FAKULTETA ZA ORGANIZACIJSKE VEDE KRANJ

Katedra za
proizvodne sisteme

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

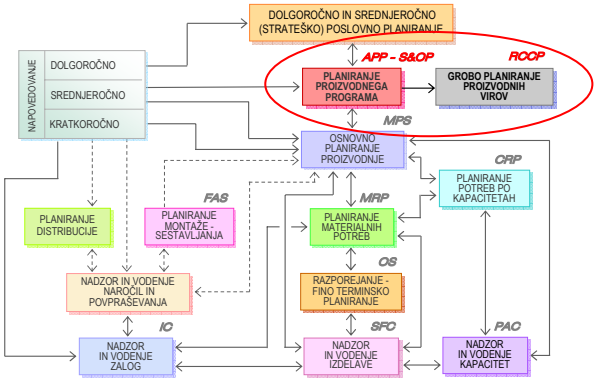
PLANIRANJE IN VODENJE PROIZVODNJE

metode, modeli, tehnike

03 Agregirano planiranje proizvodnega programa

 © Tone Ljubič 12.03

Organizacijska in časovna hierarhija planiranja proizvodnje



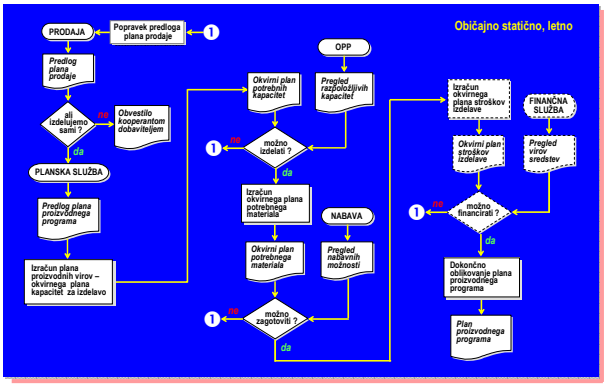
Plan proizvodnega programa

APP = Aggregated Production Plan ; S&OP = Sales and Operations Plan

- Določa proizvodni program:
  - sortiment družin / vrst izdelkov,
  - količine družin / vrst izdelkov,

  ki naj se v planskem obdobju (običajno v letu) izdelajo v proizvodnji in s prodajo podjetju zagotovijo čim boljši poslovni rezultat.
- Plan proizvodnega programa se največkrat nanaša na agregirane družine izdelkov, ki se izdelujejo na isti opremi - redkeje na posamezne (realne) vrste izdelkov.
- Skupaj z grobim planom proizvodnih virov opredeljuje poslovno dogajanje v podjetju:
  - določa potek proizvodnega procesa,
  - določa potrebni materialni vložek,
  - določa obremenitev živih in strojnih kapacitet,
  - okvirno opredeljuje tudi poslovne stroške.

Proces planiranja proizvodnega programa



03.01.010 PROCES PLANIRANJA PROGRAMA

Kdo je zadolžen za planiranje proizvodnega programa ?

- poslovodstvo - služba za strateško planiranje in analize,
- ob sodelovanju prodaje
- in službe operativnega planiranja in vodenja proizvodnje (OPP).

Kako pogosto ?

- največkrat letno (statično),
- za plansko obdobje enega leta, strukturirano po mesecih ali tromesečjih,
- občasno morebitne korekcije.

Kako natančno ?

- dokaj ohlapno, nenatančno
- zelo zgoščeno – agregirano.

Koliko zanesljivo ?

- ne pretirano – verjetnost morda pod 70%.

03.040 KDO – KAKO - KDAJ

Planiranje proizvodnega programa

1

Predlog plana prodaje

za leto, običajno strukturirano po delnih planskih obdobjih (periodah) - mesecih:

- sortiment (skupine / družine izdelkov, lahko tudi realne vrste izdelkov),
- količine (eventuelno najmanj - največ),
- ob katerem času,

mora pripraviti **služba prodaje** .

2

Iz predloga plana prodaje se izloči vse tisto, česar ne bomo izdelovali sami (preprodaja, kooperacije). Preostanek je

- **predlog plana proizvodnega programa.**

03.050 PLAN PROGRAMA 1, 2.

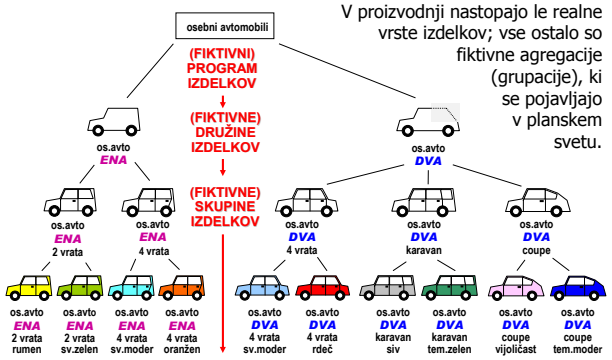
Načelo agregacije vrst izdelkov

- V proizvodnji zlasti strukturiranih izdelkov pogosto nastopa mnogo realnih vrst izdelkov v mnogih variantah (različne barve, velikosti, oprema ...).
- Ker morajo bili plani proizvodnega programa zgoščeni, bi obravnavanje vseh posameznih realnih vrst izdelkov povzročilo preveliko detajliranje planov in s tem tudi njihov prevelik obseg.
- Zato se za potrebe tipizacije in planiranja realne vrste izdelkov združujejo - agregirajo v
  - skupine,
  - družine,
  - proizvodne / prodajne programe.
- Agregacija tako oblikuje družine, ki zajemajo po nekem kriteriju sorodne vrste izdelkov (variante osnovnega tipa),
  - načeloma so vsi člani neke družine funkcionalno sorodni ali celo enaki.

03.02.010 NAČELO AGREGACIJE 1.

Načelo agregacije vrst izdelkov

V proizvodnji nastopajo le realne vrste izdelkov; vse ostalo so fiktivne agregacije (grupacije), ki se pojavljajo v planskem svetu.

