

**Dr Zdravko Vincek,**

Institut za ekonomiku i organizaciju poljoprivrede  
Zagreb

## **PRIMJENA LINEARNOG PROGRAMIRANJA NA DRUŠTVENIM POLJOPRIVREDNIM GOSPODARSTVIMA**

### **II dio\*)**

#### **PRIMJENA SIMPLEX METODE KOD IZBORA OPTIMALNIH RJEŠENJA SA MINIMALNIM TROŠKOVIMA\*\*)**

Iz ranije iznesenog primjera se vidi da smo problem odnosa ratarstva i stočarstva uzeli kao date veličine izražene u potrebnim ha pojedinih krmnih kultura. Ekonomski je ipak i pravilnije zahtjeve stočarstva prilagoditi najoptimalnijim uvjetima i mogućnostima proizvodnje koji postoje u organizacijama. Zbog toga smo odlučili da na konkretnom primjeru razradimo mogućnosti planiranja krmne osnove i koja će kao kriterij izbora uzeti minimalne troškove, potrebne za osiguranje krmne baze.

Prije svega postavilo se pitanje kako definirati zahtjeve stočarstva da se omogući veći broj kombinacija raznih faktora u biljnoj proizvodnji. Odlučili smo se da potrebe stočarstva u kabastoj hrani definiramo kroz potrebe krmnih jedinica, bjelančevina kao i kroz količinu suhe tvari za zimski i ljetni period, te smo proizvodnju stočne krme za zimski period na izabranom dobru u 1963. godini izrazili s potrebnim količinama i to:

	zimi kg
suhe tvari	4,498.912
krmnih jedinica	3,151.184
bjelančevina	231.969

Dioba na zimski i ljetni period bila je nužna zbog različitih krmiva koje je moguće hraniti u pojedinim godišnjim diobama, a ovako dobivene i izražene potrebe mogu biti podmirene raznim vrstama hraniva. Ovako izraženi zahtjevi mogli bi se uključiti i u maksimizirajući program kako je on ranije prikazan. Ovdje se, međutim, radi o proizvodima koji imaju isključivo inter-nu realizaciju u poduzeću pa da bi se uklonile teškoće procjene vrijednosti natržnih proizvoda, odlučili smo se da kao kriterij uzmemo troškove, odnosno da se potrebna masa k. j. suhe tvari i bjelančevina proizvode uz što manje troškove proizvodnje.

Za postizavanje tog cilja postavljena su dva linearna programa s minimiziranjem troškova, odnosno izborom takve kombinacije krmnih kultura koji će osigurati potrebne količine krmnih jedinica, bjelančevina i suhe tvari uz najniže troškove proizvodnje.

Ovdje donosimo primjer izrađen samo za zimski period jer je postupak jednak. Prema tome zadatak je postavljen a temelju slijedećih podataka prikazanih u tabeli br. 10.

\*) Ovaj rad je nastavak članka, koji je bio objavljen u prošlom broju »Agronomskog glasnika«.

\*\*\*) Ovaj program je razrađen na temelju podataka proizvodnje 1963. g. na poljoprivred. dobru Čepin.

