

# Controlling Logistyki

---

ZAPASY I GOSPODARKA MATERIAŁOWA

KONRAD KOLEGOWICZ  
KOLEGOWK@UEK.KRAKOW.PL

# Zadanie - przykład

---

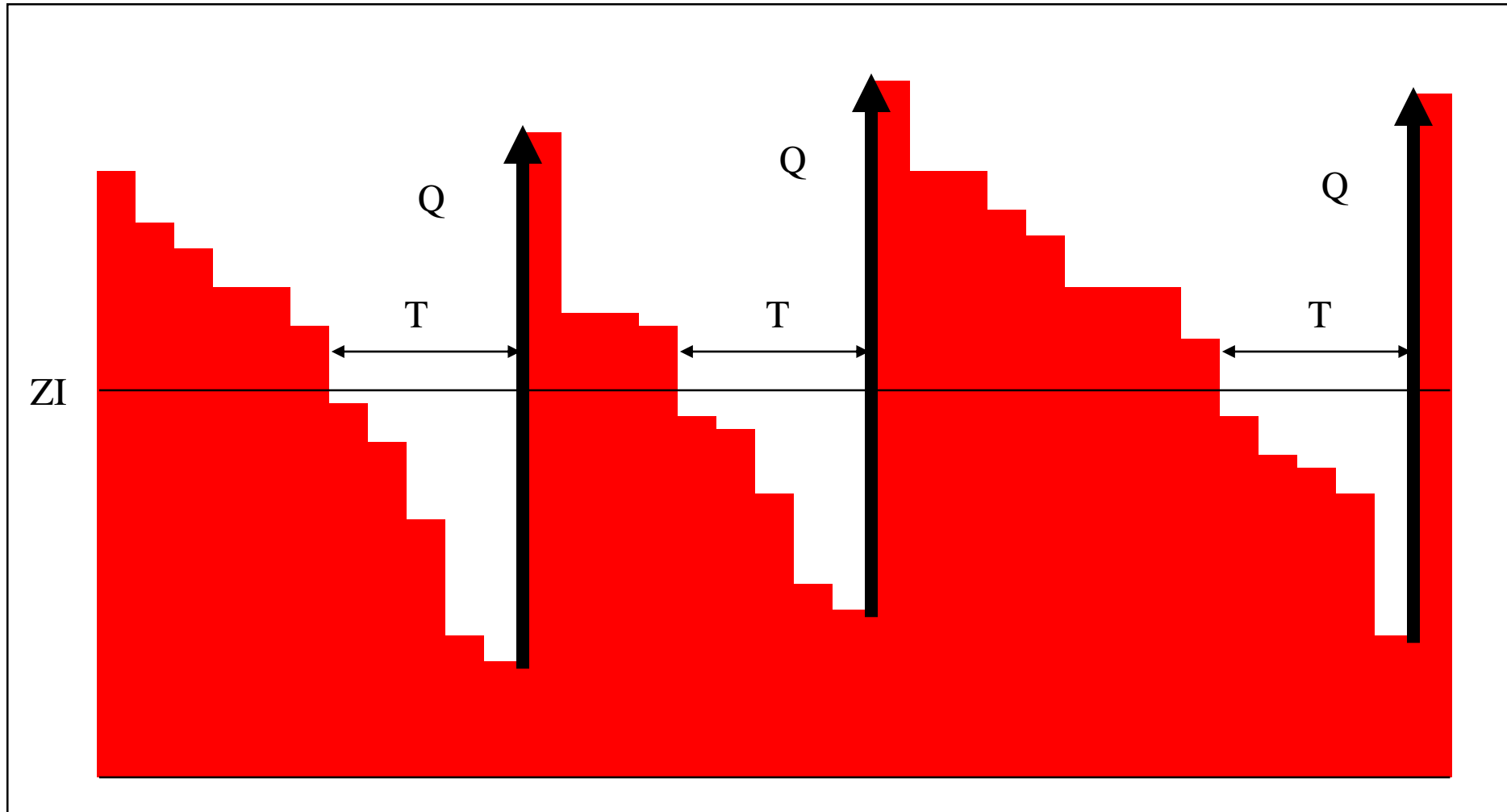
Sklep odzieżowy realizuje 10 dostaw w skali roku o wielkości 170szt. Zapas zabezpieczający powinien wystarczyć na 5 dni sprzedaży (opóźnienia w dostawach). Wyznacz wielkość zapasu zabezpieczającego jeżeli sklep pracuje 340 dni w roku

$$Z_b = T_{op} * p$$

$$p = P / L_r = \dots$$

$$Z_b = \dots \text{ szt.}$$

# System oparty na poziomie informacyjnym



A - przegląd ciągły (dużo zamówień o małej stosunkowo wielkości)

