 6/12 + 15000/2 \cdot 6/12) \cdot 6 = 30000 \text{ zł}$$

Przy zastosowaniu strategii zakupów na 6 miesięcy naprzód:

$$(5000/2 \cdot 6/12 + 30000/2 \cdot 6/12) \cdot 6 = 52500 \text{ zł}$$

Odpowiedź 2

	Cena	Zakupy na bieżąco	Zakupy na 2 miesiące naprzód	Zakupy na 3 miesiące naprzód	Zakupy na 6 miesięcy naprzód
Styczeń	20 zł	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł	100 000 zł
Luty	19 zł	95 000 zł	95 000 zł	95 000 zł	95 000 zł
Marzec	18 zł	90 000 zł	90 000 zł	90 000 zł	90 000 zł
Kwiecień	17 zł	85 000 zł	85 000 zł	85 000 zł	85 000 zł
Maj	16 zł	80 000 zł	80 000 zł	80 000 zł	80 000 zł
Czerwiec	16 zł	80 000 zł	80 000 zł	80 000 zł	80 000 zł
Lipiec	14 zł	70 000 zł	140 000 zł	210 000 zł	420 000 zł
Sierpień	16 zł	80 000 zł			
Wrzesień	17 zł	85 000 zł	170 000 zł		
Październik	18 zł	90 000 zł		270 000 zł	
Listopad	19 zł	95 000 zł	190 000 zł		
Grudzień	20 zł	100 000 zł			
Razem		1 050 000 zł	1 030 000 zł	1 010 000 zł	950 000 zł
Koszty		15 000 zł	22 500 zł	30 000 zł	52 500 zł
Łączne koszty		1 065 000 zł	1 052 500 zł	1 040 000 zł	1 002 500 zł

Najniższy koszt łączny występuje w wypadku zakupów z wyprzedzeniem na potrzeby półroczne. Strategię zakupów spekulacyjnych należy stosować wtedy, gdy ceny danego produktu wzrastają (w innym wypadku najlepszą strategią jest kupowanie produktu na potrzeby bieżące).

1.2. Metoda stałej wielkość zamawiania

1.2.1. Wyznaczanie punktu ponownego zamówienia (ROP – reorder point)

Firma handlowa sprzedaje tygodniowo 160 sztuk pewnego produktu. W celu uzupełnienia zapasów musi zamawiać towar u dostawcy z dwutygodniowym wyprzedzeniem. Niejednokrotnie zdarza się, że tygodniowe zapotrzebowanie na ten produkt wśród nabywców wzrasta do 200 sztuk tygodniowo, a dodatkowo okres dostawy wydłuża się do 3 tygodni. Wartość jednostkowa tego produktu wynosi 20 zł, a koszty złożenia zamówienia 400 zł. Koszty utrzymania zapasów wynoszą 30% wartości produktu w skali roku.

1. Wyznacz punkt ponownego zamówienia dla sytuacji terminowych dostaw i warunkach zwykłego popytu.
2. Wyznacz punkt ponownego zamówienia dla sytuacji zwiększonego zapotrzebowania i dłuższego czasu dostawy.



1.1.2. Wyznaczanie ekonomicznej (optymalnej) wielkości dostawy (EOQ – Economic Order Quantity)

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2K_D \cdot D}{K_S \cdot C}}$$

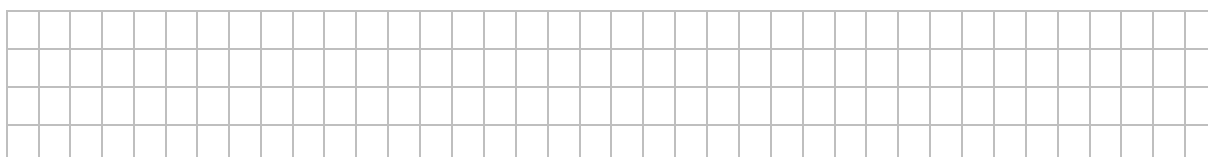
gdzie:

K_D – koszt pojedynczego zamówienia

K_S – jednostkowy koszt składowania

D – roczne zapotrzebowania

C – cena jednostkowa



1.2.3. Porównanie kosztów łącznych dla różnych wielkości dostaw

	Partie dostaw					
	400	500	800	1000	1200	1400
Zapasy przeciętne (Q/2)	200	250	400	500	600	700
Koszty magazynowania K_M						
Koszty zakupu K_Z						
Łączny koszt zaopatrzenia						

$$K_M = K_S \cdot C \cdot \frac{Q}{2}$$

$$K_Z = K_D \cdot \frac{D}{Q}$$

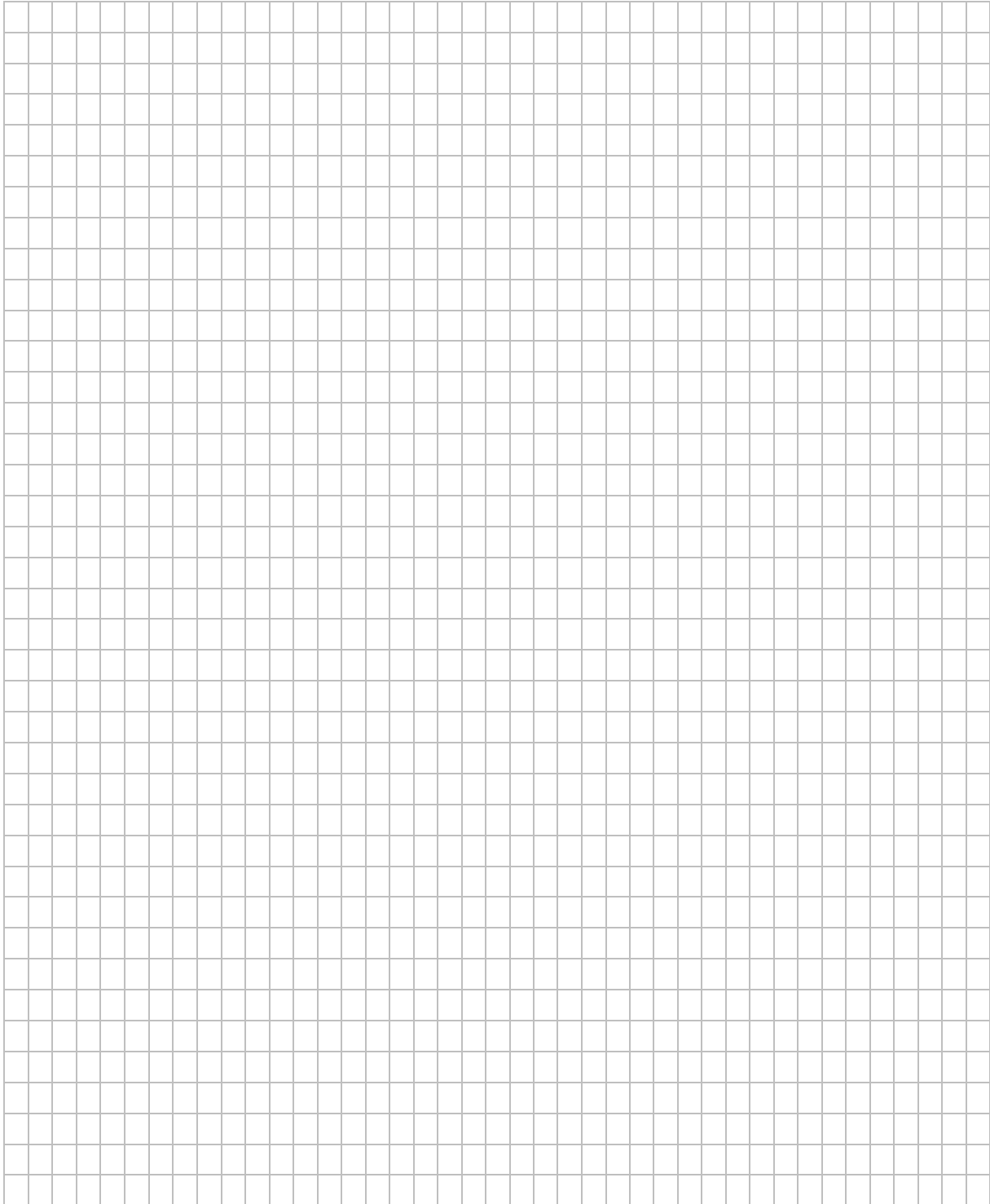


1. Dokonaj wyboru wielkości partii dostaw, które mogą wiązać się ze zmianami.
2. Dokonaj obliczeń korzystając z poniższego wzoru oraz określ, która z partii dostaw będzie optymalną

$$K_C = K_Z + K_M + K_T$$

gdzie:

K_T (koszt transportu) = stawka transportowa \times D



1.6. Metoda ABC klasyfikacji zapasów

Firma handlowa sprzedaje 15 produktów i chciałaby swoje wysiłki skoncentrować na tych produktach, które stanowią największą wartość dla niej. W tym celu planuje poklasyfikować zapasy używając metody ABC. Dane o produktach zestawiono w poniższej tabeli.

Nazwa produktu	Ilość w sztukach	Wartość sprzedaży	Skumulowana ilość asortymentów	Skumulowana wartość sprzedaży	Grupa
P1	1 200	2 900 zł			
P2	1 300	3 100 zł			
P3	7 000	35 050 zł			
P4	1 500	8 000 zł			
P5	1 550	31 000 zł			
P6	21 000	167 000 zł			
P7	9 800	33 000 zł			
P8	15 000	145 000 zł			
P9	12 000	95 000 zł			
P10	1 250	7 000 zł			
P11	1 800	32 400 zł			
P12	750	3 540 zł			
P13	500	2 450 zł			
P14	1 000	2 740 zł			
P15	800	2 000 zł			

1. Oblicz skumulowaną ilość asortymentów ze wzoru:

$$S_I = \frac{100\%}{P} \cdot 100$$

gdzie: P – ilość produktów

2. Oblicz skumulowaną wartość sprzedaży ze wzoru:

$$S_W = \frac{WP}{WWP \cdot 1\%}$$

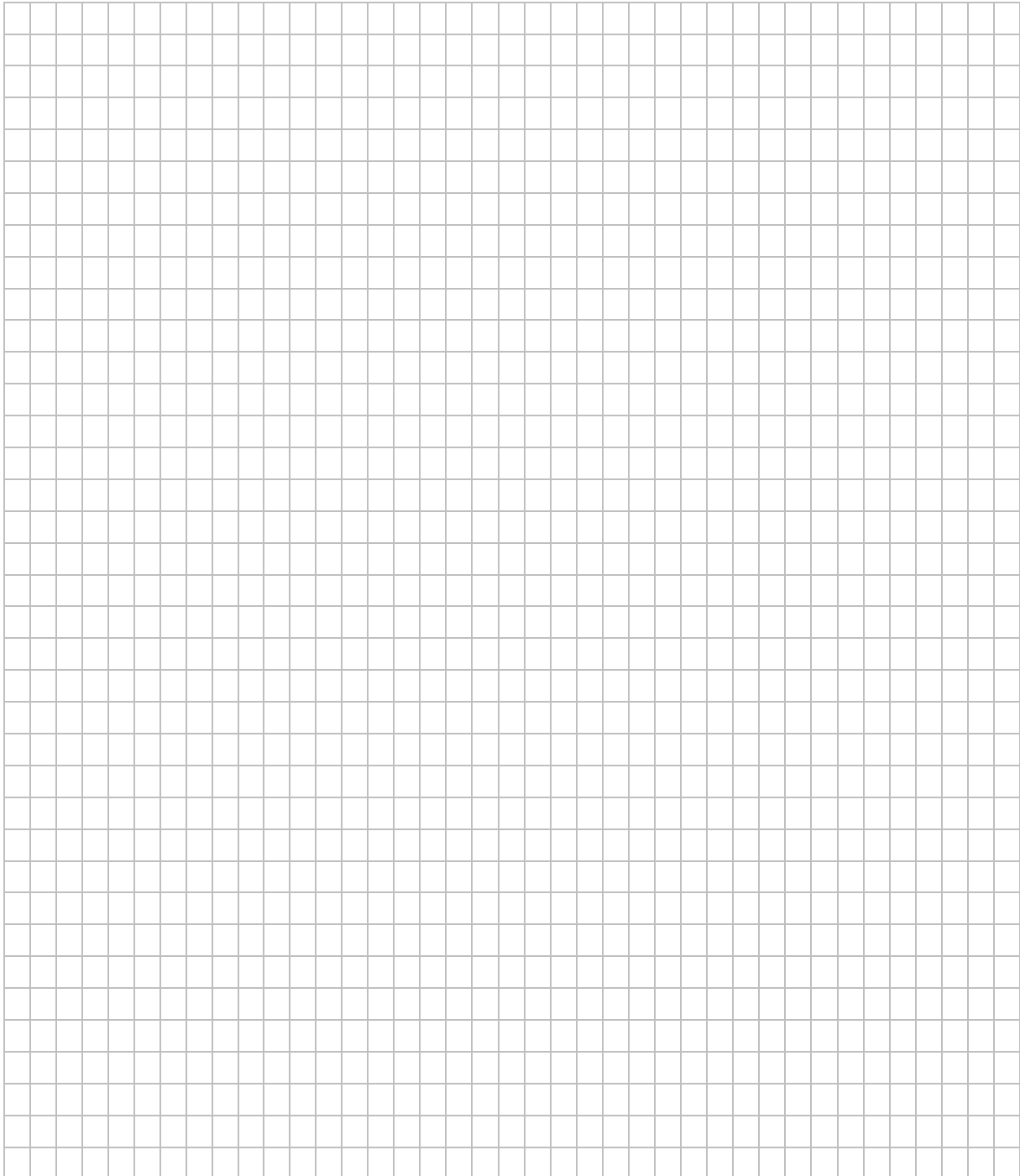
gdzie:

WP – wartość produktu

WWP – wartość wszystkich produktów

3. Dokonaj klasyfikacji na grupy A, B i C pamiętając o poniższej proporcji:

Grupa	Ilość	Wartość
A	do 20%	do 80%
B	do 30%	do 15%
C	ok. 50%	ok. 5%



1.7. Metoda XYZ klasyfikacji zapasów - połączenie z klasyfikacją ABC

Analizę ABC można uzupełnić o analizę XYZ, w której kryterium podziału na grupy jest regularność zapotrzebowania na produkty i dokładność sporządzanych prognoz zapotrzebowania. W naszym przypadku produkty do grup X, Y i Z przydzielimy korzystając ze współczynnika zmienności. Poniżej przedstawiono przydział do grupy na podstawie wartości współczynnika zmienności:

Grupa	Współczynnik zmienności
X	do 10%
Y	10%–25%
Z	powyżej 25%

Połączenie obu analiz daje macierz 9 kategorii:

Dokładność prognozy	Wartościowość		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>X</i>	Wysoki poziom wartości zużycia Duża dokładność prognozy	Średni poziom wartości zużycia Duża dokładność prognozy	Niski poziom wartości zużycia Duża dokładność prognozy
<i>Y</i>	Wysoki poziom wartości zużycia Średnia dokładność prognozy	Średni poziom wartości zużycia Średnia dokładność prognozy	Niski poziom wartości zużycia Średnia dokładność prognozy
<i>Z</i>	Wysoki poziom wartości zużycia Mała dokładność prognozy	Średni poziom wartości zużycia Mała dokładność prognozy	Niski poziom wartości zużycia Mała dokładność prognozy

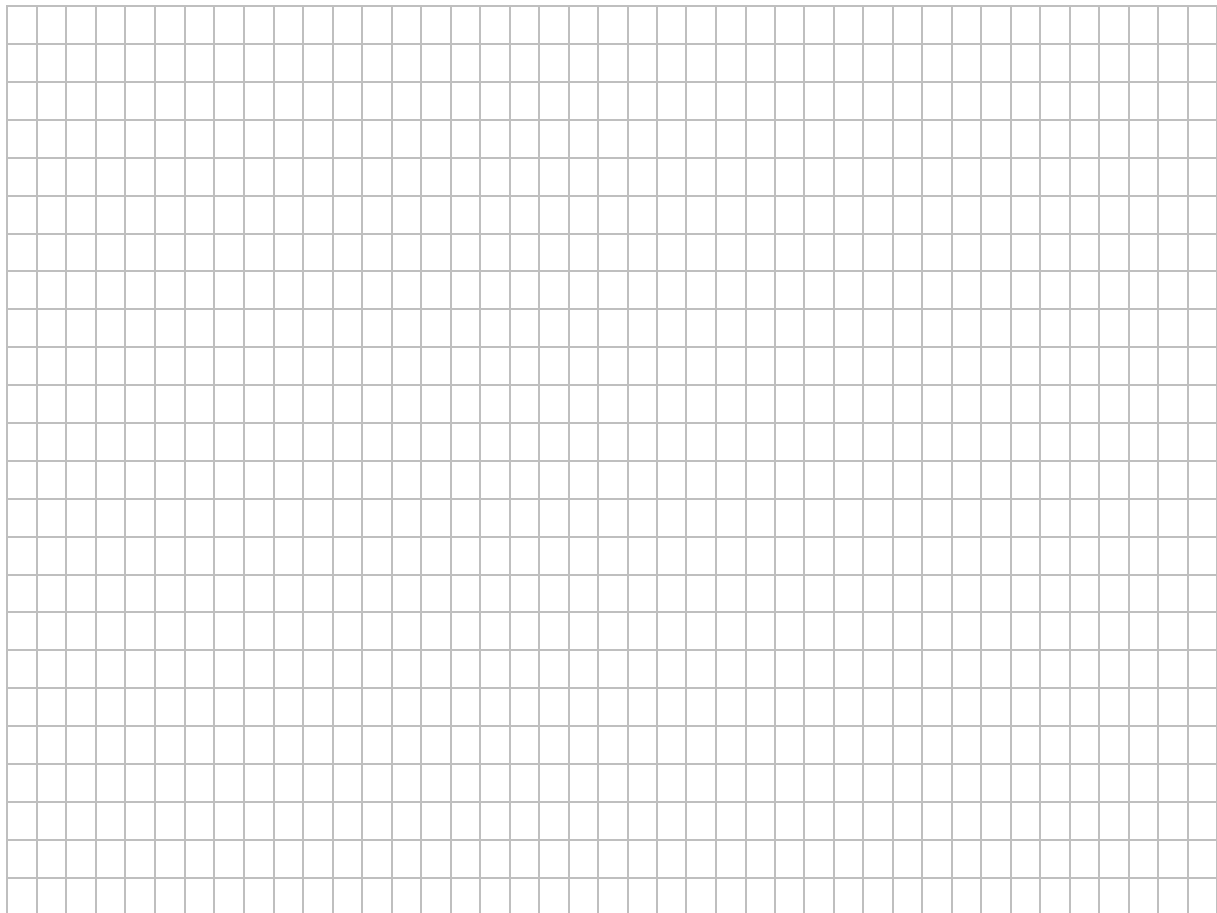
Grupa **AX** – towary o równomiernym zapotrzebowaniu i wysokim udziale w kosztach ogólnych zapasów – warto maksymalnie zmniejszyć zapas i przejść na dostawy w systemie *just in time*.

Grupa **CZ** – towary o niskiej wartości i małej przewidywalności – należy utrzymywać ich zapas.

Produkty	Zapotrzebowanie						Średnia	$\delta = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$	Współczynnik zmienności [odchylenie/średnia]	Współczynnik zmienności w %	Współczynnik zmienności w % rosnąco	Produkty
P1	10	30	15	25	20	20						
P2	45	30	30	20	25	50						
P3	10	15	15	10	10	10						
P4	25	25	25	30	20	25						
P5	10	30	15	25	20	20						
P6	5	5	5	2,5	10	2,5						
P7	20	10	10	25	10	15						
P8	5	10	5	5	5	10						
P9	25	25	10	10	15	15						
P10	5	5	5	2,5	10	2,5						
P11	2,5	2,5	3	2,5	2,5	5						
P12	10	15	15	10	10	15						
P13	8	8	8	8	8	10						
P14	15	25	40	40	30	50						
P15	10	15	15	10	10	20						

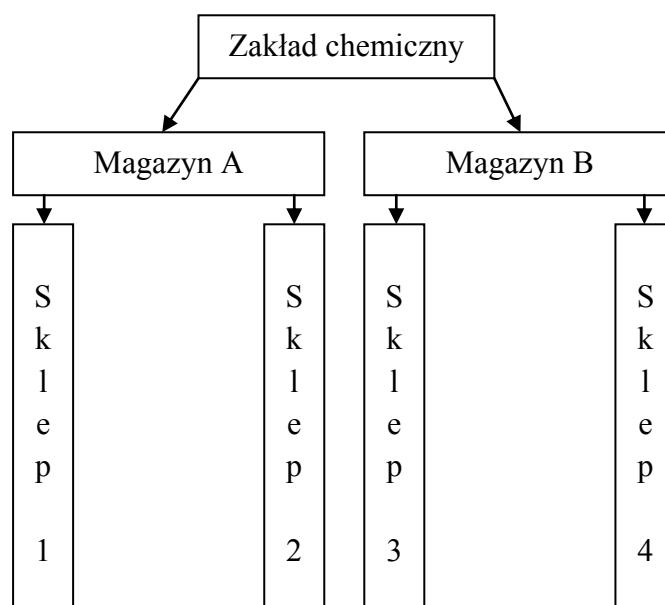
3. Na podstawie otrzymanych wyników w zadaniach z punkt 2.6 i 2.7, dokonaj połączenia metody ABC i XYZ wypełniając poniższą macierz. Dokonaj interpretacji wyników (patrz początek pkt. 2.7).

Dokładność prognozy	Wartościowość		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>X</i>			
<i>Y</i>			
<i>Z</i>			



1.8. Planowanie potrzeb dystrybucyjnych

Firma w sieci swoich sklepów sprzedaje pewien środek chemiczny, którego sprzedaż musi być szczegółowo kontrolowana. W momencie zamówienia klient otrzymuje specjalne potwierdzenie złożenia zamówienia. Kiedy klient odbiera produkt obsługa skanuje kod z tego potwierdzenia, a informacja trafia do systemu, który koduje transakcje wraz z terminem uzupełnienia tego zapasu. Firma korzystając z takiego systemu może przewidywać jakiej ilości tego środka chemicznego będzie potrzebować i w jakim terminie (może być dostarczany codziennie). Poniżej został przedstawiony system dystrybucji tego produktu do czterech sklepów firmowych.



W każdym sklepie sporządza się 7-dniowe prognozy zapotrzebowania. Zakład chemiczny, który produkuje ten środek realizuje zamówienie w ciągu trzech dni w minimalnych partiach po 1 000 sztuk (jedno opakowanie zawiera 100 g tego środka). Magazyny mogą mieć taki zapas, który potrzebny jest do realizacji zamówień sklepów. Kiedy magazyn przewiduje brak zapasu, składa zamówienie w zakładzie chemicznym na minimalne partie dostawy po 1 000 sztuk.

Uzupełnij poniższą tabelę o brakujące dane:

- zapotrzebowanie sklepów,
- przewidywane dostawy,
- poziom zapasu i zamówienia.

Zadania

Zadanie 1

Pewna firma z branży kosmetycznej wyprodukowała nadmiar perfum „Fresh man”, które są przechowywane w pięciu magazynach, a z nich bezpośrednio dystrybuowane do sieci 85 sklepów firmowych. Firma jest pewna, że znajdzie nabywców na ten produkt, ponieważ obserwowała zwiększone nim zainteresowanie w ostatnich tygodniach. Kierownik ds. produkcji podjął taką decyzję, gdyż produkcja w tym właśnie okresie była najekonomiczniejsza i wyprodukowano 55 000 sztuk. Poniżej przedstawiono charakterystykę czterech magazynów, do których trafi nadmiar wyprodukowanych perfum:

	Magazyn 1	Magazyn 2	Magazyn 3	Magazyn 4	Razem
Miesięczna prognoza sprzedaży	5 000	18 000	12 000	8 000	
Wielkość aktualnego zapasu	1 200	3 000	2 500	1 500	
Potrzeby netto					
Przydział nadmiaru					
Przydział całkowity					

Oblicz potrzeby netto i dokonaj alokacji nadmiaru dla każdego z magazynów, a następnie oblicz ile będzie wynosił przydział całkowity dla poszczególnych magazynów.

Zadanie 2

Przedsiębiorstwo Porcelany Użytkowej z Polanicy-Zdroju wyprodukowało w nadmiarze (produkcja wyniosła 2 000 szt.) naczynia porcelanowe do sieci 3 pijalni wód. Pijalnie charakteryzują się kolejno miesięcznym zapotrzebowaniem 500, 600 i 750 sztuk, oraz odpowiednio posiadają zapas 100, 150 i 300 sztuk naczyń.

1. Oblicz potrzeby netto oraz rozłokuj nadmiar naczyń w pijalniach.
2. Oblicz ile wyniesie przydział całkowity naczyń dla każdej z pijalni.

Zadanie 3

Firma handlowa sprzedaje tygodniowo 300 sztuk produktu „A”, a w celu uzupełniania jego zapasu musi składać zamówienia z dwutygodniowym wyprzedzeniem. Czasami zdarza się, że tygodniowa sprzedaż wspomnianego produktu wzrasta do 500 sztuk, a czas dostawy potrafi wydłużyć się nawet do czterech tygodni.

1. Wyznacz punkt ponownego zamawiania dla sytuacji normalnego popytu i terminowych dostaw.
2. Wyznacz punkt ponownego zamówienia dla sytuacji zwiększonego popytu i wydłużonych dostaw.

Zadanie 4

Przedsiębiorstwo Przetwórstwa Rybnego „Rybka Dolnośląska” z Wałbrzycha wytwarza 16 000 konserw miesięcznie. W celu zapewnienia sobie odpowiedniego poziomu zapasów ryb musi składać zamówienie u dostawcy z dwutygodniowym wyprzedzeniem, a jego koszt wynosi 240 zł. Koszt utrzymania zapasów ryb wynosi 15% ich wartości, a cena 1 kg ryb 8 zł. Zapotrzebowanie tygodniowe przedsiębiorstwa na ryby wynosi jedną tonę.

1. Wyznacz punkt ponownego zamówienia.
2. Wyznacz optymalną wielkość dostawy.

Zadanie 5

Firma handlowa „RolPol” sprzedaje tygodniowo 200 sztuk rolet zewnętrznych. W celu uzupełniania zapasów musi składać zamówienia u swojego dostawcy z 3 tygodniowym wyprzedzeniem. Czasami dochodzi do sytuacji, że tygodniowa sprzedaż rolet wzrasta do 250 sztuk, a czas ich dostawy wydłuża się do 4 tygodni. Rolety sprzedawane są po cenie 420 zł za sztukę, a koszt złożenia zamówienia u ich dostawcy wynosi 300 zł. Utrzymanie zapasów rolet kosztuje firmę 25% ich wartości w skali roku.

1. Wyznacz punkt ponownego zamówienia dla obu opisanych przypadków.
2. Wyznacz optymalną wielkość partii dostawy rolet.
3. Wyznacz maksymalny poziom zapasu posługując się metodą stałego cyklu zamawiania.

Zadanie 6

Przedsiębiorstwo handlowe „Leżaki Górskie” z Jedliny-Zdroju, które zajmuje się dystrybucją leżaków zamierza zoptymalizować wielkości ich dostaw. Przedsiębiorstwo sprzedaje miesięcznie 600 sztuk tych leżaków, a cena jednostkowa wynosi 40 zł. Koszt złożenia zamówienia u producenta wynosi 250 zł, a koszty magazynowania wynoszą obecnie 20% wartości produktu w skali roku.

1. Wyznacz optymalną wielkość dostawy dla opisanej powyżej sytuacji.
2. Wyznacz optymalną wielkość dostawy widząc, że miesięczne zapotrzebowanie na leżaki wzrośnie o 30%, a ich cena spadnie o 10 zł/szt.

Zadanie 7

Salon fotograficzny sprzedaje 140 albumów artystycznych na zdjęcia miesięcznie. Producent albumów realizuje dostawy w okresie dwóch miesięcy od złożenia zamówienia, a czasami okres ten wydłuża się nawet do 3 miesięcy. Dodatkowo zdarza się, że sprzedaż albumów wzrasta do 180 miesięcznie. Wartość jednego albumu wynosi 85 zł, a koszt złożenia zamówienia 220 zł. Koszty utrzymania zapasu albumów ze względu na ich niewielką ilość i rozmiary nie są wysokie i wynoszą ok. 4% ich wartości rocznie.