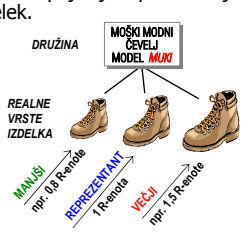


REALNE VRSTE IZDELKOV (VARIANTE), KI FIZIČNO NASTOPAJO V PROIZVODNJI

03.02.020 AGREGACIJA - PRIMER AVTOMOBILI

Načelo agregacije vrst izdelkov

- Vsaka družina ima predstavnika (reprezentanta - generični izdelek), ki mora v čim večji meri vsebovati značilnosti vseh članov družine.
- Reprezentant je lahko realen izdelek in se pojavlja v proizvodnji in prodaji, lahko pa je to fiktiven izdelek.
- Kadar se posamezne realne vrste izdelkov iz iste družine glede na proizvodno strukturo (velikost) in postopek izdelave razlikujejo od reprezentanta, njihove količine s planskega vidika niso enakovredne; v takem primeru v planskem računu uporabljamo količine v reprezentativnih enotah (R-enotah).



- V planu proizvodnega programa količine navajamo v R-enotah ali v vrednostih in jih kasneje v osnovnem planu proizvodnje pretvorimo v realne fizične enote.

03.02.030 NAČELO AGREGACIJE

Načelo agregacije vrst izdelkov

PRIMER DOLOČANJA REPREZENTATIVNIH ENOT

Družino izdelkov **J** *sestavljajo štiri realne vrste izdelkov* **J1**, **J2**, **J3** *in* **J4**. *Izdelek* **J1** *je najmanjši v družini in je njen reprezentant. Ostali izdelki vrst* **J2**, **J3** *in* **J4** *so večji in zahtevajo večje količine materialov, pa tudi nekatere različne materiale. Vse vrste izdelkov se izdelujejo na istih strojih oziroma delovnih mestih, vendar je potrebna količina dela (število normativnih ur za izdelavo) različna. Želimo določiti reprezentativne enote za posamezne vrste izdelkov iz družine.*

Za določitev reprezentativnih enot potrebujemo normative materiala (izvedene iz kosovnic) in normative dela (izvedene iz proizvodnih postopkov).

Izvedemo predračun (predkalkulacijo) proizvodne (stroškovne) cene za vse realne vrste izdelkov in iz razmerja med njimi ugotovimo reprezentativne enote.

03.02.040 PRIMER AGREGACIJE 1.

Izdelek	Material	Normkolič	Enm	Pl-cena (DEN)	Vrednost
J1	**K**	2,0	kos	1.250,00	2.500,00
	M	0,7	kg	2.400,00	1.680,00
	N	2,5	kg	800,00	2.000,00
	P	1,6	m^2	3.000,00	4.800,00
	stroški izdelavnega materiala skupaj				10.980,00
J2	**K**	3,0	kos	1.250,00	3.750,00
	L	2,1	kg	900,00	1.890,00
	M	3,2	kg	2.400,00	7.680,00
	P	1,8	m^2	3.000,00	5.400,00
	stroški izdelavnega materiala skupaj				18.720,00
J3	**K**	2,0	kos	1.250,00	2.500,00
	L	1,8	kg	900,00	1.620,00
	M	3,0	kg	2.400,00	7.200,00
	P	1,2	m^2	3.000,00	3.600,00
	stroški izdelavnega materiala skupaj				14.920,00
J4	**K**	4,0	kos	1.250,00	5.000,00
	L	2,4	kg	900,00	2.160,00
	M	0.6	kg	2.400,00	1.440,00
	P	1,0	m^2	3.000,00	3.000,00
	stroški izdelavnega materiala skupaj				11.600,00

Izdelek	Izdelavni čas (DU)	Delmesto	Urna-post (DEN)	Vrednost
J1	1,20	**T**	2.500,00	3.000,00
	2,20	**U**	3.200,00	7.040,00
	0,50	**V**	5.000,00	2.500,00
	2,10	**Z**	4.100,00	8.610,00
	stroški dela skupaj			21.150,00
J2	1,40	**T**	2.500,00	3.500,00
	2,50	**U**	3.200,00	8.000,00
	0,35	**V**	5.000,00	1.750,00
	2,80	**Z**	4.100,00	11.480,00
	stroški dela skupaj			24.730,00
J3	1,20	**T**	2.500,00	3.000,00
	2,30	**U**	3.200,00	7.360,00
	0,25	**V**	5.000,00	1.250,00
	2,50	**Z**	4.100,00	10.250,00
	stroški dela skupaj			21.860,00
J4	2,80	**T**	2.500,00	7.000,00
	3,20	**U**	3.200,00	10.240,00
	0,80	**V**	5.000,00	4.000,00
	1,80	**Z**	4.100,00	7.380,00
	stroški dela skupaj			28.620,00

03.02.050 PRIMER AGREGACIJE 2.

Proizvodne cene (skupaj stroški izdelavnega materiala in stroški dela):

J1 : 10.980 + 21.150 = 32.130 DEN
J2 : 18.720 + 24.730 = 43.450 DEN
J3 : 14.920 + 21.860 = 36.780 DEN
J4 : 11.600 + 28.620 = 40.220 DEN

Reprezentativne enote:

J1 : 32.130 = 1 R enota

J2 : $\frac{43.450}{32.130} \approx 1{,}35$ R enote

J3 : $\frac{36.780}{32.130} \approx 1{,}15$ R enote

J4 : $\frac{40.220}{32.130} \approx 1{,}25$ R enote

03.02.060 PRIMER AGREGACIJE 3.

Planiranje proizvodnega programa

3

Za predlagani plan proizvodnega programa se **preveri tehnološke možnosti realizacije:**

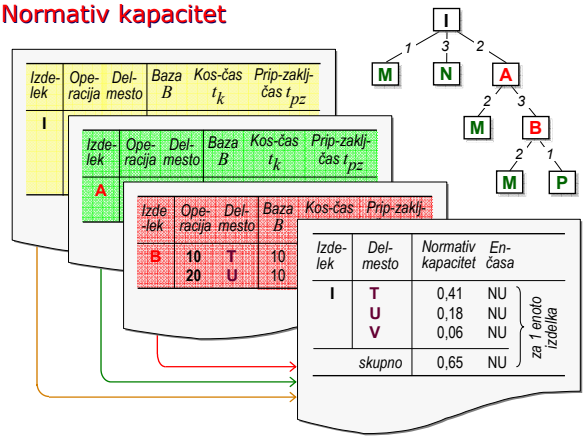
- glede na normative kapacitet (časov za izdelavo) za izdelke oziroma reprezentante družin se določi potrebne kapacitete za izdelavo izdelkov preko vseh stopenj gradnje,
- potrebne kapacitete se primerjajo z razpoložljivimi kapacitetami.

