



FAKULTETA ZA ORGANIZACIJSKE VEDE KRANJ

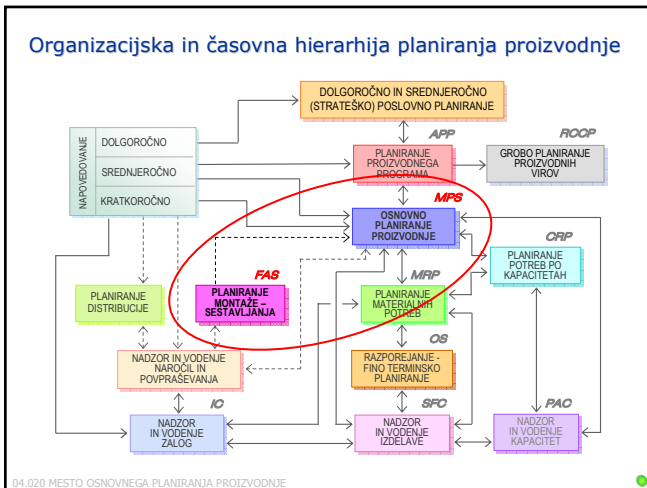
Katedra za
proizvodne sisteme

Tone LJUBIČ
tone.ljubic@fov.uni-mb.si
http://www.fov.uni-mb.si/ljubic

**PLANIRANJE
IN VODENJE
PROIZVODNJE**
metode, modeli, tehnike

04 Osnovno planiranje
proizvodnje

04.010 NASLOVNICA © Tone Ljubič 01.04



Osnovno planiranje proizvodnje
MPS = Master Production Schedule

- Osnovni plan proizvodnje izhaja iz plana proizvodnega programa in prodajnih naročil in navaja
 - sortiment realnih vrst izdelkov,
 - njihove količine
 - in roke

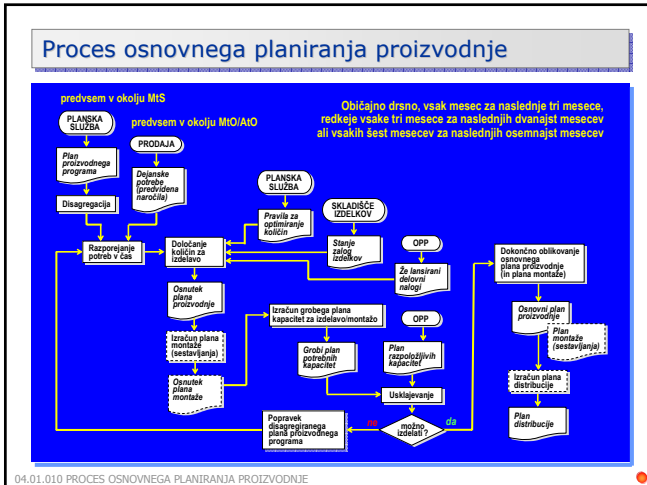
za izdelavo (in prodajo) v naslednjem (srednjeročnem ali kratkoročnem) planskem obdobju.

- Osnovni plani proizvodnje so že dokaj fiksirani; na njihovi osnovi se že predvidevajo proizvodne akcije in naročajo materiali z daljšimi dobavnimi roki.

Planiranje montaže (končnega sestavljanja)
FAS = Final Assembly Schedule

- V okolju sestavljanja po naročilu (AtO) osnovni plan proizvodnje opredeljuje gradnike, plan montaže (sestavljanja) pa kompletiranje končnih izdelkov iz teh gradnikov.

04.030 OSNOVNO PLANIRANJE PROIZVODNJE



Kdo je zadolžen za osnovno planiranje proizvodnje ?

- služba operativnega planiranja in priprave proizvodnje,
- ob sodelovanju službe za plan in analize
- in prodaje.

Kako pogosto ?