1. Wyznacz punkt ponownego zamówienia (dla obu sytuacji).
2. Wyznacz ekonomiczną wielkość partii dostawy albumów.
3. Wyznacz maksymalny poziom zapasu posługując się metodą stałego cyklu zamawiania.

Zadanie 8

Hurtownia obuwia sprzedaje tygodniowo 7 000 par butów. W celu uzupełnienia zapasów musi zamawiać towar u producenta z trzytygodniowym wyprzedzeniem. Czasami zdarza się, że zapotrzebowanie na obuwie wzrasta do 9 000 par tygodniowo, a dostawa wydłuża się nawet do pięciu tygodni. Wartość jednej pary butów wynosi 150 zł, a koszt złożenia zamówienia 600 zł. Koszty utrzymania zapasów wahają się w granicach 24% wartości produktu w skali roku. Producent przedstawił ostatnio kierownikowi hurtowni ofertę upustów cenowych na stawce transportowej, co ukazuje tabelka poniżej:

Ilość par	Stawka transportowa za parę butów
do 7 000	0,30 zł
7 001–10 000	0,26 zł
powyżej 10 000	0,22 zł

1. Wyznacz punkt ponownego zamówienia oraz optymalną wielkość partii dostawy butów.
2. Wyznacz maksymalny poziom zapasu posługując się metodą stałego cyklu zamawiania.
3. Dokonaj wyboru wielkości partii dostaw, które wiążą się ze zmianami, a następnie wykonaj obliczenia uwzględniające upusty cenowe na transporcie i określ, która z rozważanych partii dostaw będzie optymalną.

Zadanie 9

Firma produkująca obuwie męskie wytwarza 4 000 wkładek do butów tygodniowo. Roczne zużycie wkładek wynosi 170 000 sztuk. Koszt produkcji jednej wkładki wynosi 0,08 zł, a jednostkowy koszt utrzymania zapasu 0,01 zł za wkładkę, natomiast koszt ustawienia linii to 300 zł.

1. Oblicz wskaźnik zużycia.
2. Wyznacz wielkość optymalnej serii produkcyjnej wkładek do butów.

Zadanie 10

Zakłady papiernicze w Krakowie produkują zeszyty szkolne. Do produkcji zeszytów przedsiębiorstwo wykorzystuje specjalne okładki. Tygodniowa produkcja okładek sięga 5 000 sztuk, a ich roczne zużycie do produkcji zeszytów 150 000 sztuk. Oceniono, że koszt wyprodukowania jednej okładki to 30 groszy, a koszt utrzymania zapasu 7 groszy za sztukę. Koszty związane z ustawieniem linii produkcyjnej wynoszą 300 zł.

1. Oblicz wskaźnik zużycia okładek.
2. Wyznacz wielkość optymalnej serii produkcyjnej okładek do zeszytów.

Zadanie 11

Firma handlowa sprzedaje 10 produktów i chciałaby swoje wysiłki skoncentrować na tych, które stanowią dla niej największą wartość. Pomocną w tym celu stanie się metoda ABC klasyfikacji zapasów. Poniżej została przedstawiona charakterystyka wartościowa i ilościowa poszczególnych produktów:

Nazwa produktu	Ilość w sztukach	Wartość sprzedaży
P1	300	60 000 zł
P2	2 000	13 000 zł
P3	4 500	9 000 zł
P4	1 000	90 000 zł
P5	6 000	10 000 zł
P6	250	330 000 zł
P7	400	250 000 zł
P8	3 000	60 000 zł
P9	5 000	33 000 zł
P10	1 250	12 000 zł

1. Oblicz skumulowaną ilość asortymentów oraz skumulowaną wartość sprzedaży, a następnie stwórz odpowiednie tabelaryczne zestawienie.
2. Na podstawie uzyskanych wyników dokonaj podziału produktów na grupy A, B i C.

Zadanie 12

Uzupełnij analizę ABC z poprzedniego ćwiczenia o analizę XYZ.

1. Wyznacz współczynnik zmienności obliczając wcześniej odchylenie standardowe i dokonaj klasyfikacji produktów metodą XYZ posiadając niezbędne dane:

Produkty	Zapotrzebowanie					
	0	0	0	0	0	20
P1	0	15	0	40	0	0
P2	5	0	15	15	15	100
P3	25	25	25	30	30	25
P4	10	10	25	25	60	20
P5	15	5	5	3	15	2,5
P6	10	10	10	25	10	4
P7	5	1	5	5	5	5
P8	5	5	10	10	25	25
P9	5	1	5	5	10	0
P10						

2. Dokonaj klasyfikacji produktów, a następnie stwórz macierz, która połączy obie metody.

Zadanie 13

Zaplanuj potrzeby dystrybucyjne na produkt „X” wypełniając poniższą tabelkę, wiedząc jednocześnie, że minimalna partia dostawy wynosi 500 sztuk, a czas realizacji zamówienia 2 dni. Magazyn A obsługuje pierwsze trzy sklepy, a magazyn B pozostałe.

Zapotrzebowanie w sklepach	Jutro	Dni w przyszłości					
	2	3	4	5	6	7	8
Sklep 1	70	50	20	80	40	10	60
Sklep 2	20	40	15	25	40	30	70
Sklep 3	10	65	70	70	50	50	40
Sklep 4	55	20	25	20	30	30	40
Sklep 5	70	15	15	90	50	50	10
Sklep 6	30	15	45	45	50	10	35
Magazyn A	1	2	3	4	5	6	7
Zapotrzebowanie							
Przewidywane dostawy							
Zapas 150							
Zamówienia							
Magazyn B	1	2	3	4	5	6	7
Zapotrzebowanie							
Przewidywane dostawy							
Zapas 300							
Zamówienia							

Zadanie 14

Tabela poniżej przedstawia wahania sezonowe ceny pewnego produktu na przestrzeni roku. Jego miesięczna sprzedaż wyniesie 150 sztuk miesięcznie, a koszty magazynowania 4,5 zł/szt. rocznie.

Miesiąc	Cena za sztukę	Miesiąc	Cena za sztukę
Styczeń	64 zł	Lipiec	40 zł
Luty	60 zł	Sierpień	48 zł
Marzec	56 zł	Wrzesień	52 zł
Kwiecień	52 zł	Październik	56 zł
Maj	25 zł	Listopad	60 zł
Czerwiec	25 zł	Grudzień	65 zł

1. Oblicz koszty zakupu w sytuacji zakupów bieżących i przy stosowaniu różnych strategii.
2. Oblicz koszty magazynowania dla zakupów bieżących i dla strategii zakupów 2, 3 i 6-ciu miesięcy naprzód.

2. DECYZJE W ZAKRESIE MAGAZYNOWANIA

LOGISTYKA			
Rozdział dotyczy:	ZAOPATRZENIA	PRODUKCJI	DYSTRYBUCJI
	TAK	NIE	TAK
PROBLEMY DECYZYJNE	<ul style="list-style-type: none"> – wybór formy obrotu (zaopatrzenia) – bezpośredni czy pośredni – podział pomiędzy obrót bezpośredni i pośredni – forma obrotu a powierzchnia magazynowa – zapotrzebowanie na powierzchnię magazynową – wybór między magazynami zmechanizowanymi i zautomatyzowanymi – wybór między magazynem własnym a obcym – zarządzanie powierzchnią magazynową – optymalne rozmieszczenie towarów (materiałów) w magazynie 		

Przykład 1



Zakład produkcyjny „Metalex” z Wałbrzycha musi podjąć decyzję w sprawie swojego systemu dystrybucyjnego. Rozważa się dostawy bezpośrednie do klientów (prosto z zakładu) lub też przez magazyn. Do wyboru pozostaje, czy ma być to magazyn zmechanizowany, czy też zautomatyzowany. Poniższa tabela przedstawia koszty dla poszczególnych opcji:

	Koszt stały	Koszty zmienne		
		Transport zaopatrzeniowy	Transport wyrobów gotowych	Manipulacje materiałowe
Obrót bezpośredni	450 000 zł	–	130 zł	–
Magazyn zmechanizowany	1 800 000 zł	20 zł	50 zł	25 zł
Magazyn zautomatyzowany	6 000 000 zł	20 zł	50 zł	5 zł

Zakład „Metalex” do swojej produkcji zużywa rocznie 5 000 ton rudy żelaza. Może on zaopatrywać się bezpośrednio w kopalni rudy żelaza odległej o 240 km lub w składzie rudy odległym o 45 km. W przypadku dostaw bezpośrednio z kopalni, można skorzystać z tańszego transportu kolejowego, a ze składu ruda dowożona jest ciężarówkami. Kopalnia dostarcza rudę w wagonach o pojemności 60 ton w jednakowych dostawach raz na trzy miesiące. Koszt transportu kolejowego wynosi 1,5 zł za tonę surowca. Zakład nie posiada własnej boczniczy kolejowej, dlatego zmuszony jest korzystać z boczniczy odległej o 3 km, skąd ruda przewożona jest ciężarówkami. Całkowity koszt przeładunku tony rudy z wagonu na samochód i przewozu ze stacji towarowej do magazynów zakładu wynosi 40 zł. Partia dostawy ze składu z powodu ładowności samochodu i konieczności unikania pustych przebiegów musi

wynosić minimum 20 ton, a koszt przewozu jednej tony rudy samochodem to 8 zł/km. Dodatkowo należy pamiętać o narzucie składowym, który wynosi 20% ceny jednej tony surowca (cena tony rudy żelaza wynosi 250 zł).

Kierownik ds. logistyki zakładu „Metalex” musi podjąć jeszcze decyzję, która łączy się z wcześniejszym wyborem formy obrotu, ponieważ ma ograniczone możliwości magazynowania. Wiemy, że „Metalex” zużywa rocznie 5 000 ton rudy żelaza, a magazyn przyzakładowy może pomieścić 400 ton. Zwiększenie powierzchni magazynowej zakładu jest niemożliwe, gdyż nie posiada on odpowiedniego kapitału. Przedsiębiorstwo jak wiemy może zaopatrywać się bezpośrednio w kopalni rudy żelaza, ale ma także możliwość zaopatrywania się u pośredników (z ich składów). W przypadku dostaw od pośredników zapas wynosi 15 dni (24 obroty rocznie), a przy bezpośrednich dostawach 30 dni (12 obrotów rocznie). Zakład dąży do zwiększenia dostaw bezpośrednich, ze względu na niższe koszty transportu i pewność co do ilości oraz jakości dostarczanego surowca. Zwiększając obrót bezpośredni ilość obrotów zapasów zmniejszy się do 9 rocznie, gdyż kopalnie proponują większe partie dostaw w dłuższych okresach czasu.

1. Porównaj obrót bezpośredni z magazynem zmechanizowanym, a następnie magazyn zmechanizowany ze zautomatyzowanym, a następnie odpowiedź na pytanie: kiedy należy zastosować dany system?
2. Zinterpretuj graficznie.
3. Oblicz koszty uzyskania jednej tony rudy przy składowej oraz bezpośredniej formie obrotu.
4. Wyznacz granicę racjonalności ekonomicznej obrotu składowego oraz wyciągnij wnioski.
5. Oblicz jaki powinien być udział zaopatrzenia w obrocie bezpośrednim i składowym oraz jaka powinna być pojemność magazynu, jeżeli zwiększy się udział bezpośredniego zaopatrzenia o 4%, a liczba obrotów nie ulegnie zmianie.
6. Oblicz łączną wielkość dostaw bezpośrednich, jeżeli przy dotychczasowej pojemności magazynu liczba tych obrotów zmniejszy się do sześciu rocznie.

Odpowiedź 1

– obrót bezpośredni: $130x + 450000$

– magazyn zmechanizowany: $95x + 1800000$

– magazyn zautomatyzowany: $75x + 6000000$

Porównanie obrotu bezpośredniego z magazynem zmechanizowanym:

$$130x + 450000 = 95x + 1800000$$

$$35x = 1350000$$

$$x \approx 38571 \text{ sztuk}$$

Porównanie magazynu zmechanizowanego z magazynem zautomatyzowanym:

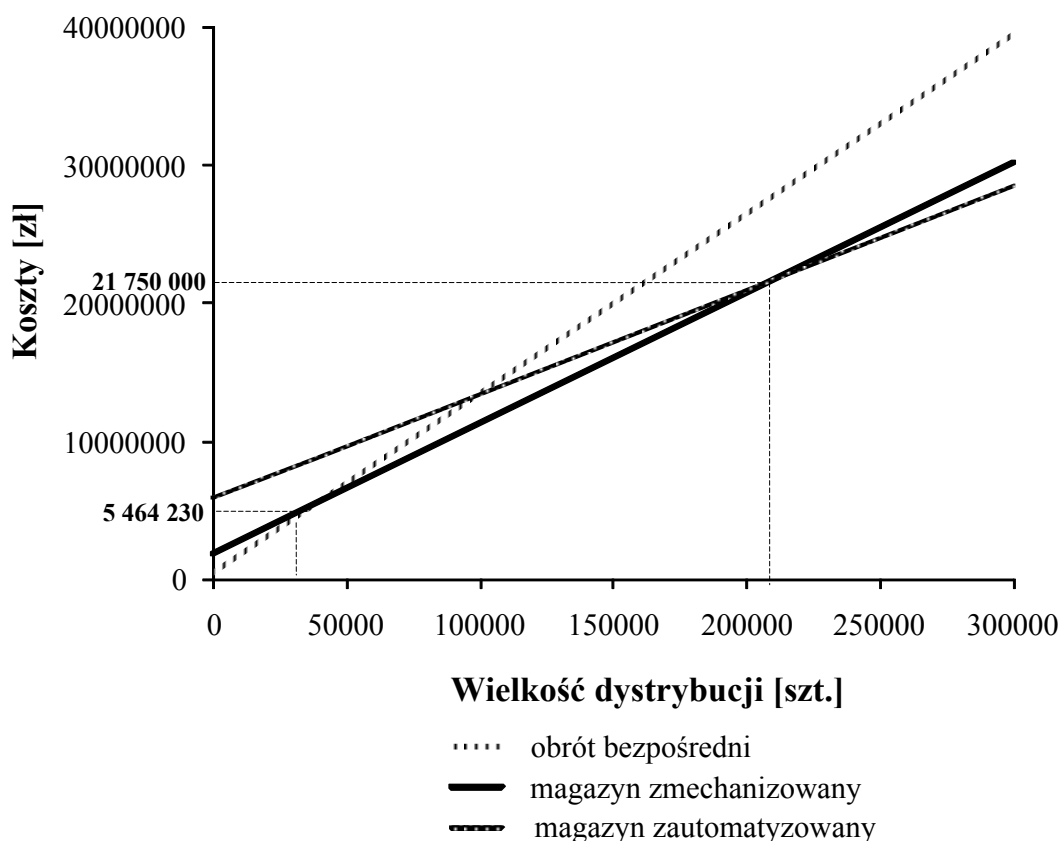
$$95x + 1800000 = 75x + 6000000$$

$$20x = 4200000$$

$$x = 210000 \text{ sztuk}$$

Bezpośredni system dystrybucji należy zastosować wtedy, kiedy nie będzie ona przekraczała 38 571 sztuk. Powyżej tej wartości jest już opłacalne stosowanie obrotu pośredniego przez magazyn zmechanizowany, a wykorzystanie magazynu zautomatyzowanego będzie uzasadnione, gdy dystrybucja sięgnie 210 000 sztuk produktu.

Odpowiedź 2



Odpowiedź 3

Koszty składowej formy obrotu:

K_S = koszty przewozu tony rudy samochodem x odległość + narzut w obrocie składowym x cena za tonę rudy

$$K_S = 8 \cdot 45 + 0,2 \cdot 250 = \mathbf{410 \text{ zł}}$$

Koszty bezpośredniej formy obrotu:

K_B = koszty przewozu tony rudy koleją x odległość + koszty przewozu ze stacji towarowej do magazynu

$$K_B = 1,5 \cdot 240 + 40 = \mathbf{400 \text{ zł}}$$

Odpowiedź 4

Granica racjonalności ekonomicznej obrotu składowego:

$$G_R = \frac{W \cdot C_J \cdot (Q_B - Q_S)}{K_S - K_B}$$

W – wskaźnik rentowności osiągany przez daną firmę, w naszym przypadku przyjęta została jego wielkość na poziomie 6%

$$G_R = \frac{0,06 \cdot 250 \cdot (1250 - 20)}{410 - 400} = 1845 \text{ ton}$$

Z ekonomicznego punktu widzenia jeżeli zapotrzebowania nie przekroczy 1 845 ton, celowe jest zastosowanie składowej formy obrotu. W naszym wypadku zapotrzebowanie roczne wynosi jednak aż 5 000 ton rocznie, dlatego też zakład powinien sprowadzać rudę żelaza bezpośrednio z kopalni.

Odpowiedź 5

Obliczanie udziału zaopatrzenia w obrocie bezpośrednim i składowym:

$$P = \frac{Q_B}{L_B} + \frac{Q_S}{L_S}$$

W celu obliczenia obrotu bezpośredniego wzór przyjmuje postać:

$$\frac{Q_B}{L_B} + \frac{Q_S^*}{L_S} = P$$

* w naszym przypadku: $Q_S = 5000 \text{ t} - Q_B$

$$\frac{Q_B}{12} + \frac{5000 \text{ t} - Q_B}{24} = 400 \text{ t}$$

$$2Q_B + 5000 \text{ t} - Q_B = 9600 \text{ t}$$

$$Q_B = 4600 \text{ t}$$

Stąd wielkość zaopatrzenia składowego wynosi:

$$Q_S = W - Q_B$$

$$Q_S = 5000 \text{ t} - 4600 \text{ t} = 400 \text{ t}$$

W celu zapewnienia odpowiednich warunków składowania przy danej pojemności magazynu przyzakładowego, udział zaopatrzenia w obrocie składowym powinien wynieść 400 ton (czyli 8% ogólnego zaopatrzenia), a pozostałe 4 600 ton (92%) powinno być kupowane w obrocie bezpośrednim.

Obliczamy teraz pojemność magazynu, jeżeli zwiększy się udział bezpośredniego zaopatrzenia o 4%, a liczba obrotów nie ulegnie zmianie:

$$Q_B = 96\% \text{ z } 5000 \text{ t} = 4800 \text{ t}$$

$$Q_S = 5000 \text{ t} - 4800 \text{ t} = 200 \text{ t}$$

Stąd pojemność magazynu przy zachowaniu tej samej liczby obrotów powinna wynieść:

$$\frac{4800 \text{ t}}{12} + \frac{200 \text{ t}}{24} \approx 408,3 \text{ t}$$

Zwiększając udział zaopatrzenia o 4% należałoby zwiększyć dotychczasową pojemność magazynu przyzakładowego o blisko 8 ton ($408,3 \text{ t} - 400 \text{ t} = 8,3 \text{ t}$).

Odpowiedź 6

Obliczamy łączną wielkość dostaw bezpośrednich, przy założeniu, że liczba obrotów zmniejszy się do 6 w ciągu roku, a pojemność magazynu pozostaje bez zmian:

$$\frac{Q_B}{6} + \frac{5000 \text{ t} - Q_B}{24} = 400 \text{ t}$$

$$4Q_B + 5000 \text{ t} - Q_B = 9600 \text{ t}$$

$$3Q_B = 4600 \text{ t} \text{ stąd } Q_B \approx 1533 \text{ t}$$

W takim przypadku wielkość zaopatrzenia bezpośredniego wyniesie 1 533 tony. Należy rozumieć przez to konieczność zmniejszenia sum dostaw o 2/3 (z 4 600 t na 1 533 t), aby utrzymać pojemność magazynu na poziomie 400 ton, po zmniejszeniu liczby obrotów z 12 do 6-ciu rocznie.

Przykład 2



Przedsiębiorstwo, które zajmuje się sprzedażą farb i lakierów zaopatruje się u kilku producentów. Produkty przechowywane są w magazynie, a kwartalne zapotrzebowanie na powierzchnię magazynową wynosi odpowiednio 2 500, 5 000, 7 500 i 5 000 m². Koszt rozbudowy magazynu o każdy kolejny moduł wielkości 2 500 m² wynosi 420 000 zł oraz dochodzi dodatkowo koszt zmienny – 20 zł za każdy 1 m² powierzchni rocznie. Koszty funkcjonowania magazynu wynoszą 60 zł/1 m² na rok, a koszt wynajęcia powierzchni w zewnętrznym magazynie 200 zł/1m² na rok. Okres trwałości nowego magazynu szacuje się na ok. 20 lat.

1. Uzupełnij tabelę o zapotrzebowanie na wynajem obcej powierzchni magazynowej oraz oblicz koszt związany z przechowywaniem produktów dla magazynów o powierzchni 2 500, 5 000 i 7 500 m².
2. Przedstaw w formie tabelki łączne koszty magazynowania zakładając, że produkt jest magazynowany najpierw we własnym magazynie zanim wynajmie się obcą powierzchnię magazynową i podejmij ostateczną decyzję dotyczącą budowy lub wynajmu magazynów.

Odpowiedź 1

Zapotrzebowanie kwartalne	Zapotrzebowanie własnego magazynu w m ²		
	2 500	5 000	7 500
2 500	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
5 000	<i>2 500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
7 500	<i>5 000</i>	<i>2 500</i>	<i>0</i>
5 000	<i>2 500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Obliczamy koszt związany z przechowywaniem produktu:

$$K = K_M + \frac{K_{SR} + K_{ZR} \cdot P}{T \cdot P}$$

– dla powierzchni 2 500 m²:

$$K = 60 + \frac{420000 + 20 \cdot 2500}{20 \cdot 2500} = 69,4 \text{ zł /m}^2/\text{rok}$$

– dla powierzchni 5 000 m²:

$$K = 60 + \frac{420000 + 20 \cdot 5000}{20 \cdot 5000} = 65,2 \text{ zł /m}^2/\text{rok}$$

– dla powierzchni 7 500 m²:

$$K = 60 + \frac{420000 + 20 \cdot 7500}{20 \cdot 7500} = 63,8 \text{ zł /m}^2/\text{rok}$$

Odpowiedź 2

– przy wykorzystaniu tylko własnego magazynu:

$$\frac{K_{MW} \cdot P}{4^*}$$

– przy wykorzystaniu własnego i obcego magazynu:

$$\frac{K_{MW} \cdot P + K_{MO} \cdot P}{4^*}$$

Rozmiar magazynu w m ²	Zapotrzebowanie kwartalne				Koszt całoroczny
	2 500	5 000	7 500	5 000	
2 500	<i>43 375 zł⁽¹⁾</i>	<i>168 375 zł⁽²⁾</i>	<i>423 500 zł</i>	<i>168 375 zł</i>	<i>803 625 zł</i>
5 000	<i>81 500 zł</i>	<i>81 500 zł</i>	<i>451 000 zł</i>	<i>81 500 zł</i>	<i>695 500 zł</i>
7 500	<i>119 625 zł</i>	<i>119 625 zł</i>	<i>119 625 zł</i>	<i>119 625 zł</i>	<i>478 500 zł</i>

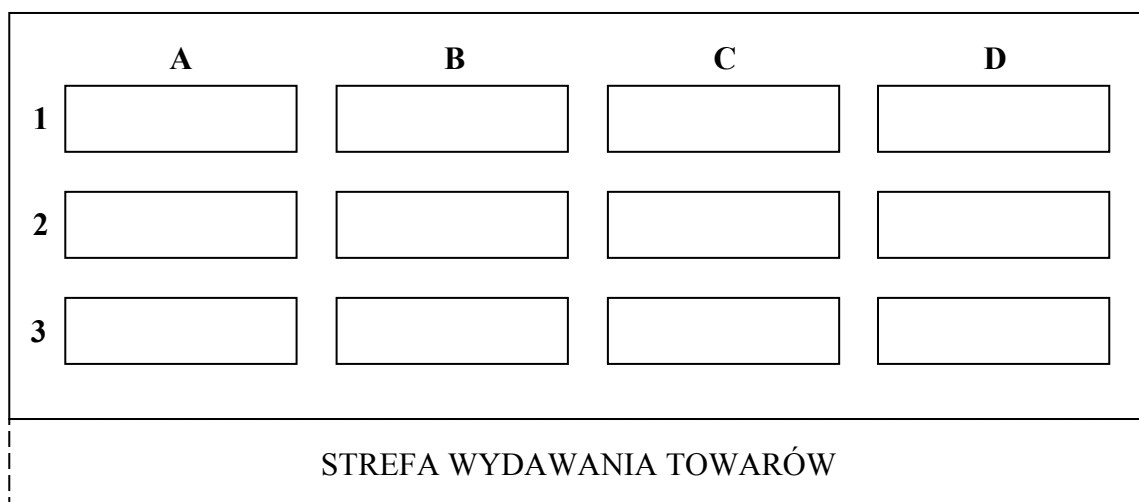
$$(1) \frac{69,4 \cdot 2500}{4^*} = 43374 \text{ zł}$$

$$(2) \frac{69,4 \cdot 2500 + 200 \cdot 2500}{4^*} = 168375 \text{ zł}$$

Z uwagi na wysokie koszty wynajmu obcej powierzchni magazynowej najlepiej będzie wybudować własny magazyn o powierzchni 7 500 m².

Przykład 3

Schemat poniżej przedstawia strukturę pewnego magazynu, który jest własnością firmy handlowej z Wrocławia:



Każdy z dwunastu modułów może pomieścić 50 m² produktu ustawionego do wysokości 10 metrów. Produkty należy rozmieścić tak, aby w sposób maksymalny ograniczyć manipulacje magazynowe. W tym celu posłużymy się wskaźnikiem objętości zamówienia, który wyraża stosunek całkowitego zapotrzebowania na powierzchnię magazynową danego produktu do dziennej ilości zamówień na ten produkt. Produkty cechujące się jak najniższym wskaźnikiem będą najbliższej strefy wydawania towarów, co pozwoli na ich szybkie przemieszczanie. Rozmieszczenie produktów w modułach uzależniono od struktury zapotrzebowania na objętość magazynową.

1. Poniżej w tabeli zestawiono dane na temat produktów. Uzupełnij brakujące pola o wskaźnik objętości zamówienia.
2. Wykorzystując wskaźnik objętości zamówienia uzyskany w poniższej tabeli ułóż produkty w odpowiedniej kolejności, obliczając dodatkowo dla każdego z nich procentowy udział w całkowitej objętości magazynowej.
3. Na podstawie wykonanych obliczeń dokonaj alokacji produktów wpisując ich symbole w odpowiednich modułach (100/ilość modułów magazynowych = procentowa pojemność jednego modułu).