Tabela br. 11 — Obradbene tabele minimi

Cs		RASPOLOŽIVE DJELATNOSTI			
		C	0	0	0
		Izvori	Ne manje suhe tvari zimi	k.j. zimi	bjel. zimi
		B tona			
m	Ne manje suhe tvari — zimi	4.989	-1	0	0
m	Ne manje k.j. zimi	3.495	0	-1	0
m	Ne manje bjel. zimi	478	0	0	-1
	Z	0	0	0	0
	Zm	8962,0000	-m	-m	-m
	Z—C	0	0	0	0
	Z—Cm	8962,0000	-m	-m	-m
m	Ne manje suhe tvari — zimi	1539,1050	-1	0	7,2210
m	Ne manje k.j. zimi	1541,4450	0	-1	4,0890
12,280	Sijeno lucerne	4,1565	0	0	-0,0087
	Z—C	51,0418	0	0	-0,1068
	Z—Cm	3080,5500	-1	-1	11,3100
7,340	Silaža kukuruza	8,8787	-0,8758	0	0,0417
m	Ne manje k.j. zimi	23,7911	0,9914	-1	-3,0389
12,280	Sijeno lucerne	3,2296	0,0006	0	-0,0130
	Z—C	104,8290	-0,0351	0	0,1458
	Z—Cm	23,7911	0,9914	-1	-3,0389
7,340	Silaža kukuruza	5,5044	-0,1464	0,1418	0,4727
4,880	Silaža lucerne	11,1769	0,4658	-0,4698	-1,4277
12,280	Sijeno lucerne	1,0546	-0,0900	0,0914	0,2648
	Z—C	107,8982	0,0928	-0,1290	-0,2462
	Z—Cm	0	0	0	0
7,340	Silaža kukuruza	9,0173	0	-0,0059	0,0240
0	Suhe tvari zimi	23,9951	1	-1,0086	-3,0650
12,280	Sijeno lucerne	3,2142	0	0,0006	-0,0110
	Z—C	105,6715	0	-0,0354	0,0382
	Z—Cm	0	0	0	0
0	Bjel. zimi	375,7208	0	-0,2458	1
0	Suhe tvari — zimi	1175,5794	1	-1,7620	0
12,280	Sijeno lucerne	7,3471	0	-0,0021	0
	Z—C	91,3190	0	-0,0260	0
	Z—Cm	0	0	0	0

**zira juće simpleks metode**

12,280	4,880	7,340	m	m	m	
STVARNE DJELATNOSTI			UMJETNE DJELATNOSTI			R
Sijeno lucerne 3 god.	Silaža lucerne 3 god.	Silaža kukuruzna	suhe tvari zimi	k. j. zimi	bjel. zimi	
830	240	260	1	0	0	6,0108
470	160	220	0	1	0	7,4362
<b>115</b>	<b>26</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4,1565</b>
0	0	0	0	0	0	
1415,0000	426,0000	492,0000	m	m	m	
-12,2800	-4,8800	-7,3400	0	0	0	
1415,0000	426,0000	492,0000	0	0	0	
0	52,3370	<b>173,3480</b>	1	0	-7,2210	8,8787
0	53,7330	170,9320	0	1	-4,0890	9,0179
1	0,2261	0,1044	0	0	0,0087	39,8132
0	-2,1035	-6,0580	0	0	0,1068	
0	106,0685	344,2740	0	0	-12,3105	
0	0,3019	1	0,0058	0	-0,0417	29,4094
0	2,1286	0	-0,9914	1	3,0389	11,1769
1	0,1946	0	-0,0006	0	0,0130	16,5961
0	-0,2746	0	0,0351	0	-0,1458	
0	2,1286	0	-1,9914	0	2-0389	
0	0	1	0,1464	-0,1418	-0,4727	-34,5246
0	1	0	-0,4658	0,4698	1,4277	23,9951
1	0	0	0,0900	-0,0914	-0,2648	-11,7178
0	0	0	-0,0928	0,1290	0,2462	
0	0	0	-1	-1	-1	
0	0,3143	1	0	0,0059	-0,0240	375,7208
0	2,1468	0	1	1,0086	3,0650	-7,8287
1	0,1932	0	0	-0,0006	0,0110	-292,2000
0	-0,1992	0	0	0,0354	-0,0382	
0	0	0	-1	-1	-1	
0	13,0958	41,6667	0	0,2458	-1	
0	42,2854	127,7084	-1	1,7620	0	
1	0,3373	0,4583	0	0,0021	0	
0	-0,6995	-1,5917	0	0,0260	0	
0	0	0	-1	-1	-1	

**Tabela br. 10**

Potrebne količine	tona	Sastav pojedinih krmiva u toni		
		sijeno lucerne	silaza lucerne	silaza kukuruza
Zimi suhe tvari	4989	830	240	260
Zimi krm. jed.	3495	470	140	220
Zimi bjelanč.	478	115	26	12
Cijena košt. kg		12.28	4.88	7.34

Cijena koštanja sijena i silaže je izračunata na bazi proizvodnje lucerne i postignutih prinosa i troškova uz korištenje lucerne od 3 godine na analiziranom dobru. Troškovi siliranja u iznosu od 2,16 dinara po kg uključuju i kalaranje silirane mase. Troškovi proizvodnje po 1 kg uzeti su na temelju obračunske kalkulacije u analiziranoj organizaciji u 1963. god. Kao ograničenje pojavljuju se minimalne količine suhe tvari krmnih jedinica i bjelančevina. Potrebe se mogu podmiriti u konkretnom slučaju četiri vrste hrane koje imaju različite sadržaje krmnih jedinica bjelančevina i suhe tvari u toni pojedinih hraniva. Prema tome, cilj ovog programa je da pomoću prilagođene simpleks metode pronađe takav odnos krmnih kultura koje će zadovoljiti postavljenim biološkim zahtjevima uz najniže troškove proizvodnje.