- na taktičnem nivoju statično, letno za obdobje leta,
- na operativnem nivoju drsno, odvisno od proizvodnega intervala:
 - pogosto mesečno za naslednje tri mesece,
 - ali vsake tri mesece (kvartalno) za naslednjih dvanajst mesecev,
 - redkeje vsakih šest mesecev za obdobje naslednjih štiriindvajset mesecev.

Kako natančno ?

- že zelo natančno in podrobno (detajlirano).

Koliko zanesljivo ?

- dokaj zanesljivo – verjetnost za fiksno obdobje preko 80%, za pripravljajno obdobje okrog 70%, za orientacijsko obdobje okrog 60%.

04.040 KDO – KAKO – KDAJ

Osnovo planiranje proizvodnje

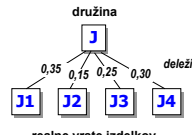
1

- V okolju izdelave na zalogo (M_TS) s širokim proizvodnim programom se iz plana proizvodnega programa izločijo izdelki, ki jih se jih ne bo izdelovalo v podjetju, nakar se izvede **disagregacija plana proizvodnega programa** -
- razgradnja družin na **realne vrste izdelkov**, ki se bodo v naslednjem planskem obdobju (običajno 3, 6 ali 12 mesecih) izdelovale v proizvodnji; disagregacija se izvede
 - z ocenjevanjem (heuristično),
 - s pomočjo **planskih kosovnic** oziroma **generičnih kosovnic**.
- V okolju izdelave / montaže po naročilu (M_TO /A_TO) pa mora služba prodaje posredovati **došla in pričakovana naročila kupcev za realne vrste izdelkov**.

04.050 OSNOVNO PLANIRANJE PROIZVODNJE 1

Planske kosovnice

PRIMER DISAGREGACIJE S PLANSKO KOSOVNICO



Družina	Vrsta izdelka	Delež	R enote
J	J1	0,35	1,5
	J2	0,15	1,0
	J3	0,25	1,8
	J4	0,30	1,4
skupna		1,05	

Plan proizvodnega programa predvideva proizvodnjo 100.000 reprezentativnih enot družine izdelkov J. Želimo določiti količine realnih vrst izdelkov J1 do J4.

$$\sum_j f_j \cdot p_j = (0,35 \cdot 1,5) + (0,15 \cdot 1,0) + (0,25 \cdot 1,8) + (0,30 \cdot 1,4) = 1,545$$

$$Q_{J1} = \frac{Q_{d.r.} \cdot p_{J1}}{\sum_j f_j \cdot p_j} = \frac{100.000 \cdot 0,35}{1,545} = 22.653,72 \approx 22.650 \text{ fizičnih enot (33.975 R enot)}$$

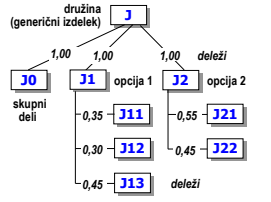
$$Q_{J2} = \frac{100.000 \cdot 0,15}{1,545} = 9.708,73 \approx 9.710 \text{ fizičnih enot (9.710 R enot)}$$

$$Q_{J3} \approx 16.180 \text{ fizičnih enot (29.124 R enot)} \quad Q_{J4} \approx 19.420 \text{ fizičnih enot (27.188 R enot)}$$

04.02.010 PLANSKE KOSOVNICE

Generične kosovnice

PRIMER DISAGREGACIJE Z GENERIČNO KOSOVNICO



Družina	Skupina komponent	Komponenta	Delež
J	skupni deli	J0	1,00
		J1	(1,00)
opcija 1	skupni deli	J11	0,35
		J12	0,30
		J13	0,45
		J21	0,55
		J22	0,45
opcija 2	skupni deli	J21	0,55
		J22	0,45

Generični izdelek J – zvezek 100 listov formata A5: skupni deli zvezka J0 so notranje strani; vse variante imajo po 100 črtanih listov. Opcija 1 pri izdelavi so različne barve ovitka J1: J11 - rdeča, J12 - modra in J13 - zelena, opcija 2 pa različne oblike etikete na ovitku J2: J21 - pravokotna ter J22 - ovalna. Plan proizvodnega programa predvideva izdelavo 50.000 kosov zvezkov.