Odpowiedź 1

Produkt	1	2	3	4 = 2 / 250	5 = 1 x 3	6 = 5 / 4
	Jednostkowa objętość magazynowa w m ³	Przewidywana ilość zamówień w ciągu roku	Przewidywana ilość sztuk w ciągu roku	Przewidywana ilość dziennych zamówień	Całkowita objętość magazynowa w m ³	Wskaźnik objętości zamówienia
A	0,15	3 000	500	12	75	6,25
B	0,11	9 000	14 100	36	1 551	43,08
C	0,25	11 000	25 000	44	6 250	142,05
D	0,08	15 500	30 000	62	2 400	38,71
E	0,30	20 000	7 000	80	2 100	26,25
Razem		85 500	76 600		12 376	

Odpowiedź 2

Produkt	Procentowy udział produktu w całkowitej objętości magazynowej
C	50,50*
B	12,53
D	19,39
E	16,97
A	0,61
	100 %

$$C = \frac{6250}{12376 \cdot 1\%} = 50,50\% \quad E = \frac{2100}{12376 \cdot 1\%} = 16,97\%$$

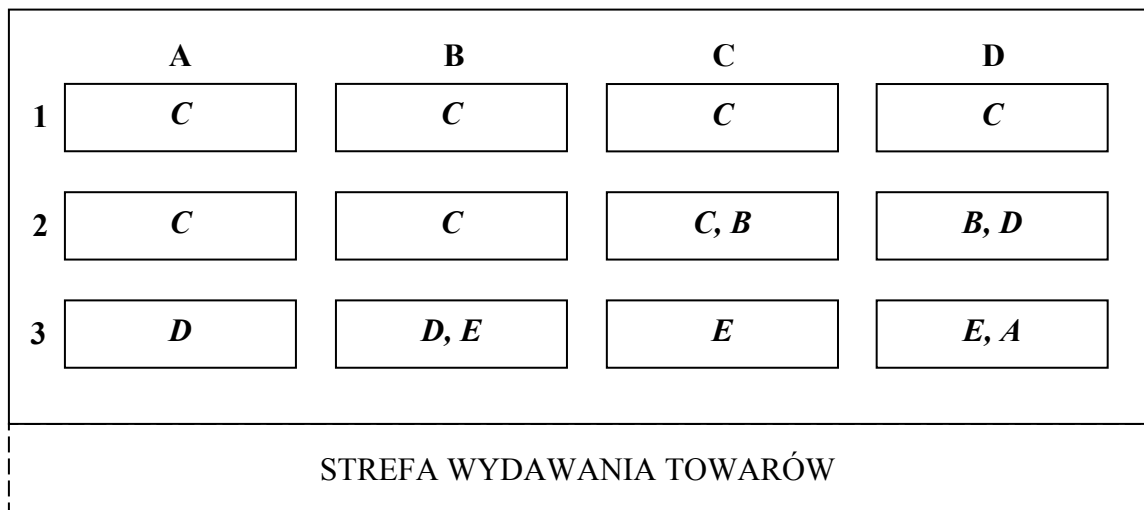
$$B = \frac{1551}{12376 \cdot 1\%} = 12,53\% \quad A = \frac{75}{12376 \cdot 1\%} = 0,61\%$$

$$D = \frac{2400}{12376 \cdot 1\%} = 19,39\%$$

Odpowiedź 3

Obliczamy procentową pojemność jednego modułu:

$$\frac{100}{12} \approx 8,33\%$$



Produkty rozmieszczamy od lewej do prawej strony, zaczynając od modułu A1. Produkt A zajmuje 50,50% powierzchni, tak więc:

$$50,50 / 8,33 = 6,06 \text{ modułów}$$

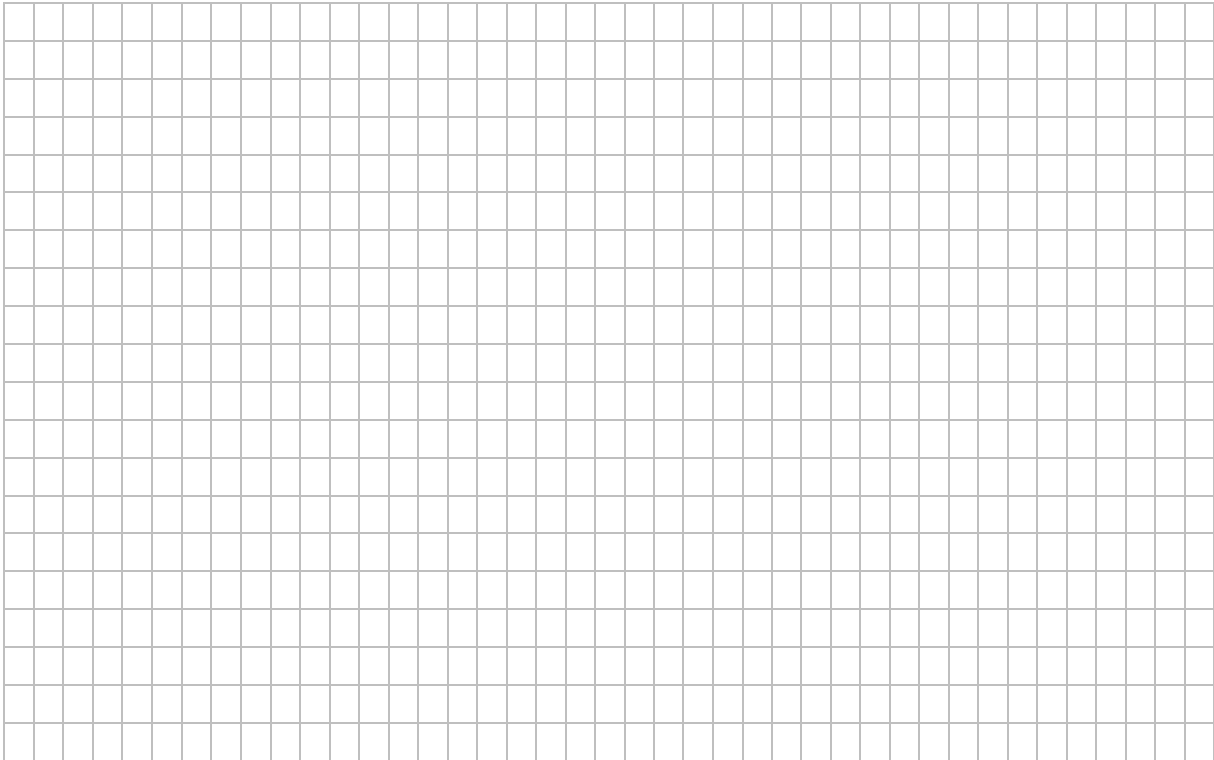
$$8,33 \cdot 6 \text{ modułów} = 49,98$$

$50,50 - 49,98 = 0,52\%$ – tyle zajmie w ostatnim, siódmym module, pozostawiając w nim jeszcze 7,81 % wolnego miejsca na następny produkt (produkt B).

2.1. Wybór pomiędzy obrotem pośrednim i bezpośrednim

Przedsiębiorstwo produkcyjne zastanawia się nad wyborem systemu dystrybucyjnego. System ten miałby mieć formę dostaw bezpośrednich – z przedsiębiorstwa do klientów – lub też odbywałby się poprzez jeden z magazynów: magazyn niezmechanizowany lub zmechanizowany. W tabeli poniżej zostały przedstawione koszty dla każdego z tych rozwiązań:

2. Interpretacja graficzna.



2.2. Wybór formy zaopatrzenia

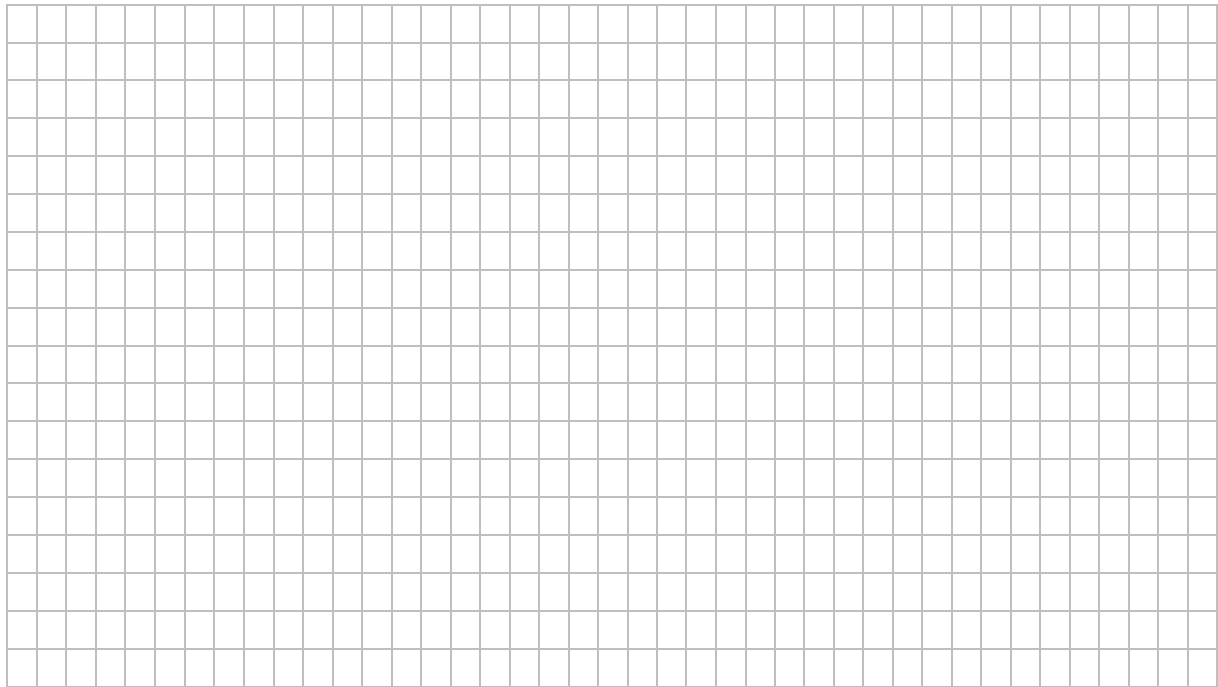
Firma, która zajmuje się dostawami energii cieplnej dla osiedla mieszkaniowego zużywa 1 000 ton węgla rocznie. Firma może zaopatrywać się bezpośrednio w kopalni odległej o 70 km lub w składzie węgla odległym o 1,5 km. W przypadku dostaw bezpośrednich korzysta z tańszego transportu kolejowego, natomiast ze składu węgiel jest dowożony samochodami ciężarowymi. Kopalnia dostarcza węgiel w wagonach o pojemności 50 ton w jednakowych dostawach raz na kwartał. Koszt przewozu tony węgla koleją wynosi 80 gr. Firma nie posiada własnej boczniczy kolejowej, a węgiel z wagonów jest przewożony samochodami ze stacji odległej o 5 km od załadunku. Koszt łączny przeładunku tony węgla z wagonu na samochód i przewozu ze stacji towarowej do magazynów firmy wynosi 35 zł. Partia dostawy ze składu z powodu ładowności samochodu i konieczności unikania pustych przebiegów musi wynosić minimum 10 ton, a koszt przewozu jednej tony węgla samochodem wynosi 2 zł/km. Narzuty w obrocie składowym stanowią 15% ceny jednej tony węgla, a cena tony węgla wynosi 500 zł.

1. Oblicz koszty uzyskania tony węgla przy składowej formie obrotu korzystając ze wzoru:

$$K_S = \text{koszty przewozu tony węgla samochodem} \times \text{odległość} + \text{narzut w obrocie składowym} \times \text{cena tony węgla}$$

2. Oblicz koszty uzyskania tony węgla przy bezpośredniej formie obrotu korzystając ze wzoru:

$$K_B = \text{koszty przewozu tony węgla koleją} \times \text{odległość} + \text{koszty przewozu ze stacji towarowej do magazynu}$$



3. Wyznacz granicę racjonalności ekonomicznej obrotu składowego (G_R) ze wzoru:

$$G_R = \frac{W \cdot C_J \cdot (Q_B - Q_S)}{K_S - K_B}$$

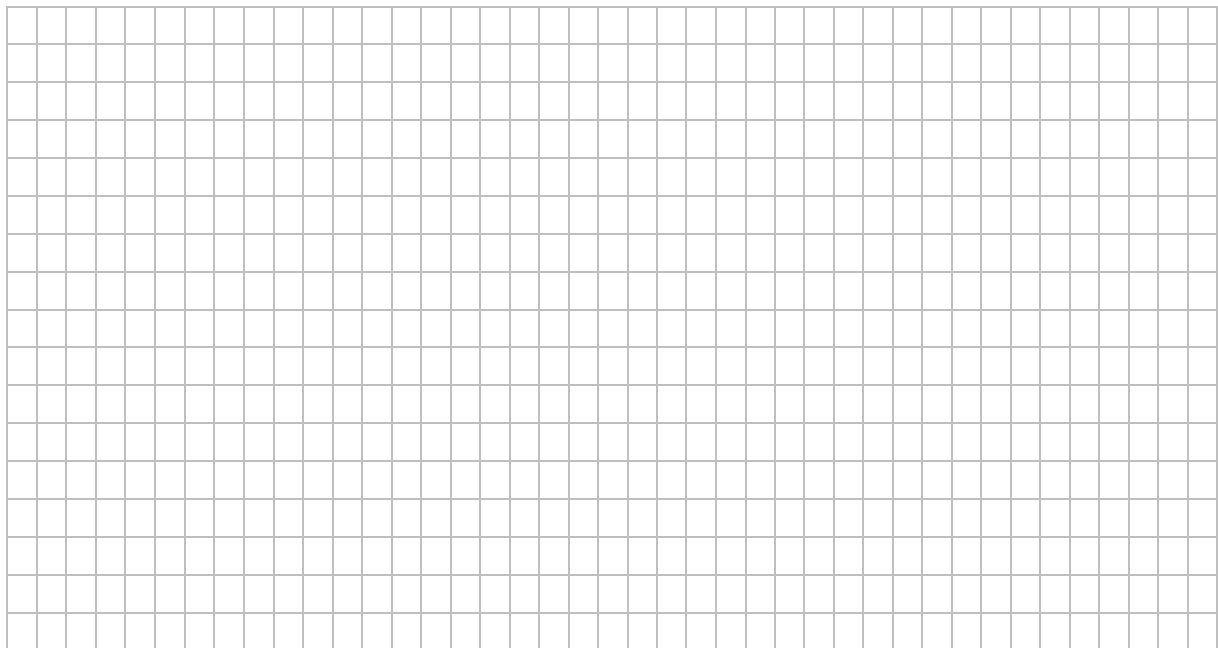
gdzie:

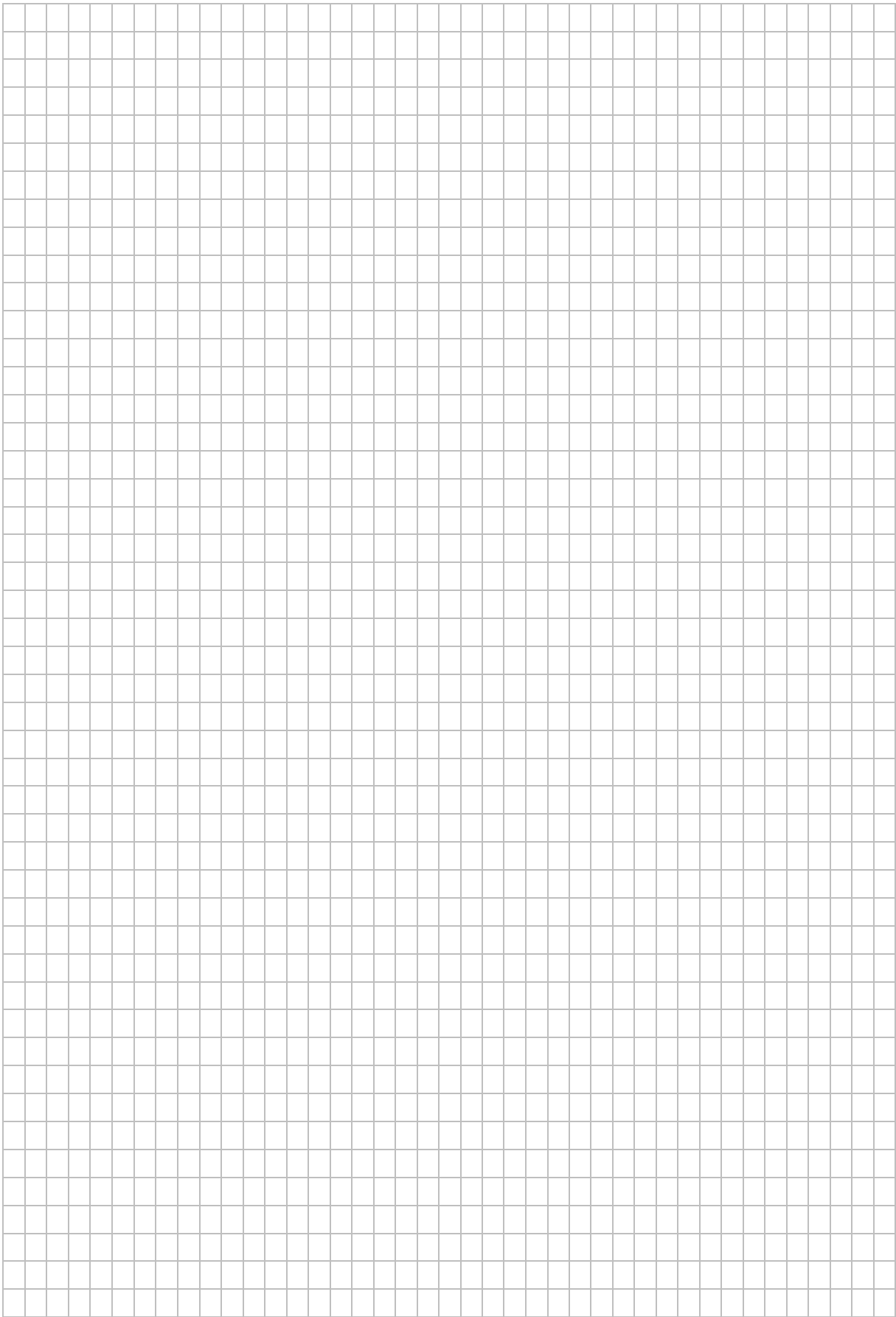
W – wskaźnik rentowności osiągany przez daną firmę, w naszym przypadku przyjęta została jego wielkość na poziomie 6%

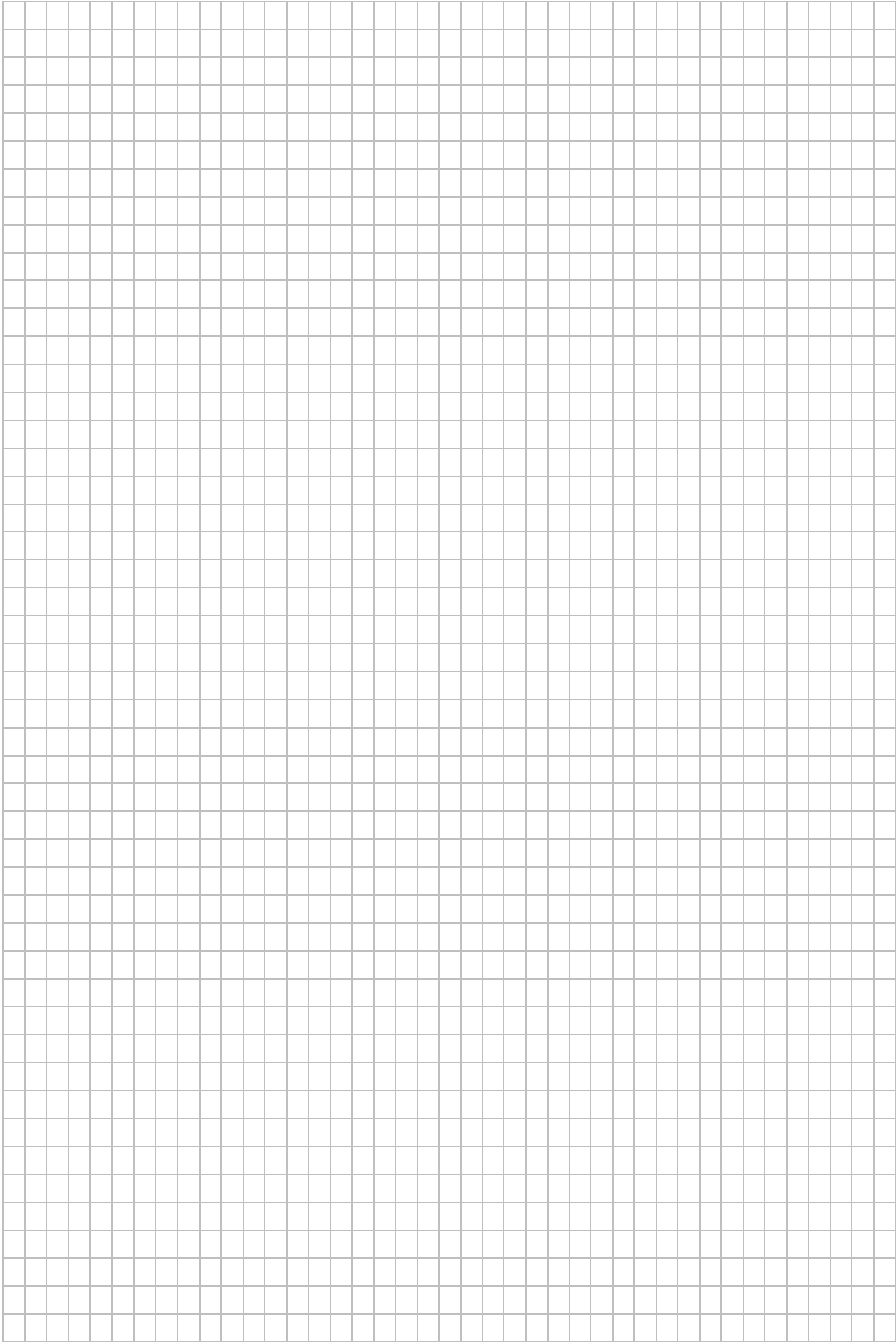
C_J – cena jednostkowa

Q_B – średnia partia dostaw przy obrocie bezpośrednim

Q_S – średnia partia dostaw przy obrocie składowym

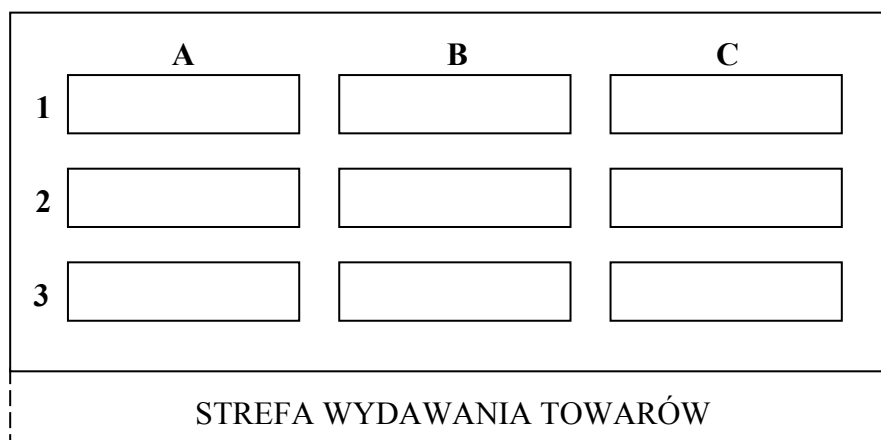






2.5. Zarządzanie powierzchnią magazynową

Firma handlowa posiada magazyn, którego budowa została przedstawiona na poniższym schemacie:



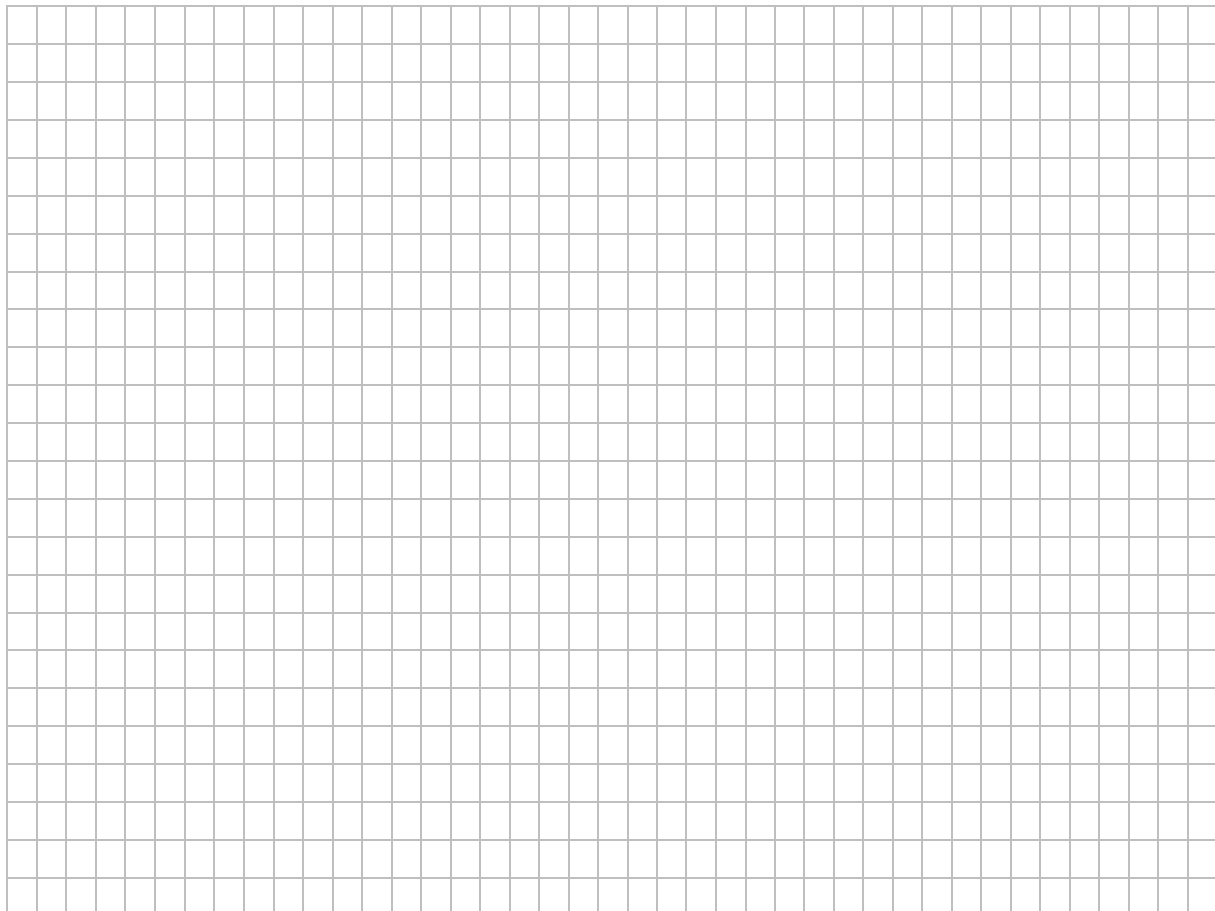
Każdy z 9-ciu modułów może pomieścić 40 m^2 produktu ustawionego do wysokości 8 metrów. Produkty należy rozmieścić tak, aby w sposób maksymalny ograniczyć manipulacje magazynowe. W tym celu posłużymy się wskaźnikiem objętości zamówienia, który wyraża stosunek całkowitego zapotrzebowania na powierzchnię magazynową danego produktu do dziennej ilości zamówień na ten produkt. Produkty, dla których wskaźnik ten jest niski są najbliższej strefy wydawania towarów (dzięki temu towary najwyżej rotacyjne będą przemieszczane na jak najkrótszym dystansie). Rozmieszczenie produktów w modułach uzależniono od struktury zapotrzebowania na objętość magazynową.

1. Poniżej w tabeli zestawiono dane na temat produktów. Uzupełnij brakujące pola o wskaźnik objętości zamówienia.

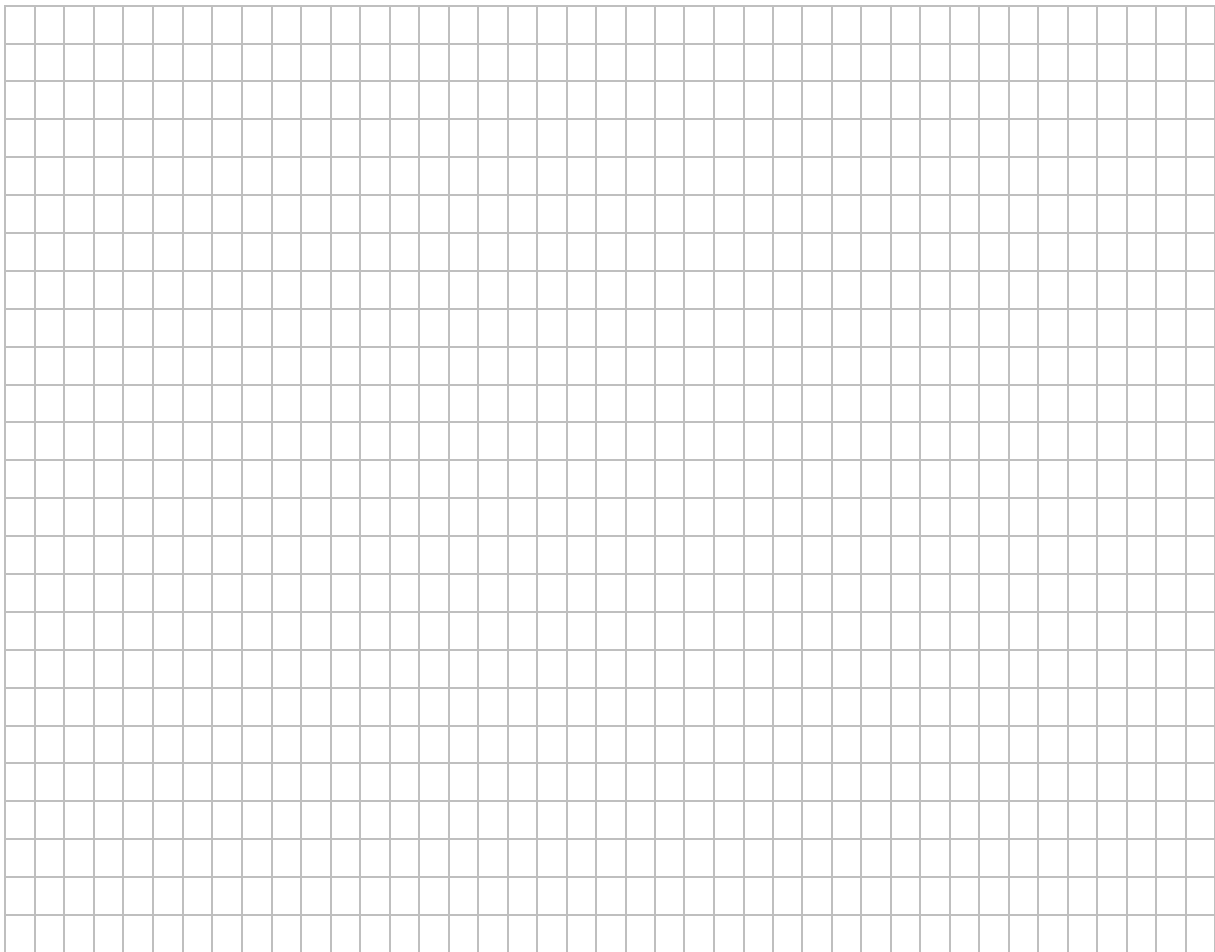
Produkt	1	2	3	$4 = 2 / 250$	$5 = 1 \times 3$	$6 = 5 / 4$
	Jednostkowa objętość magazynowa w m^3	Przewidywana ilość zamówień w ciągu roku	Przewidywana ilość sztuk w ciągu roku	Przewidywana ilość dziennych zamówień	Całkowita objętość magazynowa w m^3	Wskaźnik objętości zamówienia
A	0,20	5 500	1 000	22	200	
B	0,18	11 000	15 000	44	2 700	
C	0,30	17 000	30 000	68	9 000	
D	0,11	20 500	25 000	82	2 750	
E	0,07	3 000	16 000	12	1 120	
F	0,22	25 000	8 000	32	1 760	
G	0,48	2 500	500	2	240	
Razem						

2. Wykorzystując wskaźnik objętości zamówienia uzyskany w poprzedniej tabeli ułóż produkty w odpowiedniej kolejności, obliczając dodatkowo dla każdego z nich procentowy udział w całkowitej objętości magazynowej.