# Wyznaczanie poziomu zapasu informacyjnego

$$ZI = T * p + Zb$$

p- dzienne zużycie

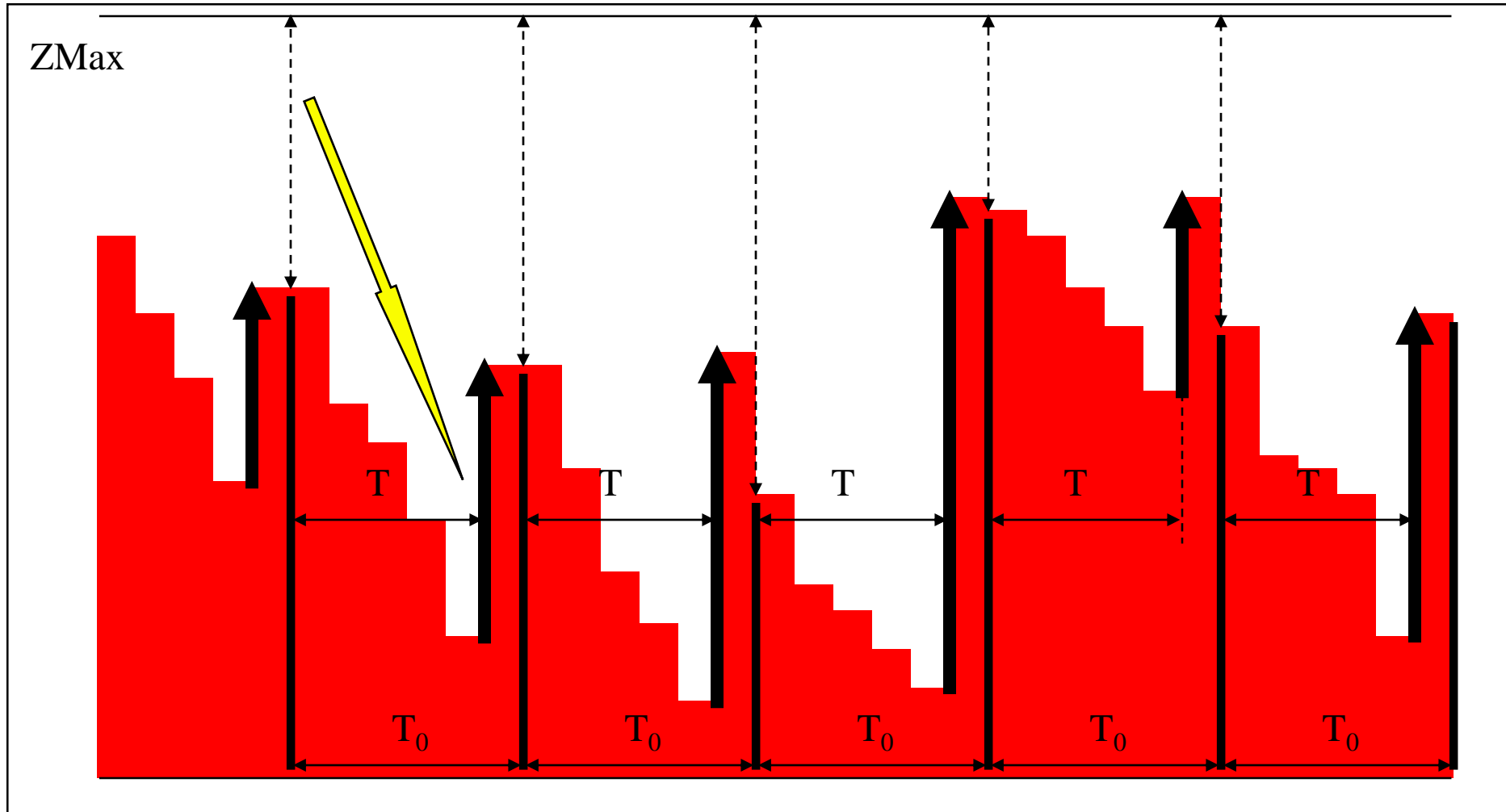
T - cykl dostawy

## Zadanie:

Wyznacz wielkość zapasu przy której należy złożyć zamówienia, jeżeli w ciągu roku sprzedaje się 3500szt danej pozycji asortymentowej. Czas realizacji dostawy wynosi 5 dni. Sklep pracuje 350 dni roboczych w skali roku. Nie utrzymuje się zapasu bezpieczeństwa.

$$ZI = T * P / Lr + Zb = \dots\dots$$

# System przeglądu okresowego



B - przegląd okresowy (stosowany na przykład w supermarketach)

# System przeglądu okresowego

$$Z_{\max} = P \cdot (T + T_0) + Z_b$$

$$Q = Z_{\max} - Z_x$$

$Z_x$  - wielkość zapasu w momencie przeglądu

Zadanie: W sklepie sprzedaje się 3000 butelek soku w skali miesiąca. Zamówienie jest składane w poniedziałek rano i przyjeżdża 3 dni później. Zapas bezpieczeństwa pokrywa 2 dniową sprzedaż. Określ wielkość kolejnego zamówienia jeśli w poniedziałek rano w magazynie było 410 butelek. Sklep pracuje w trybie 24/7 z wyjątkiem dni ustawowo wolnych.

$P = 3000/\text{miesiąc} \Rightarrow \text{dziennie } p = 100 \text{ butel.}$

$$Z_b = T_{op} \cdot p = \dots$$

$$Z_{\max} = \dots$$

$$Q = \dots$$

## Zadanie – przykład

---

Obliczyć czasowe ilościowe i wartościowe normy zapasów cementu w przedsiębiorstwie produkującym bloki betonowe w okresie kwartału, przy następujących założeniach:

Cykle dostaw w ubiegłym okresie wynosiły: 17, 24, 28, 15, 20 dni

Norma techniczna zużycia cementu na jeden blok: 50 kg,

Produkcja planowana w kwartale: 950 bloków,

Cena materiału 5 zł/kg

## Zadanie - przykład

Do wykonania rocznego programu produkcyjnego planowane zużycie wynosi 8500 t mąki. Zapas na początek roku planowanego wynosił 400t, a na koniec roku ma wynieść 280 t. Obliczyć ile mąki należy zakupić w roku planowanym aby zrealizować program produkcyjny?

Do obliczenia zakupów materiałowych należy skorzystać z następującej formuły:

$S_p + Z_p = Z_u + S_k$  gdzie:

$S_p$  - stan początkowy,

$S_k$  - stan na koniec danego roku,

$Z_p$  – wielkość zaopatrzenia,

$Z_u$  – wielkość planowanego zużycia w danym okresie.

Przekształcając powyższe równanie można obliczyć roczne zapotrzebowanie na mąkę:

$$Z_p = Z_u + S_k - S_p = \dots$$



## Zadanie - przykład

Przedsiębiorstwo przemysłu odzieżowego zamawia raz na kwartał większą ilość materiału. Dostawy powinny odbywać się sukcesywnie według ustalonego harmonogramu.

*Obliczyć zapas minimalny, bieżący i maksymalny oraz normę zapasu materiału dla przedsiębiorstwa jeżeli wiadomo:*

*Średnie dzienne zużycie materiału wynosi 1,3 t,*

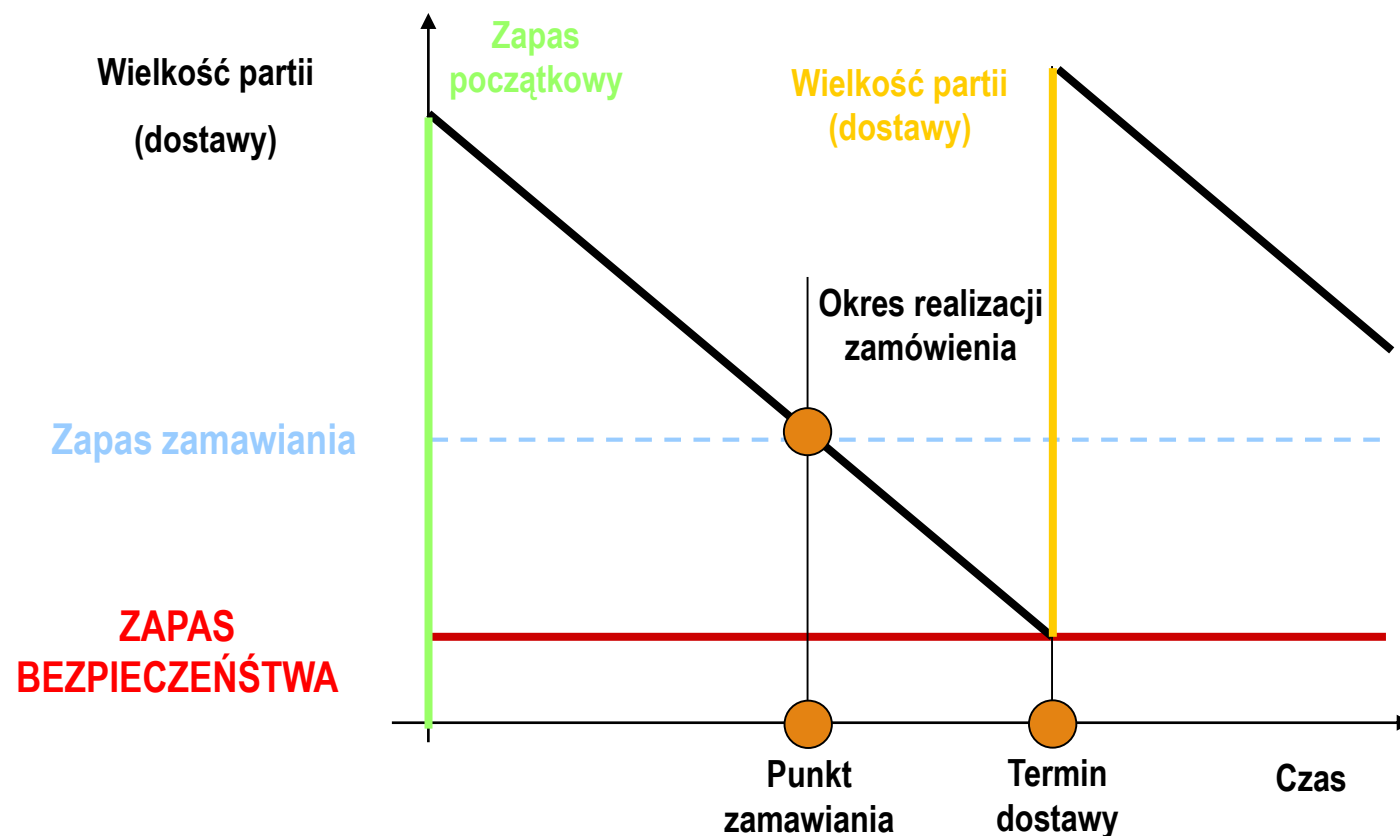
*Wielkość dostaw z okresu ubiegłego:*

Termin	Wielkość dostawy D [t]
03 I	15
27 I	18
14 II	23
28 II	16
12 III	20
29 III	22