04.03.010 GENERIČNA KOSOVNICA 1.

Generične kosovnice

PRIMER DISAGREGACIJE Z GENERIČNO KOSOVNICO

Najprej ugotovimo mogoče realne variante generičnega izdelka:

- J0/J11/J21: črtan zvezek 100 listov A5, rdeč ovitek, pravokotna etiketa
- J0/J11/J22: črtan zvezek 100 listov A5, rdeč ovitek, ovalna etiketa
- J0/J12/J21: črtan zvezek 100 listov A5, moder ovitek, pravokotna etiketa
- J0/J12/J22: črtan zvezek 100 listov A5, moder ovitek, ovalna etiketa
- J0/J13/J21: črtan zvezek 100 listov A5, zelen ovitek, pravokotna etiketa
- J0/J13/J22: črtan zvezek 100 listov A5, zelen ovitek, ovalna etiketa.

Deleži posameznih realnih variant: Količine realnih variant (zaokroženo):

J0/J11/J21: $1,00 \times 0,35 \times 0,55 = 0,193$	$0,193 \times 50.000 = 9.650$ kosov
J0/J11/J22: $1,00 \times 0,35 \times 0,45 = 0,158$	$0,158 \times 50.000 = 7.900$ kosov
J0/J12/J21: $1,00 \times 0,30 \times 0,55 = 0,165$	$0,165 \times 50.000 = 8.250$ kosov
J0/J12/J22: $1,00 \times 0,30 \times 0,45 = 0,135$	$0,135 \times 50.000 = 6.750$ kosov
J0/J13/J21: $1,00 \times 0,45 \times 0,55 = 0,248$	$0,248 \times 50.000 = 12.400$ kosov
J0/J13/J22: $1,00 \times 0,45 \times 0,45 = 0,203$	$0,202 \times 50.000 = 10.100$ kosov

seštevek deležev je 1,102. vsota količin je 55.050 kosov.

04.03.020 GENERIČNA KOSOVNICA 2.

Osnovo planiranje proizvodnje

2

Razporejanje potreb v čas - razdelitev potreb po (delnih) planskih terminskih enotah - obdobjih

- Če so primarne potrebe - plan prodaje navedene skupno za daljše plansko obdobje (npr. za celo leto), jih je treba razdeliti po delnih planskih terminskih enotah (npr. po tednih ali mesecih);
- kadar so potrebe po terminskih enotah razdeljene enakomerno, se skupno količino po (letnem) planu enostavno deli s številom obdobji,
- če pa potrebe po terminskih enotah niso enakomerno razdeljene, je treba potrebe po terminskih enotah (npr. po tednih ali mesecih) :
 - oceniti, ali
 - napovedati ob upoštevanju sezonskih faktorjev.

04.060 OSNOVNO PLANIRANJE PROIZVODNJE 1.

Osnovo planiranje proizvodnje

3

Določanje količin za hkratno izdelavo (lotov, partij) – velikosti proizvodnih serij

- Kadar so delne planske terminske enote (periode) kratke (npr. tedni), je vprašljivo, ali je smotno vsako potrebo pokriti s posebno serijo v proizvodnji;
- zato se na osnovi količin potreb po posameznih terminskih enotah lahko izvede optimizacija količin za hkratno izdelavo (velikosti proizvodnih serij):
 - kadar so potrebe stacionarne, enakomerno razdeljene po terminskih enotah, se določi statično optimalno količino za izdelavo (serijo),
 - če pa so potrebe nestacionarne, neenakomerno razdeljene po terminskih enotah, se iterativno določi dinamične optimalne količine za izdelavo;
 - upoštevati je treba tudi izvenplanske potrebe ter že obstoječe zaloge in že lansirane delovne naloge.