Obradbene tabele ili matrice za traženje solucije su najmanjim troškovima za zimski period vide se u tabeli br. 11.

#### Postupak izračunavanja

Kod praktičnog postavljanja ovakvih zadataka pored ranijeg obrazloženja o sastavljanju obradbenih tabela ili matrica potrebno je podatke prilagoditi slijedećim zahtjevima: Kada je problem tako postavljen da se ograničenje kod programiranja postavi kao minimalna količina određenog zahtjeva, u konkretnom slučaju ne manje suhe tvari od 4989 tona, onda se kod raspoloživih djelatnosti koje korespondiraju s ograničenjima umjesto ranije postavljenog broja 1 stavlja — 1. Da bi se uklonile teškoće koje nastaju kod rješavanja problema s toliko negativnih predznaka, unaša se kod rješavanja takvih problema novi pojam takozvane »umjetne djelatnosti«. One se unašaju za sve negativne raspoložive djelatnosti i imaju vrijednost 0 u svim redovima izuzev onih koji korespondiraju s ograničenjima gdje imaju broj 1. Takav postupak nam dopušta da koristimo simpleks metodu za rješavanje takvih problema.

Rješavanje tako postavljenih zadataka ima dva cilja; da se uklone umjetne djelatnosti i pronađe rješenje s minimalnim troškovima.

Da umjetne djelatnosti ne bi ušle u plan određuju im se uvijek najveći troškovi koje obilježavamo sa m vrijednosti u c redu što znači da su njihovi troškovi uvijek veći od troškova drugih djelatnosti.

Prema tome, svaki plan gdje nema m, bolji je od onog koji sadrži m.

Pored tih specifičnosti kod postavljanja problema imamo i izvjesne modifikacije samog postupka. Pored izračunavanja reda  $Z$  i  $Z-C$  izračunavamo i pomoćne redove  $Z_m$  i  $Z-C_m$  vrijednosti koje sadrže  $m$ .

To činimo zato da lakše otklonimo komponentu troškova (umjetnih djelatnosti).

Postupak je, prema tome, slijedeći:

U početnoj tabeli  $Z$  i  $Z_m$  red dobiva se na uobičajeni način sumirajući produkte proizvodnih koeficijenata s odgovarajućom cijenom na krajnjoj lijevoj koloni br. 1. Stvarni troškovi idu u  $Z$  red, a troškovi sa  $m$  vrijednostima u  $Z_m$  red.

Redovi  $Z-C$  i  $C-Z_m$  formiraju se odvojeno i to na slijedeći način:

$Z-C$  se dobiva u prvoj tabeli običnim odbijanjem  $C$  reda od  $Z$  reda.

Ako su u  $Z$  redu nule, onda redovi od  $Z$  do  $C$  reda pokazuju negativne troškove  $C$  reda.

**$Z-C_m$  red** se dobiva odbijanjem  $m$  troškova u  $C$  redu od  $Z_m$  reda.

Kako ni raspoložive ni umjetne djelatnosti nemaju troškove njihov  $Z_m$  i  $Z-C_m$  su jednaki.

Za umjetne djelatnosti troškova u  $C$  redu su  $m$ .

Njihov  $Z_m$  koeficijent je  $m$ . Prema tome, odbijajući  $m$  troškove reda  $C$  od  $Z_m$  dobivamo 0.

Da bi minimizirali troškove za razliku od ranijeg postupka, biramo najpozitivnije  $Z-C$ . U namjeri da eliminiramo umjetne djelatnosti, najprije unašamo djelatnosti s pozitivnim  $Z-C$  koeficijentima jer su  $m$  troškovi uvijek veći od bilo kojih troškova u  $Z-C$  redu. Ako su svi  $Z-C_m$  koeficijenti nula, ili negativni mi smo eliminirali sve umjetne djelatnosti iz plana i imamo izvodljiv plan.