Termin t	D [t]	Okres między dost.	t*D	Odchylenia od średniego cyklu dostaw		
				t <sub>s</sub>	D <sub>s</sub>	t <sub>s</sub> * D <sub>s</sub>
03 I	15	-	-	-	-	-
27 I	18	24	432	2	18	36
14 II	23	18	414	3	23	69
28 II	16	14	224	4	16	64
12 III	20	12	240	-	-	-
29 III	22	17	374	2	22	44
<b>Razem</b>	-	<b>85</b>	<b>1 684</b>	-	<b>79</b>	<b>213</b>

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

Problem określenia właściwego poziomu zapasów jest zagadnieniem kluczowym z punktu widzenia zabezpieczenia ciągłości produkcji, czyli minimalnego kosztu magazynowania.



# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

---

**Możemy przyjąć trzy strategie:**

- 1) utrzymywanie dużych stanów magazynowych,**
- 2) rezygnacja z magazynowania zapasów na rzecz metody „Just-in-Time” (JIT),**
- 3) rozwiązania optymalizujące poziom zapasów (rozwiązanie pośrednie) – tzw. zapasy buforowe.**

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

*Kluczowe czynniki analizy:*

---

- 1) **przewidywalność** sprzedaży (prognoza),
- 2) **częstotliwość** i skala **wahań sezonowych** sprzedaży,
- 3) **wymagania odbiorców** w zakresie poziomu obsługi dostaw (pakietu serwisowego),
- 4) **koszty zamawiania i realizacji dostaw** (koszty stałe),
- 5) **wartość zapasów** (koszt ubezpieczenia, kapitału obrotowego),
- 6) **sprawność dostaw** (w tym ich szybkość i niezawodność),
- 7) **koszty utrzymania** zapasów na magazynie (w tym koszty kredytu obrotowego).

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

*Ustalenie właściwego poziomu zapasów :*

---

- 1) Poziom zapasów przeciętnych w przedsiębiorstwie ma zapewnić **płynność sprzedaży** (produkcji) w zakresie prognozowanego zapotrzebowania;
- 2) Przy spełnieniu poprzedniego kryterium, **suma kosztów zakupu i kosztów utrzymania zapasów** ma być **NAJNIŻSZA!**

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

*Ustalenie właściwego poziomu zapasów :*

---

**Główny wysiłek optymalizacji koncentruje się zatem na ustaleniu zapasu, minimalizującego łączny koszt zakupu oraz koszt utrzymania stanów magazynowych.**

**Niemal wszyscy autorzy opracowań z logistyki proponują zastosować formułę WILSONA.**

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

Punktem wyjścia jest zdefiniowanie **kryterium łącznej minimalizacji kosztów dostawy i magazynowania:**

---

$$Kz + Km + W \longrightarrow \min$$

$Kz$  – koszty zakupu,

$Km$  – koszty magazynowania,

$W$  – wartość sprzedanych towarów (w cenie zakupu).



# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

Kolejny etap stanowi identyfikacja składowych kosztów zakupu i magazynowania.

---

Koszty zakupu wyliczamy następująco:

$$Kz = kz \times D / Q$$

$kz$  – koszty pojedynczego zamówienia,

$D$  – wielkość zapotrzebowania (rocznego),

$Q$  – wielkość jednej dostawy.

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

Kolejny etap stanowi identyfikacja składowych kosztów zakupu i magazynowania.

---

Koszty magazynowania można ustalić za pomocą iloczynu:

$$K_m = k_m \times Q / 2$$

$k_m$  – koszty składowania jednostki jednego zapasu (materiału),

$Q$  – wielkość jednej dostawy.

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

---

Wartość sprzedanych towarów (w cenie zakupu) zapiszemy według następującej formuły:

$$W = c \times D$$

**c** – cena zakupu jednostki,

**D** – wielkość sprzedaży - POPYTU.

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

Aby znaleźć minimum kosztów łącznych zakupów, należy przyrównać do zera pierwszą pochodną ich sumy ze względu na wielkość dostawy:

$$(kz \times D / Q + km \times Q / 2 + c \times D) = 0$$

Ostateczna postać **formuły Wilsona**:

$$Q = \sqrt{kz \times 2D / km}$$

# Metoda Wilsona – optymalizacja dostaw

*WNIOSKI – analiza relacji wartości  $kz$  do  $km$ :*

---

- 1) Koszt jednej dostawy towaru jest mniejszy od jego magazynowania ( $kz / km > 1$ ), należy zwiększyć wielkość zamówienia - wielkość przeciętnego zapasu ( $Q / 2$ ).
- 2) Koszt dostawy towaru jest znacznie wyższy od jego magazynowania ( $kz / km \ll 1$ ), należy zmniejszyć ilość dostaw – wzrost poziomu zapasów.
- 3) Wynik  $kz / km < 1$  preferuje obniżenie pojedynczych dostaw i przeciętnych zapasów na rzecz wzrostu liczby dostaw w ciągu roku.

Wielkość zamówienia / produkcji

W JAKICH ILOŚCIACH KUPOWAĆ I

PRODUKOWAĆ, DOSTARCZAĆ, PRZESYŁAĆ ?