04.070 OSNOVNO PLANIRANJE PROIZVODNJE 1.

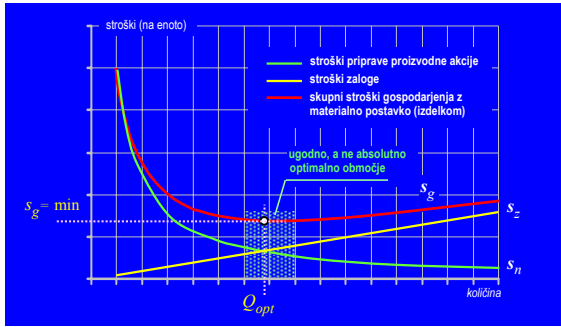
Statična optimizacija količin za izdelavo

- V okolju serijske proizvodnje z izdelavo na zalogo (MtS) se le redko vsaka posamična potreba (v terminskih enotah) pokriva s posebnim naročilom proizvodnji (Lfl - Lot for Lot);
- običajno se v eno naročilo proizvodnji (delovni nalog oziroma serija) združijo potrebe za nekaj (zaporednih) terminskih enot.
- Pri tem je treba upoštevati, da vsak delovni nalog (serija) zahteva določen čas za pripravo in zagon proizvodnje; priprava proizvodnje povzroča tako stroške;
- stroški priprave pa so načeloma neodvisni od velikosti serije - količine, ki se bo izdelovala hkrati.
- Majhne izdelane količine se porabijo (prodajo) sproti, velike izdelane količine nekaj časa ostajajo na zalogi;
- vendar tudi zaloga povzroča stroške, ki pa so odvisni od količine - velikosti zaloge.
- Vprašanje: kaj je gospodarno: ali večkrat proizvajati majhne serije in mnogokrat pripravljati proizvodnjo, ali manjkrat proizvajati velike serije in imeti izdelke določen čas na zalogi ?

04.04.010 POMEN OPTIMIRANJA SERIJ

Statična optimizacija količin za izdelavo

Ideja statične optimizacije količin za izdelavo - kadar so potrebe enake v vseh delnih planskih obdobjih skozi celo plansko obdobje:



04.04.020 PRINCIP STATIČNE OPTIMIZACIJE

Statična optimizacija količin za izdelavo

Če je plansko obdobje dolgo eno leto, se optimalno količino za naročilo proizvodnji (serijo) določi z Andlerjevo formulo:

$$Q_{j,opt} = \sqrt{\frac{200 \cdot (S_p + S_r) \cdot Q_j}{s_d \cdot b_j}}$$

$$n_j = \frac{Q_j}{Q_{j,opt}}$$

- s_d = stroški skladiščenja ene enote izdelka v odstotkih cene letno
- b_j = stroški izdelave (proizvodna cena) ene enote izdelka
- Q_j = letna poraba (plan)
- $Q_{j,opt}$ = optimalna količina za izdelavo (serija)
- n_j = število serij (v letu)

- S_g = skupni stroški gospodarjenja z materialno postavko
- S_z = stroški zaloge
- S_p = stroški priprave in zagona proizvodnje
- S_r = stroški lansiranja proizvodnje (razpis itd.)

$$Q_{j,opt} = \sqrt{\frac{200 \cdot (S_p + S_r) \cdot Q_j}{s_d \cdot b_j \cdot (1 - \frac{v_o}{v_p})}}$$

$$s_{ge} = \frac{(S_p + S_r) + \frac{Q_n \cdot s_d \cdot b_j}{200}}{Q_n}$$

- v_o = dnevno iz skladišča gotovih izdelkov odvzeta (prodana) količina
- v_p = dnevno iz proizvodnje v skladišče gotovih izdelkov oddana količina