Da bi našli optimalni izvodljiv plan, unašamo između mnogih djelatnosti s nulom u  $Z-C_m$  redu, djelatnosti s najpozitivnijim  $Z-C$ .

Ako nema pozitivnih djelatnosti u  $Z-C_m$  redu, nema kolona s nulom u  $Z-C_m$  redu koje bi imale pozitivne koeficijente u  $Z-C$  redu optimalni plan je nađen.

### Analize dobivenih rješenja

Linearnim programiranjem smo dobili i tri realna rješenja za zimski period od kojih je zadnje rješenje uvijek najjeftinije. Radi bolje interpretacije dobivenih rezultata, kao i analiza učesća pojedinih kultura koje utječu na sniženje troškova, prikazat ćemo sva dobivena realna rješenja na tabeli br. 12.

Tabela br. 12

	U t o n a m a								Ukupno troškovi CK 1 k. j. u s. dinara
	Sijeno lucerne	Silaža lucerne	Silaža kukuruzna	Suhe tvari	Krm. jed.	Bjelan- čevina	Potreb- no ha		
I rješenje	1055	11177	5504	4989	3495	478	577	107898	30,88
II rješenje	3214	—	9017	5012	3494	478	579	105671	30,24
III rješenje	7347	—	—	6098	3453	845	681	91319	26,12

Obzirom na postojeće uvjete i sredstva za proizvodnju, koji su se odrazili na cijenu koštanja krme, imamo tri realna rješenja koja udovoljavaju postavljenim zahtjevima a u kojima očito raste učešće sijena lucerne. Sa povećanjem sijena lucerne snižavaju se troškovi za osiguranje potrebne krmne baze. Potrebno je, međutim, razmotriti da li je kriterij izbora proizvodnje na bazi najnižih troškova u cijelosti prihvatljiv. Na prvi pogled izgleda potpuno logično da gospodarstvo može kao cjelina postići veću dobit ako je uspjelo odgovarajući kvantum potrebnih hraniva proizvoditi s nižim troškovima. U prvom primjeru kod izbora proizvodnje upotrebljavali smo kao kriterij izbora dobit po ha koja je pored troškova uključivala i mogućnost izbora proizvodnje obzirom na bolje ili lošije uvjete realizacije kao i kvantum dobiti po jedinici kapaciteta. Očito je da upotrebljeni različiti kriteriji mogu dati i različita rješenja. Može se postaviti pitanje: Ne bi li bilo bolje uz veće troškove proizvesti na smanjenim površinama potrebnu hranu, a na oslobođenim površinama posijati rentabilniju kulturu, ili je bolje proizvesti hranu uz niže troškove, a da pri tom koristimo veće površine.

U ovom primjeru je odbačena mogućnost upotrebe kriterija dobiti za izbor stočne hrane obzirom na česte nerealne cijene interne realizacije. U ovom slučaju smo se odlučili da kao kriterij za izbor uzmemo troškove proizvodnje, no da bi pravilnije ocijenili dobivene rezultate proanalizirali smo razlike u potrebnim površinama pojedinih dobivenih rješenja.

Na tabeli br. 12 je prikazana potreba površina u ha koja je dobivena dijeljenjem dobivenih količina pojedinih krmiva za postignutim prinosom po ha. Iz tih podataka se vidi da sniženjem troškova rastu potrebne površine. Dok je razlika između prvog i drugog rješenja u površini neznatna, razlika između drugog i trećeg rješenja je velika i povećanje iznosi 104 ha. U isto vrijeme troškovi proizvodnje u trećem rješenju su manji u odnosu na drugo rješenje samo za 14.312 dinara. Iz ovih podataka je očito da je drugo rješenje prihvatljivije jer neznatno povećanje troškova oslobađa 104 ha za sjetvu drugih rentabilnijih kultura. Prema tome, povoljnija su rješenja za potrebe stočarstva sa 298 ha sijena lucerne i 281 ha kukuruzne silaže za zimski period.