Produkt	Procentowy udział produktu w całkowitej objętości magazynowej
	100%



3. Na podstawie wykonanych obliczeń dokonaj alokacji produktów wpisując ich symbole w odpowiednich modułach (100/ilość modułów magazynowych = procentowa pojemność jednego modułu).



	A	B	C
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

STREFA WYDAWANIA TOWARÓW

2.6. Porównanie dostaw bez i z konsolidacją na przykładzie magazynu centralnego

Firma produkująca pralki automatyczne ma zlokalizowany zakład montażowy w Gdyni. Dostawcy podzespołów takich jak: układy elektroniczne, bębny, obudowy pralek znajdują się odpowiednio w Katowicach, Tychach i Gliwicach. Produkcja pralek uruchamiana jest w momencie, kiedy dwie duże sieci handlowe, z którymi firma współpracuje, złożą zamówienia. Typowe zamówienie tych sieci wymaga przesłania 5 ton układów elektronicznych, 10 ton bębnow i 20 ton obudów pralek. Całkowity koszt przesłania bezpośrednio od dostawców do Gdyni wynosi 9 100 zł. Należy zastanowić się nad skorzystaniem z alternatywnego rozwiązania i zorganizować centralny magazyn w Tychach (w tym magazynie ładunki mniejsze od ładowności ciężarówki mogą zostać przekształcone w ładunki całowagonowe, które następnie zostaną przewiezione do Gdyni koleją). W poniższej tabeli zestawiono koszty transportu bez zastosowania konsolidacji:

Lokalizacja dostawców	Produkt	Waga przesyłki	Stawka przy niepełnym załadunku do Gdyni	Koszt
Katowice	Układy elektroniczne	5 t	280 zł/t	1 400 zł
Tychy	Bębny	10 t	270 zł/t	2 700 zł
Gliwice	Obudowy	20 t	250 zł/t	5 000 zł
	Razem:	35 t		9 100 zł

1. Uzupełnij w poniższej tabeli grupy kosztowe uzyskując ostatecznie całkowity koszt przy zastosowaniu konsolidacji w magazynie centralnym.
2. Odpowiedz na pytanie, czy konsolidacja może zredukować koszty przewozów obliczając różnicę między dostawami bez konsolidacji (zestawione w powyższej tabeli) i z konsolidacją – obliczone w pkt. 1.

Zadania

Zadanie 1

Firma musi podjąć decyzję dotyczącą wyboru systemu dystrybucyjnego. Ma ona trzy możliwe opcje: z firmy bezpośrednio do klienta, poprzez magazyn zmechanizowany, poprzez magazyn zautomatyzowany. Tabela poniżej przedstawia koszty dla każdej z tych opcji:

	Koszt stały	Koszty zmienne		
		Transport zaopatrzeniowy	Transport wyrobów gotowych	Manipulacje materiałowe
Obrót bezpośredni	100 000 zł	–	40 zł	–
Magazyn zmechanizowany	500 000 zł	3 zł	15 zł	10 zł
Magazyn zautomatyzowany	1 000 000 zł	3 zł	15 zł	3 zł

1. Który system należy zastosować przy następujących wielkościach dystrybucji:
 - a) 20 000 szt.
 - b) 40 000 szt.
 - c) 80 000 szt.
2. Zinterpretuj graficznie.

Zadanie 2

Przedsiębiorstwo Wyrobów Plastikowych Sp. z o.o. wykorzystuje rocznie 480 ton granulatu do wtryskarek. Przedsiębiorstwo może zaopatrywać się bezpośrednio u producenta granulatu, który oddalony jest o 165 km lub w składzie odległym o 20 km. W przypadku dostaw bezpośrednio od producenta możliwe jest skorzystanie z tańszego transportu kolejowego, gdyż producent ma podpisaną umowę z koleją i dostarcza w tym rejonie ten sam granulat do większej liczby odbiorców. W przypadku dostaw ze składu dowóz granulatu będzie odbywał się ciężarówkami. Producent dostarcza surowiec kwartalnie w wagonach o pojemności 60 ton. Koszt transportu granulatu koleją wynosi 2 zł/t. Spółka nie jest w posiadaniu bocznicy kolejowej, dlatego musi korzystać ze stacji towarowej odległej o 5 km, skąd granulat przewożony jest ciężarówkami do przedsiębiorstwa. Cały koszt związany z przeładunkiem tony granulatu z wagonu na samochód ciężarowy i przewozem ze stacji do magazynu przedsiębiorstwa wynosi 30 zł. W przypadku dostaw granulatu ze składu minimalna partia dostawy musi wynosić 25 ton, a koszt przewozu jednej tony samochodem ciężarowym to 15 zł/km. Należy także pamiętać, że skład do ceny dolicza również tzw. narzut składowy, który wynosi 20% ceny tony granulatu. Granulat sprzedawany jest w cenie 820 zł/t, a wskaźnik rentowności tego przedsiębiorstwa wynosi 11%.

1. Oblicz koszty uzyskania tony granulatu w przypadku bezpośrednich dostaw oraz przy składowej formie obrotu.
2. Wyznacz granicę racjonalności ekonomicznej dla obrotu składowego.

Zadanie 3

Przedsiębiorstwo Wyrobów Plastikowych Sp. z o.o. wykorzystuje rocznie 480 ton granulatu do wtryskarek. Magazyn przedsiębiorstwa może pomieścić jednorazowo 15 ton, a zwiększenie własnej powierzchni magazynowej jest obecnie niemożliwe. Przedsiębiorstwo może zaopatrywać się bezpośrednio u producenta granulatu bądź u pośrednika w jego składzie. W przypadku dostaw ze składu średni zapas wynosić będzie 10 dni (36 obrotów w ciągu roku), a przy bezpośrednich dostawach 20 dni (18 obrotów w ciągu roku). Przedsiębiorstwo dąży do zwiększenia dostaw bezpośrednich, co spowodowane jest redukcją kosztów transportu i pewnością dostaw granulatu. Zwiększając obrót bezpośredni ilość obrotów zmniejszy się do 12 rocznie, ponieważ producent proponuje większe partie dostaw w dłuższych okresach.

1. Oblicz udział zaopatrzenia w obrocie bezpośrednim oraz składowym.
2. Jaka powinna być pojemność magazynów, jeżeli zwiększy się udział bezpośredniego zaopatrzenia o 10%, a liczba obrotów nie ulegnie zmianie?
3. Oblicz łączną wielkość dostaw bezpośrednich widząc, że pojemność magazynu nie ulegnie zmianie, ale liczba tych dostaw spadnie do 9-ciu rocznie.

Zadanie 4

Kotłownia osiedlowa „Zacisze” wykorzystuje rocznie 2 500 ton węgla. Magazyn kotłowni może pomieścić jednorazowo 300 ton. Kotłownia może zaopatrywać się bezpośrednio w kopalni, bądź u pośrednika w jego składzie. W przypadku dostaw ze składu średni zapas wynosić będzie 30 dni (12 obrotów w ciągu roku), a przy bezpośrednich dostawach 60 dni (6 obrotów w ciągu roku). Kotłownia dąży do zwiększenia dostaw bezpośrednich, co spowodowane jest redukcją kosztów transportu i lepszą jakością węgla. Zwiększając obrót bezpośredni ilość obrotów zmniejszy się do 3 rocznie.

1. Oblicz udział zaopatrzenia w obrocie bezpośrednim oraz składowym.
2. Jaka powinna być pojemność magazynów, jeżeli zwiększy się udział bezpośredniego zaopatrzenia o 15%, a liczba obrotów nie ulegnie zmianie?
3. Oblicz łączną wielkość dostaw bezpośrednich widząc, że pojemność magazynu nie ulegnie zmianie, ale liczba tych dostaw spadnie do 3 rocznie.

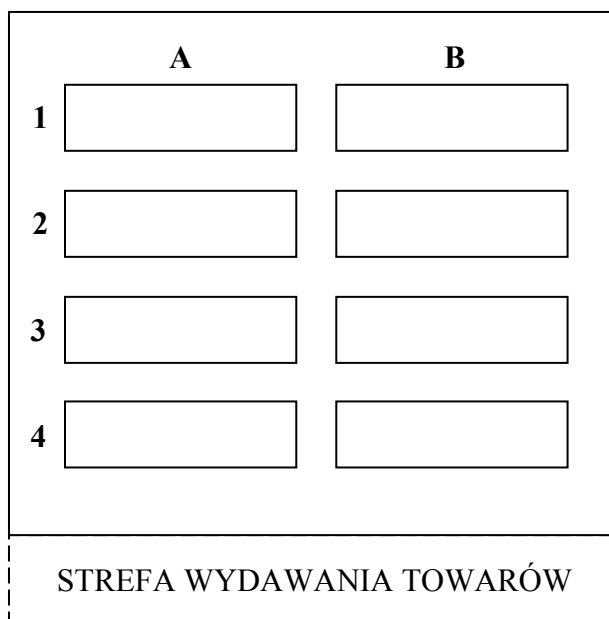
Zadanie 5

Przedsiębiorstwo handlowe „Elektrohurt” zajmuje się sprzedażą urządzeń elektrycznych do sieci sklepów. Zaopatruje się ono u wielu producentów z całego kraju. Urządzenia przechowywane są w magazynie, a przeciętne trzymiesięczne zapotrzebowanie na powierzchnię magazynową wynosi: 1 500 (styczeń, luty, marzec) i kolejno 3 000, 4 500, 3 000 m². Magazyn można rozbudowywać modułowo (o moduły wielkości 1 500 m²), a koszt każdej rozbudowy wynosi 400 000 zł oraz dochodzą koszty zmienne równe 20 zł za każdy 1 m² powierzchni rocznie. Koszty funkcjonowania magazynu wynoszą 90 zł/1 m² na rok, a koszt wynajęcia powierzchni w zewnętrznym magazynie 16 zł miesięcznie. Okres trwałości nowego magazynu szacuje się na około 30 lat.

1. Wyznacz zapotrzebowanie na wynajem obcej powierzchni magazynowej.
2. Oblicz koszt związany z przechowywaniem produktu dla magazynów o powierzchni 1 500, 3 000 i 4 500 m².
3. Oblicz łączne koszty magazynowania zakładając, że produkt jest magazynowany najpierw we własnym magazynie, a dopiero później przy wykorzystaniu obcej powierzchni magazynowej.

Zadanie 6

Poniższy schemat obrazuje strukturę magazynu pewnego przedsiębiorstwa handlowego z Wałbrzycha:



Każdy z ośmiu modułów może pomieścić 40 m^2 produktu ustawionego do wysokości 6 metrów. Produkty należy rozmieścić tak, aby w sposób maksymalny ograniczyć manipulacje magazynowe.

1. Poniżej w tabeli zestawiono dane na temat produktów. Oblicz przewidywaną ilość dziennych zamówień i całkowitą objętość magazynową oraz wyznacz wskaźnik objętości zamówienia:

Produkt	1	2	3	$4 = 2 / 250$	$5 = 1 \times 3$	$6 = 5 / 4$
	Jednostkowa objętość magazynowa w m^3	Przewidywana liczba zamówień w ciągu roku	Przewidywana liczba sztuk w ciągu roku	Przewidywana liczba dziennych zamówień	Całkowita objętość magazynowa w m^3	Wskaźnik objętości zamówienia
A	0,45	6 000	500			
B	0,33	19 000	20 000			
C	0,60	20 000	48 000			
D	0,22	30 000	42 000			
E	0,90	40 000	15 000			
F	0,85	33 000	1 600			

- Wykorzystując wskaźnik objętości zamówienia uzyskany w powyższej tabeli ułóż produkty w odpowiedniej kolejności, wyznaczając dla każdego z nich procentowy udział w całkowitej objętości magazynowej.
- Na podstawie wykonanych obliczeń dokonaj alokacji produktów wpisując ich symbole w odpowiednich modułach.

Zadanie 7

Przedsiębiorstwo Maszyn Górniczych SA z Wałbrzycha zajmuje się produkcją kombajnów górniczych. Przedsiębiorstwo ma czterech dostawców podzespołów, których specyfikację przedstawia poniższa tabelka (łącznie z wagami przesyłek i stawką transportową przy niepełnym załadunku). Produkcja kombajnów uruchamiana jest wtedy, kiedy spłynie odpowiednia liczba zamówień od kopalń, które na stałe współpracują z przedsiębiorstwem. Typowe zamówienie wymaga przesłania 2 t układów elektronicznych, 8 t układów hydraulicznych, 40 t głowic urabiających i 60 t zespołów napędowych. Należy zastanowić się nad skorzystaniem z alternatywnego rozwiązania i zorganizować centralny magazyn w Bytomiu – w tym magazynie ładunki mniejsze od ładowności ciężarówki mogą zostać przekształcone w ładunki całowagonowe, które następnie zostaną przewiezione do Wałbrzycha koleją.

Lokalizacja dostawców	Produkt	Waga przesyłki	Stawka przy niepełnym załadunku do Wałbrzycha	Koszt
Zabrze	Układy hydrauliczne	8 t	305 zł/t	
Tychy	Zespół napędowy	60 t	290 zł/t	
Bytom	Układy elektroniczne	2 t	310 zł/t	
Katowice	Głowica urabiająca	40 t	330 zł/t	
	Razem:			

- Oblicz w powyższej tabelce koszty transportu dla każdego dostawcy oraz oblicz koszt całkowity.
- Uzupełnij w poniższej tabeli grupy kosztowe uzyskując ostatecznie całkowity koszt przy zastosowaniu konsolidacji w magazynie centralnym.
- Odpowiedz na pytanie, czy konsolidacja może zredukować koszty przewozów (jeżeli tak, to odpowiedz o ile)?

Koszt	Łącznie	Stawka przy niepełnym załadunku do Wałbrzycha	Opłata magazynowa	Łącznie	Stawka przy niepełnym załadunku do Bytomia	Waga przesyłki	Produkty	Lokalizacja dostawców
		95 zł/t	630 zł		19 zł/t	8 t	Układy hydrauliczne	Zabrze
			1 200 zł		25 zł/t	60 t	Zespół napędowy	Tychy
			240 zł		12 zł/t	2 t	Układy elektroniczne	Bytom
			950 zł		22 zł/t	40 t	Głowica urabiająca	Katowice
					Razem:			

3. DECYZJE TRANSPORTOWE

LOGISTYKA			
Rozdział dotyczy:	ZAOPATRZENIA	PRODUKCJI	DYSTRYBUCJI
	TAK	NIE	TAK
PROBLEMY DECYZYJNE	<ul style="list-style-type: none"> - wybór rodzaju transportu - wpływ konsolidacji na wybór transportu - planowanie przepływów w systemie dystrybucyjnym przedsiębiorstwa - metody optymalizacji przepływów – wyznaczanie trasy najkrótszej, najszybszej, najtańszej, problem komiwojażera - dobór środka transportu 		

Przykład 1



Przedsiębiorstwo produkcyjne musi wybrać rodzaj transportu, którym będzie przewozić podzespoły z zakładu produkcyjnego do zakładu składającego wyrobów finalny. Odległość między tymi zakładami wynosi 1 500 km, a wybór dotyczy dwóch rodzajów transportu: samochodowego i lotniczego. Wartość transportowanych podzespołów wynosi 54 000 zł/za paletę. Zakład składający wyroby finalne potrzebuje miesięcznie 200 sztuk tych podzespołów (umieszczane są one po dwa na jednej paletce), aby założenia produkcyjne były prawidłowo wykonywane. Koszt utrzymania zapasów wynosi 20% średniej wartości produktu w skali roku. W tabeli poniżej przedstawione zostały charakterystyki wspomnianych środków transportu, których wybór będzie dotyczył:

Rodzaj transportu	Minimalna partia przewozu [palety]	Stawka transportowa za paletę	Czas przewozu [dni]
Samochodowy	40	600 zł	5
Lotniczy	2	1 000 zł	1

1. Oblicz koszty: transportu, zapasu w zakładzie produkcyjnym i zakładzie montującym wyroby finalne oraz zapasu w tranzycie.
2. Wykonaj zestawienie uzyskanych wyników i oblicz łączny koszt roczny, a następnie podejmij decyzję o wyborze środka transportu.

Odpowiedź 1

Koszty transportu: $D \cdot R$

– transport samochodowy:
 $(100 \cdot 12) \cdot 600 = 720000$ zł

– transport lotniczy:
 $(100 \cdot 12) \cdot 1000 = 1200000$ zł

Koszty zapasu w zakładzie produkcyjnym i zakładzie składającym wyroby finalne (dla obu będzie taki sam, dlatego wystarczy obliczyć dla jednego z nich i pomnożyć przez dwa):

– transport samochodowy:
 $\frac{K \cdot C \cdot Q}{2} = \frac{0,20 \cdot 54000 \cdot 40}{2} = 216000$ zł

216000 zł $\cdot 2 = 432000$ zł

– transport lotniczy:
 $\frac{0,20 \cdot 54000 \cdot 2}{2} = 10800$ zł

10800 zł $\cdot 2 = 21600$ zł

Koszty zapasu w tranzycie:

– transport samochodowy:
 $\frac{K \cdot C \cdot D \cdot T}{365} = \frac{0,20 \cdot 54000 \cdot 1200 \cdot 5}{365} = 177534$ zł

– transport lotniczy:
 $\frac{0,20 \cdot 54000 \cdot 1200 \cdot 1}{365} = 35506$ zł

Odpowiedź 2

Rodzaj transportu	Koszt transportu	Koszt zapasu w zakładzie produkcyjnym	Koszt zapasu w montowni	Koszt zapasu w tranzycie	Łączny koszt roczny
Samochodowy	720 000 zł	216 000 zł	216 000 zł	177 534 zł	1 329 534 zł
Lotniczy	1 200 000 zł	10 800 zł	10 800 zł	35 506 zł	1 257 106 zł

Z rozwiązań wynika, że koszty transportu samochodowego są niższe od transportu lotniczego o 480 000 zł, jednak w ujęciu kompleksowym, przy włączeniu analizy kosztów zapasów, transport lotniczy w ostatecznym rachunku okazuje się tańszy (koszty łączne niższe o 74 428 zł niż w transporcie samochodowym).

Przykład 2



Przedsiębiorstwo produkujące pralki automatyczne wysyła je do trzech dystrybutorów. Dział logistyki zastanawia się nad obniżeniem kosztów transportu przez wprowadzenie konsolidacji dostaw. Przedsiębiorstwo mogłoby zgromadzić pralki do wysyłki od 2 do 3 dni. Tabela poniżej przedstawia wielkości dostaw i odległości z przedsiębiorstwa do dystrybutorów:

Z fabryki do:	Dystrybutor 1	Dystrybutor 2	Dystrybutor 3
Dzień 1	1 500 kg	900 kg	800 kg
Dzień 2	1 200 kg	1 200 kg	500 kg
Dzień 3	900 kg	800 kg	500 kg
Odległość	900 km	600 km	400 km

Znane są nam także stawki transportowe:

Odległość (km)	Waga (kg)						
	do 399	400–599	600–799	800–999	1000–1199	1200–1399	1400 i więcej
400	0,4837	0,3882	0,2965	0,2545	0,1532	0,1455	0,1430
450	0,4862	0,4037	0,3105	0,2657	0,1647	0,1562	0,1532
500	0,4890	0,4195	0,3242	0,2770	0,1762	0,1667	0,1637
600	0,5187	0,4430	0,3450	0,2940	0,1935	0,1827	0,1795
700	0,5585	0,4745	0,3725	0,3167	0,2165	0,2040	0,2002
800	0,5980	0,5057	0,4000	0,3395	0,2395	0,2250	0,2212
900	0,6377	0,5370	0,4277	0,3620	0,2625	0,2462	0,2420

1. Wykonaj obliczenia dla każdej z opcji dla dostaw codziennych.
2. Wykonaj obliczenia przy założeniu, że dostawy konsolidujemy przez kolejne 3 dni – wykorzystaj otrzymane wyniki z pkt.1.
3. Oblicz, ile wyniosą oszczędności przy zastosowaniu konsolidacji dla sytuacji jednorazowej, a ile w ciągu całego roku (przyjmuje się, że rok ma 250 dni roboczych).

Odpowiedź 1

Koszt jest iloczynem stawki transportowej i wagi przewożonego ładunku.

	Koszt			Łączny koszt
	Dzień 1	Dzień 2	Dzień 3	
Dystrybutor 1	$0,2420 \cdot 1500 = 363 \text{ zł}$	$0,2462 \cdot 1200 = 295,4 \text{ zł}$	$0,3620 \cdot 900 = 325,8 \text{ zł}$	984,2 zł
Dystrybutor 2	$0,2940 \cdot 900 = 264,6 \text{ zł}$	$0,1827 \cdot 1200 = 219,2 \text{ zł}$	$0,2940 \cdot 800 = 235,2 \text{ zł}$	719 zł
Dystrybutor 3	$0,2545 \cdot 800 = 203,6 \text{ zł}$	$0,3882 \cdot 500 = 194,1 \text{ zł}$	$0,3882 \cdot 500 = 194,1 \text{ zł}$	591,8 zł
Razem	831,2 zł	708,7 zł	755,1 zł	2 295 zł

Odpowiedź 2

Obliczamy koszty transportu przy trzydniowej konsolidacji dostaw:

	Koszt
Dystrybutor 1	$0,2420 \cdot (1500 + 1200 + 900) = 871,2 \text{ zł}$
Dystrybutor 2	$0,1795 \cdot (900 + 1200 + 800) = 520,55 \text{ zł}$
Dystrybutor 3	$0,1430 \cdot (800 + 500 + 500) = 257,4 \text{ zł}$
Razem	1649,15 zł

Odpowiedź 3

Oszczędności dla sytuacji jednorazowej wyniosą:

$$2295 \text{ zł} - 1649,15 \text{ zł} = 645,85 \text{ zł}$$

Oszczędności w skali rocznej (250 dni roboczych):

$$(645,85 \cdot 250) / 3 = 53820,8 \text{ zł}$$

Podsumowując należy stwierdzić, że konsolidacja dostaw przyniesie nam wymierne korzyści na transporcie, bo aż ponad 50 tys. zł w skali rocznej. Nie można jednak zapominać o tym, iż wstrzymywanie zamówień może zmniejszyć dochody firmy z powodu obniżonego poziomu obsługi klienta.

Przykład 3



Zakłady produkujące okna posiadają trzy zakłady: w Kłodzku, Gdyni i Lublinie. Okna obecnie są rozprowadzane przez centra dystrybucji w Łodzi i Wrocławiu. Kierownik ds. logistyki zastanawia się nad otwarciem nowego centrum dystrybucji w Gdańsku i w tym celu przygotował następujące zestawienie:

Zakład produkcyjny	Koszty transportu do centrów dystrybucji:		
	Łódź	Wrocław	Gdańsk
Kłodzko	30 zł	47 zł	22 zł
Gdynia	37 zł	30 zł	38 zł
Lublin	23 zł	31 zł	27 zł

Dodatkowo w tabeli poniżej zestawiono możliwości produkcyjne każdego z zakładów:

Zakład produkcyjny	Możliwości produkcyjne
Kłodzko	360 szt.
Gdynia	540 szt.
Lublin	720 szt.

Zarząd przedsiębiorstwa przewiduje, że zapotrzebowanie nowego centrum dystrybucji w Gdańsku będzie wynosiło 360 sztuk tygodniowo, a w Łodzi i Wrocławiu odpowiednio 720 i 540 sztuk tygodniowo.

1. Zaplanuj przepływy produktów w systemie dystrybucyjnym przedsiębiorstwa, aby rozwiązanie to było optymalnym z punktu widzenia minimalizacji kosztów transportu (metoda kąta północno – zachodniego) oraz wykonaj zestawienie łącznych kosztów transportu.
2. Przeprowadź kolejną iterację metodą najmniejszego elementu w macierzy kosztów i tak jak w poprzednim punkcie wykonaj zestawienie łącznych kosztów transportu.
3. Oblicz o ile minimalny koszt transportu jest niższy od kosztu rozwiązania wstępnego.

Odpowiedź 1

Stosujemy algorytm transportowy, który polega na zbudowaniu matrycy. Rozwiązanie metodą konta północno-zachodniego jest rozwiązaniem wstępnym:

	Łódź	Wrocław	Gdańsk	
	720	540	360	
Kłodzko				360
Gdynia				540
Lublin				720

	Łódź	Wrocław	Gdańsk	
	0	0	0	
Kłodzko	360	–	–	0
Gdynia	360	180	–	0
Lublin	–	360	360	0

Zestawienie łącznych kosztów transportu:

z Kłodzka do Łodzi	$360 \text{ szt.} \cdot 30 \text{ zł/szt.} = 10\,800 \text{ zł}$
z Gdyni do Łodzi	$360 \text{ szt.} \cdot 37 \text{ zł/szt.} = 13\,320 \text{ zł}$
z Gdyni do Wrocławia	$180 \text{ szt.} \cdot 30 \text{ zł/szt.} = 5\,400 \text{ zł}$
z Lublina do Wrocławia	$360 \text{ szt.} \cdot 31 \text{ zł/szt.} = 11\,160 \text{ zł}$
z Lublina do Gdańska	$360 \text{ szt.} \cdot 27 \text{ zł/szt.} = 9\,720 \text{ zł}$
Łączny koszt	50 400 zł

Odpowiedź 2

Przeprowadzamy kolejną iterację metodą najmniejszego elementu w macierzy kosztów:

	Łódź	Wrocław	Gdańsk	
	720	540	360	
Kłodzko	30	47	22	360
Gdynia	37	30	38	540
Lublin	23	31	27	720

	Łódź	Wrocław	Gdańsk	
	0	0	0	
Kłodzko	–	–	360	0
Gdynia	–	540	–	0
Lublin	720	–	–	0

Zestawienie łącznych kosztów transportu:

z Kłodzka do Gdańska	$360 \text{ szt.} \cdot 22 \text{ zł/szt.} = 7\,920 \text{ zł}$
z Gdyni do Wrocławia	$540 \text{ szt.} \cdot 30 \text{ zł/szt.} = 16\,200 \text{ zł}$
z Lublina do Łodzi	$720 \text{ szt.} \cdot 23 \text{ zł/szt.} = 16\,560 \text{ zł}$
Łączny koszt	40 680 zł

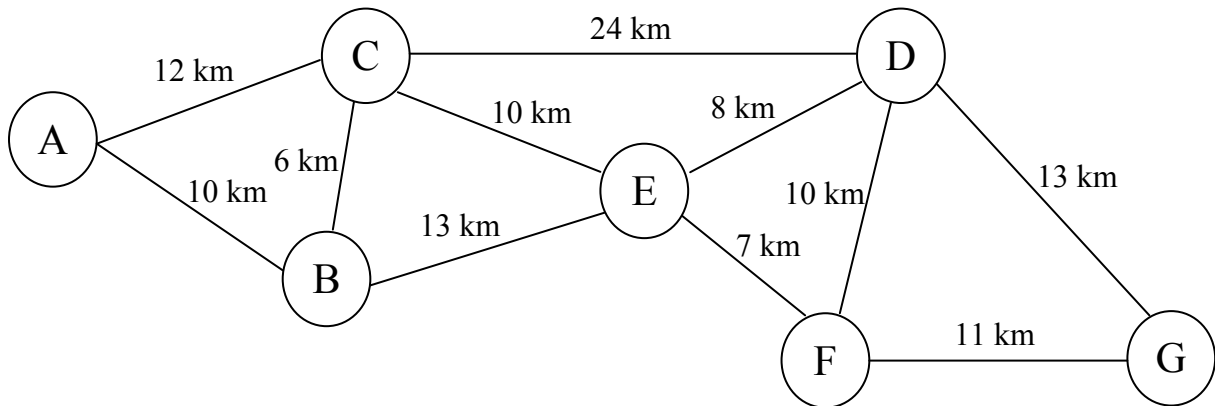
Odpowiedź 3

Koszt transportu jest niższy od kosztu rozwiązania wstępnego o **9 720 zł**.