- S_{ge} = dodatni stroški gospodarjenja z materialno postavko (izdelkom) na enoto izdelka pri optimalni velikosti serije

04.04.030 ANDLERJEVA FORMULA

Statična optimizacija količin za izdelavo

PRIMER DISAGREGACIJE IN STATIČNEGA OPTIMIRANJA KOLIČIN ZA HKRATNO IZDELAVO

Plan proizvodnega programa predvideva v obdobju enega leta prodajo (in izdelavo) 15.000 enot vrste izdelka J. Potrebe so po celem planskem obdobju, ki je razdeljeno na mesece, enakomerne, torej 1.250 enot izdelka mesečno. Stroški priprave in zagona proizvodnje ene serije vrste izdelka J so 212.000 DEN, stroški lansiranja serije pa 33.000 DEN. Strošek skladiščenja izdelka J je 15% vrednosti zaloge letno, proizvodna cena ene enote izdelka J je 8.000 DEN.

Statična optimalna količina za hkratno izdelavo, število serij in stroški gospodarjenja:

$$Q_{J,p} = \sqrt{\frac{200 \cdot (212.000 + 33.000) \cdot 15.000}{15 \cdot 8.000}} = 2.474,87 \text{ enot} \approx 2.500 \text{ enot}$$

$$n_{J,s} = \frac{15.000}{2.500} = 6 \text{ serij/leto}$$

$$s_{ge} = \frac{(212.000 + 33.000) + \frac{2.500 \cdot 15 \cdot 8.000}{200}}{15.000} = 116,33 \text{ DEN/enota}$$

04.04.040 PRIMER STATIČNE OPTIMIZACIJE 1.

Statična optimizacija količin za izdelavo

PRIMER DISAGREGACIJE IN STATIČNEGA OPTIMIRANJA KOLIČIN ZA HKRATNO IZDELAVO OB SPROTNEM ODVZEMU

Plan proizvodnega programa predvideva v obdobju enega leta prodajo (in izdelavo) 15.000 enot vrste izdelka J. Potrebe so po celem planskem obdobju, ki je razdeljeno na mesece, enakomerne, torej 1.250 enot izdelka mesečno. Stroški priprave in zagona proizvodnje ene serije vrste izdelka J so 212.000 DEN, stroški lansiranja serije pa 33.000 DEN. Strošek skladiščenja izdelka J je 15% vrednosti zaloge letno, proizvodna cena ene enote izdelka J je 8.000 DEN. Dnevno se izdelava odda v skladišče 125 enot izdelka ter odvzame iz skladišča (in prodaja) 100 enot izdelka.

Statična optimalna količina za hkratno izdelavo, število serij in stroški gospodarjenja:

$$Q_{J,p} = \sqrt{\frac{200 \cdot (212.000 + 33.000) \cdot 15.000}{15 \cdot 8.000 \cdot \left(1 - \frac{100}{125}\right)}} = 5.533,9859 \text{ enot}$$

Da bi bile vse serije enako velike, zaokrožimo količino na 5.000 enot:

$$n_{J,s} = \frac{15.000}{5.000} = 3 \text{ serije v letu}$$

04.04.050 PRIMER STATIČNE OPTIMIZACIJE 2

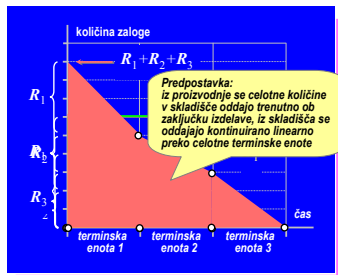
Dinamična optimizacija količin za izdelavo

Gibanje zaloge in povprečna zaloga, če se hkrati izdeluje količina za več terminskih enot:

- če se izdeluje le za eno terminsko enoto, bo povprečna zaloga $\bar{R} = \frac{1}{2} \cdot R_1$

- če se združijo potrebe za dve terminski enoti, bo povprečna zaloga $\bar{R} = \frac{1}{2} \cdot R_1 + \frac{3}{2} \cdot R_2$

- pri združevanju potreb za tri terminske enote bo povprečna zaloga $\bar{R} = \frac{1}{2} \cdot R_1 + \frac{3}{2} \cdot R_2 + \frac{5}{2} \cdot R_3$



- Povprečna zaloga hitro raste s številom terminskih enot, za katere se združujejo potrebe.