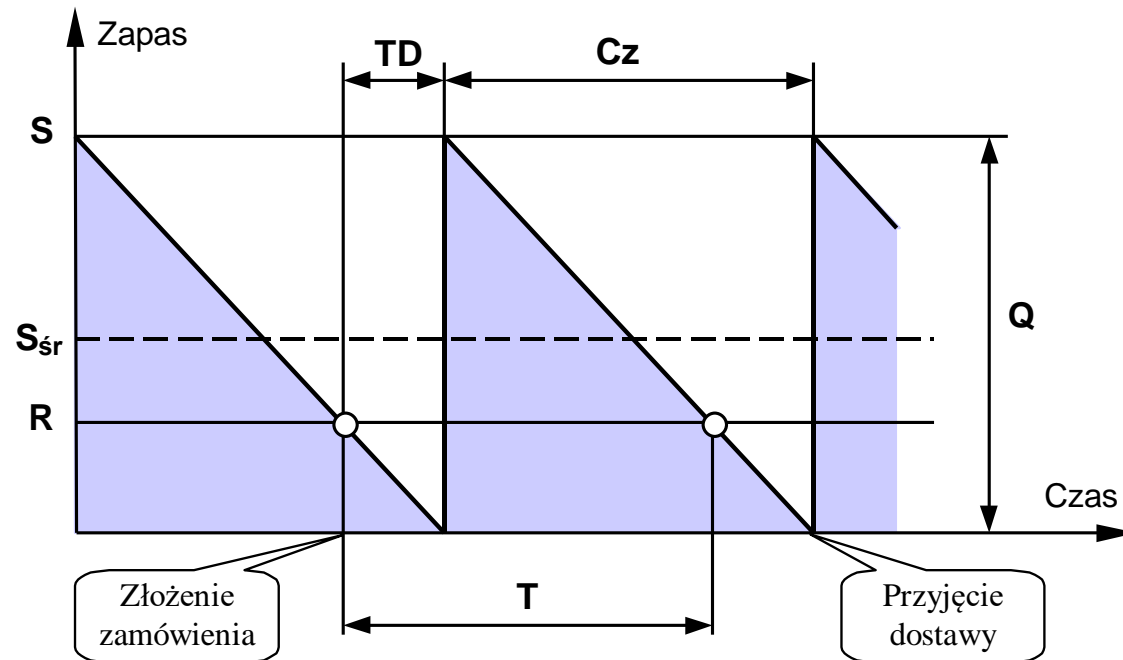
---

# Model ekonomicznej wielkości zamówienia

## Economic Order Quantity Model - EOQ

### ZAŁOŻENIA MODELU

- ◆ Popyt na zapas jest znany i stały
- ◆ Czas dostawy (realizacji zamówienia) jest znany i stały
- ◆ Uzupełnianie zapasu jest natychmiastowe
- ◆ Występują tylko zmienne koszty zamawiania i utrzymania zapasu



### OZNACZENIA

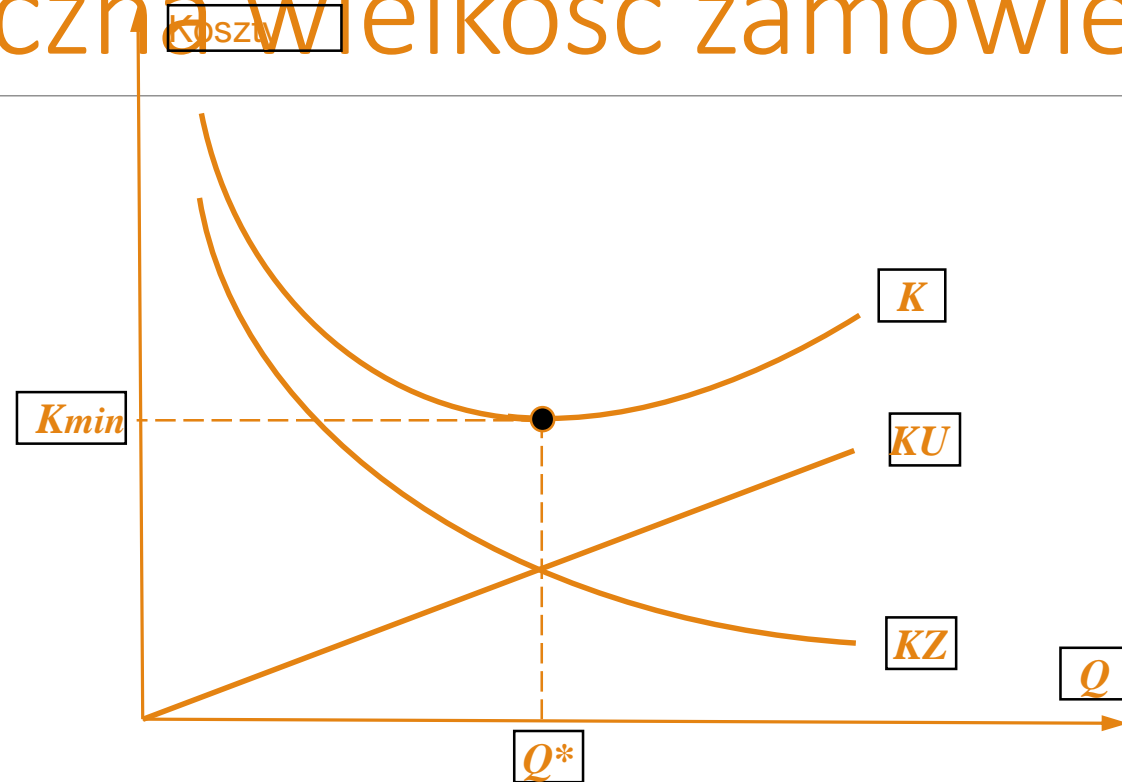
#### Parametry ilościowe

- $Q$  - wielkość zamówienia
- $S$  - zapas maksymalny
- $S_{sr}$  - zapas średni
- $R$  - punkt zamawiania

#### Parametry czasowe

- $Cz$  - cykl zapasów
- $T$  - cykl zamawiania
- $TD$  - czas dostawy

# Ekonomiczna wielkość zamówienia EOQ



$KU$  - roczny koszt utrzymania zapasu

$KZ$  - roczny koszt zamawiania

$K$  - łączny roczny koszt zmienny

$Q$  - wielkość zamówienia

$Q^*$  - ekonomiczna wielkość zamówienia

$K_{min}$  - minimalny roczny koszt zmienny



# Parametry modelu EOQ (1)

## KRYTERIUM OPTYMALIZACJI

Minimalizacja łącznych rocznych kosztów zmiennych zamawiania  $KZ$  i utrzymania zapasów  $KU$

$$K = KU + KZ \rightarrow \min$$

## Roczny koszt utrzymania zapasu

$$KU = S_{sr} \cdot Ku = \frac{S}{2} \cdot Ku = \frac{Q}{2} \cdot Ku \quad Ku - \text{jednostkowy koszt utrzymania}$$