Če so **kapacitete premajhne,** realizacija ne bi bila možna; takrat se

- ali spremeni plan proizvodnega programa po količinah in/ali sortimentu,
- ali išče možnosti srednjeročnega povečanja kapacitet (novi stroji, izmene, kooperacije ...),
- ali razišče uporabo drugih alternativnih tehnologij.

03.060 PLAN PROGRAMA 3.

Normativ kapacitet



03.06.001 NORMATIV KAPACITET

Planiranje proizvodnega programa

4

Za predlagani plan proizvodnega programa se nato **preveri možnosti materialne preskrbe:**

- glede na normative materiala se določi nabor in količine pomembnih kritičnih vrst materialov, potrebnih za izdelavo sestavnih delov in gradnikov ter sestavo (montažo) izdelkov,
- potrebe po materialu se primerjajo z nabavnimi možnostmi.

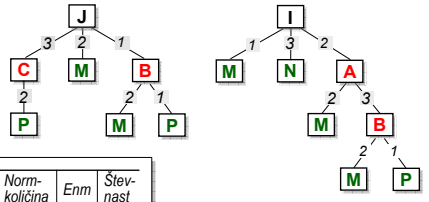
Če **ni mogoče zagotoviti vsega materiala** , tako po sortimentu kot po količini, realizacija ne bo možna; takrat se:

- ali popravi plan proizvodnega programa po količinah in/ali sortimentu,
- ali išče dodatne vire (nabavne možnosti),
- ali razišče uporabe alternativnih materialov.

Eventuelno se preveri tudi **možnosti financiranja**.

03.070 PLAN PROGRAMA 4.

Normativi materiala



Izdelek	Kompo-nenta	Norm-količina	Enm	Štev-nast
I		1,00	kos	
izdelano	A	2,00	kos	1
	B	6,00	kos	1
kupljeno	M	17,00	kg	3
	N	3,00	dm^2	1
	P	6,00	m	1

Izdelek	Kompo-nenta	Norm-količina	Enm	Štev-nast
J		1,00	kos	
izdelano	B	1,00	kos	1
	C	3,00	kos	1
kupljeno	M	4,00	kg	2
	P	7,00	m	2

00.230 NORMATIVI MATERIALA

Planiranje proizvodnega programa

Metode za oblikovanje predloga plana prodaje:

- ocenjevanje (heuristične metode, npr. metoda scenarijev), kadar ni na razpolago nobenih podatkov o povpraševanju / prodaji v preteklosti (tudi, kadar gre za popolnoma nove vrste izdelkov),
- napovedovanje (stohastično planiranje), ki temelji na zakonitosti vztrajnosti poslovnih pojavov:
  - povpraševanje / prodaja je lahko predvsem odvisna od časa, vplive drugih dejavnikov se lahko zanemari; takratse uporablja ekstrapolacijske metode, (npr. srednje vrednosti - povprečja),
  - če pa je povpraševanje / prodaja odvisna od večih dejavnikov, od katerih eden (ne pa edini!) je čas, so uporabne korelacijske metode (npr. regresija).

Za vsako napovedovanje so potrebni statistični podatki o dogajanjih v preteklosti (v obliki časovnih vrst)!

03.080 METODE ZA PLAN PROGRAMA

PRIMER NAPOVEDOVANJA PRODAJE Z METODO LINEARNE REGRESIJE PRVEGA REDA

Prodajo nekega izdelka, za katero imamo statistične podatke za preteklo leto (12 mesecev), želimo za naslednje tromesečje napovedati z linearno regresijo prvega reda. Izračun regresije izvedemo po metodi najmanjših kvadratov (z uporabo orodja MS Excel); izračunane podatke prikažemo tabelarično in grafično. Ustreznost regresijske funkcije preverjamo s koeficientoma determinacije in korelacije, območje napovedi s standardnim odklonom oziroma povprečno napako napovedi.

x (mesec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y (prodaja)	1252	1259	1240	1239	1231	1240	1231	1222	1226	1212	1218	1220

03.02.010 PRIMER NAPOVEDI PRODAJE 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	x->mesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	y->prodaja	1252	1259	1240	1239	1231	1240	1231	1222	1226	1212	1218	1220
3													
4	regresijska premica 'y = a + b*x'												
5	LINEST(y1:yn;x1:xn;TRUE;TRUE)				matrična formula - ctrl/shift/enter!								
6													
7	b	a	→	b = regresijski koeficient'			a = regresijska konstanta'			-3,559	1255,6		
8	σ(b)	σ(a)		standardni odklon b'			standardni odklon a'			0,5081	3,7399		
9	r^2	σ(y)		koeficient determinacije'			standardni odklon ocen'			0,8307	6,0766		
10	F	df		F statistika'			stopnja prostosti'			49,067	10		
11	Σs(reg)	Σs(resid)		vsota kvadratov'			vsota odklonov'			1811,8	369,24		
12													
13	napoved za 1. mesec naslednjega leta y13 = a + 13*b						1209,4						
14	napoved za 2. mesec naslednjega leta y14 = a + 14*b						1205,8						
15	napoved za 3. mesec naslednjega leta y15 = a + 15*b						1202,2						

03.03.020 PRIMER NAPOVEDI PRODAJE 2.

PRIMER NAPOVEDOVANJA PRODAJE Z METODO LINEARNE REGRESIJE PRVEGA REDA

Prodajo nekega izdelka, za katero imamo statistične podatke za preteklo leto (12 mesecev), želimo za naslednje tromesečje napovedati z linearno regresijo prvega reda. Izračun regresije izvedemo po metodi najmanjših kvadratov (z uporabo orodja MS Excel); izračunane podatke prikažemo tabelarično in grafično. Ustreznost regresijske funkcije preverjamo s koeficientoma determinacije in korelacije, območje napovedi s standardnim odklonom oziroma povprečno napako napovedi.

x (mesec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y (prodaja)	1252	1259	1240	1239	1231	1240	1231	1222	1226	1212	1218	1220

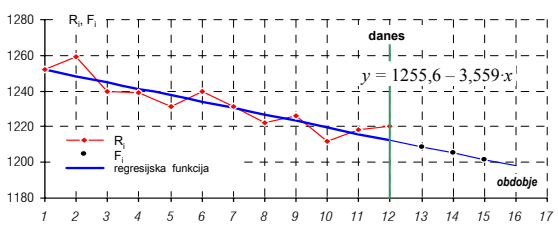
Regresijska funkcija: $y = a + b \cdot x = 1255{,}6 - 3{,}6 \cdot x$