04.05.010 GIBANJE ZALOG PRI ZDRUŽEVANJU POTREB

Pravilo najmanjših stroškov gospodarjenja z materialom na enoto materiala (LUC = Least Unit Cost)

- Za razne kombinacije združevanja potreb: samo za prvo terminsko enoto, za prvo in drugo terminsko enoto skupaj, skupaj za tri zaporedne terminske enote itd. ugotavljamo dodatne stroške gospodarjenja na enoto materialne postavke (izdelka);
- optimalna je tista kombinacija potreb, ki povzroči najnižje dodatne stroške gospodarjenja z materialno postavko;
- za zadevno število terminskih enot združimo potrebe v eno naročilo proizvodnji - delovni nalog.
- Postopek je iterativen; iz poteka krivulje skupnih stroškov gospodarjenja pa je razvidno, da ko so preseženi minimalni stroški gospodarjenja z materialno postavko (ko naslednja kombinacija povzroči večje dodatne stroške), nadaljni račun nima več smisla, saj bodo stroški gospodarjenja le še rasli.

04.05.020 LEAST UNIT COST 1

Dinamična optimizacija količin za izdelavo

Pravilo najmanjših stroškov gospodarjenja z materialom na enoto

vsota potreb do neke terminske enote $V_{i,j} = V_{i-1,j} + Q_{i,j}$ $V_i = Q_i$

popravčno stanje zaloge do neke terminske enote $Z_i = Z_{i-1} + k_i \cdot Q_i$ $k_i = k_{i-1} + 1, k_1 = 0,5$

dodatni stroški gospodarjenja – priprave in zagona proizvodnje in lansiranja ter skladiščenja za količino, potrebno za nekaj zaporednih terminskih enot

$$s_{ge} = \frac{(S_p + S_r) + Z_i \cdot \frac{b_j \cdot s_d}{100 \cdot g}}{V_i}$$

za razne kombinacije potreb: samo prva terminska enota, prva in druga terminska enota skupaj, skupno tri terminske enote itd. ugotovljamo dodatne stroške gospodarjenja; optimalen je seštevek potreb v zaporednih terminskih enotah, ki povzroči najnižje dodatne stroške gospodarjenja s postavko; ko so je bil doseženi minimalni stroški, nadaljnji račun nima več smisla

Obstoji še več iterativnih pravil za dinamično optimizacijo, npr. pravilo najmanjših stroškov na terminsko enoto (LPC = Least Period Cost) - Silver-Mealov algoritem; ta pravila so uporabna tudi za optimiranje količin za naročanje (nabavo) materiala

04.05.030 MODEL DINAMIČNE OPTIMIZACIJE - LUC

Dinamična optimizacija količin za izdelavo

DINAMIČNO DOLOČANJE OPTIMALNIH KOLIČIN ZA HKRATNO IZDELAVO PO PRAVILU NAJMANJŠIH STROŠKOV NA ENOTO

Plan proizvodnega programa predvideva v planskem obdobju enega leta prodajo (in izdelavo) 1.700 enot vrste izdelka K. Prodaja ima sezonski značaj, potrebe po posameznih mesecih (terminskih enotah) so različne; prodaja jih ocenjuje takole:

mesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
potrebe	120	100	150	180	100	120	140	190	150	170	150	130

Stroški priprave izdelave serije vrste izdelka K so 8.000 DEN, stroški lansiranja pa 2.000 DEN, skupno torej 10.000 DEN. Proizvodna cena ene enote izdelka K je 500 DEN, strošek skladiščenja 24% vrednosti zaloge letno, torej 10 DEN za eno enoto mesečno. Želimo razporediti potrebe v osnovnem planu proizvodnje – določamo dinamične, drseče optimalne količine za izdelavo.