Przykład 4



Samochód ciężarowy wyrusza z fabryki A po zakup materiałów potrzebnych do produkcji od wytwórcy zlokalizowanego w punkcie G, rozwożąc po drodze wyroby gotowe do sklepów B, C, D, E i F. Poniższy schemat przedstawia lokalizację poszczególnych punktów oraz odległości pomiędzy nimi:



1. Wyznacz najkrótszą trasę tak, aby samochód w drodze z A do G dotarł do wszystkich dystrybutorów.
2. Wyznacz najkrótszą trasę przejazdu powrotnego.

Odpowiedź 1

W celu wyznaczenia najkrótszej trasy zastosujemy iteracyjne poszukiwanie optymalnej trasy metodą listowania, poniżej zostało przedstawione zestawienie początkowe:

A	B	C	D	E	F	G
AB = 10 AC = 11	BA = 10 BC = 6 BE = 13	CA = 12 CB = 6 CE = 10 CD = 24	DC = 24 DE = 8 DF = 10 DG = 13	EB = 13 EC = 10 ED = 8 EF = 7	FD = 10 FE = 7 FG = 11	GD = 13 GF = 11

Krok 1 – wymazanie tras zmierzających do A

A	B	C	D	E	F	G
AB=10 AC=11	BA=10 BC = 6 BE = 13	CA=12 CB = 6 CE = 10 CD = 24	DC = 24 DE = 8 DF = 10 DG = 13	EB = 13 EC = 10 ED = 8 EF = 7	FD = 10 FE = 7 FG = 11	GD = 13 GF = 11
Optymalna trasa = A = 0						

Krok 2 – wymazanie tras zmierzających do B

A	B	C	D	E	F	G
AB=10 AC=11	BA=10 BC = 6 BE = 13	CA=12 CB=6 CE = 10 CD = 24	DC = 24 DE = 8 DF = 10 DG = 13	EB=13 EC = 10 ED = 8 EF = 7	FD = 10 FE = 7 FG = 11	GD = 13 GF = 11
Optymalna trasa = A – B = 10						

Krok 3 – wymazanie tras zmierzających do C

A	B	C	D	E	F	G
AB=10 AC=11	BA=10 BC=6 BE = 13	CA=12 CB=6 CE = 10 CD = 24	DC=24 DE = 8 DF = 10 DG = 13	EB=13 EC=10 ED = 8 EF = 7	FD = 10 FE = 7 FG = 11	GD = 13 GF = 11
Optymalna trasa = A – B – C = 16						

Krok 4 – wymazanie tras zmierzających do E

A	B	C	D	E	F	G
AB=10 AC=11	BA=10 BC=6 BE=13	CA=12 CB=6 CE=10 CD = 24	DC=24 DE=8 DF = 10 DG = 13	EB=13 EC=10 ED = 8 EF = 7	FD = 10 FE=7 FG = 11	GD = 13 GF = 11
Optymalna trasa = A – B – C – E = 26						

Krok 5 – wymazanie tras zmierzających do D

A	B	C	D	E	F	G
AB=10	BA=10	CA=12	DC=24	EB=13	FD=10	GD=13
AC=11	BC=6	CB=6	DE=8	EC=10	FE=7	GF=11
	BE=13	CE=10	DF=10	ED=8	FG=11	
		CD=24	DG=13	EF=7		
Optymalna trasa = A – B – C – E – D = 34						

Krok 6 – wymazanie tras zmierzających do F

A	B	C	D	E	F	G
AB=10	BA=10	CA=12	DC=24	EB=13	FD=10	GD=13
AC=11	BC=6	CB=6	DE=8	EC=10	FE=7	GF=11
	BE=13	CE=10	DF=10	ED=8	FG=11	
		CD=24	DG=13	EF=7		
Optymalna trasa = A – B – C – E – D – F = 44						

Krok 7 – wymazanie tras zmierzających do G

A	B	C	D	E	F	G
AB=10	BA=10	CA=12	DC=24	EB=13	FD=10	GD=13
AC=11	BC=6	CB=6	DE=8	EC=10	FE=7	GF=11
	BE=13	CE=10	DF=10	ED=8	FG=11	
		CD=24	DG=13	EF=7		
Optymalna trasa = A – B – C – E – D – F – G = 55						

Optymalna trasa ma postać: **A – B – C – E – D – F – G = 55**

Odpowiedź 2

Wyznaczanie optymalnej trasy przejazdu powrotnego:

Krok	Węzły rozwiązane połączone bezpośrednio z nie rozwiązanymi	Najbliższy węzeł nie rozwiązany	Odległość całkowita	Najbliższy węzeł	Jego odległość minimalna	Jego ostatnie połączenie
1	G	D	13			
	G	F	11	F	11	GF
2	G	D	13	D	13	GD
	F	D	23			
	F	E	18			
3	D	E	21			
	D	C	37			
	F	E	18	E	18	FE
4	D	C	37			
	E	C	28	C	28	EC
	E	B	31			
5	E	B	31	B	31	EB
	C	B	34			
	C	A	40			
6	C	A	40	A	40	CA
	B	A	41			

Najkrótsza trasa przejazdu powrotnego ma postać: **G – F – E – C – A = 40**

3.1. Dobór środka transportu

Przedsiębiorstwo produkcyjne musi podjąć decyzję dotyczącą sposobu przewozu modułów z zakładu produkcyjnego do montowni wyrobów finalnych. Odległość pomiędzy nimi wynosi 2 500 km, a wybór dotyczy trzech rodzajów transportu:

- kolejowego,
- samochodowego,
- lotniczego.

Wartość transportowanych modułów wynosi 60 000 zł – moduły są umieszczane na paletach po 4 sztuki. Montownia potrzebuje miesięcznie 150 takich palet, aby plan produkcyjny był poprawnie realizowany. Koszt utrzymania zapasów wynosi 30% średniej wartości produktu w skali roku. W tabeli poniżej zestawione zostały charakterystyki trzech środków transportu, których nasz wybór będzie dotyczył:

Rodzaj transportu	Minimalna partia przewozu [palety]	Stawka transportowa za paletę	Czas przewozu [dni]
Kolejowy	100	250 zł	6
Samochodowy	40	600 zł	4
Lotniczy	2	1 000 zł	1

1. Oblicz koszty dla każdego z rodzajów transportu, korzystając ze wzorów:

– na koszt transportu:

$$D \cdot R$$

– na koszt zapasu w zakładzie produkcyjnym oraz na koszt zapasu w montowni:

$$\frac{K \cdot C \cdot Q}{2}$$

– na koszt zapasu w tranzycie:

$$\frac{K \cdot C \cdot D \cdot T}{365}$$

gdzie:

D – roczne zapotrzebowanie na palety

R – stawka transportowa za paletę

K – koszt utrzymania zapasów w % rocznie

C – wartość produktu w zł/paletę

Q – wielkość partii przewozu w paletach

T – czas w tranzycie w dniach

3.2. Konsolidowanie małych dostaw

Przedsiębiorstwo produkujące telewizory plazmowe wysyła swoje wyroby do trzech dystrybutorów. Realizacja zamówień od dystrybutorów trwa bardzo krótko i są realizowane zazwyczaj w dniu ich otrzymania. Kierownik ds. dystrybucji zastanawia się nad obniżką kosztów transportu, którą mogłoby przedsiębiorstwo uzyskać poprzez wprowadzenie konsolidacji dostaw. Należałoby wtedy gromadzić produkty do wysyłki przez 2 do 3 dni. Poniżej została przedstawiona charakterystyka średnich wielkości dostaw i odległości z przedsiębiorstwa produkcyjnego do dystrybutorów, która została wygenerowana poprzez wcześniejsze obserwacje:

Z fabryki do:	Dystrybutor 1	Dystrybutor 2	Dystrybutor 3
Dzień 1	10 500 kg	8 500 kg	2 500 kg
Dzień 2	13 000 kg	11 000 kg	3 000 kg
Dzień 3	8 500 kg	6 000 kg	5 000 kg
Odległość	1 000 km	800 km	600 km

Do rozwiązania zadania będą potrzebne nam stawki transportowe, które zestawiono w poniższej tabeli:

Odległość (km)	Waga (kg)							
	do 499	500–999	1000–1999	2000–3999	4000–9999	10000–14999	15000–19999	20000 i więcej
600	0,5837	0,4882	0,3965	0,3545	0,2532	0,2455	0,2442	0,2430
650	0,5862	0,5037	0,4105	0,3657	0,2647	0,2562	0,2545	0,2532
700	0,5890	0,5195	0,4242	0,3770	0,2762	0,2667	0,2650	0,2637
750	0,6187	0,5430	0,4450	0,3940	0,2935	0,2827	0,2807	0,2795
800	0,6585	0,5745	0,4725	0,4167	0,3165	0,3040	0,3017	0,3002
900	0,6980	0,6057	0,5000	0,4395	0,3395	0,3250	0,3227	0,3212
1000	0,7377	0,6370	0,5277	0,4620	0,3625	0,3462	0,3437	0,3420

1. Wykonaj obliczenia dla każdej opcji, a następnie uzupełnij tabelkę o otrzymane wyniki (koszt jest iloczynem stawki transportowej i wagi przewożonego ładunku).

	Koszt			Łączny koszt
	Dzień 1	Dzień 2	Dzień 3	
Dystrybutor 1				
Dystrybutor 2				
Dystrybutor 3				
Razem				

A large grid of graph paper with 20 columns and 30 rows, intended for performing calculations.

2. Na podstawie wyników uzyskanych w poprzednim punkcie i przy założeniu, że dostawy konsolidujemy przez kolejne 3 dni, uzupełnij tabelę poniżej:

	Koszt*
Dystrybutor 1	
Dystrybutor 2	
Dystrybutor 3	
Razem	

* jak w poprzednim punkcie

3. Oblicz ile wyniosą oszczędności przy zastosowaniu konsolidacji dla sytuacji jedno-razowej, a ile w ciągu całego roku (przyjmuje się, że rok ma 250 dni roboczych).

3.3. Minimalizacja kosztów przepływów produktów

Przedsiębiorstwo produkcyjne posiada trzy zakłady w: Wałbrzychu, Gdańsku i Warszawie. Produkowane wyroby obecnie są rozprowadzane przez centra dystrybucji w Łodzi i Poznaniu. Przedsiębiorstwo zastanawia się nad otwarciem nowego centrum dystrybucji we Wrocławiu i w tym celu przygotowano następujące zestawienie kosztów:

Zakład produkcyjny	Koszty transportu do centrów dystrybucji:		
	Łódź	Poznań	Wrocław
Wałbrzych	32 zł	45 zł	26 zł
Gdańsk	39 zł	32 zł	39 zł
Warszawa	26 zł	39 zł	32 zł

Dodatkowo w tabeli poniżej zestawiono możliwości produkcyjne każdego z zakładów:

Zakład produkcyjny	Możliwości produkcyjne
Wałbrzych	600 szt.
Gdańsk	900 szt.
Warszawa	1 200 szt.

Zarząd przedsiębiorstwa przewiduje, że zapotrzebowanie nowego centrum dystrybucji we Wrocławiu będzie wynosiło 600 sztuk tygodniowo, a w Łodzi i Poznaniu odpowiednio 1 200 i 900 sztuk tygodniowo.

1. Zaplanuj przepływy produktów w systemie dystrybucyjnym przedsiębiorstwa, aby rozwiązanie to było optymalnym z punktu widzenia minimalizacji kosztów transportu. W tym celu zastosować należy algorytm transportowy, który polega na zbudowaniu macierzy. Należy ją uzupełnić o rozwiązanie, które to będzie rozwiązaniem wstępnym. Zastosuj metodę kąta północno-zachodniego, zwaną też metodą górnego-lewego rogu).

	Łódź	Poznań	Wrocław	
	1 200	900	600	
Wałbrzych				600
Gdańsk				900
Warszawa				1 200

2. Uzupełnij poniższą tabelę o łączne koszty transportu (ilość sztuk x koszt jednostkowy) korzystając z rozwiązania z pkt. 1.

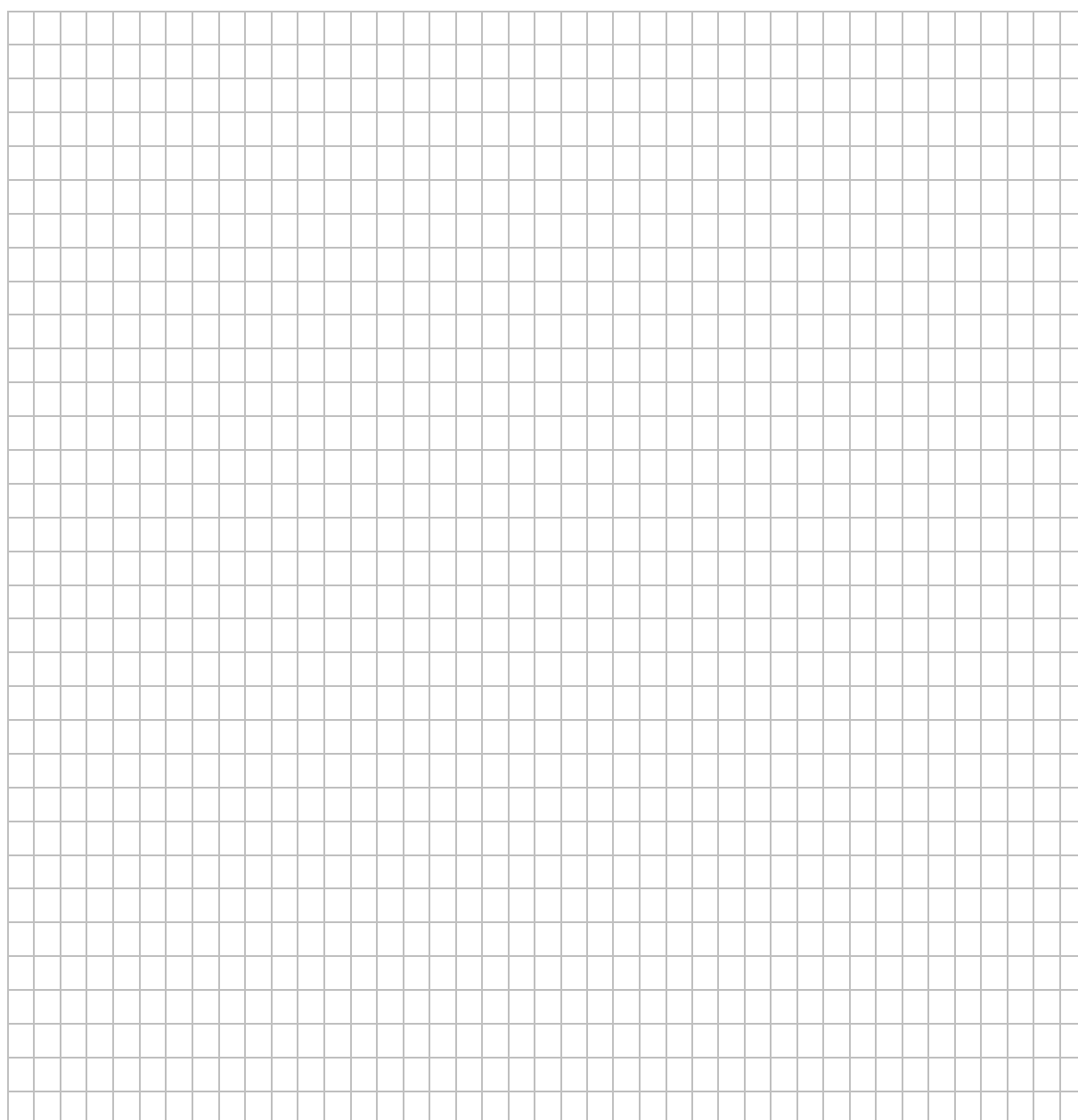
Łączny koszt	

3. Kolejnym zadaniem jest przeprowadzenie kolejnej iteracji metodą najmniejszego elementu w macierzy kosztów:

	Łódź	Poznań	Wrocław	
	1 200	900	600	
Wałbrzych				600
Gdańsk				900
Warszawa				1 200

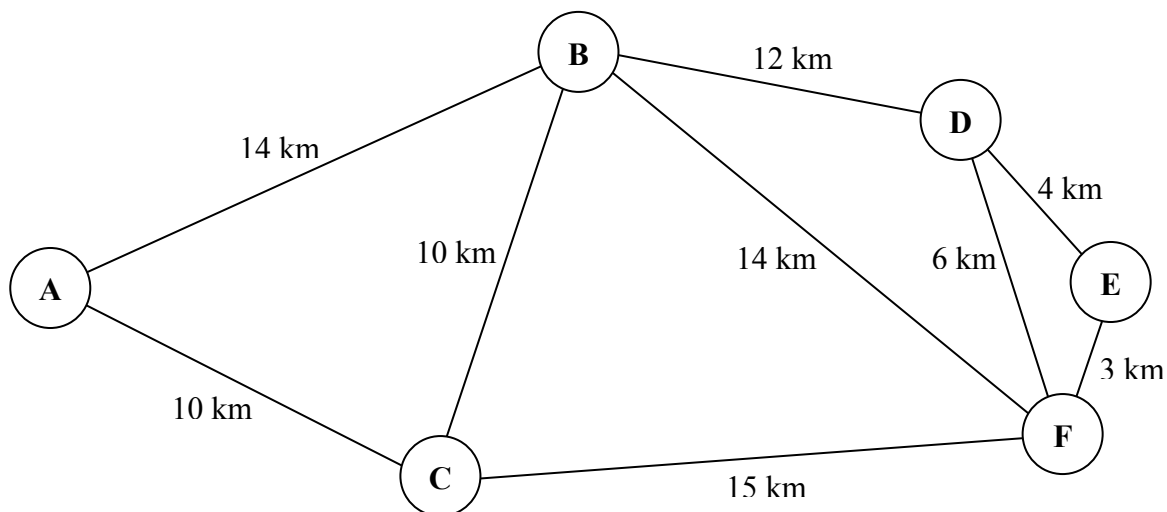
4. Teraz wykonaj podobnie jak w pkt. 2 zestawienie kosztów transportu dla optymalnego rozwiązania:

Łączny koszt	



3.4. Optymalizowanie trasy przejazdu

Samochód dostawczy wyrusza z przedsiębiorstwa produkcyjnego po zakup materiałów niezbędnych do produkcji zlokalizowanych w punkcie F. W drodze do wytwórcy rozwozi wyroby gotowe do dystrybutorów zlokalizowanych w punktach: B, C, D i E. W drodze powrotnej samochód wraca od wytwórcy (F) bezpośrednio do fabryki. Poniższy schemat przedstawia lokalizację poszczególnych punktów oraz odległości pomiędzy nimi.



1. Wyznacz najkrótszą trasę tak, aby samochód w drodze z A do F dotarł do wszystkich dystrybutorów.

W tym celu zastosujemy iteracyjne poszukiwanie optymalnej trasy metodą listowania, poniżej zostało przedstawione zestawienie początkowe:

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3

Krok 1 – wymazanie tras zmierzających do A

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3

Krok 2 – wymazanie tras zmierzających do B

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3
Optymalna trasa =					

Krok 3 – wymazanie tras zmierzających do C

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3
Optymalna trasa =					

Krok 4 – wymazanie tras zmierzających do D

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3
Optymalna trasa =					

Krok 5 – wymazanie tras zmierzających do E

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3
Optymalna trasa =					

Krok 6 – wymazanie tras zmierzających do F

A	B	C	D	E	F
AB = 14 AC = 10	BA = 14 BC = 10 BD = 12 BF = 14	CA = 10 CB = 10 CF = 15	DB = 12 DF = 6 DE = 4	ED = 4 EF = 3	FB = 14 FC = 15 FD = 6 FE = 3
Optymalna trasa =					

2. Wyznacz najkrótszą trasę przejazdu powrotnego.

Krok	Węzły rozwiązane połączone bezpośrednio z nie rozwiązanymi	Najbliższy węzeł nie rozwiązany	Odległość całkowita	Najbliższy węzeł	Jego odległość minimalna	Jego ostatnie połączenie
1						
2						
3						
4						
5						

Zadania

Zadanie 1

Przedsiębiorstwo z Wałbrzycha produkujące zmywarki do naczyń musi dowozić podzespoły z zakładu je wytwarzającego, który oddalony jest o 560 km. Należy podjąć decyzję, z jakiego środka transportu ma skorzystać. Wybór dotyczy dwóch rodzajów transportu: kolejowego i samochodowego. Wartość transportowanych podzespołów wynosi 60 000 zł / za pojemnik. Przedsiębiorstwo w Wałbrzychu, które składa produkt finalny potrzebuje miesięcznie 600 sztuk tych podzespołów (w pojemniku mieści się 60 sztuk), aby założenia produkcyjne były prawidłowo wykonywane. Koszt utrzymania zapasów wynosi 25% średniej wartości produktu w skali roku. Tabela poniżej przedstawia charakterystykę środków transportu:

Rodzaj transportu	Minimalna partia przewozu [pojemniki]	Stawka transportowa za pojemnik	Czas przewozu [dni]
Kolejowy	20	300 zł	6
Samochodowy	15	870 zł	2

1. Oblicz koszty transportu.
2. Oblicz koszty zapasów: w zakładzie wytwarzającym podzespoły, w przedsiębiorstwie w Wałbrzychu, w tranzycie.
3. Uzupełnij tabelę o uzyskane wyniki i oblicz łączny koszt roczny, a następnie podejmij decyzję o wyborze środka transportu.

Rodzaj transportu	Koszt transportu	Koszt zapasu w Wałbrzychu	Koszt zapasu w zakładzie	Koszt zapasu w tranzycie	Łączny koszt roczny
Kolejowy					
Samochodowy					

Zadanie 2

Kierownik ds. transportu ma możliwość wyboru przewozu części samochodowych pomiędzy zakładem produkcyjnym w Gdańsku, a zakładem montażowym w Gliwicach, poniżej przedstawiono charakterystykę obu możliwych środków transportu:

Rodzaj transportu	Minimalna partia palet	Stawka transportowa za paletę	Czas przewozu [dni]
Samochodowy	20	600 zł	4
Rzeczny	60	250 zł	8

Wartość przewożonych części wynosi 23 000 zł/paleta. Zakład montażowy potrzebuje miesięcznie 150 palet, a koszt utrzymania zapasów sięga 28% wartości produktu w skali roku.

1. Oblicz koszty transportu oraz koszty związane z zapasami: w zakładzie wytwarzającym części, w zakładzie montażowym w Gliwicach, w tranzycie.
2. Podejmij ostateczną decyzję o wyborze środka transportu, na podstawie uzyskanych łącznych kosztów dla każdego z nich.

Zadanie 3

Firma produkująca tostery i ekspresy do kawy wysyła swoje produkty do czterech dystrybutorów. Wysyłka odbywa się tego samego dnia, jeżeli zamówienie od danego dystrybutora dotarło do godziny 13:00. Dział dystrybucji ma w planach obniżenie kosztów transportu poprzez wprowadzenie konsolidacji dostaw. Zmieni się wtedy polityka wysyłek i produkty będzie trzeba gromadzić przez minimum 4 dni. Poniższa tabela przedstawia średnie wielkości dostaw i odległości z firmy do dystrybutorów:

Z fabryki do:	Dystrybutor 1	Dystrybutor 2	Dystrybutor 3	Dystrybutor 4
Dzień 1	150 kg	300 kg	300 kg	200 kg
Dzień 2	600 kg	500 kg	300 kg	90 kg
Dzień 3	450 kg	600 kg	400 kg	270 kg
Dzień 4	150 kg	200 kg	300 kg	300 kg
Odległość	650 km	350 km	420 km	500 km

Do rozwiązania zadania będą potrzebne nam poniższe stawki transportowe:

Odległość (km)	Waga (kg)							
	do 99	100–199	200–399	400–499	500–799	800–1099	1100–1499	1500 i więcej
350	0,603	0,508	0,416	0,374	0,273	0,265	0,264	0,260
400	0,606	0,523	0,430	0,385	0,294	0,276	0,274	0,271
450	0,609	0,539	0,444	0,397	0,296	0,286	0,285	0,280
500	0,638	0,603	0,465	0,414	0,313	0,302	0,300	0,290
550	0,688	0,624	0,492	0,436	0,336	0,324	0,321	0,318
600	0,708	0,645	0,520	0,459	0,359	0,345	0,342	0,338
650	0,757	0,667	0,547	0,482	0,382	0,366	0,363	0,360

1. Wykonaj obliczenia dla każdej możliwości podanej w tabeli:

	Koszt				Łączny koszt
	Dzień 1	Dzień 2	Dzień 3	Dzień 4	
Dystrybutor 1					
Dystrybutor 2					
Dystrybutor 3					
Dystrybutor 4					
Razem					

- Na podstawie uzyskanych wyników przedstaw koszty transportu do każdego z dystrybutorów oraz koszty łączne przy stosowaniu czterodniowej konsolidacji.
- Oblicz ile wyniosą oszczędności przy zastosowaniu konsolidacji dla sytuacji jednorazowej, a ile w ciągu całego roku. Odpowiedz jakie negatywne skutki może wywoływać konsolidacja?

Zadanie 4

Przedsiębiorstwo produkcyjne wytwarza swoje produkty w trzech zakładach zlokalizowanych w Kłodzku, Nowej Rudzie i Jedlinie-Zdroju. Produkty obecnie rozprawdane są przez centra dystrybucji w Wałbrzychu i Wrocławiu. Przedsiębiorstwo zastanawia się nad otwarciem nowego centrum dystrybucji w Katowicach i przygotowało w tym celu następujące zestawienie kosztów:

Zakład produkcyjny	Koszty transportu do centrów dystrybucji:		
	Wałbrzych	Wrocław	Katowice
Kłodzko	28 zł	45 zł	51 zł
Nowa Ruda	32 zł	47 zł	56 zł
Jedlina-Zdrój	38 zł	52 zł	61 zł

Poniżej przedstawiono możliwości produkcyjne każdego z zakładów:

Zakład produkcyjny	Możliwości produkcyjne
Kłodzko	1 500 szt.
Nowa Ruda	2 250 szt.
Jedlina-Zdrój	3 000 szt.

Dyrekcja przedsiębiorstwa przewiduje, że zapotrzebowanie nowego centrum dystrybucji w Katowicach będzie wynosiło 1 500 sztuk tygodniowo, a w Wałbrzychu i Wrocławiu odpowiednio 3 000 i 2 250 sztuk tygodniowo.

1. Zaplanuj przepływy produktów w systemie dystrybucyjnym przedsiębiorstwa, aby rozwiązanie to było optymalnym z punktu widzenia minimalizacji kosztów transportu (metoda kąta północno – zachodniego) i wykonaj zestawienie łącznych kosztów. Poniżej przygotowano matrycę, która posłuży nam do wyznaczeniu rozwiązania wstępnego (taką samą należy wykonać dla kolejnej iteracji, ale wzbogaconą o koszty transportu):

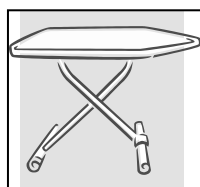
	Wałbrzych	Wrocław	Katowice	
Kłodzko				
Nowa Ruda				
Jedlina-Zdrój				

- Przeprowadź kolejną iterację metodą najmniejszego elementu w macierzy kosztów i również wykonaj zestawienie łącznych kosztów jak w poprzednim punkcie.
- Porównaj koszty transportu otrzymane metodą najmniejszego elementu w macierzy kosztów z kosztami uzyskanymi w rozwiązaniu wstępnym i wyciągnij wnioski.