Koeficient določenosti (determinacije) : $r^2 = 0{,}83$ →
prodaja je odvisna od časa in s časom pada

Indeks (koeficient) korelacije : $r = -0{,}91$ →
premica še dovolj dobro ponazarja gibanje prodaje

Srednja napaka napovedi: $MAD \approx 0{,}8 \cdot \sigma_e = 0{,}8 \cdot 6{,}08 = 4{,}86$ →
z verjetnostjo 0,95 bo napoved med izračunano vrednostjo minus 12,15 in izračunano vrednostjo plus 12,15

03.03.030 PRIMER NAPOVEDI PRODAJE 3.



Napoved za naslednje tromesečje:

$x = 13 \rightarrow y_{13} = 1255{,}6 - 13 \cdot 3{,}559 = 1209{,}33 \rightarrow$ *z verjetnostjo 0.95 lahko planiramo, da bo prodaja v januarju naslednjega leta med* $F_{13} - 2.5\ MAD$ *in* $F_{13} + 2.5\ MAD$, *torej med 1196 in 1221 enotami;*

$x = 14 \rightarrow y_{14} = 1255{,}6 - 14 \cdot 3{,}559 = 1205{,}77 \rightarrow$ *z verjetnostjo 0.95 lahko planiramo, da bo prodaja v februarju naslednjega leta med 1193 in 1218 enotami;*

$x = 15 \rightarrow y_{15} = 1255{,}6 - 15 \cdot 3{,}559 = 1202{,}22 \rightarrow$ *z verjetnostjo 0.95 lahko planiramo, da bo prodaja v februarju naslednjega leta med 1190 in 1214 enotami.*

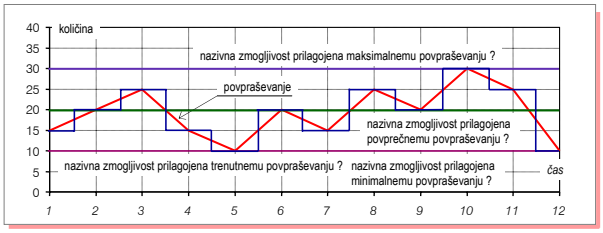
03.03.040 PRIMER NAPOVEDI PRODAJE 4.

Prilagajanje proizvodnje povpraševanju / prodaji

Vodilno načelo tržnega gospodarstva je

➲➲➲ izdeluj le tisto in toliko, kar boš lahko prodal.

Kadar je povpraševanje (prodaja) stacionarno v daljšem časovnem obdobju, se zmogljivost proizvodnje dimenzionira enostavno glede na običajen obseg prodaje / povpraševanja. Če pa je povpraševanje nestacionarno, se pojavi problem: kako zmogljivost proizvodnje (izdelano količino izdelkov) uskladiti s povpraševanjem?



03.090 PRILAGAJANJE PROIZVODNJE POVPRAŠEVANJU 1.

Prilagajanje proizvodnje povpraševanju / prodaji

- Kako je mogoče usklajevati zmogljivosti proizvodnje s povpraševanjem ?
  - obseg proizvodnje se spreminja tako, da se prilagajajo kapacitete (npr. delavce se zaposluje ali odpušča);
  - kapacitete so stalno enake (enako število delavcev v vsem času), obseg izhoda se spreminja tako, da se spreminja intenziteta dela (npr. delo v nadurah za povečevanje izhoda ali 'delavci na čakanju', ali pa se ne obremenjuje vseh delavcev - zmanjševanje izhoda);
  - oddajanje dela proizvodnje ali izdelave komponent podizvajalcem - kooperacije;
  - proizvajajo se stalno enake količine; v obdobjih, ko je povpraševanje manjše, se ustvarjajo zaloge, ki se črpajo v obdobjih večjega povpraševanja;
  - proizvajajo se stalno enake količine, naročila kupcev se odlagajo, daljšajo se dobavni roki ...

03.100 PRILAGAJANJE PROIZVODNJE POVPRAŠEVANJU 2.

Prilagajanje proizvodnje povpraševanju / prodaji

Vsako prilagajanje proizvodnje povpraševanju povzroči, da so stroški proizvodnje višji, ker nastajajo dodatni stroški, npr.:

- stroški zaposlovanja, npr. stroški oglaševanja, preverjanja kandidatov, administracije, usposabljanja in uvajanja;
- stroški odpuščanja, tudi odpust delavca zahteva določeno administrativno delo, odpuščeni delavec dobi odpravnino;
- stroški povečevanja intenzitete dela - stroški nadur; plačilo za nadure je običajno večje kot plačilo za redne delovne ure;
- stroški zmanjševanja intenzitete dela - podobremenitve, če je zaposlenih več delavcev, kot je potrebno za planirani obseg proizvodnje; delovne ure podobremenitve naj bi bile plačane;
- stroški zalog nastajajo, če se nihanje povpraševanja izravnava z zalogami;
- stroški kooperacij nastanejo, če se konice povpraševanja pokrivajo z oddajo dela proizvodnje poddobaviteljem;
- stroški odlaganja naročil: izgubljeni dobiček zaradi izpada prodaje in dolgoročna izguba dobička iz prihodnjih poslov.

03.110 STROŠKI PRILAGAJANJA PROIZVODNJE POVPRAŠEVANJU

Metoda scenarijev

Poznan mora biti predlog plana prodaje.

Po tem se razvija različne scenarije prilagajanja obsega proizvodnje planu prodaje. Skuša se določiti tak scenarij - agregirani plan proizvodnje, da bodo dodatni stroški prilagajanja proizvodnje planu prodaje minimalni; le-ta se po tem operacionalizira in postane obvezujoč za vse nadaljnje akcije.

Koraki določanja:

[1] razvije se agregirani plan proizvodnje po nekem scenariju za proizvodnjo, zaposlovanje in odpuščanje, nadure, podobremenitev, kooperacije in zaloge itd., ki bo zadovoljil plan prodaje in hkrati ne bo presegel omejitev kapacitet,

[2] določi se stroške, ki bodo nastali po zadevnem scenariju,

[3] če scenarij stroškovno ustreza, se sprejme, sicer pa se oblikuje nove scenarije.