Izbor krmne baze za stoku se može vršiti i tako da se kao kriterij izbora pored troškova uzmu u obzir i komparativne prednosti drugih kultura izražene u dobiti po ha. U tom slučaju troškovima po ha pojedinih krmnih kultura dodajemo dobit po ha biljne proizvodnje te dobivenu sumu podijelimo s proizvodnjom. Kroz tako formiranu cijenu pored troškova na izbor će utje-

cati i masa krmnih jedinica i bjelančevina koja se ostvaruje po ha pojedinih proizvoda. Teško je, međutim, unaprijed odlučiti koju dobit po ha treba dodati krmnom bilju, prosječnu ili dobit određene ratarske kulture, koja ju može zamijeniti. Usprkos tim teškoćama ovaj način određivanja kriterija za izbor često omogućuje ekonomičnija rješenja koja bez takvog kriterija ne bi bila moguća.

Navedena metoda minimiziranja troškova često se upotrebljava da se najprije odredi optimalna ishrana za određenu vrst i kategoriju stoke te da se nakon toga sumirano potreba hrane za stoku uključuje u linearni program. Takvo rješavanje problema ćemo prikazati na primjeru izbora sastava smjese za ishranu svinja.

### SASTAV OBROKA I IZBOR HRANE ZA STOKU LINEARNIM PROGRAMIRANJEM

Kod prilaženja problemu sastava obroka za stoku potrebno je uglavnom odrediti biološke zahtjeve pojedinih kategorija i vrsti stoke, uneseni u linearni program ti zahtjevi predstavljaju ograničenja unutar kojih se traže najekonomičniji odnosi pojedinih krmiva. Kod izabranog primjera za ilustraciju tog problema, namjerno smo izabrali svinje, jer svinje i perad traže u biološkom smislu daleko veći broj ograničenja, te je izbor odgovarajućih smjesa uobičajenim načinom tež. Zbog toga primjena linearnog programiranja omogućava kombinaciju većeg broja faktora, i izbor znatno kvalitetnijih i jeftinijih smjesa. Iako se ovaj neće razlikovati u samom matematskom postupku od ranije prikazanog primjera, ipak je problematika postavljanja problema različita, a postoje također znatne razlike kod interpretacije dobivenih rješenja.

Da bi na jednostavnom primjeru pokazali bar neke od problema i mogućnosti za takva rješavanja izabrali smo primjer izrade smjese za tov svinja od 40 do 70 kg.

Kako je izbor najjeftinije i biološki kompletne smjese ovisan prvenstveno o biološkim zahtjevima, to smo se kod ovog programa nakon konzultacije sa stručnjacima za ishranu stoke iz istraživačke stanice u Podsusedu odlučili da smjesa mora zadovoljiti slijedećim ograničenjima:

težina	0,925 kg
ne više surovog vlakna od	55 g
ne više metionina i cistina od	6,83 g
ne više sačme od	0,35 kg
ne više posija od	0,10 kg
ne manje krmnih jedinica od	0,972
ne manje metionina od	2,54 g
ne manje lizina od	8,76 g

Zahtjevi koji su postavljeni na biološki sastav smjese znatno su veći nego kod uobičajenih načina sastavljanja obroka iako data ograničenja još uvijek ne osiguravaju sve biološke zahtjeve. Kod postavljanja problema nastojali

smo uzeti što manji broj ograničenja iz dva razloga. Svako povećanje ograničenja otežava izbor, a prema tome smanjuje broj jeftinijih rješenja zbog toga je pravilnije ograničiti se na neophodna ograničenja. Pored toga, broj ograničenja određuje broj jednadžbi s više nepoznanica i njihovo povećanje otežava tehničku izradu optimalnih rješenja što je veoma važno ako se program izrađuje električnim, a ne elektronskim strojevima.

Postavljena ograničenja nisu samo rezultat bioloških zahtjeva već i iskustva stečenih izradom niza sličnih programa u kojima su se neka krmiva (kao npr. sačme i posije) zbog niskih cijena pojavila u suvišku. Naravno da se kod drugih odnosa cijena može pojaviti potreba za nizom drugih ograničenja.

Postavljajući ovaj program pošli smo od pretpostavke da izbalansirana smjesa mora težiti 1 kg da bi dobiveni odnosi predstavljali odmah procentualne odnose među pojedinim sastojcima smjese.