04.05.030 PRIMER DINAMIČNE OPTIMIZACIJE

Period	Demand	Parameter	Value
1 - PPB	120	Holding Cost	10
2	100	Setup Cost	10000
3	150	Stockout cost	0
4	180	Initial Inventory	0
5	100	Lead time	0
6	120		
7	140		
8	190		
9	150		
10	170		
11	150		
12	130		
Totals	1.700	1.700	
Average demand	41,6667		
Total cost =	57.700,		

Period	Demand	Order receipt	Inventory	Holding Cost	Setup Cost
Initial Inventory			0		
1 - PPB	120	550	430	4.300	10.000
2	100		330	3.300	
3	150		180	1.800	
4	180		0		
5	100	550	450	4.500	10.000
6	120		330	3.300	
7	140		190	1.900	
8	190		0		
9	150	600	450	4.500	10.000
10	170		280	2.800	
11	150		130	1.300	
12	130		0		
Totals				27.700	30.000

04.05.040 RAČUN DINAMIČNE OPTIMIZACIJE - POM

'Ročni' izračun: Vrednost izraza $\frac{b_j \cdot s_d}{100 \cdot g} = \frac{500 \cdot 24}{100 \cdot 12} = 10$ je konstantna za ves izračun.

Naročilo samo za prvo terminsko enoto (1):
 $V_{1-1} = 120$ enot
 $Z_{1-1} = 0,5 \cdot 120 = 60$ enot
 $s_{ge,1-1} = \frac{10.000 + 60 \cdot 10}{120} = 88,33$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za prvo in drugo terminsko enoto (1+2):
 $V_{1-2} = 120 + 100 = 220$ enot
 $Z_{1-2} = 0,5 \cdot 120 + 1,5 \cdot 100 = 210$ enot
 $s_{ge,1-2} = \frac{10.000 + 210 \cdot 10}{220} = 55,00$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za prvo, drugo in tretjo terminsko enoto (1+2+3):
 $V_{1-3} = 120 + 100 + 150 = 370$ enot
 $Z_{1-3} = 0,5 \cdot 120 + 1,5 \cdot 100 + 2,5 \cdot 150 = 585$ enot
 $s_{ge,1-3} = \frac{10.000 + 585 \cdot 10}{370} = 42,84$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za prvo do četrto terminsko enoto (1+2+3+4):
 $V_{1-4} = 120 + 100 + 150 + 180 = 550$ enot
 $Z_{1-4} = 0,5 \cdot 120 + 1,5 \cdot 100 + 2,5 \cdot 150 + 3,5 \cdot 180 = 1.215$ enot
 $s_{ge,1-4} = \frac{10.000 + 1.215 \cdot 10}{550} = 40,27$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za prvo do peto terminsko enoto (1+2+3+4+5):
 $V_{1-5} = 120 + 100 + 150 + 180 + 100 = 650$ enot
 $Z_{1-5} = 0,5 \cdot 120 + 1,5 \cdot 100 + 2,5 \cdot 150 + 3,5 \cdot 180 + 4,5 \cdot 100 = 1.655$ enot
 $s_{ge,1-5} = \frac{10.000 + 1.655 \cdot 10}{650} = 41,00$ DEN/enoto

Optimum - minimalni dodatni stroški na enoto izdelka, bi bil dosežen pri skupnem naročilu za prve štiri terminske enote. Vsaka enota izdelka bi bila takrat obremenjena s 40,27 DEN dodatnih stroškov.