## Roczny koszt zamawiania

$$KZ = \frac{D}{Q} \cdot Kz \quad Kz - \text{jednostkowy koszt zamawiania}$$

$D$  – prognoza rocznego popytu

## Łączny roczny koszt zmienny

$$K = KU + KZ = \frac{Q}{2} \cdot Ku + \frac{D}{Q} \cdot Kz \rightarrow \min$$

# Parametry modelu EOQ (2)

**Ekonomiczna wielkość zamówienia**

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DKz}{Ku}}$$

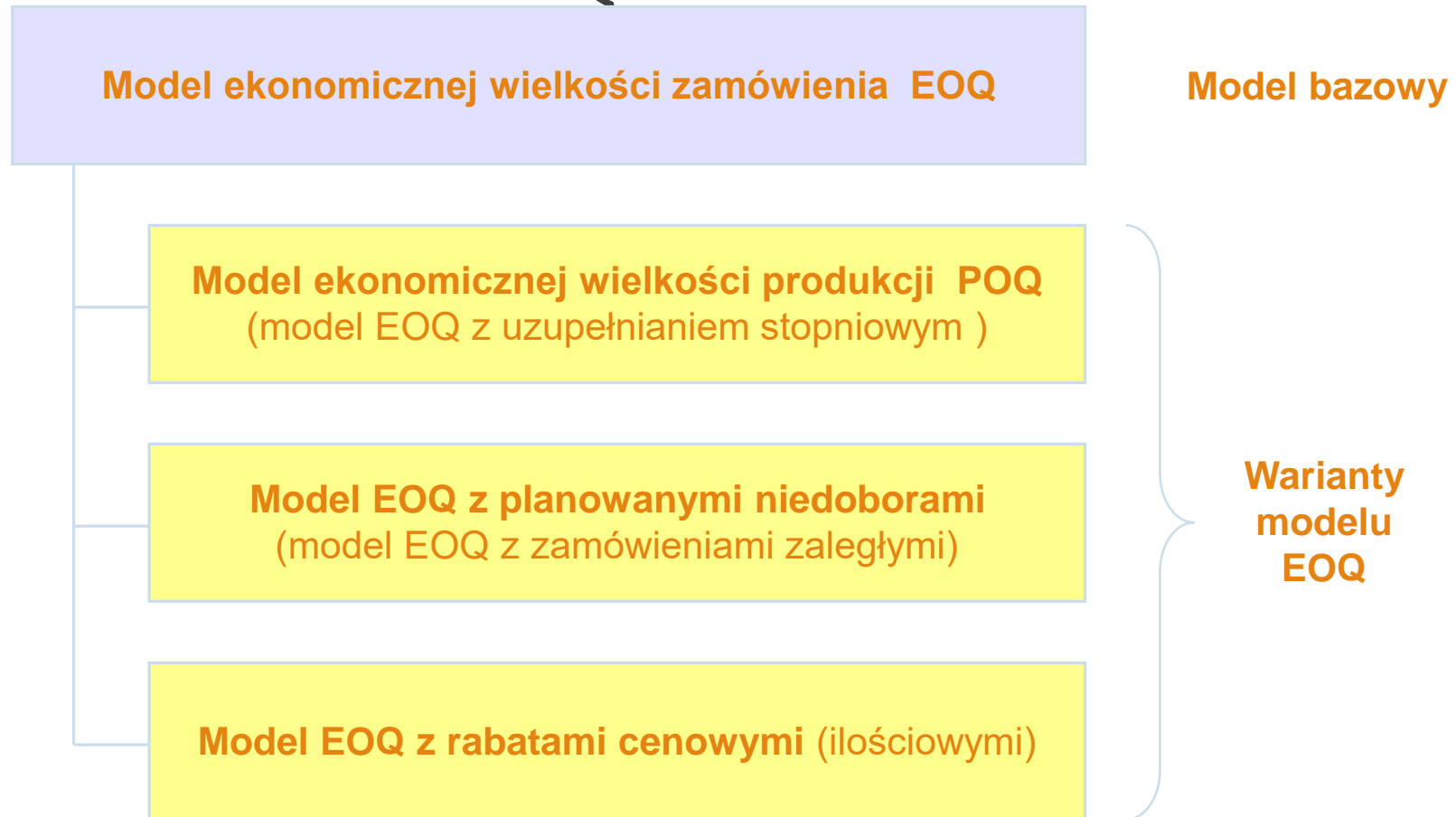
**Zapas maksymalny**  $S = Q^*$

**Zapas średni**  $S_{\text{sr}} = \frac{S}{2} = \frac{Q^*}{2}$

**Liczba zamówień w roku**  $LZ = \frac{D}{Q^*}$

**Cykl zapasów = Cykl zamawiania**  $Cz = T = \frac{LD}{LZ}$

# Warianty modelu EOQ



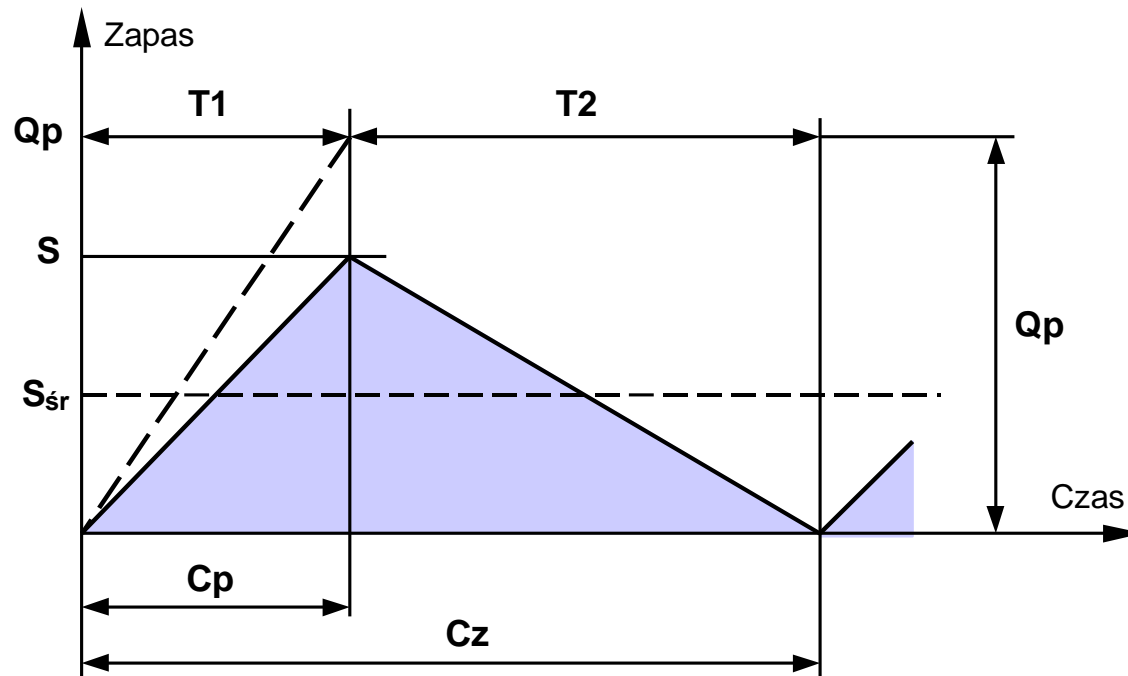
# Model ekonomicznej wielkości produkcji

## Production Order Quantity Model - POQ

(Model EOQ z uzupełnianiem stopniowym - *EOQ with Gradual Replacement Model*)

### ZAŁOŻENIA MODELU

- ◆ Aktualne założenie ekonomicznej wielkości zlecenia
- ◆ Uzupełnianie zapasu jest stopniowe



### OZNACZENIA

#### Parametry ilościowe

- $Q_p$  - wielkość serii/partii produkcyjnej
- $S$  - zapas maksymalny
- $S_{sr}$  - zapas średni
- $p$  - tempo produkcji (dostaw)
- $d$  - tempo konsumpcji zapasu (popytu)

#### Parametry czasowe

- $T_1$  - okres produkcji i konsumpcji zapasu
- $T_2$  - okres konsumpcji zapasu
- $C_z$  - cykl zapasów
- $C_p$  - cykl produkcji

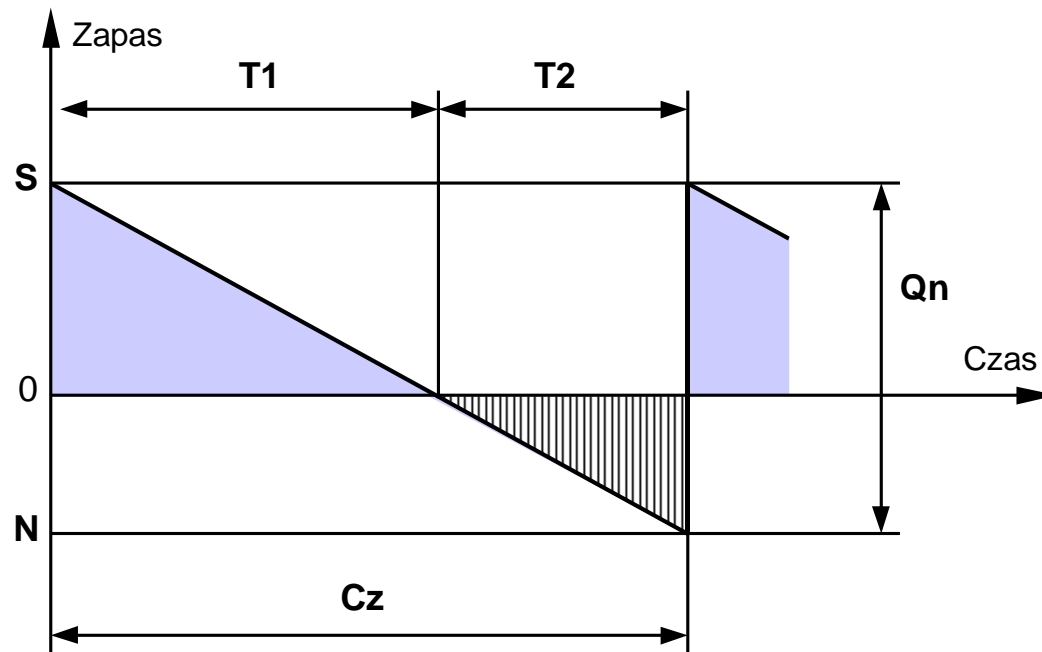
# Model EOQ z zamówieniami zaległymi

## *Back Order Inventory Model*

(Model EOQ z planowanymi niedoborami - *EOQ with Planned Shortages Model*)