Kao potrebna težina uzeta je, međutim, težina od 0,925 kg jer u program nije unesena dehidrirana lucerna u iznosu od 0,050 kg i vitaminski dodatak u iznosu od 0,025 kg što se predviđa dodati svakom rješenju i što zajedno sa dobivenom smjesom iznosi 1 kg. Naravno da su i vrijednosti ograničenja za potrebe krmnih jedinica, aminokiselina kao i gornja granica surovih vlakana smanjeni za vrijednost tih sastojaka u 0,050 kg lucerne.

U ovaj program su uključena i ograničenja gornjih granica cistina i metionina dok je donja granica aminokiselina određena samo za dvije aminokiseline, jer je upravo debalans metionina i lizina najčešći u našim smjesama. Polazeći od tako postavljenih ograničenja linearni program je obrađen u tabeli br. 13.

Analiza dobivenih rješenja:

Rješenjem tako postavljenog problema dobivene su slijedeće tri smjese.

**Tabela br. 14 — Pregled smjesa dobivenih linearnim programiranjem**

	I rješenje	II rješenje	III rješenje
Kukuruz	0,677	0,630	0,541
Soja sačma	0,248	0,143	0,132
Suncokret sačma	—	0,151	0,152
Posije	—	—	0,100
Lucerna dehidrir.	0,050	0,050	0,050
Ukupno kg	0,975	0,974	0,975
Krmnih jedinica	1,214	1,187	1,117
Surovo vlakno	35,06	49,73	58,12
Lizina	8,74	8,71	8,73
Metionina	2,78	4,45	4,39
Troškovi obroka	49,59	42,93	40,74
Troškovi obroka + lucerna	50,09	46,43	44,24



Tabela br. 13 — Sastav smjese za tov svinja od 40—70 kg minimizirajućom simplex metodom\*)