4. WPŁYW KSZTAŁTOWANIA SIĘ KOSZTÓW NA DECYZJE LOKALIZACYJNE

LOGISTYKA			
Rozdział dotyczy:	ZAOPATRZENIA	PRODUKCJI	DYSTRYBUCJI
	TAK	TAK	TAK
PROBLEMY DECYZYJNE	<ul style="list-style-type: none"> – zagadnienie lokalizacji produkcji – wyznaczanie opłacalności lokalizacji magazynów czy innych elementów infrastrukturalnych systemu logistycznego – wybór lokalizacji magazynów czy innych elementów infrastrukturalnych systemu logistycznego 		

Przykład 1



Firma produkcyjno-handlowa wytwarza deski do prasowania po cenie 80 złotych za sztukę. Właściciel firmy przewiduje, że sprzedaż wyniesie 14 400 sztuk rocznie. Należy podjąć decyzję w sprawie lokalizacji magazynu w jednym z trzech miast: Wrocławiu, Opolu lub Świdnicy. Firma musi wybrać najbardziej ekonomiczną lokalizację, a poniżej zestawiono koszty wymienionych lokalizacji:

Miasto	Koszty stałe w skali roku	Koszty zmienne za sztukę
Wrocław	35 000 zł	30 zł
Opole	70 000 zł	20 zł
Świdnica	150 000 zł	15 zł

1. Wyznacz prostą kosztów dla każdego z miast, a następnie podstaw wielkości przewidywanej sprzedaży i odpowiedź, która z lokalizacji jest najbardziej korzystna z punktu widzenia kosztu łącznego. Oblicz także ile wyniesie zysk przedsiębiorstwa dla najkorzystniejszej lokalizacji.
2. Zinterpretuj graficznie opłacalność stosowania różnych lokalizacji w zależności od wielkości produkcji.

Odpowiedź 1

Wyznaczamy prostą dla każdego z miast:

Wrocław: $35000 + 30x$

Opole: $70000 + 20x$

Świdnica: $150000 + 15x$

Podstawiamy do równań wielkość przewidywanej sprzedaży:

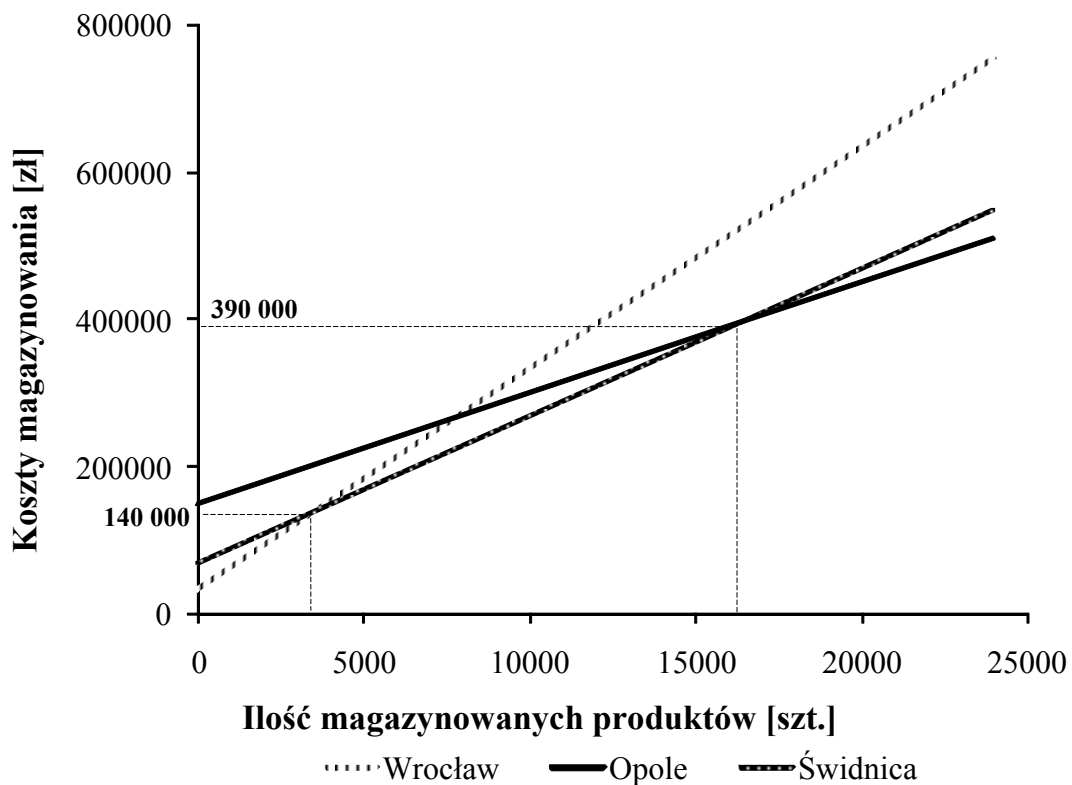
Wrocław: $35000 \text{ zł} + 30 \cdot 14400 \text{ szt.} = 467000 \text{ zł}$

Opole: $70000 \text{ zł} + 20 \cdot 14400 \text{ szt.} = 358000 \text{ zł}$

Świdnica: $150000 \text{ zł} + 15 \cdot 14400 \text{ szt.} = 366000 \text{ zł}$

Przy wielkości sprzedaży sięgającej 14 400 sztuk rocznie najkorzystniejszą z punktu widzenia łącznych kosztów lokalizacją jest Opole. Spodziewany zysk przy tej lokalizacji będzie wynosił **794 000 zł** ($80 \text{ zł} \times 14400 \text{ szt.} - 358000 \text{ zł} = 794000 \text{ zł}$).

Odpowiedź 2



Przykład 2



Przedsiębiorstwo produkcyjne z Wrocławia produkuje koszule męskie po koszcie 10 zł za sztukę, a koszt potrzebnych surowców wynosi 5 zł. Koszule są sprzedawane w cenie 65 zł. Odbiorcami tych koszul są dwie sieci handlowe z Krakowa i Poznania, a ich roczne zapotrzebowanie wynosi 20 000 sztuk. Koszty transportu i magazynowania z Wrocławia do Krakowa i Poznania wynoszą 50 zł za każde 100 kg. Jedna koszula w opakowaniu z dodatkami (wieszak) waży 350 gram. Firma zastanawia się nad zleceniem produkcji firmie z Czech, która jest w stanie wyprodukować jedną koszulę (łącznie z kosztami surowców) za 10 zł. Surowce dowożone byłby z Wrocławia do Czech po koszcie 60 zł/100 kg. Po wyprodukowaniu koszule przesyłane byłyby bezpośrednio do sieci handlowych (Krakowa i Poznania), a koszty transportu i składowania wynosiłyby 70 zł/100 kg, a stawka celna wyniosłaby 0,70 zł za koszulę.

Przedsiębiorstwo rozważa jednocześnie zwiększenie miesięcznej produkcji koszul. W istniejącym systemie logistycznym koszt stały wynosi 2 000 zł, a koszt zmienny 5 zł, natomiast w nowym koszcie stały wyniesie 3 000 zł, ale koszt zmienny spadnie o 10%.

1. Podejmij decyzję, czy z punktu widzenia kosztów logistyki i produkcji koszule powinny być produkowane w Czechach.
2. Rozważ, przy jakiej wielkości produkcji opłacalne będzie wdrożenie nowego systemu logistycznego.
3. Zinterpretuj graficznie.

Odpowiedź 1

Koszty we Wrocławiu:

– koszt produkcji: $10 + 5 = 15$ zł · 20000 szt. = **300000 zł**

– koszty transportu i magazynowania: 20000 szt. · 0,350 · 50 zł / 100 = **3500 zł**

Zysk: 20000 szt. · 65 zł = 1300000 zł – (300000 zł + 3500) = **996500 zł**

Koszty w Czechach:

– koszt produkcji: 10 zł · 20000 szt. = **200 000 zł**

– koszty transportu i magazynowania: 20000 szt. · 0,350 · (60 zł + 70 zł) / 100 = **9100 zł**

– koszt cła: 20000 szt. · 0,70 zł = **14000 zł**

Zysk: 1300000 zł – (200000 zł + 9100 zł + 14000 zł) = **1076900 zł**

Produkcja koszul powinna zostać przeniesiona do Czech, gdyż roczny zysk firmy zwiększy się wtedy o 80 400 zł.

Odpowiedź 2

– obecny system logistyczny: $y = 2000 + 5x$

– nowy system logistyczny: $y = 3000 + 4,5x$

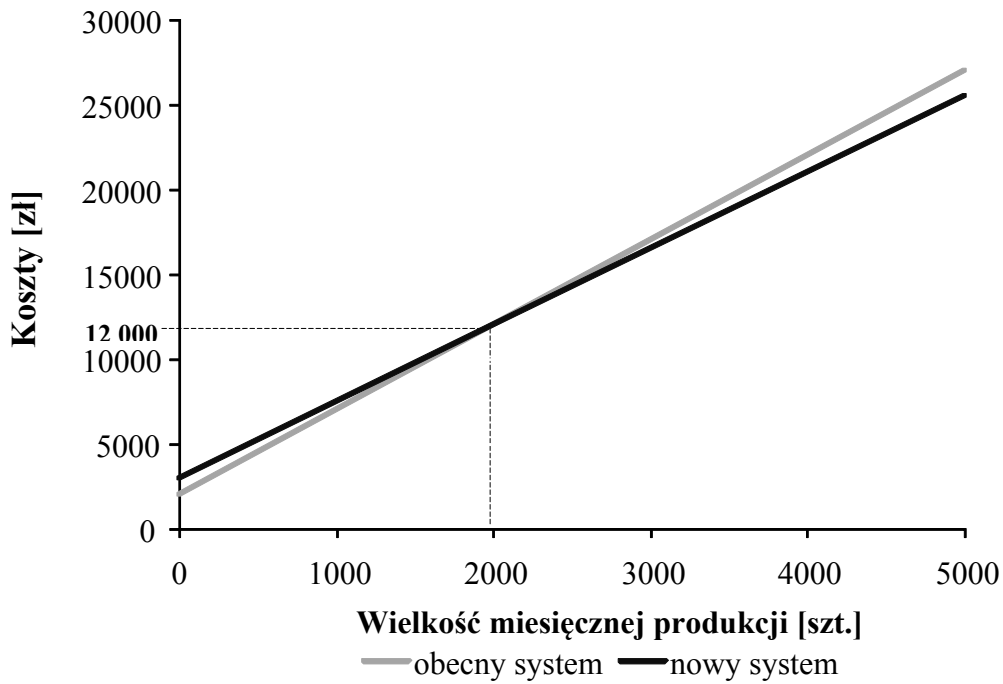
$3000 + 4,5x = 2000 + 5x$

$1000 + 0,5x$

$x =$ **2000 sztuk**

Wdrożenie nowego systemu logistycznego będzie opłacalne w przypadku, kiedy produkcja wyniesie minimum 24 000 koszul rocznie.

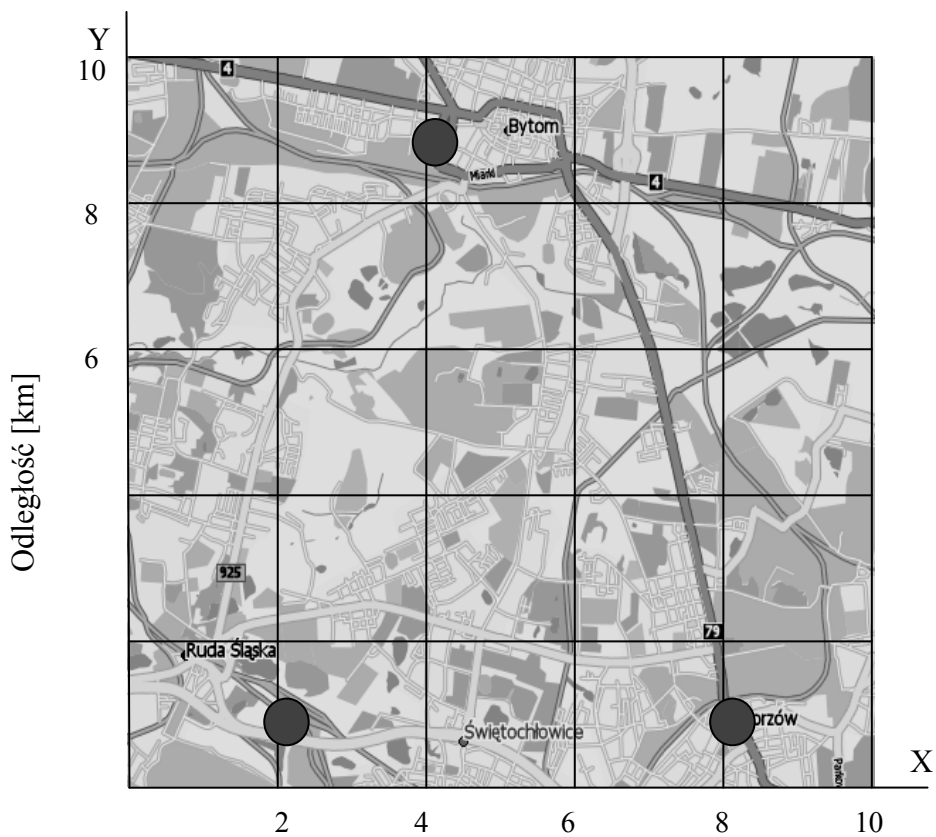
Odpowiedź 3



Przykład 3



Przedsiębiorstwo handlowe „Budmax” z Bytomia zajmuje się sprzedażą cementu do dwóch miast: Chorzowa i Rudy Śląskiej. Dyrekcja razem z działem logistyki podjęła decyzję o wybudowaniu nowego magazynu. Nowy magazyn pośredniczący ma poprawić obsługę klientów wspomnianych miast, a położenie przedsiębiorstwa względem tych miast zostało przedstawione poniżej:



W Chorzowie sprzedaż roczna cementu sięga 3 000 ton, a w Rudzie Śląskiej 2 000 ton. Przedsiębiorstwo rocznie zakupuje 5 000 ton cementu (czyli sumę zapotrzebowania w obu miastach), który przywożony jest do magazynu na obrzeżach Bytomia. Koszty dostarczenia cementu do tego magazynu, jak również koszty przesłania go do odbiorców w obu miastach są takie same i wynoszą 35 zł [t/km] rok.

1. Wyznacz punkt dominujący dla lokalizacji przedsiębiorstwa i dla obydwu miast.
2. Oblicz koszty całkowite dla potencjalnych lokalizacji i wskaż najkorzystniejszą z nich.
3. Przy założeniu, że stawki przewozu cementu z nowego magazynu do odbiorców są większe niż stawki przewozu z firmy do magazynu i wynoszą 47 zł [t/km] rok wyznacz współrzędne optymalnej lokalizacji oraz zaznacz ją na siatce.

Odpowiedź 1

Wyznaczanie punktu dominującego dla przedsiębiorstwa:

$$V \cdot R = 5000 \cdot 35 \text{ zł} = 175000 \text{ zł}$$

Tak więc iloczyn w miejscu występowania każdego z miast wynosi:

$$3000 \cdot 35 \text{ zł} = 105000 \text{ zł}$$

$$2000 \cdot 35 \text{ zł} = 70000 \text{ zł}$$

Stąd:

$$VR = VR_1 + VR_2$$

$$175000 \text{ zł} = 105000 \text{ zł} + 70000 \text{ zł}$$

Na tym etapie obliczeń punktem dominującym jest przedsiębiorstwo „Budmax” i tam też powinien być zlokalizowany magazyn (teoria punktu dominującego).

Odpowiedź 2

Obliczamy koszty dla potencjalnych lokalizacji magazynu:

Potencjalna lokalizacja nowego magazynu	Chorzów	Ruda Śl.	Budmax	4,4	4,6	5,5	6,4
Odległość od firmy do nowego magazynu	9	8	0	6	4	5	6,5
Koszt przewozu* z firmy do nowego magazynu (5 000 t) [w mln zł]	1,575	1,400	–	1,050	0,700	0,875	1,137
Odległość od nowego magazynu do Chorzowa	0	6	9	4,5	5,5	4	2,5
Koszt przewozu z nowego magazynu do Chorzowa (3 000 t) [w mln zł]	–	0,630	0,945	0,472	0,577	0,420	0,262
Odległość od nowego magazynu do Rudy Śląskiej	6	0	8	2,5	4,5	4	2,5
Koszt przewozu z nowego magazynu do Rudy Śląskiej (2 000 t) [w mln zł]	0,420	–	0,560	0,175	0,315	0,280	0,175
Łączny koszt	1,995	2,030	1,505	1,697	1,592	1,575	1,574

* masa x stawka transportowa x odległość

Jak wynika z przeprowadzonych w tabeli obliczeń najniższy koszt przewozu uzyskamy lokalizując magazyn przy przedsiębiorstwie, czyli nie wprowadzając żadnych zmian.

Odpowiedź 3

Wyznaczamy współrzędne lokalizacji dla sytuacji, kiedy stawki za przewóz cementu z nowego magazynu do odbiorców są większe niż stawki przewozu z firmy do magazynu:

– dla współrzędnej X:

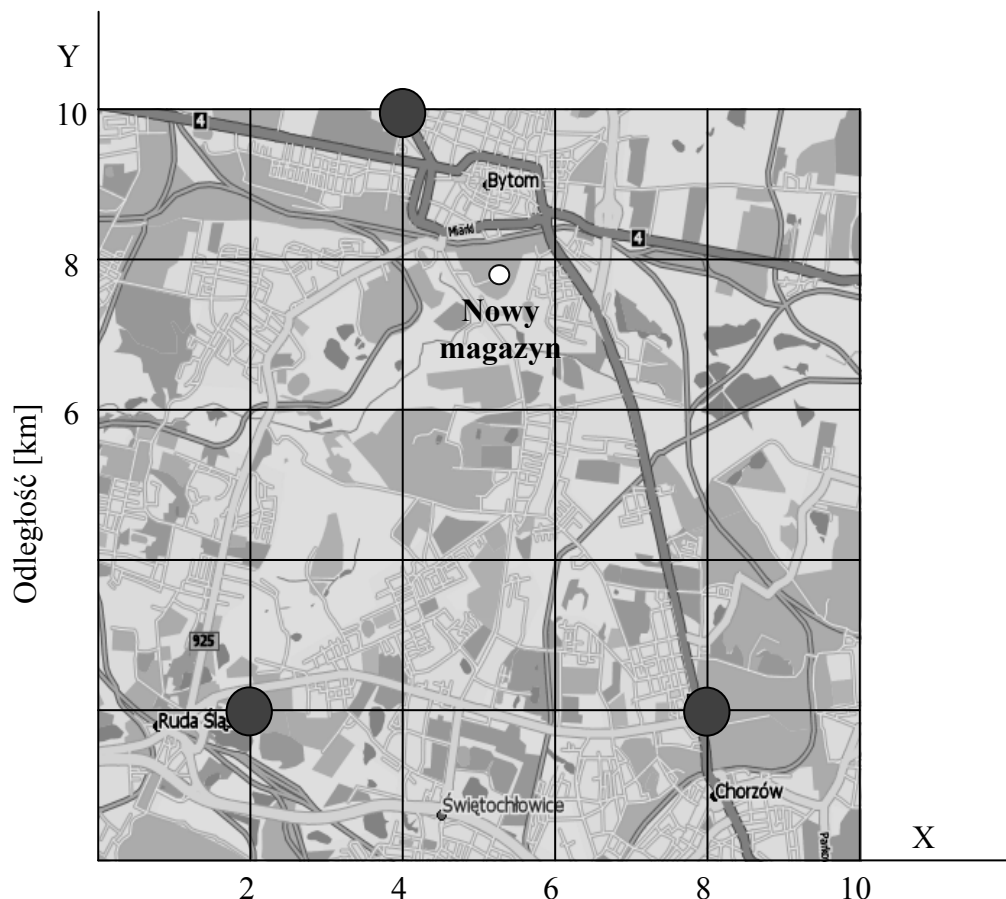
$$X = \frac{V_1 R_1 X_1 + V_2 R_2 X_2 + V_3 R_3 X_3}{V_1 R_1 + V_2 R_2 + V_3 R_3}$$
$$X = \frac{5000 \cdot 35 \cdot 4 + 3000 \cdot 47 \cdot 8 + 2000 \cdot 47 \cdot 2}{5000 \cdot 35 + 3000 \cdot 47 + 2000 \cdot 47}$$
$$X = \frac{700000 + 1128000 + 188000}{175000 + 141000 + 94000} = \frac{2016000}{410000} \approx 4,9$$

– dla współrzędnej Y:

$$Y = \frac{V_1 R_1 Y_1 + V_2 R_2 Y_2 + V_3 R_3 Y_3}{V_1 R_1 + V_2 R_2 + V_3 R_3}$$
$$Y = \frac{5000 \cdot 35 \cdot 10 + 3000 \cdot 47 \cdot 2 + 2000 \cdot 47 \cdot 2}{5000 \cdot 35 + 3000 \cdot 47 + 2000 \cdot 47}$$
$$Y = \frac{1750000 + 282000 + 188000}{175000 + 141000 + 94000} = \frac{2220000}{410000} \approx 5,4$$

W sytuacji, kiedy stawki za przewóz cementu z nowego magazynu do odbiorców są większe niż stawki przewozu z przedsiębiorstwa do magazynu, współrzędne optymalnej lokalizacji wynoszą (4,9 ; 5,4).

Interpretacja graficzna lokalizacji nowego magazynu:



Przykład 4

Koncern „Metalex” posiada trzy fabryki zlokalizowane w Wałbrzychu, Wrocławiu i Krakowie. Wyprodukowane tam moduły dostarczane są do zakładów składających wyrób finalny w Kłodzku, Poznaniu i Katowicach. Poniżej w tabeli zestawiono ilości produkowanych modułów w fabrykach oraz zapotrzebowanie zakładów składających gotowe wyroby na te właśnie moduły:

Lokalizacja fabryki	Wielkość produkcji w fabrykach	Lokalizacja zakładu	Zapotrzebowanie zakładu na podzespoły
Wałbrzych	10 000 szt.	Kłodzko	30 000 szt.
Wrocław	30 000 szt.	Poznań	25 000 szt.
Kraków	25 000 szt.	Katowice	30 000 szt.

Poniżej przedstawiono matrycę kosztów transportu:

	Kłodzko	Poznań	Katowice
Wałbrzych	15 zł	19 zł	27 zł
Wrocław	23 zł	11 zł	23 zł
Kraków	15 zł	23 zł	7 zł

Popyt na produkty koncernu przewyższa w znacznym stopniu podaż, dlatego też władze koncernu planują wybudować nową fabrykę. Władzom koncernu chodzi o wybór takiej lokalizacji, która pozwoli maksymalnie zminimalizować łączne koszty produkcji oraz transportu do istniejących już zakładów składających wyrób finalny. Specjaliści ds. logistyki zebrali dane na temat nowych lokalizacji, co przedstawia tabela poniżej:

Lokalizacja	Zdolność produkcyjna	Koszt jednostki produkcyjnej	Koszty transportu do zakładu składającego gotowe produkty		
			Kłodzko	Poznań	Katowice
Świdnica	20 000 szt.	28 zł	11 zł	7 zł	15 zł
Łódź	20 000 szt.	24 zł	19 zł	13 zł	15 zł

1. Oblicz, która lokalizacja nowej fabryki jest bardziej korzystna z ekonomicznego punktu widzenia, a na podstawie uzyskanych wyników wykonaj zestawienia kosztów transportu dla obu miast.
2. Oblicz łączny koszt dla nowych lokalizacji dodając koszty produkcji i koszty transportu, co pozwoli odpowiedzieć na pytanie, która lokalizacja nowej fabryki jest bardziej korzystna.

Odpowiedź 1

Obliczenia wykonujemy stosując algorytm transportowy, za pomocą metody najmniejszego elementu w macierzy kosztów.

Rozwiązanie uwzględniające Świdnicę:

	Kłodzko	Poznań	Katowice	
	30 000	25 000	30 000	
Wałbrzych	15 zł	19 zł	27 zł	10 000
Wrocław	23 zł	11 zł	23 zł	30 000
Kraków	15 zł	23 zł	7 zł	25 000
Świdnica	11 zł	7 zł	15 zł	20 000

	Kłodzko	Poznań	Katowice	
	0	0	0	
Wałbrzych	10 000	–	–	0
Wrocław	–	25 000	5 000	0
Kraków	–	–	25 000	0
Świdnica	20 000	–	–	0

Rozwiązanie uwzględniające Łódź:

	Kłodzko	Poznań	Katowice	
	30 000	25 000	30 000	
Wałbrzych	15 zł	19 zł	27 zł	10 000
Wrocław	23 zł	11 zł	23 zł	30 000
Kraków	15 zł	23 zł	7 zł	25 000
Łódź	19 zł	13 zł	15 zł	20 000

	Kłodzko	Poznań	Katowice	
	0	0	0	
Wałbrzych	10 000	0	–	0
Wrocław	5 000	25 000	–	0
Kraków	–	–	25 000	0
Łódź	15 000	–	5 000	0

Zestawianie kosztów transportu dla Świdnicy:

z Wałbrzycha do Kłodzka	$10\ 000\ \text{szt.} \cdot 15\ \text{zł} = 150\ 000\ \text{zł}$
z Świdnicy do Kłodzka	$20\ 000\ \text{szt.} \cdot 11\ \text{zł} = 220\ 000\ \text{zł}$
z Wrocławia do Poznania	$25\ 000\ \text{szt.} \cdot 11\ \text{zł} = 275\ 000\ \text{zł}$
z Wrocławia do Katowic	$5\ 000\ \text{szt.} \cdot 23\ \text{zł} = 115\ 000\ \text{zł}$
Z Krakowa do Katowic	$25\ 000\ \text{szt.} \cdot 7\ \text{zł} = 175\ 000\ \text{zł}$
Łączny koszt	900 000 zł

Zestawienie kosztów transportu dla Łodzi:

z Wałbrzycha do Kłodzka	<i>10 000 szt. · 15 zł = 150 000 zł</i>
z Wrocławia do Kłodzka	<i>5 000 szt. · 23 zł = 115 000 zł</i>
z Łodzi do Kłodzka	<i>15 000 szt. · 19 zł = 285 000 zł</i>
z Wrocławia do Poznania	<i>25 000 szt. · 11 zł = 275 000 zł</i>
z Krakowa do Katowic	<i>25 000 szt. · 7 zł = 175 000 zł</i>
z Łodzi do Katowic	<i>5 000 szt. · 15 zł = 75 000 zł</i>
Łączny koszt	<i>1 075 000 zł</i>

Odpowiedź 2

Obliczamy koszty łączne dla nowych lokalizacji:

– dla Świdnicy:

$$20000 \text{ szt.} \cdot 28 \text{ zł} + 900000 \text{ zł} = 1460000 \text{ zł}$$

– dla Łodzi:

$$20000 \text{ szt.} \cdot 24 \text{ zł} + 1075000 \text{ zł} = 1555000 \text{ zł}$$

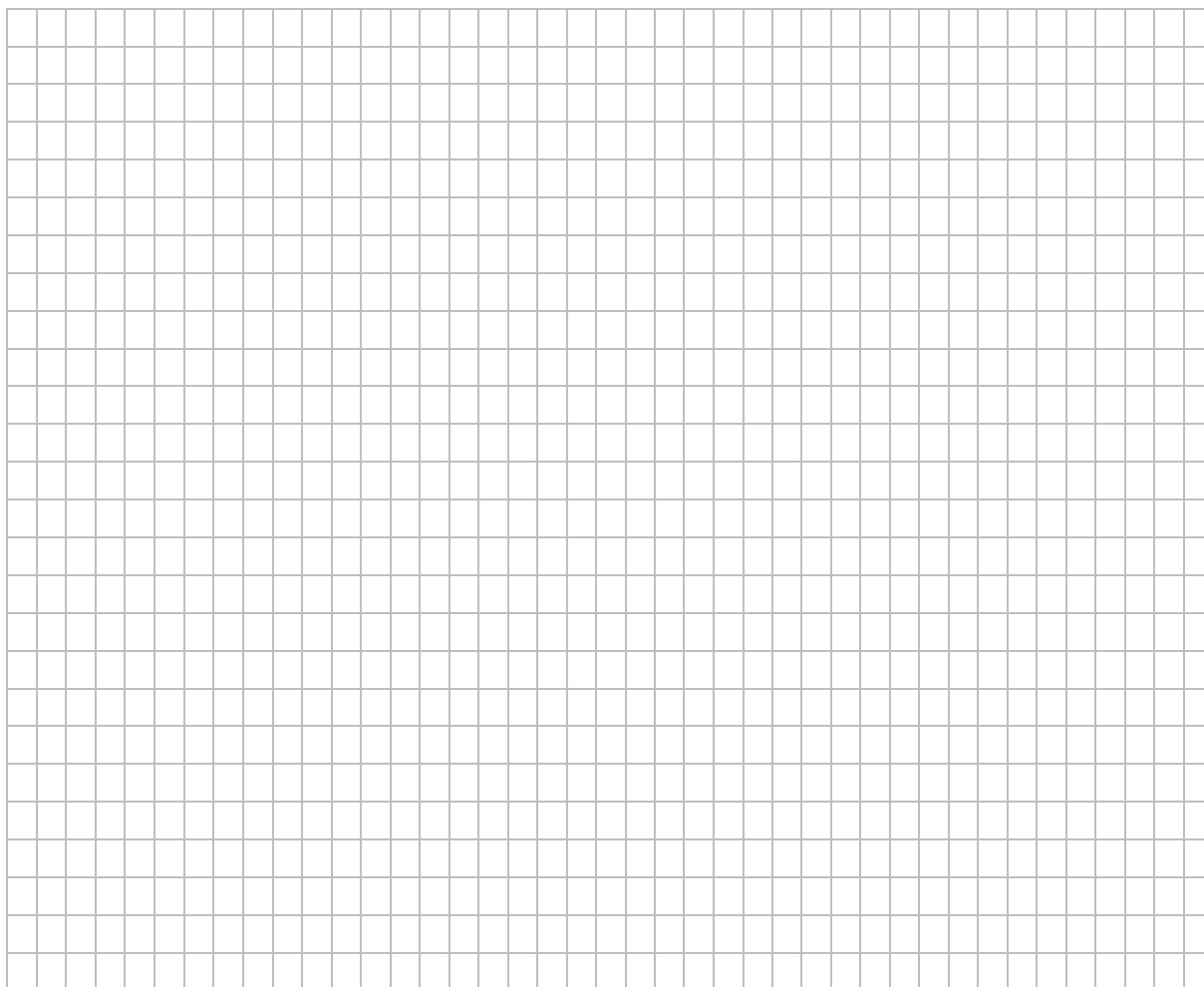
Lokalizacja nowej fabryki w Świdnicy cechuje się niższym kosztem łącznym (koszt transportu + koszt produkcji) niż lokalizacja fabryki w Łodzi.