### ZAŁOŻENIA MODELU

- ◆ Aktualne założenie ekonomicznej wielkości zamówienia
- ◆ Dopuszczalne niedobory zapasu (zamówienia zaległe)



### OZNACZENIA

#### Parametry ilościowe

$Q_n$  - wielkość zamówienia z niedoborami

$S$  - zapas maksymalny

$N$  - niedobór maksymalny

#### Parametry czasowe

$T_1$  - okres dostępności zapasu

$T_2$  - okres niedoboru zapasu

$Cz$  - cykl zapasów

# Model EOQ z rabatami cenowymi

## *Price Discounts Inventory Model*

(Model EOQ z rabatami ilościowymi - *EOQ with Quantity Discounts Model*)

---

### **ZAŁOŻENIA MODELU**

- ◆ Aktualne założenie ekonomicznej wielkości zlecenia
- ◆ Występują rabaty cen (ilościowe)

### **RABATY CEN**

<b>Wielkość zamówienia</b>	<b>Cena</b>
<b>Od 1 do Q1</b>	<b>C1</b>
<b>Od Q1 do Q2</b>	<b>C2</b>
<b>Powyżej Q2</b>	<b>C3</b>

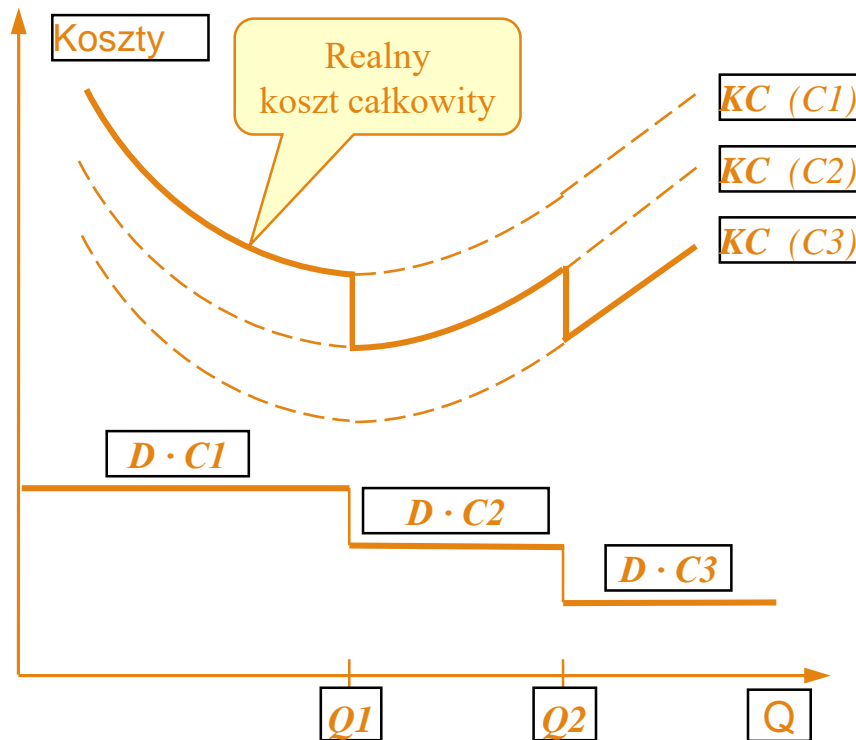
$$C1 > C2 > C3$$

# Koszty modelu EOQ z rabatami cenowymi

## KRYTERIUM OPTYMALIZACJI

Minimalizacja całkowitych kosztów zmiennych zamawiania  $KZ$ , utrzymania  $KU$  i zakupu zapasów  $D \cdot C$

$$KC = KU + KZ + D \cdot C \rightarrow \min$$



W modelu EOQ z rabatami cenowymi przy optymalizacji wielkości zamówienia do sumy zmiennych kosztów zamawiania i utrzymania zapasów dołącza się (quasi zmienny) koszt zakupu

Procedura ustalania

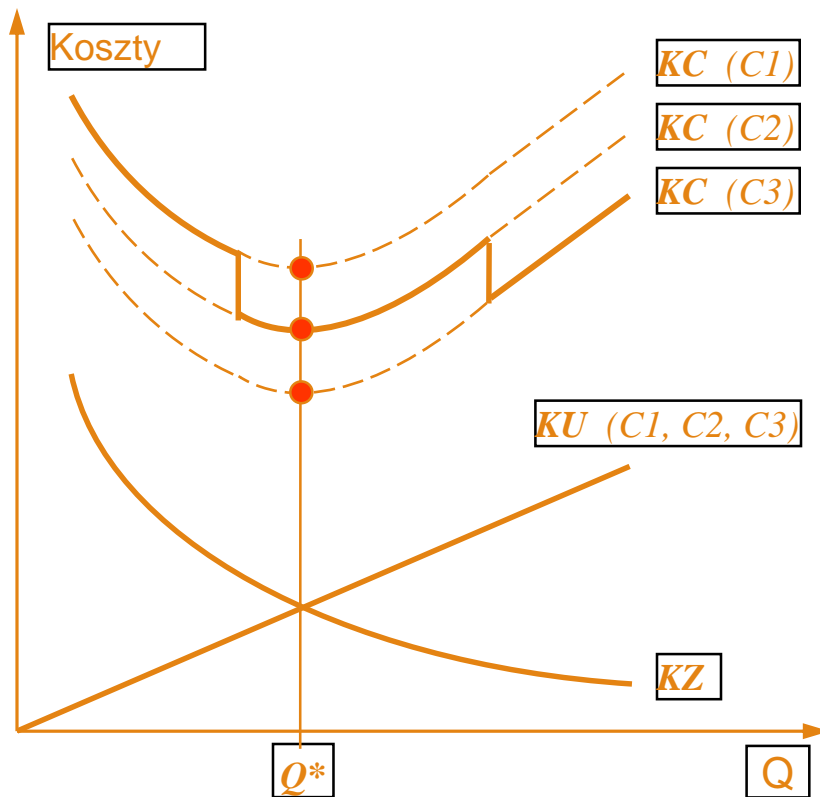
ekonomicznej wielkości zamówienia  $Qr^*$  jest zróżnicowana w zależności od sposobu określania kosztu utrzymania zapasu

- ◆ Koszt utrzymania → wartość stała
- ◆ Koszt utrzymania → procent ceny

# Koszty utrzymania → wartość stała

Jedną wspólną obliczeniową  
ekonomiczną wielkość zamówienia  $Q^*$   
dla różnych cen

PROCEDURA USTALANIA  
EKONOMICZNEJ WIELKOŚCI ZAMÓWIENIA  
Z RABATAMI CENOWYMI  $Q_{r^*}$



1. Oblicz wspólną  $Q^*$  dla wszystkich cen według zależności:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DKz}{Ku}}$$