03.120 METODA SCENARIJEV

Metoda scenarijev

PRIMER UPORABE METODE SCENARIJEV

V podjetju pripravljamo agregirani plan proizvodnje za naslednje leto (12 mesecev). Izhodiščni podatki o stroških in kapacitetah, povpraševanju in varnostni zalogi:

Začetno in maksimalno število redno zaposlenih v proizvodnji	300	
Začetno stanje zaloge	100	enot
Minimalna (varnostna) zaloga	100	enot
Normne (delovne) ure, potrebne za izdelavo ene enote izdelka	20	NU
Stroški izdelave ene enote izdelka, izdelane v rednem delovnem času	20.000	DEN
Stroški izdelave ene enote izdelka, izdelane v nadurah	24.000	DEN
Stroški izdelave ene enote izdelka, izdelane pri kooperantih	27.000	DEN
Strošek ene ure podobremenitve	400	DEN
Strošek zaposlitve enega novega delavca	50.000	DEN
Strošek odpusta enega delavca	20.000	DEN
Strošek skladiščenja ene enote izdelka mesečno	500	DEN
Število delovnih ur v delovnem dnevu	8	DU
Količina, izdelana v delovnem dnevu v rednem delovnem času (nazivna zmogljivost)	120	enot
Količina, izdelana v delovnem dnevu v nadurah	30	enot
Količina, izdelana v delovnem dnevu pri kooperantih	100	enot

03.04.010 PRIMER SCENARIJEV 1.

Predlog plana prodaje – napoved potreb (povpraševanja):

Mesec	*plan prodaje - napoved potreb (povpraševanja - enot)*
januar	2.200
februar	2.250
marec	2.200
april	2.450
maj	2.600
junij	2.800
julij	2.550
avgust	2.450
september	2.500
oktober	2.350
november	2.250
december	2.200
skupno	28.800

Plan razpoložljivih kapacitet:

število delovnih dni	*nazivna kapaciteta (DU)*
20	48.000
21	50.400
21	50.400
20	48.000
21	50.400
21	50.400
19	45.600
14	33.600
22	52.800
21	50.400
20	48.000
18	43.200
238	571.200

03.04.020 PRIMER SCENARIJEV 2.

***Scenarij A** : Agregirani plan skušamo določiti tako, da ohranjamo stalno isto število zaposlenih in produktivnost ter dopuščamo zaloge izdelkov.*

Predlog plana proizvodnega programa bo v tem primeru:

Mesec	plan prodaje	število rednih del.ur	izdelano v rednem del.času	izdelano v nad-urah	za prodajo	na zalogo	iz zaloge	zaloga ob koncu meseca
								100
januar	2.200	48.000	2.400		2.200	200		300
februar	2.250	50.400	2.520		2.250	270		570
marec	2.200	50.400	2.520		2.200	320		890
april	2.450	48.000	2.400		2.400		50	840
maj	2.600	50.400	2.520		2.520		80	760
junij	2.800	50.400	2.520		2.520		280	480
julij	2.550	45.600	2.280		2.280		270	210
avgust	2.450	33.600	1.680	660	2.340		110	100
september	2.500	52.800	2.640		2.500	140		240
oktober	2.350	50.400	2.520		2.350	170		410
november	2.250	48.000	2.400		2.250	150		560
december	2.200	43.200	2.160		2.160		40	520
skupno	28.800	571.200	28.560	660	27.970	1.250	830	5.980

03.04.030 PRIMER SCENARIJEV 3.

Po tej varianti plana v prvih treh mesecih leta proizvodnja presega povpraševanje - plan prodaje, višek se oddaja na zalogo, ki se iz meseca v mesec povečuje. Od aprila do julija je proizvodnja manjša kot povpraševanje in se manjko črpa iz zaloge. V avgustu tudi zaloga ne zadostuje, da bi pokrili povpraševanje in bo zato treba nekaj izdelkov izdelati v nadurah; zaloga se bo porabila in bo ob koncu avgusta enaka varnostni zalogi. Septembra, oktobra in novembra je proizvodnja spet večja kot povpraševanje, viški gredo na zalogo, ki ponovno poraste. V decembru je proizvodnja manjša kot napovedano povpraševanje, tako, da se razlika pokriva iz zaloge. Ob koncu leta bo zaloga nekaj večja, kot je bila ob začetku leta.

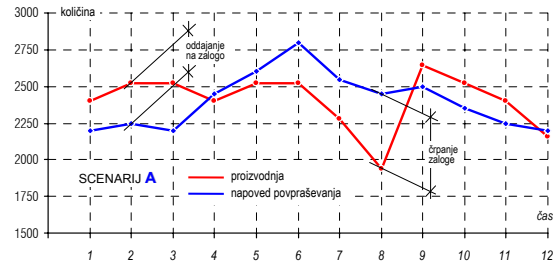
Novo zaposlovanje, odpuščanje, podobremenitev in kooperacije niso predvideni.

Edini stroški bodo tako stroški izdelave v rednem delovnem času, stroški izdelave v nadurah ter stroški skladiščenja oziroma zalog. Stroški bodo torej:

stroški izdelave:				
v rednem delovnem času	28.560 enot ×	20.000 DEN =	571.200.000 DEN
v nadurah	660 enot ×	24.000 DEN =	15.840.000 DEN
stroški zalog	5.980 enot ×	500 DEN =	2.990.000 DEN
stroški skupno		=	590.030.000 DEN

03.04.040 PRIMER SCENARIJEV 4.

Grafični prikaz:



03.04.050 PRIMER SCENARIJEV 5..

***Scenarij* B** *: Predvidevamo, da bomo proizvajali le toliko, kolikor zahteva plan prodaje, odvečne delovne ure bodo ure podobremenitve – čakanja. Če v rednem delovnem času ne bo mogoče izdelati dovolj, da bi pokrili zahteve prodaje, se bodo uvedle nadure in po potrebi aktivirali še kooperanti. Predlog plana proizvodnega programa bo v tem primeru :*

Mesec	*plan prodaje*	*izdelano v rednem del.času*	*izdelano v nad-urah*	*izdelano pri koo-perantih*	*število rednih del.ur*	*del.ur za izdelavo*	*del.ur podobre-menitve*	*zaloga ob koncu meseca*
								100
januar	2.200	2.200			48.000	44.000	4.000	100
februar	2.250	2.250			50.400	45.000	5.400	100
marec	2.200	2.200			50.400	44.000	6.400	100
april	2.450	2.400	50		48.000	48.000		100
maj	2.600	2.520	80		50.400	50.400		100
junij	2.800	2.520	280		50.400	50.400		100
julij	2.550	2.280	270		45.600	45.600		100
avgust	2.450	1.680	420	350	33.600	33.600		100
september	2.500	2.500			52.800	50.000	2.800	100
oktober	2.350	2.350			50.400	47.000	3.400	100
november	2.250	2.250			48.000	45.000	3.000	100
december	2.200	2.160	40		43.200	43.200		100
skupno	28.800	27.310	1.140	350	571.200	546.200	25.000	1.300

