

Proračun optimalne veličine serije

Optimalna serija je ona veličina serije za koju su troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda minimalni.

Analitički izraženi kriterijum, dat je u sledećoj funkciji cilja:

$$T = t_1 + t_2 \rightarrow \min$$

t_1 - pripremno-završni troškovi [din/god]

t_2 - troškovi skladištenja [din/god]

Pripremno-završni troškovi se izračunavaju pomoću izraza:

$$t_1 = \frac{D}{X} * S$$

Dok se troškovi skladištenja određuju izrazom:

$$t_2 = \frac{X}{2} * \frac{p - d}{p} * H$$

Upotrebljeni simboli predstavljaju:

X - veličina proizvodne serije – koju treba optimizirati [kom/ser];

D - godišnje utvrđena potrebna količina proizvoda (delova) na tržištu, [kom/god];

S - pripremno-završni troškovi za jednu proizvodnu seriju [din/ser];

H - troškovi skladištenja (zamrzavanja obrtnih sredstava) po jedinici proizvoda, definisani dugoročnim planom za godinu dana ;

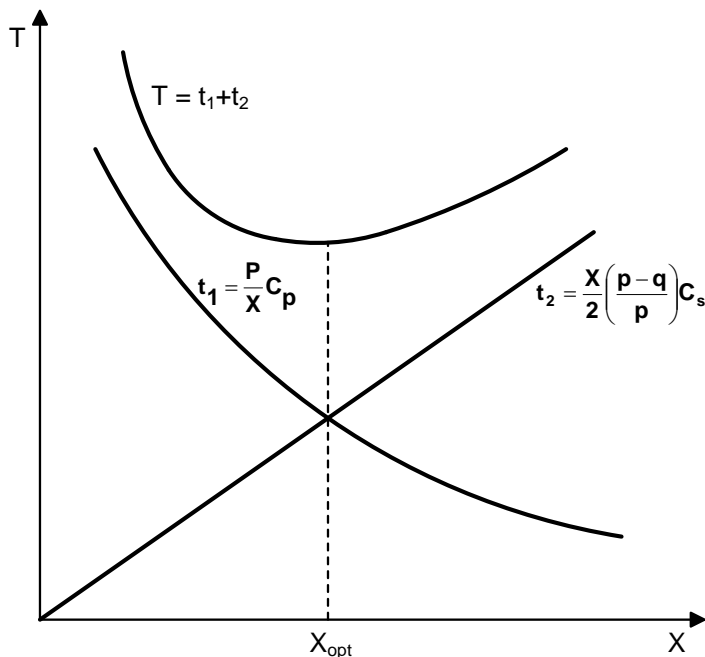
p - dnevna proizvodnja odgovarajućeg dela proizvoda [kom/dan];

d - količina delova koja se direktno ugrađuje u finalni proizvod u toku dana [kom/dan];

Prema tome, biće:

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa

$$T = t_1 + t_2 = \frac{D}{X} * S + \frac{X}{2} * \frac{p-d}{p} * H$$

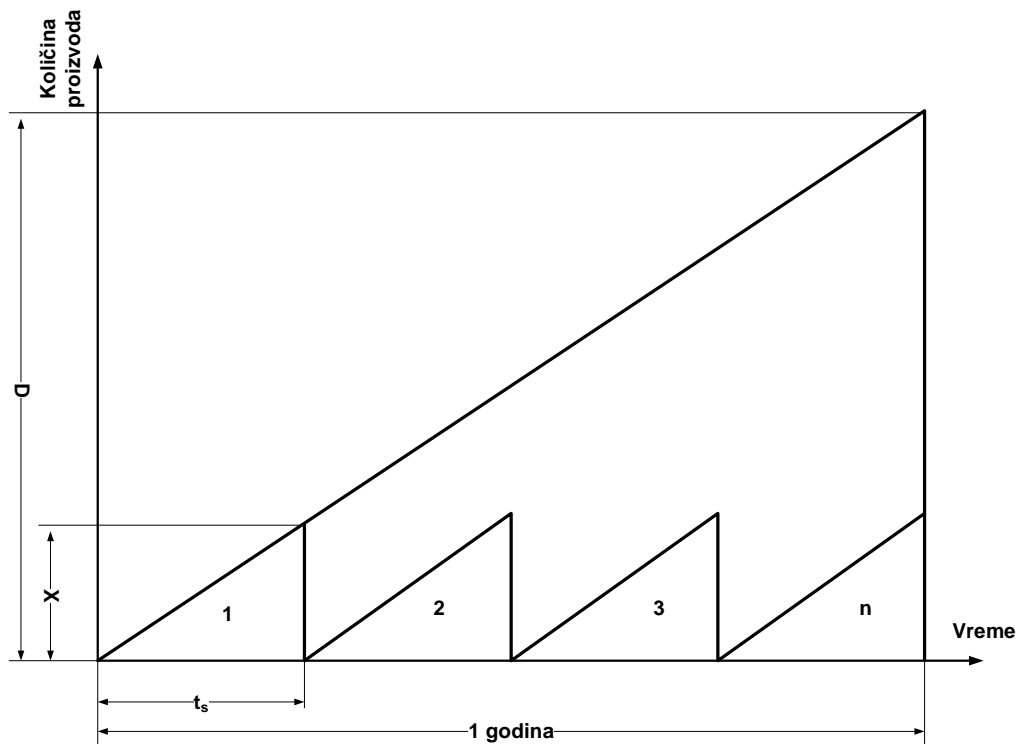


Posto se traži minimum funkcije troškova, prethodna funkcija se diferencira i izjednačava sa nulom:

$$\frac{\partial T}{\partial X} = -\frac{P}{X^2} \cdot C_p + \frac{1}{2} \left(\frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s = 0$$

rešavanjem po X – dobija se izraz za optimalnu veličinu proizvodne serije:

$$X_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H} * \frac{p}{p-d}} \quad [\text{kom/ser}]$$



Na slici je sa t_s predstavljeno vreme trajanja proizvodnje jedne proizvodne serije (ciklus proizvodnje), dok n predstavlja broj proizvodnih serija u toku jedne godine.

Zadatak 1. Fabrika u toku analiziranog vremenskog perioda treba da proizvede $D = 260.000$ kom proizvoda. Pripremno završni troškovi jedne proizvodne serije su $S = 750.000$ nj/ser. Dnevno proizvedena količina komponenti $p = 710$ kom. Dnevno se u konačni proizvod ugrađuje $d = 600$ kom komponenti. Troškovi skladištenja po komadu su $H = 800$ din/kom. Potrebno je:

- Izračunati optimalnu veličinu proizvodne serije;
- Grafički predstaviti optimizaciju veličine proizvodne serije;
- Izračunati ukupne troškove optimalne serije.

Resenje:

a) Pripremno-završni troškovi se izračunavaju pomoću izraza:

$$t_1 = \frac{D}{X} * S$$

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa

Dok se troškovi skladištenja određuju izrazom:

$$t_2 = \frac{X}{2} * \frac{p-d}{p} * H$$

Ukupni troškovi su:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{D}{X} * S + \frac{X}{2} * \frac{p-d}{p} * H$$

Optimalna veličina proizvodne serije je:

$$X_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H} * \frac{p}{p-d}} = \sqrt{\frac{2 * 260000 * 750000}{800} * \frac{710}{710-600}} = 56095 \text{ kom/seriji}$$