2. Ustal krzywą kosztu całkowitego  $KC$  z realnym zakresem dla  $Q^*$
3. Jeżeli  $Q^*$  leży w realnym zakresie krzywej  $KC$  o najniższej cenie, wówczas  $Q_{r^*} = Q^*$
4. Jeżeli  $Q^*$  leży w realnym zakresie innej krzywej, oblicz koszt  $KC$  dla  $Q^*$  i dla punktów spadku cen krzywych niższych cen
5. Porównaj koszty. Wielkością ekonomiczną jest wielkość  $Q$  o najniższym koszcie  $KC$

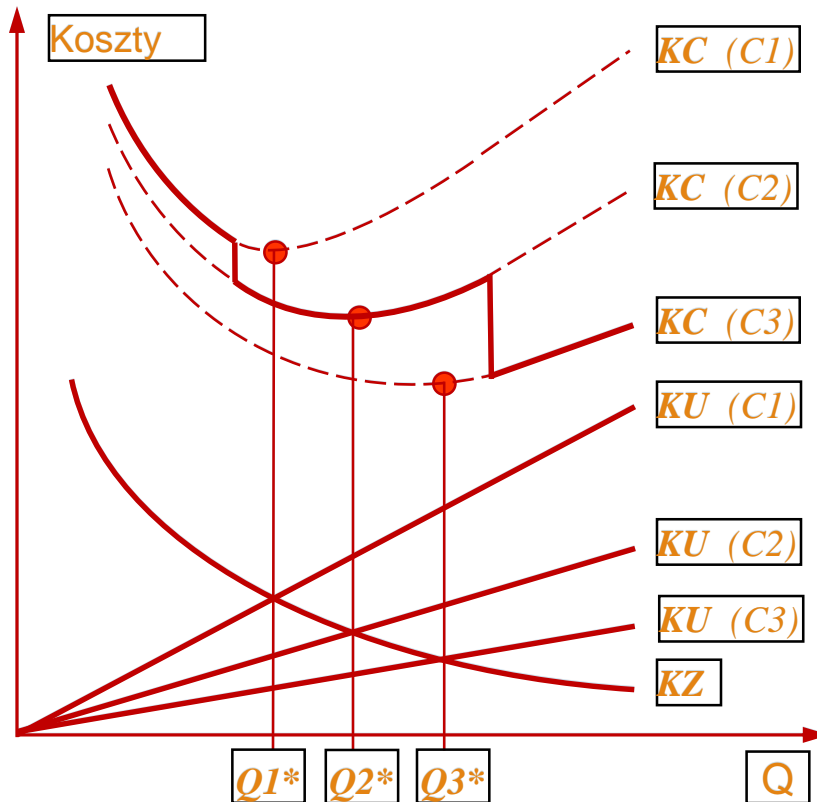
$$Q_{r^*} = Q (KC \min)$$



# Koszty utrzymania → procent ceny

Różne obliczeniowe  
ekonomiczne wielkości zamówień  $Q^*$   
dla różnych cen

PROCEDURA USTALANIA  
EKONOMICZNEJ WIELKOŚCI ZAMÓWIENIA  
Z RABATAMI CENOWYMI  $Qr^*$



1. Poczynając od najniższej ceny oblicz  $Q^*$  dla kolejnych cen według zależności:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DKz}{f \cdot C}}$$

$f$  - stopa procentowa zamrożonego kapitału

2. Ustal najbliższą krzywą kosztu  $KC$  z realnym zakresem dla  $Q^*$
3. Jeżeli  $Q^*$  leży w realnym zakresie krzywej  $KC$  o najniższej cenie, wówczas  $Qr^* = Q^*$
4. Jeżeli  $Q^*$  leży w realnym zakresie innej krzywej, oblicz koszt  $KC$  dla  $Q^*$  i dla punktów spadku cen krzywych niższych cen
5. Porównaj koszty. Wielkością ekonomiczną jest wielkość  $Q$  o najniższym koszcie  $KC$

$$Qr^* = Q \text{ (KC min)}$$

# Model EOQ – przykład

## DANE

$$D = 1200 \text{ szt./rok}$$

$$K_z = 100 \text{ zł/zamówienie}$$

$$K_u = 6 \text{ zł/szt./rok}$$

$$LD = 240 \text{ dni roboczych/rok}$$

## Ekonomiczna wielkość zamówienia

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DK_z}{K_u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 100}{6}} = 200 \text{ sztuk}$$

## Zapasy maksymalny

$$S = Q^* = 200 \text{ sztuk}$$

## Zapasy średni

$$S_{sr} = \frac{S}{2} = \frac{Q^*}{2} = \frac{200}{2} = 100 \text{ sztuk}$$

## Liczba zamówień w roku

$$LZ = \frac{D}{Q^*} = \frac{1200}{200} = 6 \text{ zamówień}$$

## Roczny koszt utrzymania zapasu

$$KU = \frac{Q^*}{2} \cdot K_u = \frac{200}{2} \cdot 6 = 600 \text{ zł}$$

## Roczny koszt zamawiania

$$KZ = \frac{D}{Q^*} \cdot K_z = \frac{1200}{200} \cdot 100 = 600 \text{ zł}$$

## Łączny roczny koszt zmienny

$$K = KU + KZ = 600 + 600 = 1200 \text{ zł}$$

## Cykl zapasów = Cykl zamawiania

$$C_z = T = \frac{LD}{LZ} = \frac{240}{6} = 40 \text{ dni}$$

# Model POQ – przykład

## DANE

$$\begin{aligned} D &= 1200 \text{ szt./rok} & p &= 9 \text{ szt./dzień} \\ Kp &= 100 \text{ zł/zlecenie} & d &= 5 \text{ szt./dzień} \\ Ku &= 6 \text{ zł/szt./rok} \\ LD &= 240 \text{ dni roboczych/rok} \end{aligned}$$

## Ekonomiczna wielkość produkcji

$$Qp^* = \sqrt{\frac{2DKz}{Ku}} \cdot \sqrt{\frac{p}{p-d}} = 300 \text{ sztuk}$$

## Zapasy maksymalny

$$S = Qp^* \left( \frac{p-d}{p} \right) \cong 133 \text{ sztuki}$$

## Liczba przebrojeń w roku

$$LP = \frac{D}{Qp^*} = \frac{1200}{300} = 4 \text{ zlecenia}$$

## Roczny koszt utrzymania zapasu

$$KU = \frac{S}{2} \cdot Ku = \frac{133}{2} \cdot 6 \cong 400 \text{ zł}$$

## Roczny koszt przezbrajania

$$KP = \frac{D}{Qp^*} \cdot Kp = \frac{1200}{300} \cdot 100 = 400 \text{ zł}$$

## Łączny roczny koszt zmienny

$$K = KU + KP = 400 + 400 = 800 \text{ zł}$$

## Cykl zapasów = Cykl zlecenia

$$Cz = T = \frac{LD}{LP} = \frac{240}{4} = 60 \text{ dni}$$

## Cykl produkcji

$$Cp = \frac{Qp^*}{p} = \frac{300}{9} \cong 33 \text{ dni}$$

# Model EOQ z niedoborami – przykład

## DANE

$$D = 1200 \text{ szt./rok}$$

$$K_z = 100 \text{ zł/zamówienie}$$

$$K_u = 6 \text{ zł/szt./rok}$$

$$K_n = 13,5 \text{ zł/szt./rok}$$

$$LD = 240 \text{ dni roboczych/rok}$$

## Ekonomiczna wielkość zamówienia

$$Q_n^* = \sqrt{\frac{2 D K_z}{K_u}} \cdot \sqrt{\frac{K_u + K_n}{K_n}} \cong 240 \text{ sztuk}$$