4.1. Koszty logistyczne a decyzje lokalizacyjne

Producent obuwia z Wałbrzycha może wyprodukować buty po koszcie 35 zł/szt. (łącznie z kosztem potrzebnych surowców). Cena pary butów wynosi 130 zł. Podstawowym rynkiem zbytu dla tych butów, w którym sprzedawane będą w ilości 15 000 par rocznie jest województwo dolnośląskie i małopolskie. Koszty transportu i magazynowania przy przewozach z Wałbrzycha do Wrocławia i Krakowa wynoszą 25 zł za każde 100 kg. Jedno opakowanie z butami waży 1,5 kg.

Alternatywnie firma może zlecić produkcję tych butów na Tajwanie po koszcie 8\$ (1\$=2,75 zł) łącznie z kosztami surowców. Surowce byłyby przesyłane z Wałbrzycha na Tajwan po koszcie 10\$ za każde 100 kg. Po zakończeniu produkcji koszule byłyby przesyłane bezpośrednio do Szczecina i Krakowa, przy czym transport i składowanie wynosiłby 12\$/100 kg. Szacunkowo można podać, że stawka celna wyniosłaby 2 zł za parę butów.

1. Podejmij decyzję, czy z punktu widzenia kosztów logistyki i produkcji buty powinny być produkowane na Tajwanie?
2. Jakie inne względy (poza kosztami) należałoby wziąć pod uwagę przed podjęciem ostatecznej decyzji.

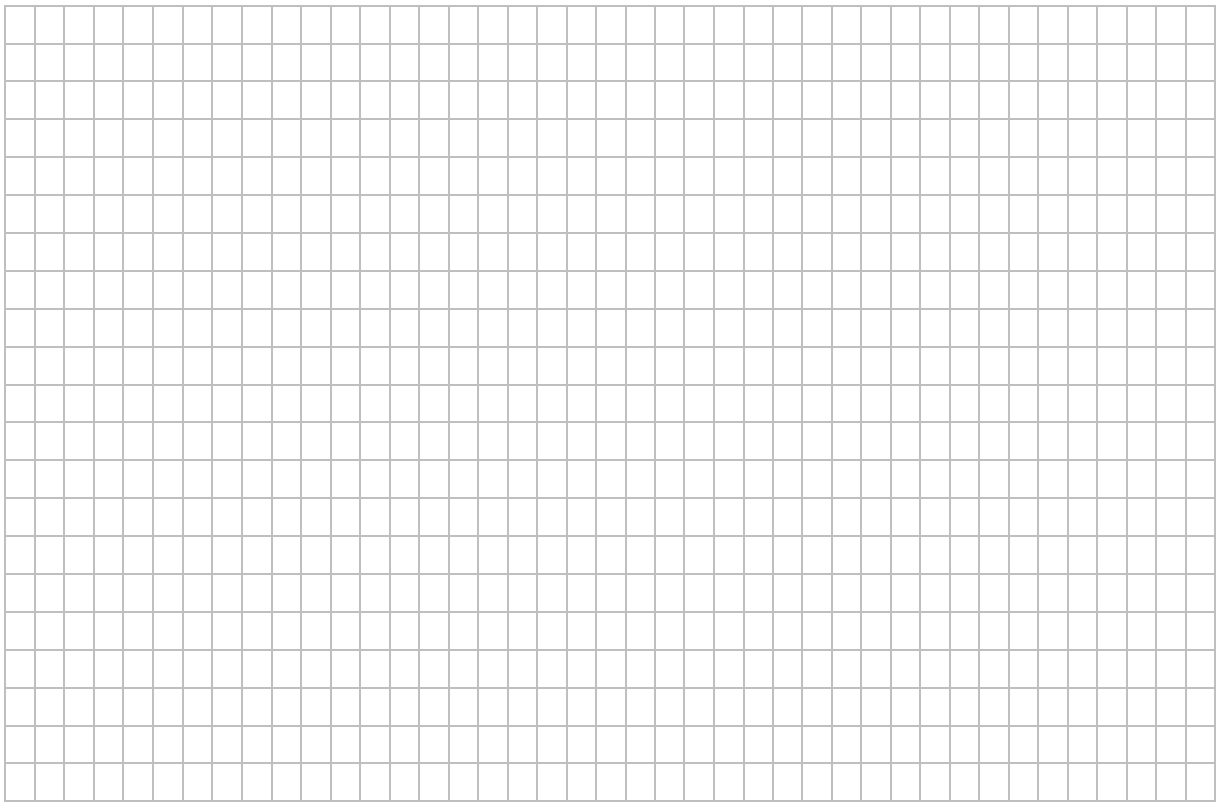


4.2. Uzasadnienie lokalizacji

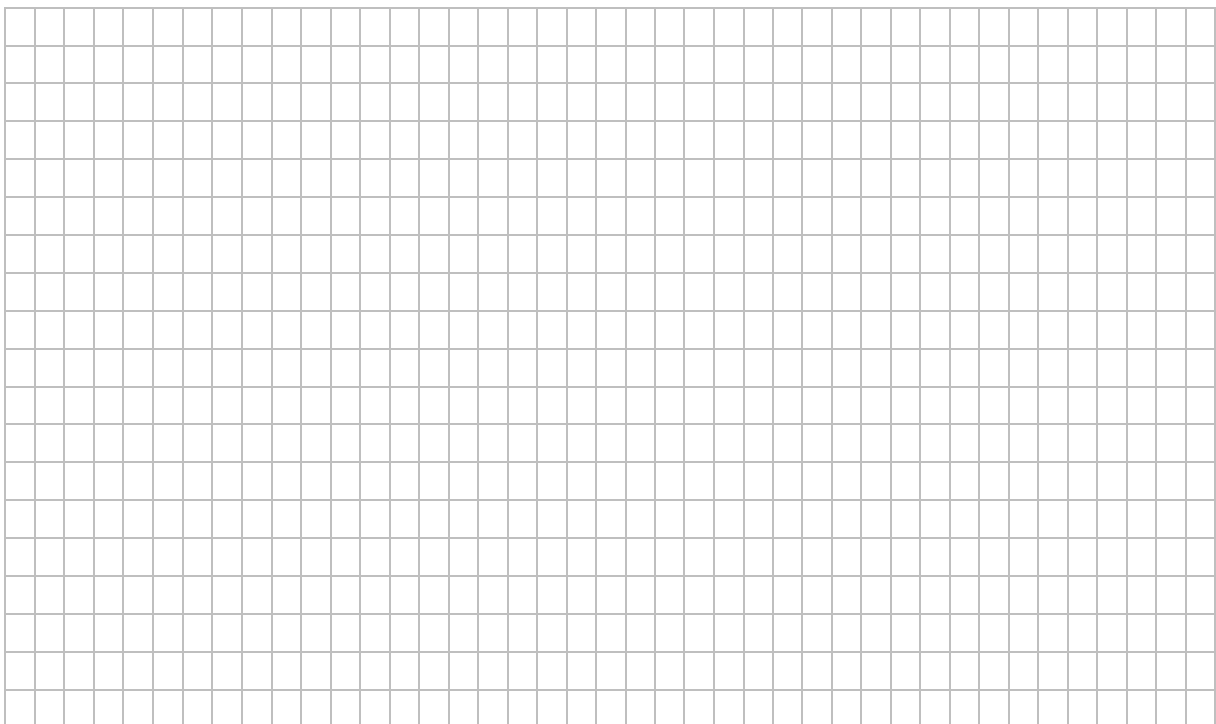
Przedsiębiorstwo produkcyjne wytwarza pewien produkt po cenie 2 500 zł/sztukę. Kierownictwo firmy przewiduje, że sprzedaż wyniesie 2 000 sztuk rocznie. Należy podjąć decyzję dotyczącą lokalizacji magazynu w jednym z trzech miast: Wałbrzychu, Kłodzku i Wrocławiu. Należy wybrać najbardziej ekonomiczną lokalizację. Poniżej zestawiono koszty wspomnianych lokalizacji:

Miasto	Koszty stałe w skali roku	Koszty zmienne za sztukę
Wałbrzych	30 000 zł	110 zł
Kłodzko	60 000 zł	75 zł
Wrocław	120 000 zł	50 zł

1. Wyznacz prostą kosztów dla każdego z powyższych miast. Do uzyskanego równania podstaw wielkość przewidywanej sprzedaży z treści zadania i odpowiedź, która z lokalizacji jest najkorzystniejszą z punktu widzenia kosztu łącznego.



2. Interpretacja graficzna.



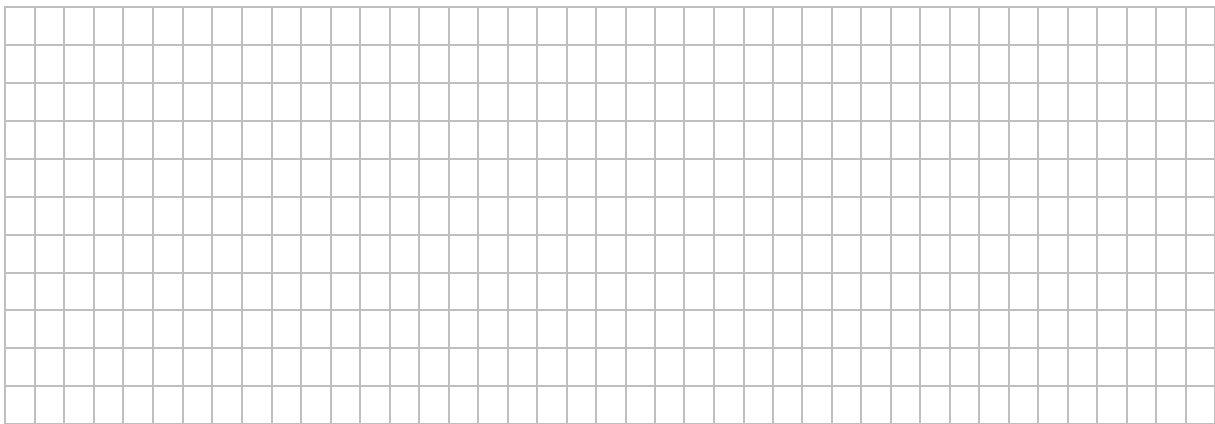
3. Przy założeniu, że stawki przewozu węgla z nowego składu do odbiorców są większe niż stawki przewozu z firmy do składu i wynoszą 8 zł [t/km] rok, wyznacz współrzędne optymalnej lokalizacji, korzystając ze wzoru:

– dla współrzędnej X:

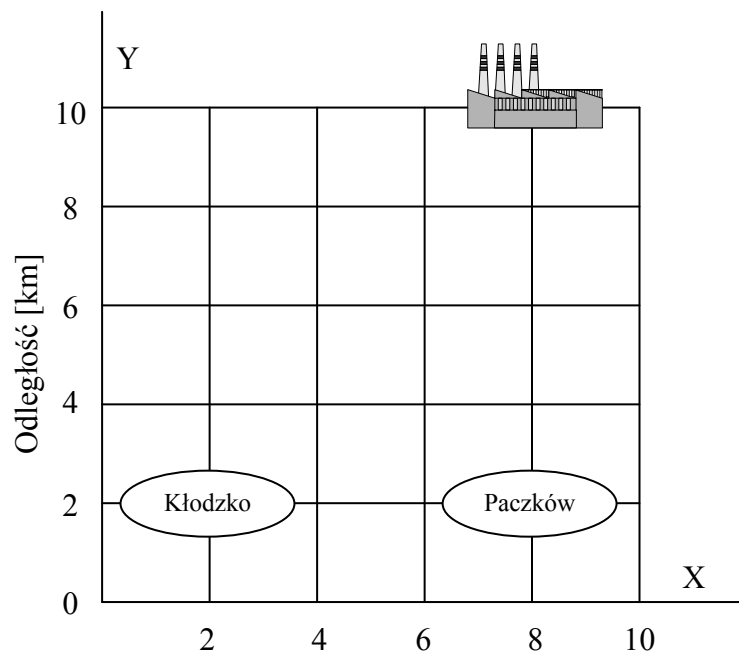
$$X = \frac{V_1 R_1 X_1 + V_2 R_2 X_2 + V_3 R_3 X_3}{V_1 R_1 + V_2 R_2 + V_3 R_3}$$

– dla współrzędnej Y:

$$Y = \frac{V_1 R_1 Y_1 + V_2 R_2 Y_2 + V_3 R_3 Y_3}{V_1 R_1 + V_2 R_2 + V_3 R_3}$$



4. Na podstawie obliczeń (uzyskanych współrzędnych) z poprzedniego zadania zaznacz lokalizację nowego składu.



4.4. Wybór lokalizacji przy minimalizowaniu kosztów transportu

Przedsiębiorstwo produkujące komputery ma zlokalizowane fabryki w Gdańsku, Poznaniu i Wałbrzychu, w których produkowane są podzespoły. Następnie podzespoły dostarczane są do zakładów składających gotowe zestawy komputerowe w Gdyni, Toruniu i Kłodzku. Poniżej w tabeli zestawiono ilości produkowanych części w fabrykach oraz zapotrzebowanie zakładów składających gotowe zestawy komputerowe na podzespoły:

Lokalizacja fabryki	Wielkość produkcji w fabrykach	Lokalizacja zakładu	Zapotrzebowanie zakładu na podzespoły
Gdańsk	40 000 szt.	Gdynia	120 000 szt.
Poznań	120 000 szt.	Toruń	100 000 szt.
Wałbrzych	100 000 szt.	Kłodzko	120 000 szt.

Matryca kosztów transportu:

	Gdynia	Toruń	Kłodzko
Gdańsk	20 zł	24 zł	22 zł
Poznań	28 zł	16 zł	28 zł
Wałbrzych	20 zł	28 zł	12 zł

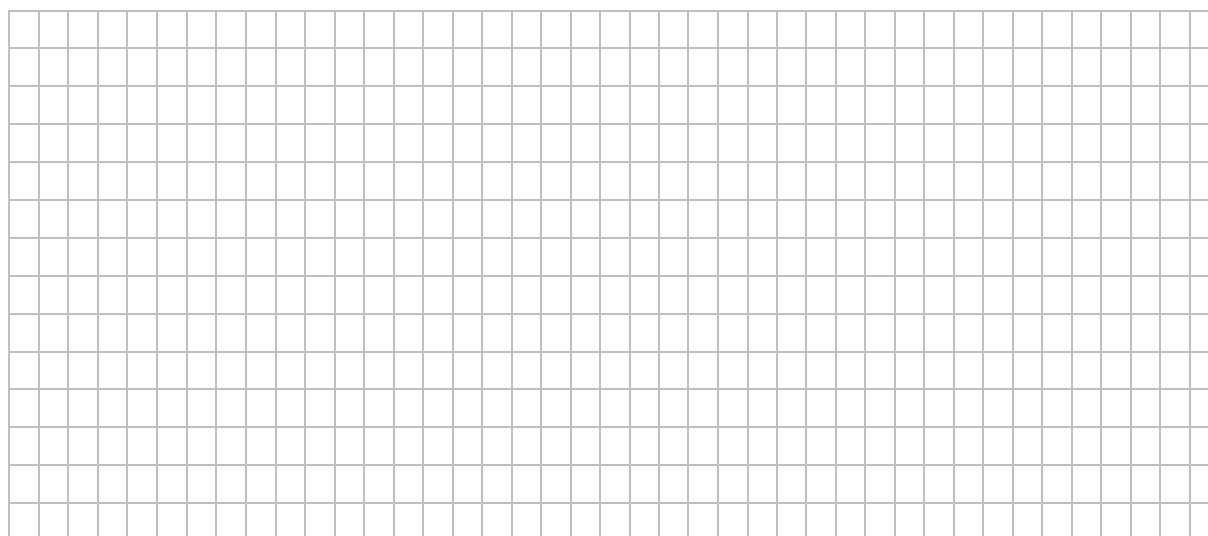
Popyt na zestawy komputerowe przewyższa w znacznym stopniu podaż, dlatego przedsiębiorstwo planuje wybudować kolejną fabrykę. Podczas wyboru lokalizacji chodzi głównie o minimalizację łącznych kosztów produkcji oraz transportu do istniejących już zakładów składających gotowe zestawy komputerowe. Wybrano dwie alternatywne lokalizacje nowej fabryki, które są zlokalizowane blisko potencjalnych rynków: Łódź i Warszawę. Poniżej przedstawiono dane nowych lokalizacji:

Lokalizacja	Zdolność produkcyjna	Koszt jednostki produkcyjnej	Koszty transportu do zakładu składającego gotowe zestawy		
			Gdynia	Toruń	Kłodzko
Łódź	80 000 szt.	28 zł	16 zł	12 zł	20 zł
Warszawa	80 000 szt.	24 zł	24 zł	18 zł	20 zł

Rozwiązanie uwzględniające Warszawę

	Gdynia	Toruń	Kłodzko	
	120 000	100 000	120 000	
Gdańsk	20 zł	24 zł	22 zł	40 000
Poznań	28 zł	16 zł	28 zł	120 000
Wałbrzych	20 zł	28 zł	12 zł	100 000
Warszawa	24 zł	18 zł	20 zł	80 000

	Gdynia	Toruń	Kłodzko	
	120 000	100 000	120 000	
Gdańsk				40 000
Poznań				120 000
Wałbrzych				100 000
Warszawa				80 000



2. Na podstawie uzyskanych wyników wykonaj zestawienia kosztów transportu dla obu miast:

– dla Łodzi:

Łączny koszt	

– dla Warszawy:

Łączny koszt	

Zadanie 2

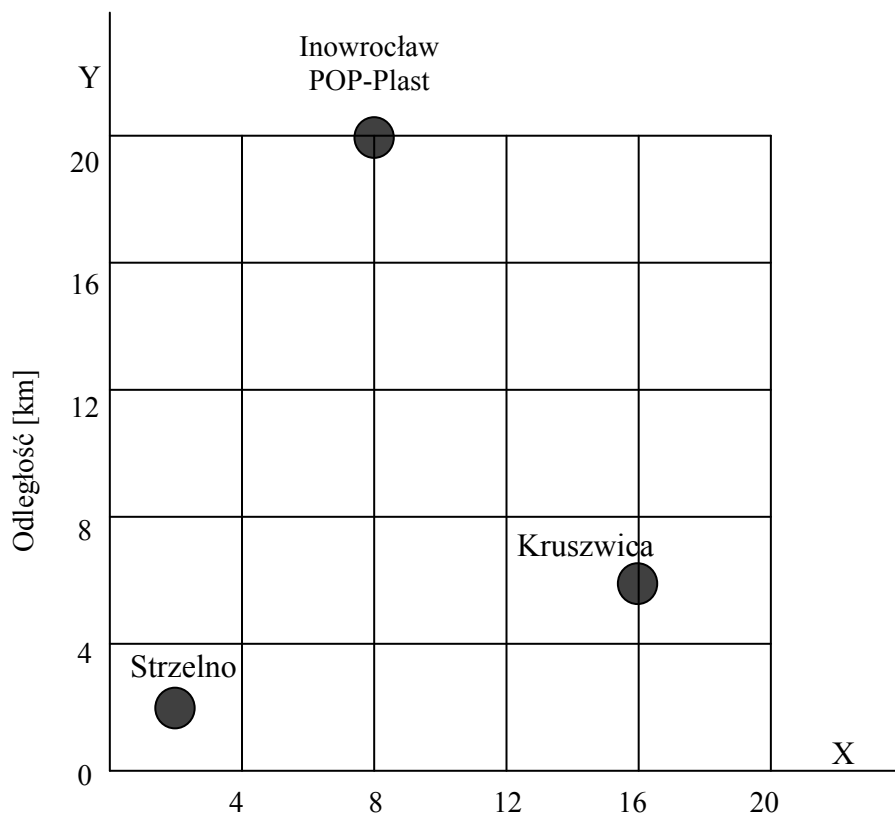
Firma ze Świdnicy zajmuje się produkcją frytek. Frytki sprzedawane są w cenie 50 zł za sztukę, a właściciel firmy obliczył, że sprzedaż wyniesie ok. 1 500 frytek miesięcznie. Właściciel musi podjąć decyzję, która ma na celu zlokalizowanie magazynu w jednym z trzech miast: Wałbrzychu, Kłodzku lub Łądku-Zdroju. Właściciel musi wybrać najbardziej ekonomiczną lokalizację, a koszty dla wymienionych lokalizacji kształtują się następująco:

Miasto	Koszty stałe w skali roku	Koszty zmienne za sztukę
Wałbrzych	20 000 zł	4,5 zł
Kłodzko	40 000 zł	3 zł
Łądek-Zdrój	70 000 zł	2,5 zł

1. Wyznacz prostą kosztów dla każdego z miast, a następnie podstaw wielkości przewidywanej sprzedaży i odpowiedź, która z lokalizacji jest najbardziej korzystna z punktu widzenia kosztu łącznego.
2. Oblicz ile wyniesie roczny zysk przedsiębiorstwa dla najkorzystniejszej lokalizacji.
3. Zinterpretuj graficznie opłacalność stosowania różnych lokalizacji w zależności od wielkości produkcji.

Zadanie 3

Firma „POP-Plast” Przerobu Odpadów Plastikowych z Inowrocławia zajmuje się sprzedażą granulatu do dwóch miast: Strzelna i Kruszwicy. Odległość od firmy do Strzelna wynosi 19 km, a do Kruszwicy 16 km. Właściciel firmy podjął decyzję o wybudowaniu nowego magazynu pośredniczącego, który ma poprawić poziom obsługi klientów we wspomnianych miastach. Położenie firmy i jej odbiorców (miast) zostało przedstawione poniżej:



W Kruszwicy roczna sprzedaż granulatu sięga 45 000 kg, a w Strzelnie 30 000 kg. Przedsiębiorstwo rocznie produkuje 75 000 kg granulatu, który składowany jest w magazynie na terenie firmy. Koszty dostarczenia granulatu do tego magazynu, jak również koszty przesłania go do odbiorców w obu miastach są takie same i wynoszą 145 zł [t/km] rok.

1. Wyznacz punkt dominujący dla lokalizacji przedsiębiorstwa i dla odbiorców granulatu.
2. Oblicz koszty całkowite dla potencjalnych lokalizacji magazynu i wskaż najkorzystniejszą z tych lokalizacji.
3. Przy założeniu, że stawki przewozu granulatu z nowego magazynu do odbiorców są większe niż stawki przewozu z firmy do magazynu i wynoszą 180 zł [t/km] rok wyznacz współrzędne optymalnej lokalizacji oraz zaznacz ją na siatce.

Zadanie 4

Przedsiębiorstwo „Jackuzzi-Pol” posiada trzy fabryki zlokalizowane w Katowicach, Wałbrzychu i Poznaniu. Wyprodukowane tam elementy (moduły), które służą do złożenia wyrobu gotowego (wanna z hydromasażem) przesyłane są do zakładów, które je montują w Zabrzu, Wrocławiu i Radomiu. Poniżej w tabeli zestawiono ilości produkowanych elementów w fabrykach oraz zapotrzebowanie zakładów składających gotowe wyroby na te właśnie moduły:

Lokalizacja fabryki	Wielkość produkcji w fabrykach	Lokalizacja zakładu	Zapotrzebowanie zakładu na moduły
Katowice	20 000 szt.	Zabrze	40 000 szt.
Wałbrzych	45 000 szt.	Wrocław	30 000 szt.
Poznań	30 000 szt.	Radom	40 000 szt.

Poniżej przedstawiono matrycę kosztów transportu (stawka przewozu za jeden moduł):

	Zabrze	Wrocław	Radom
Katowice	17 zł	32 zł	27 zł
Wałbrzych	34 zł	14 zł	31 zł
Poznań	30 zł	28 zł	12 zł

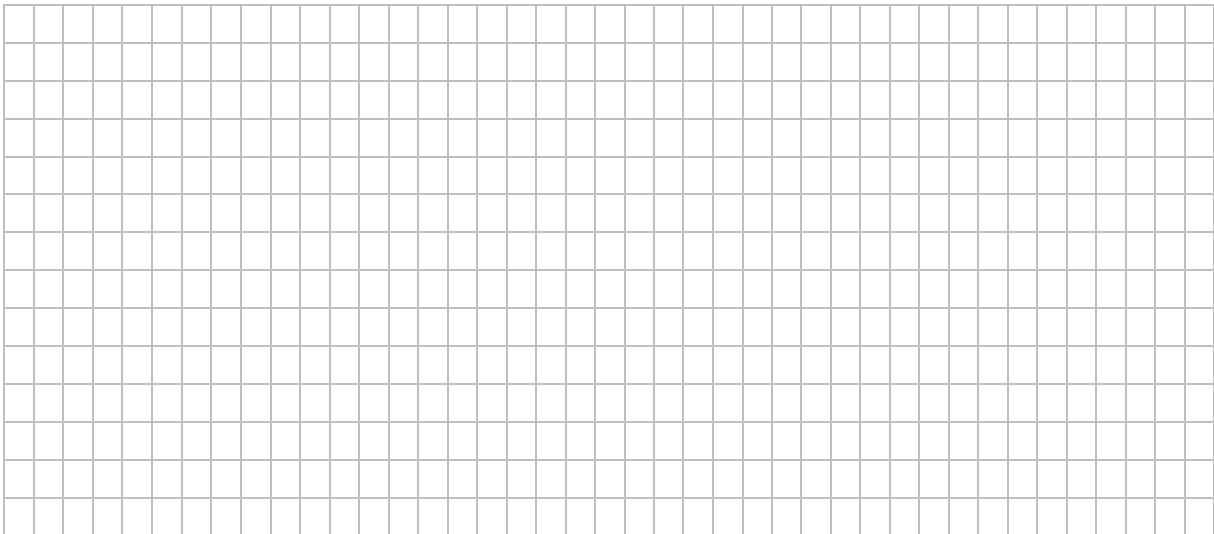
Popyt na produkty przedsiębiorstwa przewyższa w znacznym stopniu podaż, dlatego też zarząd przedsiębiorstwa planuje wybudować czwartą fabrykę, która pozwoli maksymalnie

zminimalizować łączne koszty produkcji oraz transportu do istniejących już zakładów składających wanny. Dział logistyki zebrał dane na temat potencjalnych lokalizacji, co przedstawia tabela poniżej:

Lokalizacja	Zdolność produkcyjna	Koszt jednostki produkcyjnej	Koszty transportu do zakładu składającego wanny		
			Zabrze	Wrocław	Radom
Łódź	15 000 szt.	21 zł	24 zł	28 zł	24 zł
Lublin		18 zł	29 zł	24 zł	22 zł

1. Oblicz, która lokalizacja nowej fabryki jest bardziej korzystna z ekonomicznego punktu widzenia (metoda najmniejszego elementu w macierzy kosztów) wykonując zestawienie kosztów transportu dla obu miast.
2. Oblicz łączny koszt dla nowych lokalizacji dodając koszty produkcji i koszty transportu, a następnie odpowiedz, która z lokalizacji jest najkorzystniejsza.