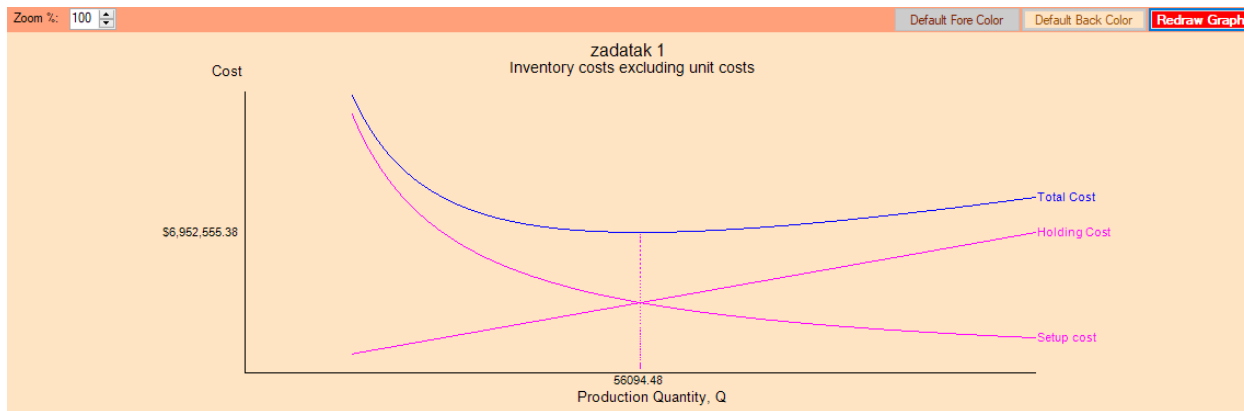
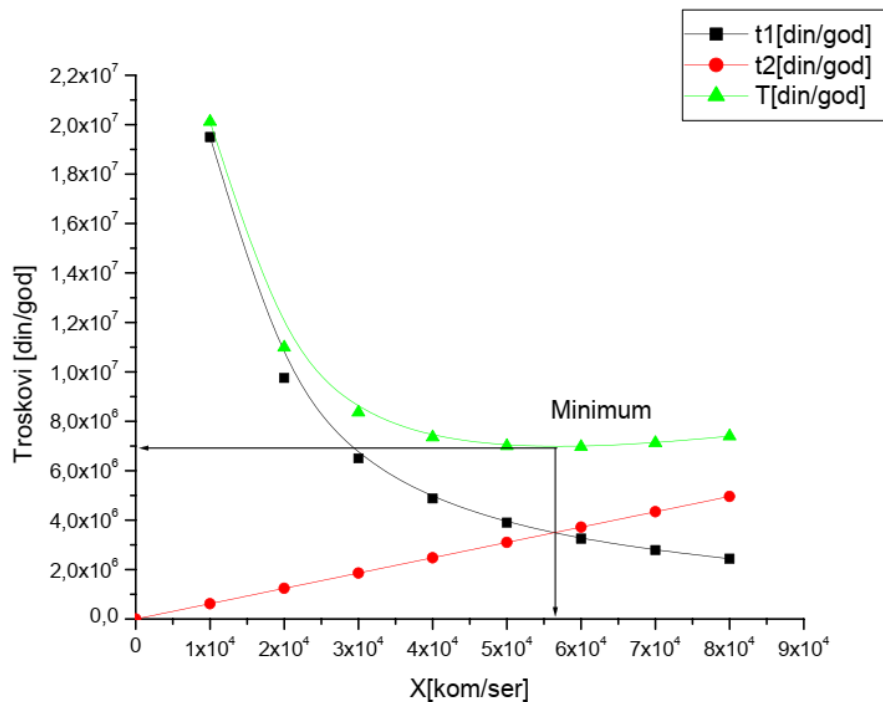
Broj serija je

$$n = \frac{D}{X_{opt}} = \frac{260000}{56095} = 4.64 \approx 5 \text{ serija}$$

b) Za grafički prikaz procesa optimizacije veličine serije, potrebno je formirati sledeću tabelu:

X (kom/ser)	D (kom/god)	p (kom/dan)	d (kom/dan)	S (din/ser)	H (din.ser/kom.god)	t1	t2	T
0	260000	710	600	750000	800	+∞	0	+∞
10000	260000	710	600	750000	800	19500000	619718,31	20119718
20000	260000	710	600	750000	800	9750000	1239436,6	10989437
30000	260000	710	600	750000	800	6500000	1859154,9	8359155
40000	260000	710	600	750000	800	4875000	2478873,2	7353873
50000	260000	710	600	750000	800	3900000	3098591,5	6998592
60000	260000	710	600	750000	800	3250000	3718309,9	6968310
70000	260000	710	600	750000	800	2785714,3	4338028,2	7123742
80000	260000	710	600	750000	800	2437500	4957746,5	7395246

Grafički predstavljena zavisnost troškova od obima proizvodnje je:



c) Ukupni troškovi poslovanja se izračunavaju preko:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{D}{X} * S + \frac{X}{2} * \left(\frac{p-d}{p}\right) * H$$

$$T = \frac{260000}{56094} * 750000 + \frac{56094}{2} * \left(\frac{710-600}{710}\right) * 800 = 6952556 \text{ nj}$$

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa

Zadatak 2. Fabrika u toku perioda od jedne godine treba da proizvede $D = 180.000$ kom proizvoda. Pripremno završni troškovi jedne proizvodne serije su $S = 250.000$ nj/ser. Dnevno proizvedena količina komponenti $p = 710$ kom. Troškovi skladištenja po komadu su $H = 600$ din/kom. Potrebno je:

- Izračunati optimalnu veličinu proizvodne serije;
- Grafički predstaviti optimizaciju veličine proizvodne serije;
- Izračunati ukupne troškove optimalne serije.

Rešenje:

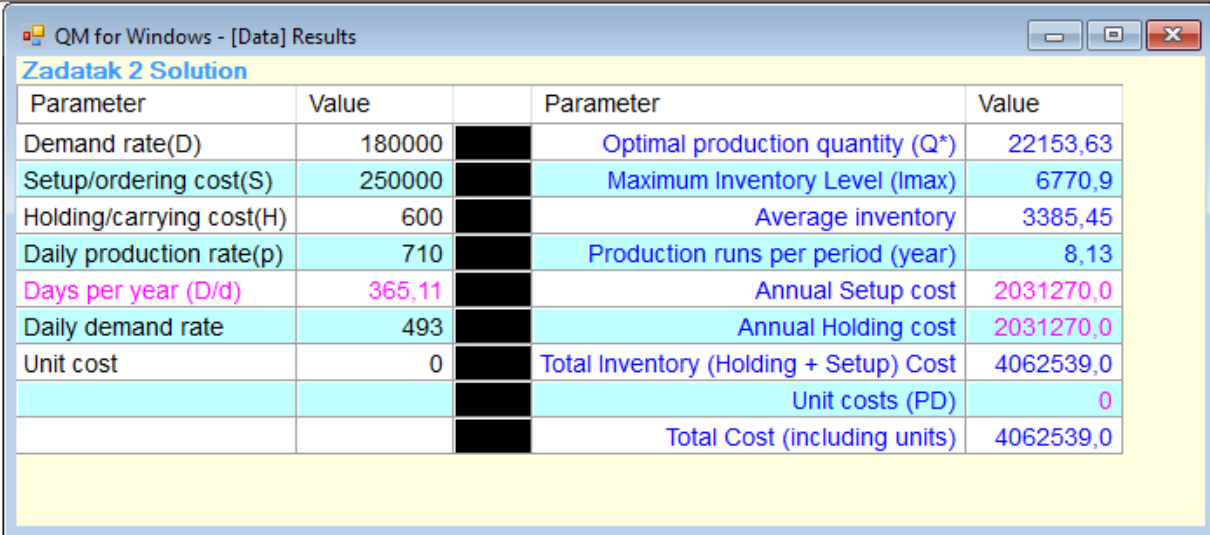
$$\tau = 365 \text{ dana}$$

$$d = \frac{D}{\tau} = \frac{180000}{365} = 493 \text{ komada/danu}$$

- a) Optimalna veličina proizvodne serije je:

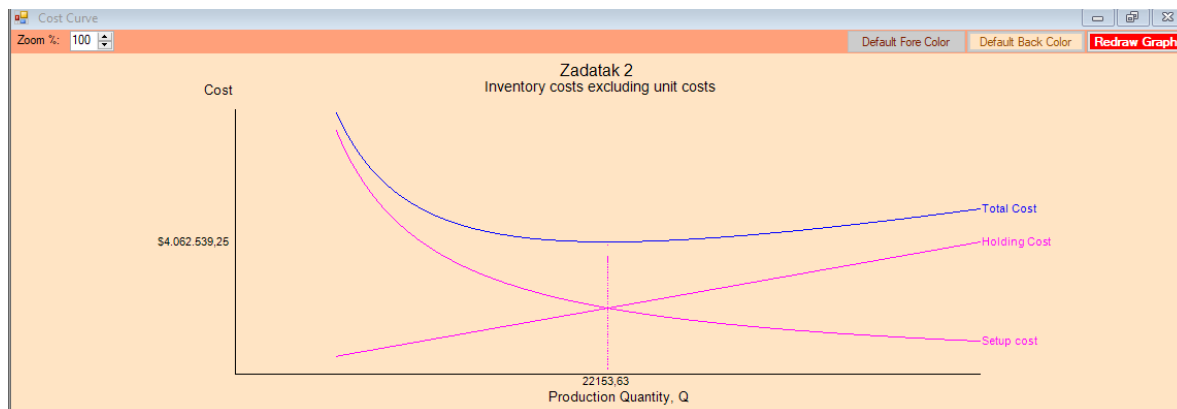
$$X_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H} * \frac{p}{p-d}} = \sqrt{\frac{2 * 180000 * 250000}{600} * \frac{710}{710-493}} = 22154 \text{ kom/seriji}$$

- b) Grafičko predstavljanje putem softvera QM for Windows:



Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	180000	Optimal production quantity (Q*)	22153,63
Setup/ordering cost(S)	250000	Maximum Inventory Level (Imax)	6770,9
Holding/carrying cost(H)	600	Average inventory	3385,45
Daily production rate(p)	710	Production runs per period (year)	8,13
Days per year (D/d)	365,11	Annual Setup cost	2031270,0
Daily demand rate	493	Annual Holding cost	2031270,0
Unit cost	0	Total Inventory (Holding + Setup) Cost	4062539,0
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	4062539,0

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa



c) Ukupni troškovi poslovanja se izračunavaju preko:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{D}{X} * S + \frac{X}{2} * \left(\frac{p - d}{p} \right) * H$$

$$T = \frac{180000}{19771} * 250000 + \frac{19771}{2} * \left(\frac{800 - 493}{800} \right) * 600 = 4062534 \text{ nj}$$

Zadatak 3. Fabrika u toku perioda od 250 dana, na osnovu porudžbina kupaca, treba da proizvede $D = 180.000$ kom proizvoda. Pripremno završni troškovi jedne proizvodne serije su $S = 125.000$ nj/ser. Troškovi skladištenja po komadu su $H = 500$ din/kom. Proizvodnja se odvija po JiT principu, uz projektovani nivo škarta od 2%. Potrebno je:

- Izračunati optimalnu veličinu proizvodne serije;
- Grafički predstaviti optimizaciju veličine proizvodne serije;
- Izračunati ukupne troškove optimalne serije.