## Niedobór maksymalny

$$N = Q_n^* \left( \frac{K_u}{K_u + K_n} \right) \cong 74 \text{ sztuki}$$

## Zapas maksymalny

$$S = Q_n^* - N = 240 - 74 = 166 \text{ sztuk}$$

## Liczba zamówień w roku

$$LZ = \frac{D}{Q_n^*} = \frac{1200}{240} = 5 \text{ zamówień}$$

## Łączny roczny koszt zmienny

$$K = K_U + K_N + K_Z = 346 + 154 + 500 \cong 1000 \text{ zł}$$

## Cykl zapasów = Okres (cykl) zlecenia

$$C_z = T = \frac{LD}{LP} = \frac{240}{5} = 48 \text{ dni}$$

## Okres dostępności zapasu

$$T1 = C_z \cdot \frac{K_n}{K_u + K_n} = 48 \cdot \frac{13,5}{6 + 13,5} \cong 33 \text{ dni}$$

## Okres niedoboru zapasu

$$T2 = C_z \cdot \frac{K_u}{K_u + K_n} = 48 \cdot \frac{6}{6 + 13,5} \cong 15 \text{ dni}$$

# Model EOQ z niedoborami – ułatwienie #

Wykorzystanie twierdzenia Talesa (podobieństwo trójkątów)

- ◆ Trójkąt zapasów jest podobny do trójkąta niedoborów
- ◆ Relacje boków w trójkątach są podobne

**RELACJA WYJŚCIOWA**

$$K_u \leftrightarrow K_n$$

$$\frac{K_n}{K_u} = \frac{S}{N} = \frac{T_1}{T_2}$$

**Przykład**

$$K_u = 10 \text{ zł/szt/rok}$$

$$K_n = 20 \text{ zł/szt/rok}$$

$$Q_n^* = 600 \text{ szt.}$$

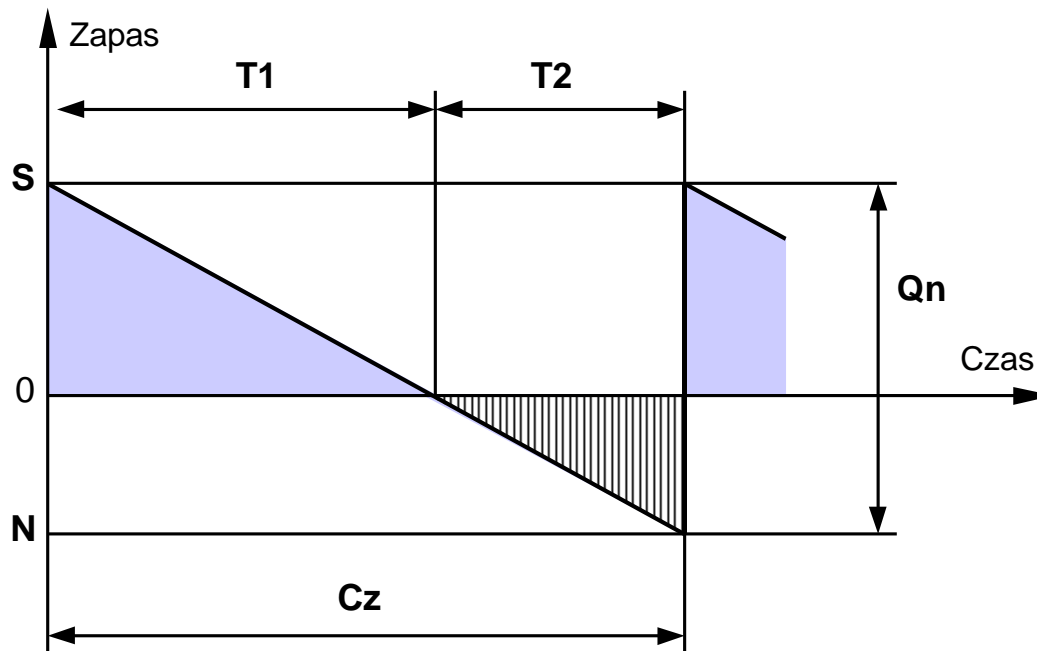
$$C_z = 30 \text{ dni roboczych}$$

$$S = 400 \text{ szt.}$$

$$N = 200 \text{ szt.}$$

$$T_1 = 20 \text{ dni}$$

$$T_2 = 10 \text{ dni}$$



# Model EOQ z rabatami – przykład 1

**Koszt utrzymania  $K_u$  → wartość stała**

**DANE**

$$D = 1200 \text{ szt./rok}$$

$$K_z = 100 \text{ zł/zamówienie}$$

$$K_u = 6 \text{ zł/szt./rok}$$

$$LD = 240 \text{ dni roboczych/rok}$$

**RABATY CEN**

$$\text{Zamówienie 1 - 599 sztuk } C1 = 10 \text{ zł}$$

$$\text{Zamówienie od 600 sztuk } C2 = 9,5 \text{ zł}$$

**Wspólna obliczeniowa  $Q^*$  dla dwóch cen**

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DK_z}{K_u}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 100}{6}} = 200 \text{ sztuk}$$

**Krzywa realna  $KC$  dla  $Q^* \rightarrow KC(C1)$**

**Roczny koszt  $KC$  dla  $Q^* = 200$  sztuk**

$$KC(200) = K_u + K_z + D \cdot C1 = 13200 \text{ zł}$$

**Roczny koszt  $KC$  dla  $Q = 600$  sztuk**

$$KC(600) = K_u + K_z + D \cdot C2 = 13400 \text{ zł}$$

**Porównanie kosztów**

$$KC(200) < KC(600)$$

**Ekonomiczna wielkość  $Q^*$  z rabatami**

$$Q_r^* = 200 \text{ sztuk}$$

**Liczba zamówień w roku  $LZ = 6$  zamówień**

**Cykl zapasów (zamawiania)  $C_z = 40$  dni**

# Model EOQ z rabatami – przykład 2

**Koszt utrzymania  $K_u$  → procent ceny**

DANE

$$D = 1200 \text{ szt./rok}$$

$$K_z = 100 \text{ zł/zamówienie}$$

$$K_u = 25 \% \text{ ceny}$$

$$LD = 240 \text{ dni roboczych/rok}$$

**RABATY CEN → jak w przykładzie 1**

**Obliczeniowe  $Q^*$  dla cen  $C_2$  i  $C_1$**

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2 D K_z}{f \cdot C_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 100}{0,25 \cdot 9,5}} \cong 318 \text{ sztuk}$$

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 D K_z}{f \cdot C_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1200 \cdot 100}{0,25 \cdot 10}} \cong 310 \text{ sztuk}$$

**Krzywa realna  $KC$  dla  $Q^* \rightarrow KC(C_1)$**

**Roczny koszt  $KC$  dla  $Q_1^* = 310$  sztuk**

$$KC(310) = K_u + K_z + D \cdot C_1 \cong 12775 \text{ zł}$$

**Roczny koszt  $KC$  dla  $Q = 600$  sztuk**

$$KC(600) = K_u + K_z + D \cdot C_2 = 12312,5 \text{ zł}$$

**Porównanie kosztów**

$$KC(310) > KC(600)$$

**Ekonomiczna wielkość  $Q^*$  z rabatami**

$$Q_r^* = 600 \text{ sztuk}$$

**Liczba zamówień w roku  $LZ = 2$  zamówienia**

**Cykl zapasów (zamawiania)  $C_z = 120$  dni**