2. Interpretacja graficzna.



5.1.2. Dokonanie wyboru pomiędzy wieloma systemami logistycznymi

W firmie produkcyjnej (tej samej co w pkt. 1.1) rozważa zorganizowanie trzech różnych systemów logistycznych w celu usprawnienia przepływu materiałów i produktów. Poniżej w tabelce zestawiono koszty funkcjonowania tych systemów:

	Koszt stały	Koszt zmienny / szt.
System 1	13 000 zł	0,80 zł
System 2	16 000 zł	0,55 zł
System 3	25 000 zł	0,35 zł

Zakładamy, że zależność pomiędzy wielkością produkcji a kosztami jest prostoliniowa. Dzięki temu, możemy wyznaczyć równanie prostej, dla obu systemów:

$$y = a + bx$$

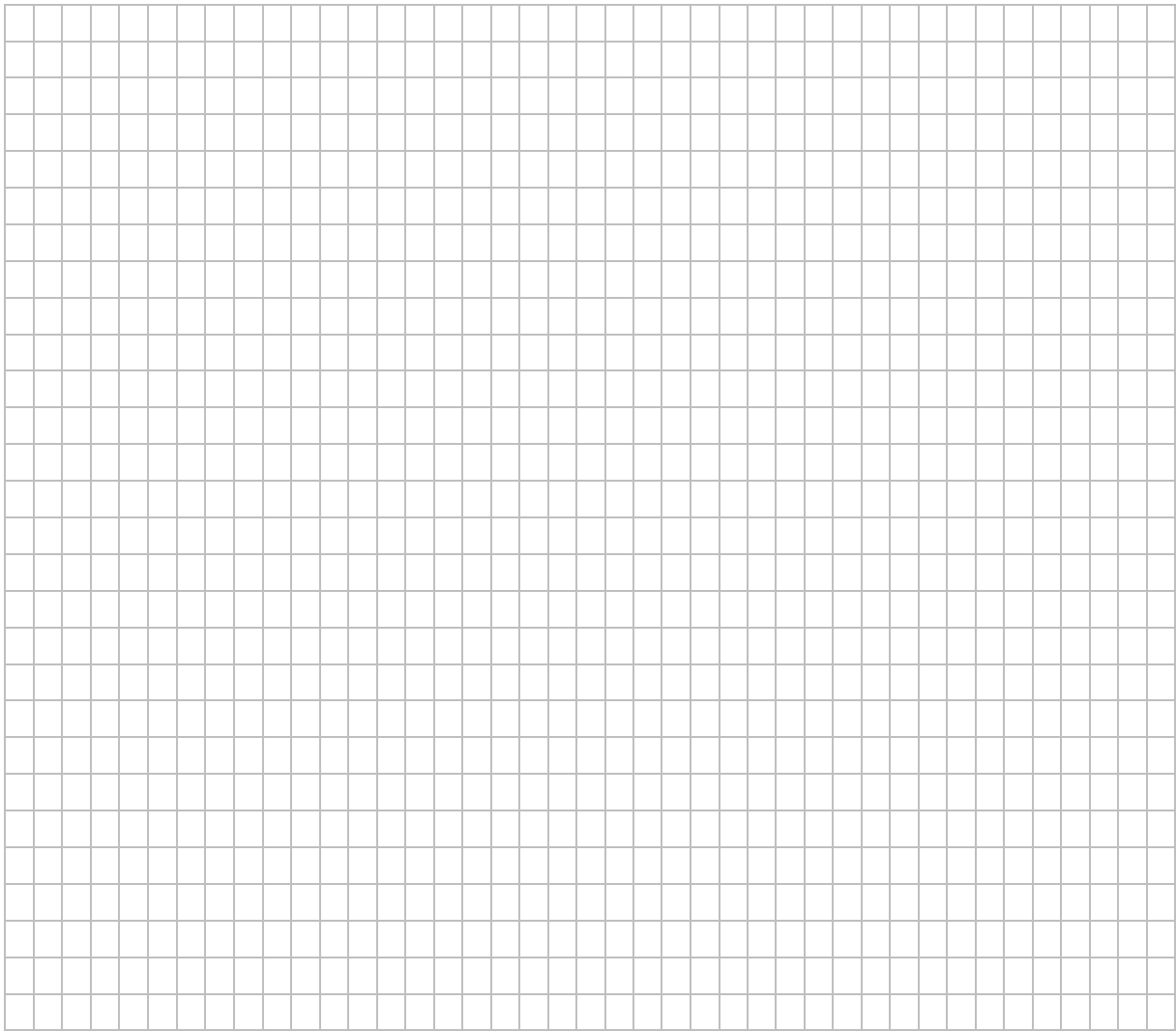
gdzie;

a – koszt stały

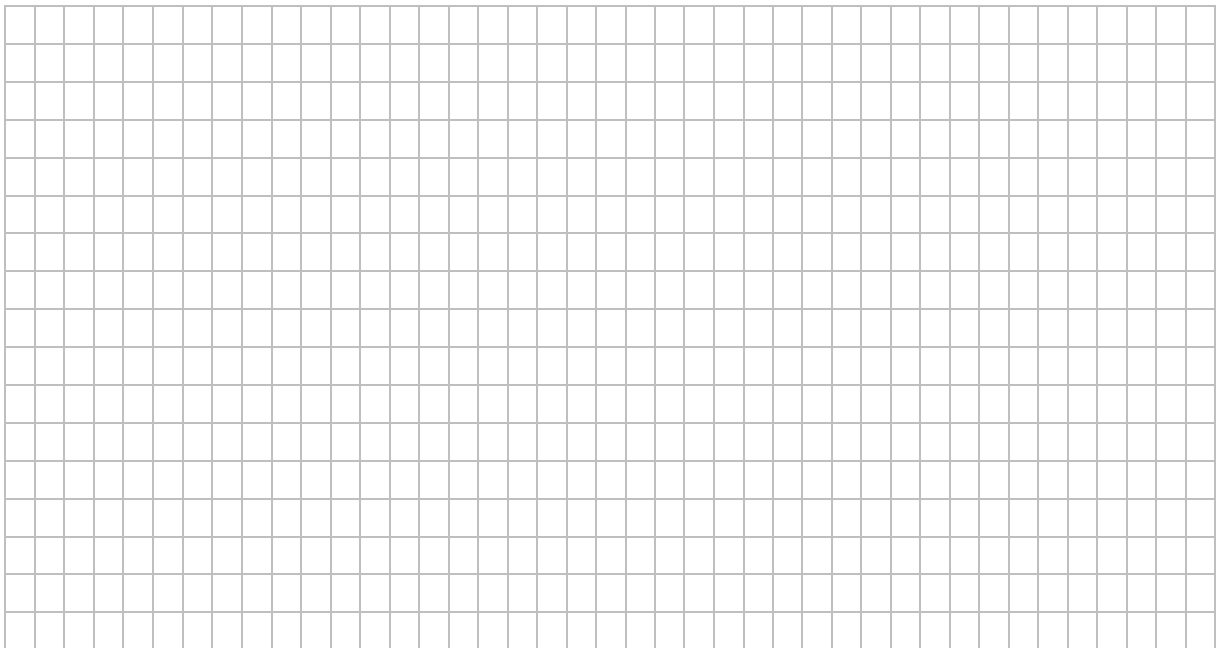
b – koszt zmienny

x – wielkość produkcji

1. Który system należy zastosować przy następującej wielkości produkcji:
 - a) 10 000 szt.
 - b) 15 000 szt.
 - c) 40 000 szt.
 - d) 50 000 szt.



2. Interpretacja graficzna.



Zadania

Zadanie 1

Pewne przedsiębiorstwo zastanawia się nad wyborem najlepszego z dwóch systemów logistycznych, widząc, że wielkość produkcji wyniesie 18 000 sztuk. System pierwszy charakteryzuje się kosztem stałym na poziomie 15 000 zł i zmiennym, który wynosi 2,8 zł za sztukę. W drugim systemie koszt stały to 20 000 zł, a zmienny 2,4 zł.

1. Na podstawie obliczeń odpowiedz, który system będzie korzystniejszy dla wspomnianej w treści zadanie wielkości produkcji.
2. Zinterpretuj graficznie.

Zadanie 2

Firma musi podjąć decyzję nad wyborem systemu produkcyjnego. Poniżej przedstawiono trzy charakterystyki możliwych systemów:

System	Koszt stały	Koszt zmienny / szt.
A	200 000 zł	25 zł
B	350 000 zł	42 zł
C	700 000 zł	56 zł

1. Który system należy wdrożyć dla wielkości produkcji:
 - a) 8 000 szt.
 - b) 15 000 szt.
 - c) 25 000 szt.
 - d) 30 000 szt.
2. Zinterpretuj graficznie.

Zadanie 3

Przedsiębiorstwo produkcyjne „J&J” w związku z pogłębiającym się kryzysem na rynku, a przez to spadkiem sprzedaży, musi podjąć decyzję dotyczącą reorganizacji swojego systemu logistycznego. Do tej pory przedsiębiorstwo korzystało z 5 magazynów, jednak koszty ich utrzymania są dla obecnej wielkości produkcji zbyt wysokie. Przedsiębiorstwo chce ograniczyć ilość magazynów do 3 lub 4. Poniżej przedstawiono charakterystyki:

Ilość magazynów	Koszt stały	Koszt zmienny/szt.
5	30 000 zł	0,60 zł
4	24 000 zł	0,75 zł
3	18 000 zł	0,85 zł

1. Wiedząc, że obecna wielkość produkcji wynosi 45 000 sztuk dobierz optymalną ilość magazynów.
2. Zinterpretuj graficznie.

Zadanie 4

Pewna firma z Wałbrzycha, która zajmuje się produkcją akumulatorów rozważa wybór pomiędzy trzema systemami logistycznymi. Koszt stały odpowiednio wynosi 7 000 zł, 10 000 zł i 12 000 zł, a zmienny 1,30 zł, 1,20 zł oraz w ostatnim z systemów 1,15 zł.

1. Który system należy zastosować przy wielkości produkcji 32 000 sztuk.
2. Jaka wielkość produkcji powoduje, że stosowanie ostatniego z systemów staje się opłacalne.
3. Zinterpretuj graficznie.

Zadanie 5

Firma zastanawia się nad wyborem pomiędzy trzema systemami logistycznymi. Poniżej w tabelce zestawiono koszty funkcjonowania tych systemów:

	Koszt stały	Koszt zmienny/szt.
System 1	1 000 zł	0,50 zł
System 2	1 200 zł	0,30 zł
System 3	1 500 zł	0,10 zł

1. Ile wynosi koszt całkowity dla wielkości produkcji znajdującej się w środku zakresu opłacalności stosowania systemu 2?
 - a) 1 575
 - b) 1 250
 - c) 1 500
 - d) 1 240
2. Zinterpretuj graficznie.

Zadanie 6

Zakład włókienniczy z Nowej Rudy boryka się z wysokimi kosztami produkcji. Kierownik ds. produkcji rozmawiał z kierownikiem ds. logistyki i obaj doszli do wniosku, że taka sytuacja może być spowodowana niewłaściwym systemem logistycznym. Do końca zeszłego roku wielkość produkcji wyniosła 8 000 mb materiału. Koszty stałe przy tej wielkości produkcji kształtowały się na poziomie 570 000 zł, a zmienne za 1 mb wynosiły 8 zł. Firma z Wrocławia oferowała przejęcie od nowego roku części produkcji – dokładnie była w stanie wyprodukować 4 000 mb, gdzie koszty stałe wynosić miały 180 000 zł, a zmienne 5 zł. Koszty transportu i składowania między zakładami miały wynieść w ciągu roku ok. 50 000 zł. Zakład jednak nie zdecydował się na współpracę, a zapotrzebowanie rynku na jego produkt radykalnie wzrosło w bieżącym roku z 8 000 mb na 12 000 mb rocznie. Przy tej wielkości koszty stałe w obecnym systemie produkcyjnym wyniosą 850 000 zł, a zmienne pozostaną na tym samym poziomie.

1. Oblicz jakie koszty generowała produkcja w poprzednim, a jakie generować będzie w bieżącym roku.
2. Przedstaw koszty produkcji w bieżącym roku w sytuacji, gdyby zakład zdecydował się podpisać umowę z wrocławską firmą.
3. Zakład ma możliwość reorganizacji systemu produkcyjnego. Nowy system będzie generował koszt stały na poziomie 880 000 zł, a zmienny będzie wynosił 5 zł za mb. Doradź kierownikom, czy przejście na ten system będzie opłacalne przy zwiększonej do 12 000 mb produkcji i czy będzie korzystniejsze niż współpraca z wrocławską firmą oraz stosowanie starego systemu produkcyjnego.

Zadanie 7

Nowopowstające przedsiębiorstwo musi podjąć decyzję, która dotyczy wdrożenia odpowiedniego systemu logistycznego. Kierownictwo firmy przedstawiło specjalistom ds. logistyki cztery projekty systemów logistycznych, których charakterystykę przedstawia poniższa tabela:

Numer projektu	Koszt stały	Koszt zmienny/szt.
1	400 000 zł	24 zł
2	480 000 zł	20 zł
3	600 000 zł	14 zł
4	680 000 zł	12 zł

1. Który projekt należy wdrożyć dla wielkości produkcji:
 - a) 15 000 szt.
 - b) 20 000 szt.
 - c) 25 000 szt.
 - d) 42 000 szt.
2. Zinterpretuj graficznie.

ODPOWIEDZI DO ZADAŃ

1. Decyzje w zarządzaniu zapasami

Zadanie 1: Przydział całkowity odpowiednio: 6 006, 23 707, 15 014, 10 273 szt. perfum.

Zadanie 2: **2.** Przydział całkowity dla każdej pijalni wyniesie odpowiednio: 216, 242 i 242 szt. naczyń.

Zadanie 3: **1.** $ROP_I = 600$ szt., **2.** $ROP_{II} = 2\ 000$ szt.

Zadanie 4: **1.** $ROP = 2\ 000$ kg. **2.** Optymalna wielkość dostawy wynosi w przybliżeniu 4 561 kg ryb.

Zadanie 5: **1.** $ROP_I = 600$ szt., $ROP_{II} = 1\ 000$ szt. **2.** Optymalna wielkość dostawy rolet wynosi w przybliżeniu 244 sztuki. **3.** Maksymalny poziom zapasu rolet w stałym cyklu zamawiania wynosi 1 244 sztuki.

Zadanie 6: **1.** Optymalna wielkość dostawy wynosi ≈ 671 szt. **2.** $Q \approx 883$ szt.

Zadanie 7: **1.** $ROP_I = 280$ szt., $ROP_{II} = 540$ szt. **2.** $EOQ \approx 466$ szt. **3.** Maksymalny poziom zapasu w stałym cyklu zamawiania wynosi 1 006 sztuk albumów.

Zadanie 8: **1.** $ROP_I = 21\ 000$ szt., $ROP_{II} = 45\ 000$ szt., $EOQ \approx 3\ 483$ **2.** 30 483 par. **3.** Wielkość optymalnej partii dostawy po uwzględnieniu upustów cenowych na stawce transportowej nie ulegnie zmianie.

Zadanie 9: **1.** $W_Z \approx 0,82$. **2.** Wielkość optymalnej serii produkcyjnej wynosi 238 048 sztuk.

Zadanie 10: **1.** $W_Z \approx 0,58$. **2.** Wielkość optymalnej serii produkcyjnej wynosi 55 328 okładek.

Zadanie 11:

Nazwa produktu	Ilość w sztukach	Wartość sprzedaży	Skumulowana ilość asortymentów	Skumulowana wartość sprzedaży	Grupa
P6	250	330 000 zł	10%	38,06%	A
P7	400	250 000 zł	20%	66,90%	
P4	1 000	90 000 zł	30%	77,28%	
P1	300	60 000 zł	40%	84,20%	B
P8	3 000	60 000 zł	50%	91,12%	
P9	5 000	33 000 zł	60%	94,93%	
P2	2 000	13 000 zł	70%	96,43%	C
P10	1 250	12 000 zł	80%	97,81%	
P5	6 000	10 000 zł	90%	98,96%	
P3	4 500	9 000 zł	100%	100%	
	23 700	867 000 zł			

Zadanie 12: 2. Grupa X: P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, grupa Y: P2, P3, grupa Z: P1. Po połączeniu obu metod postanie nam następująca macierz:

	A	B	C
X	P4, P6, P7	P8, P9	P5, P10
Y			P2, P3
Z		P1	

Zadanie 13:

Zapotrzebowanie w sklepach	Jutro	Dni w przyszłości					
	2	3	4	5	6	7	8
Sklep 1	70	50	20	80	40	10	60
Sklep 2	20	40	15	25	40	30	70
Sklep 3	10	65	70	70	50	50	40
Sklep 4	55	20	25	20	30	30	40
Sklep 5	70	15	15	90	50	50	10
Sklep 6	30	15	45	45	50	10	35
Magazyn A	1	2	3	4	5	6	7
Zapotrzebowanie	100	155	105	175	130	90	170
Przewidywane dostawy		500			500		
Zapas 150	50	395	290	115	485	395	225
Zamówienia			500				
Magazyn B	1	2	3	4	5	6	7
Zapotrzebowanie	155	50	85	155	130	90	85
Przewidywane dostawy				500			
Zapas 300	145	95	10	355	225	135	50
Zamówienia		500					

Zadanie 14:

	Cena	Zakupy na bieżąco	Zakupy na 2 miesiące naprzód	Zakupy na 3 miesiące naprzód	Zakupy na 6 miesięcy naprzód
Styczeń	64 zł	9 600 zł	9 600 zł	9 600 zł	9 600 zł
Luty	60 zł	9 000 zł	9 000 zł	9 000 zł	9 000 zł
Marzec	56 zł	8 400 zł	8 400 zł	8 400 zł	8 400 zł
Kwiecień	52 zł	7 800 zł	7 800 zł	7 800 zł	7 800 zł
Maj	25 zł	3 750 zł	3 750 zł	3 750 zł	3 750 zł
Czerwiec	25 zł	3 750 zł	3 750 zł	3 750 zł	3 750 zł
Lipiec	40 zł	6 000 zł	12 000 zł	18 000 zł	36 000 zł
Sierpień	48 zł	7 200 zł			
Wrzesień	52 zł	7 800 zł	15 600 zł		
Październik	56 zł	8 400 zł		25 200 zł	
Listopad	60 zł	9 000 zł	18 000 zł		
Grudzień	65 zł	9 750 zł			
Razem		90 450 zł	87 900 zł	85 500 zł	78 300 zł
Koszty magazynowania		337,5 zł	506,25zł	675 zł	1 181,25 zł
Łączne koszty		90 787,5 zł	88 406,25 zł	86 175 zł	79 481,25 zł

2. Decyzje w zakresie magazynowania

Zadanie 1: **1.** a) 1, b) 2, c) 3.

Zadanie 2: **1.** Koszty bezpośredniej formy obrotu wynoszą 360 zł, a przy formie składowej 464 zł. **2.** Granica racjonalności ekonomicznej dla obrotu składowego wynosi 8 673 t.

Zadanie 3: **1.** Udział zaopatrzenie w obrocie bezpośrednim wynosi 60 t, a składowym 420 t. **2.** Zwiększając udział zaopatrzenia o 10% należałoby zwiększyć dotychczasową pojemność magazynu o 1,33 t. **3.** Wielkość dostaw bezpośrednich przy założeniu, że ich liczba spadnie do 9-ciu rocznie, a wielkość magazynu nie ulega zmianie powinna wynosić 20 t.

Zadanie 4: **1.** Udział zaopatrzenie w obrocie bezpośrednim wynosi 1 100 t, a składowym 1 400 t. **2.** Zwiększając udział zaopatrzenia o 15% należałoby zwiększyć dotychczasową pojemność magazynu o 31,25 t. **3.** Wielkość dostaw bezpośrednich przy założeniu, że ich liczba spadnie do trzech rocznie, a wielkość magazynu nie ulega zmianie powinna wynosić około 367 t.

Zadanie 5:

1.

Zapotrzebowanie kwartalne	Zapotrzebowanie własnego magazynu w m ²		
	1 500	3 000	4 500
1 500	0	0	0
3 000	1 500	0	0
4 500	3 000	1 500	0
3 000	1 500	0	0

2. Koszty dla magazynu o powierzchni: 1 500 m² = 99,55 zł, 3 000 m² = 95,11 zł, 4 500 m² = 93,63 zł.

3. Koszty magazynowania przy założeniu, że produkt jest magazynowany najpierw w własnym magazynie, a dopiero później przy wykorzystaniu obcej powierzchni magazynowej:

Rozmiar magazynu w m ²	Zapotrzebowanie kwartalne				Koszt całoroczny
	1 500	3 000	4 500	3 000	
1 500	149 325 zł	437 325 zł	725 325 zł	437 325 zł	1 749 300 zł
3 000	285 330 zł	285 330 zł	573 330 zł	285 330 zł	1 429 320 zł
4 500	434 835 zł	434 835 zł	434 835 zł	434 835 zł	1 739 340 zł

Zadanie 6:

1.

Produkt	1	2	3	4 = 2 / 250	5 = 1 x 3	6 = 5 / 4
	Jednostkowa objętość magazynowa w m ³	Przewidywana liczba zamówień w ciągu roku	Przewidywana liczba sztuk w ciągu roku	Przewidywana liczba dziennych zamówień	Całkowita objętość magazynowa w m ³	Wskaźnik objętości zamówienia
A	0,45	6 000	500	24	225	9,37
B	0,33	19 000	20 000	76	6 600	86,84
C	0,60	20 000	48 000	80	28 800	360
D	0,22	30 000	42 000	120	9 240	77

E	0,90	40 000	15 000	160	16 667	104,17
F	0,85	33 000	1 600	132	1 360	10,30

2.

Produkt	Procentowy udział produktu w całkowitej objętości magazynowej
C	45,8
E	26,5
B	10,5
D	14,7
F	2,16
A	0,36
	100 %

3.

	A	B
1	C	C
2	C	C, E
3	E	E, B
4	B, D	D, F, A

STREFA WYDAWANIA TOWARÓW

Zadanie 7:

1.

Lokalizacja dostawców	Produkt	Waga przesyłki	Stawka przy niepełnym załadunku do Wałbrzycha	Koszt
Zabrze	Układy hydrauliczne	8 t	305 zł/t	2 440 zł
Tychy	Zespół napędowy	60 t	290 zł/t	17 400 zł
Bytom	Układy elektroniczne	2 t	310 zł/t	620 zł
Katowice	Głowica urabiająca	40 t	330 zł/t	13 200 zł
		110 t		33 660 zł

2.

Lokalizacja dostawców	Produkty	Waga przesyłki	Stawka przy niepełnym załadunku do Bytomia	Łącznie	Oplata magazynowa	Stawka przy niepełnym załadunku do Wałbrzycha	Łącznie	Koszt
Zabrze	Układy hydrauliczne	8 t	19 zł/t	152 zł	630 zł	150 zł/t	1 200 zł	1 982 zł
Tychy	Zespół napędowy	60 t	25 zł/t	1 500 zł	1 200 zł		9 000 zł	11 700 zł
Bytom	Układy elektroniczne	2 t	12 zł/t	24 zł	240 zł		300 zł	564 zł
Katowice	Głowica urabiająca	40 t	22 zł/t	880 zł	950 zł		6 000 zł	7 830 zł
				2 556 zł	3 020 zł		16 500 zł	22 076 zł

3. Poprzez konsolidację firma może zredukować koszty transportu o 11 584 zł (33 660 zł – 22 076 zł = 11 584 zł) na standardowej dostawie.

3. Decyzje transportowe

Zadanie 1: **3.**

Rodzaj transportu	Łączny koszt roczny
Kolejowy	365 589 zł
Samochodowy	349 126 zł

Zadanie 2: **2.** Łączny koszt transportu rzeczno-żelazniczego wynosi 1 090 471 zł, a samochodowego 1 335 836 zł.

Zadanie 3: **2.** Koszty łączne dla konsolidacji trwającej 4 dni wyniosą 1 521,97 zł.
3. Oszczędności na konsolidowaniu dostaw w skali roku wyniosą 43 937,5 zł.

Zadanie 4: **3.** W tym przypadku rozwiązanie wstępne jak i kolejna iteracją dają takie same koszty łączne transportu równe 294 750 zł.

4. Wpływ kształtowania się kosztów na decyzje lokalizacyjne

Zadanie 1: **1.** Produkcja w Czechach jest korzystniejsza i zysk przedsiębiorstwa wynosi wtedy 4 051 250 zł, w wypadku Wrocławia zysk wynosi 3 712 500 zł. Przenosząc produkcję do Czech firma zwiększy swój zysk o 338 750 zł.

Zadanie 2: **2.** Roczny zysk przedsiębiorstwa dla najkorzystniejszej z lokalizacji wyniesie 806 000 zł.

Zadanie 3: **2.** Koszty łączne dla potencjalnych lokalizacji magazynów wyglądają następująco, dla: (Strzelna) 297 975 zł, (Kruszwicy) 234 900 zł, (POP-Plastu) 187 050 zł, (4,8) 217 500 zł, (4,4) 252 300 zł, (5,5) 230 550 zł, (4,12) 204 450 zł. Jak wynika z analizy kosztowej najniższy koszt przewozu uzyskamy lokalizując magazyn w pobliżu przedsiębiorstwa.
3. Przy założeniu, że stawki przewozu granulatu z nowego magazynu do odbiorców są większe niż stawki przewozu z firmy do magazynu optymalną lokalizację nowego magazynu wyznaczają współrzędne $X = 9,33$ i $Y = 11,36$.

Zadanie 4: **2.** Lokalizacja nowej fabryki w Lublinie cechuje się niższym kosztem łącznym, który wynosi 2 265 000 zł (niższy od kosztów łącznych dla Łodzi o 10 000 zł), mimo, że koszty transportu dla tej lokalizacji były wyższe o 35 000 zł.

5. Pozostałe decyzje dotyczące systemów logistycznych

Zadanie 1: **1.** Dla wielkości 18 000 sztuk korzystniejszy jest drugi system, gdyż opłacalne będzie go stosować już od wielkości 12 500 sztuk.

Zadanie 2: **1.** a) A, b) B, c) B lub C, d) C.

Zadanie 3: **1.** W przypadku, kiedy produkcja będzie wynosiła 45 000 sztuk optymalną ilością są 4 magazyny.

Zadanie 4: **1.** Przy wielkości produkcji 32 000 sztuk należy zastosować drugi system. **2.** Wielkość produkcji 40 000 sztuk powoduje, że ostatni z systemów staje się optymalnym.

Zadanie 5: **1.** Koszt całkowity dla środka zakresu opłacalności systemu drugiego wynosi 1 575 zł.

Zadanie 6: **1.** W poprzednim roku produkcja generowała koszty w wysokości 634 000 zł, a w bieżącym roku będzie generować 946 000 zł. **2.** W wypadku podpisania umowy z wrocławską firmą produkcja generowałaby koszt 884 000 zł, tak więc współpraca przyniosłaby zysk o 62 000 zł większy niż w sytuacji zwiększenia produkcji we własnym zakładzie. **3.** Reorganizacja systemu nie ma ekonomicznego uzasadnienia, gdyż koszty wyniosą wtedy 940 000 zł, czyli będą większe o 56 000 zł od współpracy z wrocławską firmą.

Zadanie 7: **1.** a) 1, b) 1, 2 lub 3, c) 2 lub 3, d) 4.