Rešenje:

$$\tau = 250 \text{ dana}$$

$$d = \frac{D}{\tau} = \frac{320000}{250} = 1280 \text{ komada/danu}$$

$$p = d + d * \frac{2}{100} = 1280 + 26 = 1306 \text{ komada/danu}$$

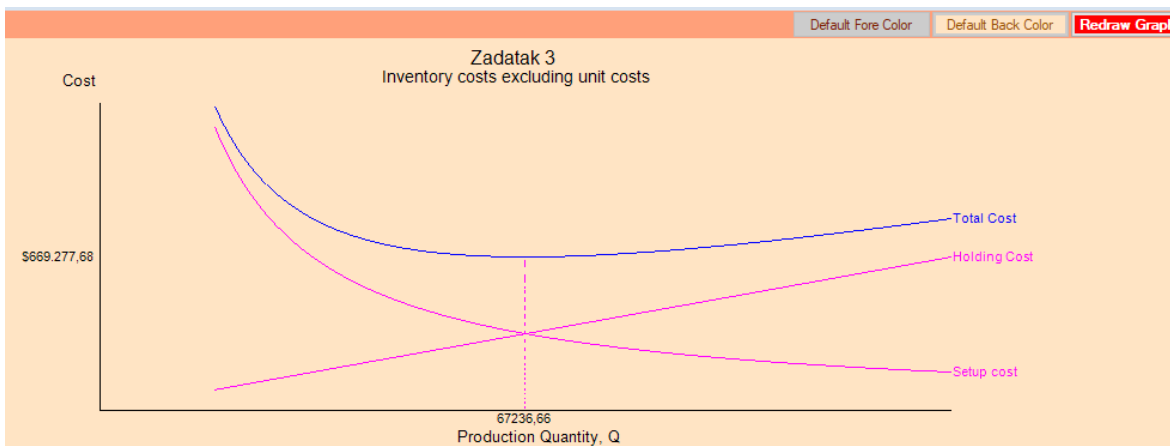
$$X_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H} * \frac{p}{p - d}} = \sqrt{\frac{2 * 180000 * 125000}{500} * \frac{1306}{1306 - 1280}} = 67237 \text{ kom/seriji}$$

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa

$$T = t_1 + t_2 = \frac{D}{X} * S + \frac{X}{2} * \left(\frac{p - d}{p} \right) * H$$

$$T = \frac{180000}{67237} * 125000 + \frac{67237}{2} * \left(\frac{1306 - 1280}{1306} \right) * 500 = 669278 \text{ nj}$$

QM for Windows - [Data] Results			
Zadatak 3 Solution			
Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	180000	Optimal production quantity (Q*)	67236,66
Setup/ordering cost(S)	125000	Maximum Inventory Level (Imax)	1338,56
Holding/carrying cost(H)	500	Average inventory	669,28
Daily production rate(p)	1306	Production runs per period (year)	2,68
Days per year (D/d)	140,63	Annual Setup cost	334638,8
Daily demand rate	1280	Annual Holding cost	334638,8
Unit cost	0	Total Inventory (Holding + Setup) Cost	669277,7
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	669277,7



Zadatak 4. Fabrika u toku perioda od 300 dana, na osnovu porudžbina kupaca, treba da proizvede $D = 240.000$ kom proizvoda. Pripremno završni troškovi jedne proizvodne serije su $S = 100.000$ nj/ser. Troškovi skladištenja po komadu su $H = 200$ din/kom. Proizvodnja se odvija po planskom (MRP) principu, na osnovu istraživanja tržišta, samim time usvojiti da je $d=0$. Potrebno je:

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa

- Izračunati optimalnu veličinu proizvodne serije;
- Grafički predstaviti optimizaciju veličine proizvodne serije;
- Izračunati ukupne troškove optimalne serije.