04.05.050 RAČUN DINAMIČNE OPTIMIZACIJE - ROČNO 1.

Nadaljujemo z naslednjimi kombinacijami za terminske enote od pete dalje:

Naročilo samo za peto terminsko enoto (5):
 $V_{5-5} = 100$ enot
 $Z_{5-5} = 0,5 \cdot 100 = 50$ enot
 $s_{ge,5-5} = \frac{10.000 + 50 \cdot 10}{100} = 105,00$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za peto in šesto terminsko enoto (5+6):
 $V_{5-6} = 100 + 120 = 220$ enot
 $Z_{5-6} = 0,5 \cdot 100 + 1,5 \cdot 120 = 230$ enot
 $s_{ge,5-6} = \frac{10.000 + 230 \cdot 10}{220} = 55,91$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za peto, šesto in sedmo terminsko enoto (5+6+7):
 $V_{5-7} = 100 + 120 + 140 = 360$ enot
 $Z_{5-7} = 0,5 \cdot 100 + 1,5 \cdot 120 + 2,5 \cdot 140 = 580$ enot
 $s_{ge,5-7} = \frac{10.000 + 580 \cdot 10}{360} = 43,89$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za peto do osmo terminsko enoto (5+6+7+8):
 $V_{5-8} = 100 + 120 + 140 + 190 = 550$ enot
 $Z_{5-8} = 0,5 \cdot 100 + 1,5 \cdot 120 + 2,5 \cdot 140 + 3,5 \cdot 190 = 1.245$ enot
 $s_{ge,5-8} = \frac{10.000 + 1.245 \cdot 10}{550} = 40,82$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za peto do deveto terminsko enoto (5+6+7+8+9):
 $V_{5-9} = 100 + 120 + 140 + 190 + 150 = 700$ enot
 $Z_{5-9} = 0,5 \cdot 100 + 1,5 \cdot 120 + 2,5 \cdot 140 + 3,5 \cdot 190 + 4,5 \cdot 150 = 1.920$ enot
 $s_{ge,5-9} = \frac{10.000 + 1.920 \cdot 10}{700} = 41,71$ DEN/enoto

Optimum je bil sedaj dosežen pri skupnem naročilu spet za štiri terminske enote, od pete do osme. Vsaka enota izdelka bo obremenjena s 40,82 DEN dodatnih stroškov.

04.05.060 RAČUN DINAMIČNE OPTIMIZACIJE - ROČNO 2.

Nadaljujemo z naslednjimi kombinacijami za terminske enote od devete dalje:

Naročilo samo za deveto terminsko enoto (9):
 $V_{9-9} = 150$ enot
 $Z_{9-9} = 0,5 \cdot 150 = 75$ enot
 $s_{ge,9-9} = \frac{10.000 + 75 \cdot 10}{150} = 71,76$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za deveto, deseto in enajsto terminsko enoto (9+10+11):
 $V_{9-11} = 150 + 170 + 150 = 470$ enot
 $Z_{9-11} = 0,5 \cdot 150 + 1,5 \cdot 170 + 2,5 \cdot 150 = 705$ enot
 $s_{ge,9-11} = \frac{10.000 + 705 \cdot 10}{470} = 36,28$ DEN/enoto

Naročilo skupaj za deveto do dvanajsto terminsko enoto (9+10+11+12):
 $V_{9-12} = 150 + 170 + 150 + 130 = 600$ enot
 $Z_{9-12} = 0,5 \cdot 150 + 1,5 \cdot 170 + 2,5 \cdot 150 + 3,5 \cdot 130 = 1.160$ enot
 $s_{ge,9-12} = \frac{10.000 + 1.160 \cdot 10}{600} = 36,00$ DEN/enoto

Plansko obdobje se z dvanajsto terminsko enoto konča, zato nadaljni račun nima smisla. Dodatni stroški so najnižji pri skupnem naročilu za vse štiri terminske enote. Vsaka enota izdelka bo obremenjena s 36,00 DEN dodatnih stroškov.

04.05.070 RAČUN DINAMIČNE OPTIMIZACIJE - ROČNO 3.