03.04.060 PRIMER SCENARIJEV 6..

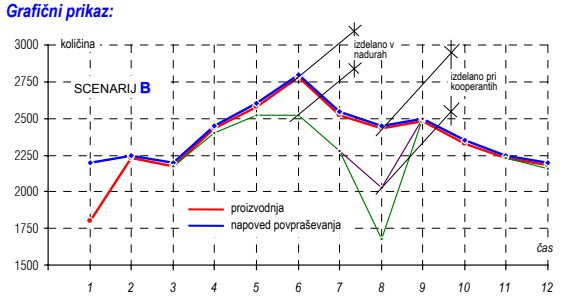
V prvih treh mesecih leta je zmogljivost proizvodnje večja, kot povpraševanje, v januarju se bo del povpraševanja pokril tudi iz zaloge (do varnostne zaloge). Prihajalo bo torej do podobremenitve, nekaj delavcev bo ostajalo brez dela. Od aprila do julija bo v rednem delovnem času izdelana količina manjša kot povpraševanje in bo zato treba manjko izdelati v nadurah. V avgustu tudi nadure ne zadostujejo (kolektivni dopust!) ter bo treba angažirati še kooperante. Septembra, oktobra in novembra bi se spet lahko proizvedlo več kot je povpraševanje in bo ponovno prišlo do podobremenitve določenega števila delavcev. V decembru bo proizvodnja v rednem delovnem času izdelala spet manj kot je napovedano povpraševanje, torej bo treba spet delati v nadurah. Zaloge med letom ne bo oziroma bo enaka minimalni varnostni zalogi, zaposlovanja ali odpuščanja ne bo.

Stroški bodo tako stroški izdelave v rednem delovnem času, stroški izdelave v nadurah, stroški kooperantov ter stroški skladiščenja oziroma zalog ter stroški podobremenitve:

stroški izdelave:				
v rednem delovnem času	27.310 enot ×	20.000 DEN =		546.200.000 DEN
v nadurah	1.140 enot ×	24.000 DEN =		27.360.000 DEN
pri kooperantih	350 enot ×	27.000 DEN =		9.450.000 DEN
stroški podobremenitve	25.000 DU ×	400 DEN =		10.000.000 DEN
stroški zalog	1.300 enot ×	500 DEN =		650.000 DEN
stroški skupno			=	593.660.000 DEN

03.04.070 PRIMER SCENARIJEV 7..

Grafični prikaz:



03.04.080 PRIMER SCENARIJEV 8..

***Scenarij C**: Predvidevamo sprotno izdelavo take količine izdelkov, da se zadovolji povpraševanje, odvečne delovne ure bodo ure podobremenitve. Ko je napovedano povpraševanje večje kot zmogljivost proizvodnje v rednem delovnem času, se bo delalo tudi v nadurah oziroma pri kooperantih. Septembra bomo odpustili 20 delavcev.*

Mesec	*plan prodaje*	*v rednem del.času*	*izdelano v nadurah*	*pri kooperantih*	*število zaposlenih*	*število rednih del.ur*	*del.ur za izdelavo*	*del.ur podobremenitve*	*zaloga ob koncu meseca*
					300				100
januar	2.200	2.200			300	48.000	44.000	4.000	100
februar	2.250	2.250			300	50.400	45.000	5.400	100
marec	2.200	2.200			300	50.400	44.000	6.400	100
april	2.450	2.400	50		300	48.000	48.000		100
maj	2.600	2.520	80		300	50.400	50.400		100
junij	2.800	2.520	280		300	50.400	50.400		100
julij	2.550	2.280	270		300	45.600	45.600		100
avgust	2.450	1.680	420	350	300	33.600	33.600		100
september	2.500	2.464	36		280	49.280	49.280		100
oktober	2.350	2.350			280	47.040	47.000	40	100
november	2.250	2.240	10		280	44.800	44.800		100
december	2.200	2.016	184		280	40.320	40.320		100
skupno	28.800	27.120	1.330	350		558.240	542.400	15.840	1.300

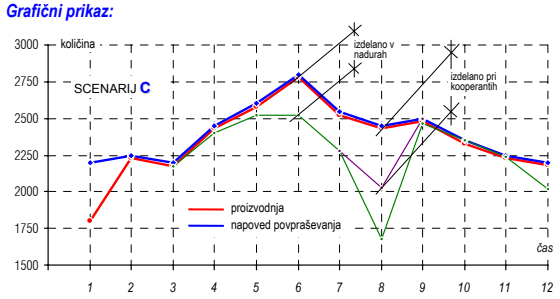
03.04.090 PRIMER SCENARIJEV 9.

V prvih treh mesecih leta prihaja do podobremenitve, nato se v obdobjih večjega povpraševanja proizvaja tudi v nadurah in po potrebi še pri kooperantih. V septembru po odpustu 20 delavcev bodo potrebne nadure, v oktobru bo nekaj podobremenitve, zadnja dva meseca pa bodo spet potrebne nadure. Zaloge med letom ne bo oziroma bo enaka minimalni varnostni zalogi. Stroški po tem scenariju bodo:

stroški izdelave:			
v rednem delovnem času	27.120 enot ×	20.000 DEN =	542.400.000 DEN
v nadurah	1.330 enot ×	24.000 DEN =	31.920.000 DEN
pri kooperantih	350 enot ×	27.000 DEN =	9.450.000 DEN
stroški podobremenitve	15.840 DU ×	400 DEN =	6.336.000 DEN
stroški zalog	1.300 enot ×	500 DEN =	650.000 DEN
stroški odpuščanja	20 delavcev ×	20.000 DEN =	400.000 DEN
stroški skupno		=	591.156.000 DEN

03.04.100 PRIMER SCENARIJEV 10.

Grafični prikaz:



03.04.110 PRIMER SCENARIJEV 11.

V prvih treh mesecih leta prihaja do podobremenitve, nato se v obdobjih večjega povpraševanja proizvaja tudi v nadurah in po potrebi še pri kooperantih. V septembru po odpustu 20 delavcev bodo potrebne nadure, v oktobru bo nekaj podobremenitve, zadnja dva meseca pa bodo spet potrebne nadure. Zaloge med letom ne bo oziroma bo enaka minimalni varnostni zalogi. Stroški po tem scenariju bodo:

stroški izdelave:			
v rednem delovnem času	27.120 enot ×	20.000 DEN =	542.400.000 DEN
v nadurah	1.330 enot ×	24.000 DEN =	31.920.000 DEN
pri kooperantih	350 enot ×	27.000 DEN =	9.450.000 DEN
stroški podobremenitve	15.840 DU ×	400 DEN =	6.336.000 DEN
stroški zalog	1.300 enot ×	500 DEN =	650.000 DEN
stroški odpuščanja	20 delavcev ×	20.000 DEN =	400.000 DEN
stroški skupno		=	591.156.000 DEN

*Planirani stroški so torej: scenarij **A** 590.030.000 DEN, scenarij **B** 593.660.000 DEN in scenarij **C** 591.156.000 DEN. Scenarij **B** stroškovno ni ugoden in ga odklonimo. Izbiramo med scenarijema **A** in **C**. Vprašanje je, ali je smotrno (in možno) izdelke skladiščiti. Če jih ne bomo skladiščiti (npr. zaradi roka uporabnosti), se odločimo za scenarij **C**; sicer pa se operacionalizira scenarij **A** .*

03.04.120 PRIMER SCENARIJEV 12.

Linearno programiranje za planiranje proizvodnega programa

Metoda za oblikovanje optimalnega plana proizvodnega programa (ki zagotavlja najboljši poslovni rezultat – največji dobiček), ki po tem, ko je znan predlog plana prodaje, v enem koraku izvede vsa preverjanja, je linearno programiranje. Ideja:

- s prodajo izdelkov pridobivamo prihodek, po odštetju vseh stroškov ostane dobiček; le-ta je za različne vrste izdelkov običajno različen;
- iščemo nabor vrst in količin družin / izdelkov - proizvodni program, ki v planskem obdobju ob upoštevanju razpoložljivosti materiala, kapacitet in denarnih sredstev prinaša največji dobiček;
- za izdelavo vsake vrste izdelka potrebujemo določene količine raznih materialov ter proizvodne kapacitete, pa tudi denarna sredstva za zagotavljanje materialov in kapacitet;
- količine materiala, kapacitet in denarnih sredstev so omejene;
- prodajne možnosti za posamezne družine / vrste izdelkov so omejene tako navzdol kot navzgor;
- izdelovati ne smemo več, kot je zgornja meja prodaje in ne manj, kot je spodnja meja prodaje.

03.130 LINEARNI PROGRAM 1.

Linearno programiranje za planiranje proizvodnega programa

Matematična formulacija linearnega programa:

Namenska funkcija: $\sum_j a_j \cdot Q_j - C \rightarrow \max$ — vsota zmnožkov doprinosov izdelkov / posameznih družin k dobičku in količin izdelkov / družin z odštetimi fiksnimi stroški poslovanja naj bo največja

Upoštevati je treba omejitve (robne pogoje):

Materiali: $\sum_j m_{ej} \cdot Q_j \le M_e$ — vsota zmnožkov normativnih količin materiala in količin izdelkov mora biti manjša ali enaka kot razpoložljiva količina materiala

Kapacitete: $\sum_j k_{hj} \cdot Q_j \le K_h$ — vsota zmnožkov normativnih potrebnih kapacitet in količin izdelkov mora biti manjša ali enaka kot razpoložljive kapacitete

Denarna sredstva: $\sum_j f_{ij} \cdot Q_j \le F_i$ — vsota zmnožkov normativnih stroškov in količin izdelkov mora biti manjša ali enaka kot razpoložljiva denarna sredstva

Plan prodaje: $D_j \le Q_j \le G_j$ — proizvajati ne smemo večje količine, kot je zgornja meja prodaje in ne manj, kot je spodnja meja prodaje

03.140 LINEARNI PROGRAM 2.

Linearno programiranje za planiranje proizvodnega programa

Zapis linearnega programa v matrični obliki:

		Ciljna funkcija	izdelek 1	izdelek 2	izdelek 3	...		
		količina	Q_1	Q_2	Q_3	...	→	
		doprinos k dobičku	a_1	a_2	a_3	...	max	
Sistem omejitev - robni pogoji	materiali	material 1	m_{11}	m_{12}	m_{13}	...	≤	M_1
		material 2	m_{21}	m_{22}	m_{23}	...	≤	M_2
		:	:	:	:	...	:	:
	kapacitete	del.mesto 1	k_{11}	k_{12}	k_{13}	...	≤	K_1
		del.mesto 2	k_{21}	k_{22}	k_{21}	...	≤	K_2
		:	:	:	:	...	:	:
	prodajne količine	zg.meja prod. 1	1			...	≤	G_1
		sp.meja prod. 1	1			...	≥	D_1
		zg.meja prod. 2		1		...	≤	G_2
		sp.meja prod. 2		1		...	≥	D_2
		zg.meja prod. 3			1	...	≤	G_3
		sp.meja prod. 3			1	...	≥	D_3
		:	:	:	:	...	:	:

03.150 LINEARNI PROGRAM 3.

PRIMER DOLOČANJA OPTIMALNEGA PLANA PROIZVODNEGA PROGRAMA Z LINEARNIM PROGRAMOM

*Izdelujemo štiri družine izdelkov, **A** do **D**. Vrste izdelkov v posameznih družinah so zelo podobne, v njih se uporabljajo (kritični) materiali **J** do **N**, vsi se izdelujejo se na kapacitivnih mestih **T** do **Z** .*

Predlog plana prodaje:

Družina izdelkov	Ocena prodaje najmanj	Ocena prodaje največ	Proizvodna cena	Prodajna cena	Doprinos k dobičku
A	10.000	50.000	25.500	28.000	2.500
B	25.000	75.000	15.600	19.000	3.400
C	5.000	20.000	10.400	12.200	1.800
D	15.000	25.000	31.700	34.500	2.800

Nabavne možnosti:

Material	Količina	Enm
J	neomejeno	
K	120.000	kg
L	110.000	kg
M	50.000	kg
N	100	m^3

Razpoložljive kapacitete:

Kapacitivno mesto	Količina	
T	12.000	DU
U	8.000	DU
V	12.000	DU
Z	16.000	DU

03.05.010 PRIMER LINEARNI PROGRAM 1.

Normativi materiala:

Nad-sestav	Pod-komp	Norm-količ	Enm
A	J	1,2	kg
	L	0,7	kg
	M	2,5	kg
	N	1,6	dm^3
B	J	1,8	kg
	K	2,1	kg
	L	1,1	kg
	N	1,8	dm^3
C	K	2,0	kg
	L	3,2	kg
	N	1,2	dm^3
D	J	1,5	kg
	K	0,4	kg
	L	0,6	kg
	M	1,0	kg

Normativi kapacitet:

Izdelek	Izdel-čas	En-časa	Kapac-mesto
A	0,12	NU	T
	0,05	NU	U
	0,22	NU	V
	0,21	NU	Z
B	0,05	NU	T
	0,14	NU	U
	0,25	NU	V
	0,33	NU	Z
C	0,50	NU	T
	0,05	NU	V
	0,25	NU	Z
B	0,02	NU	T
	0,12	NU	U
	0,08	NU	V

Želimo izračunati optimalni plan proizvodnega programa. Fiksni poslovni stroški bodo predvidoma 62.500.000 DEN; omejitev financiranja pri izračunu plana ne upoštevamo.Da se izognemo prevelikim numeričnim podatkom, vse količinske podatke po potrebi preračunamo na 1.000 enot izdelkov.

03.05.020 PRIMER LINEARNI PROGRAM 2.

Objective
- Maximize
- Minimize

Instruction
Enter the name for this constraint. Almost any character is permissible.

Plan proizvodnega programa

		druzina A	druzina B	druzina C	druzina D		RHS
Maximize		2.500	3.400	1.800	2.800		
material J	(1)	1.200	1.800	0	1.500	<=	999.999
material K	(2)	0	2.100	2.000	400	<=	120.000
material L	(3)	700	1.100	3.200	600	<=	110.000
material M	(4)	2.500	0	0	1.000	<=	50.000
material N	(5)	1.600	1.800	1.200	0	<=	100.000
del.mesto T	(6)	120	50	500	20	<=	12.000
del.mesto U	(7)	50	140	0	120	<=	8.000
del.mesto V	(8)	220	250	50	80	<=	12.000
del.mesto Z	(9)	210	330	250	0	<=	16.000
A najvec	(10)	1	0	0	0	<=	50
A najmanj	(11)	1	0	0	0	>=	10
B najvec	(12)	0	1	0	0	<=	75
B najmanj	(13)	0	1	0	0	>=	25
C najvec	(14)	0	0	1	0	<=	20
C najmanj	(15)	0	0	1	0	>=	5
D najvec	(16)	0	0	0	1	<=	25
D najmanj	(17)	0	0	0	1	>=	15

03.05.030 PRIMER LINEARNI PROGRAM 3.

Linear Programming Results

Plan proizvodnega programa solution

		druzina A	druzina B	druzina C	druzina D		RHS	Dual
Maximize		2.500,	3.400,	1.800,	2.800,			
material J	(1)	1.200,	1.800,	0,	1.500,	<=	999.999,	0,
material K	(2)	0,	2.100,	2.000,	400,	<=	120.000,	0,
material L	(3)	700,	1.100,	3.200,	600,	<=	110.000,	0,
material M	(4)	2.500,	0,	0,	1.000,	<=	50.000,	1,7029
material N	(5)	1.600,	1.800,	1.200,	0,	<=	100.000,	0,
del.mesto T	(6)	120,	50,	500,	20,	<=	12.000,	2,2857
del.mesto U	(7)	50,	140,	0,	120,	<=	8.000,	0,
del.mesto V	(8)	220,	250,	50,	80,	<=	12.000,	13,1429
del.mesto Z	(9)	210,	330,	250,	0,	<=	16.000,	0,
A najvec	(10)	1,	0,	0,	0,	<=	50,	0,
A najmanj	(11)	1,	0,	0,	0,	>=	10,	-4.922,857
B najvec	(12)	0,	1,	0,	0,	<=	75,	0,
B najmanj	(13)	0,	1,	0,	0,	>=	25,	0,
C najvec	(14)	0,	0,	1,	0,	<=	20,	0,
C najmanj	(15)	0,	0,	1,	0,	>=	5,	0,
D najvec	(16)	0,	0,	0,	1,	<=	25,	0,
D najmanj	(17)	0,	0,	0,	1,	>=	15,	0,
Solution->		10,	27,6327	17,8367	25,		221.057,14	

03.05.040 PRIMER LINEARNI PROGRAM 4.

Plan proizvodnega programa solution

Variable		Value	Reduced	Original	Lower Bound	Upper Bound
druzina A		10,	0,	2.500,	-Infinity	7.422,86
druzina B		27,63	0,	3.400,	180,	8.748,72
druzina C		17,84	0,	1.800,	680,	34.000,
druzina D		25,	0,	2.800,	1.097,14	Infinity
Constraint		**Dual Value**	**ack/Surplus**	**Original**	**Lower Bound**	**Upper Bound**
material J	(1)	0,	900.760,3	999.999,	99.238,75	Infinity
material K	(2)	0,	16.297,96	120.000,	103.702,04	Infinity
material L	(3)	0,	526,5313	110.000,	109.473,47	Infinity
material M	(4)	1.702.857,	0,	50.000,	46.993,14	50.000,
material N	(5)	0,	12.857,15	100.000,	87.142,86	Infinity
del.mesto T	(6)	2.285.714,	0,	12.000,	5.710,	12.086,58
del.mesto U	(7)	0,	631,4287	8.000,	7.368,57	Infinity
del.mesto V	(8)	1.314.286,	0,	12.000,	11.355,	12.165,38
del.mesto Z	(9)	0,	322,041	16.000,	15.677,96	Infinity
A najvec	(10)	0,	40,	50,	10,	Infinity
A najmanj	(11)	-4.922.857,	0,	10,	10,	12,03
B najvec	(12)	0,	47,3674	75,	27,63	Infinity
B najmanj	(13)	0,	2,6327	25,	-Infinity	27,63
C najvec	(14)	0,	2,1633	20,	17,84	Infinity
C najmanj	(15)	0,	12,8367	5,	-Infinity	17,84
D najvec	(16)	0,	0,	25,	25,	Infinity
D najmanj	(17)	0,	10,	15,	-Infinity	25,

03.05.050 PRIMER LINEARNI PROGRAM 5.