Rešenje:

$$p = \frac{D}{\tau} = \frac{240000}{300} = 800 \text{ komada/danu}$$

$$X_{opt} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H} * \frac{p}{p - d}} = \sqrt{\frac{2 * 240000 * 100000}{200} * \frac{800}{800 - 0}} = 15492 \text{ kom/seriji}$$

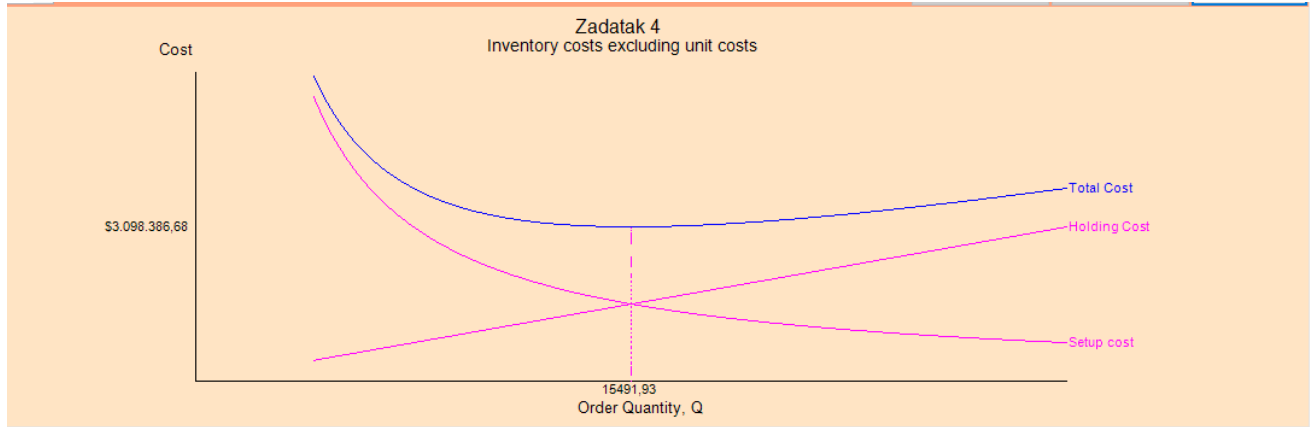
$$T = t_1 + t_2 = \frac{D}{X} * S + \frac{X}{2} * \left(\frac{p - d}{p}\right) * H$$

$$T = \frac{240000}{15492} * 100000 + \frac{15492}{2} * \left(\frac{800 - 0}{800}\right) * 200 = 3098387nj$$

Samo u slučaju kad je $d=0$, koristimo Economic Order Quantity (EOQ) Model.

Parameter	Value	Parameter	Value
Demand rate(D)	240000	Optimal order quantity (Q*)	15491.93
Setup/ordering cost(S)	100000	Maximum Inventory Level (Imax)	15491.93
Holding/carrying cost(H)	200	Average inventory	7745.97
Unit cost	0	Orders per period/year	15.49
Days per year (D/d)	300	Annual Setup cost	1549193.0
Daily demand rate	800	Annual Holding cost	1549193.0
Lead time (in days)	0	Total Inventory (Holding + Setup) Cost	3098387.0
		Unit costs (PD)	0
		Total Cost (including units)	3098387.0
		Reorder point	0 units

Industrijsko inženjerstvo – projektovanje i praksa



Zadatak za studente #3

Za opisani proizvod iz Zadatka 1, opisati postojeći ili predložiti novi **plan obima proizvodnje**.

U okviru plana obima proizvodnje, predvideti/prikazati minimalni, optimalni i maksimalni obim proizvodnje.

Ukoliko je primenjivo za primer iz zadatka, izračunati optimalni obim proizvodnje koristeći opisani model (*Production Order Quantity Model*).

Ukoliko nije primenjivo, izračunati optimalni obim proizvodnje, uzevši kao polazne sledeće parametre: $D=250000$ kom; $S = 220000$ nj/ser; $H = 500$ nj/kom; $p = 950$ kom; $d = 685$ kom. Rezultate predstaviti proračunom, kao i primenom QM softvera.