	RASPOLOŽIVE DIELATNOSTI										STIVARNE DIELATNOSTI								UMJETNE DIELATNOSTI						R	
	Zahjevni smjesa		ne vi- ne više		ne više		ne više		ne više		kuku- je- arašid		soja		sunco- kret		mase		teži- na		Krm. jedi- nica		ne više			ne više
	še sur. meton. vlak. i čist. saćna	više saćna	više posije k. j. meton. lizina	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više	ne više		
Težina	0,925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,925	
Ne v. sur. vlak.	55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	54	48	71	150	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	neogr.
Ne v. met. i čist.	6,83	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2,3	2,4	11,4	12,9	23,3	27,5	16,9	3,4	0	0	0	0	0	0	0,248	
Ne v. saćna	0,35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	neogr.
Ne više posija	0,10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	neogr.
Ne manje k. j.	0,972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,34	1,22	1,19	1,13	0,89	1,30	1,26	0,81	0	0	1	0	0	0	0,748	
Ne manje meton.	2,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	0,9	4,4	6,3	16,0	17,5	9,4	1,6	0	0	1	1	0	0	0,145	
Ne manje lizina	8,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	2	13	27,9	20	45,7	26,8	5,5	0	0	0	0	0	0	0	0,192
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m	13,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6840	5120	19590	36330	37890	65500	38460	8910	1	1	1	1	1	1	0	0
Z—C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-45	-45	-65	-65	-35	-130	-95	-25	0	0	0	0	0	0	0	0
Z—cm	13,197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6840	5120	19590	36330	37890	65500	38460	8910	0	0	0	0	0	0	0	0
Ne manje k. j.	0,167	0	0	0	0	1,000	0	0	0	0	0,116	-0,046	0	0	0	-0,473	-0,219	0,505	1,388	-1,000	0	0	0	0	0,331	
Ne više sur. v.	15,224	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	-7,114	0	0	0	0	-164,104	-100,129	82,850	3,761	0	0	0	0	0	0,184	
Suncokret sać.	0,151	0	0	0,073	0	0	0	0	0	0	0,029	0,348	0	0	1,000	0,518	0,325	0	-0,085	0	0	0	0	0	0	0,030
Ne više saćna	0,056	0	0	-0,022	1,000	0	0	0	0	0	0,031	0	0,018	0	0	-1,871	-1,056	0,109	0,135	0	0	0	0	0	0	0
Ne više posije	0,100	0	0	0	0	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0,100
Ne manje meton.	1,928	0	0	0,813	0	0	0	0	0	0	0,158	0	1,090	0	0	-2,273	0,273	0,652	0,377	0	0	0	0	0	0	2,957
Kukuruz	0,630	0	0	-0,023	0	0	0	0	0	0	0,031	1,000	1,019	0,481	0	-0,869	-0,057	0,889	1,135	0	0	0	0	0	0	0,709
Soja saćna	0,143	0	0	-0,051	0	0	0	0	0	0	-0,061	0	-0,047	0,167	1,000	1,313	0,731	0,114	-0,050	0	0	0	0	0	0	1,254
Z—C	42,988	0	0	-1,740	0	0	0	0	0	0	-1,497	0	-1,280	-20,147	0	-63,112	-38,570	22,267	44,865	0	0	0	0	0	0	1,497
Z—cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	0
Ne manje k. j.	0,117	0	0	-0,023	0	0	0	0	0	0	-0,002	0	0,116	-0,046	0	-0,473	-0,219	0	1,388	-1,000	0	0	0	0	0,002	
Ne više sur. vlak.	6,949	1,000	0	-7,114	0	0	0	0	0	0	-0,524	0	41,855	-21,494	0	-164,104	-100,129	100	3,761	0	0	0	0	0	0,524	
Suncokr. saćna	0,152	0	0	0,073	0	0	0	0	0	0	0,030	0	0,029	0,348	0	0,518	0,325	0	-0,085	0	0	0	0	0	0	0,030
Ne više saćna	0,067	0	0	-0,022	1,000	0	0	0	0	0	0,031	0	0,018	0,485	0	-1,871	-1,056	0	0,135	0	0	0	0	0	0	0,031
Posije	0,100	0	0	0	0	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0,100
Ne manje meton.	1,863	0	0	0,813	0	0	0	0	0	0	0,158	0	1,090	0	0	-2,273	0,318	0	0,377	0	0	0	0	0	0	0,158
Kukuruz	0,541	0	0	-0,023	0	0	0	0	0	0	0,031	1,000	1,019	0,481	0	-0,869	-0,057	0	1,135	0	0	0	0	0	0	-0,031
Soja saćna	0,132	0	0	-0,051	0	0	0	0	0	0	-0,061	0	-0,047	0,167	1,000	1,353	0,731	0	-0,050	0	0	0	0	0	0	0,061
Z—C	40,761	0	0	-1,740	0	0	0	0	0	0	-1,497	0	-1,280	-20,147	0	-63,112	-38,570	0	44,865	0	0	0	0	0	0	1,497
Z—cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	0

\*) Obzirom da je postupak isti kao i u prošlom primjeru dajemo ovdje samo prvu i dvije posljednje obradbene tabele.

Da bi provjerili osnovne postavke programa, izvršeno je preračunavanje odnosa i drugih aminokiselina za dobivena rješenja. Na temelju tih proračuna došli smo do zaključka da su ograničenja najvažnijih aminokiselina osigurala bolji odnos svih ostalih aminokiselina, nego što je to imao niz analiziranih smjesa iz prakse. U svim rješenjima kao i u onima iz prakse aminokiselina arginin nalazila se u znatnom višku. Dobivena jeftinija rješenja su težila da povećaju arginin, metionin, leucin i valin u smjesama, pa se pokazalo da bi bilo potrebno ispitati njihove granične količine jer ukoliko one ne bi bile štetne, pomicanje gornjih granica bi se povoljno odrazilo na sniženje troškova smjesa u našim uvjetima cijena i raspoloživih krmiva. Kod lizina, naprotiv, trebalo bi ispitati njegovu minimalnu biološku potrebu. Izgleda, međutim, da postoji problem optimalnog odnosa između pojedinih sminokiselina, te bi kvantificiranje tih odnosa pridonijelo u znatnoj mjeri pravilnijem izboru najekonomičnijih smjesa metodom linearnog programiranja.

U pogledu cijene dobivenih smjesa posljednje rješenje je uvijek najjeftinije, dok ostala realna rješenja zadovoljavaju postavljenim biološkim zahtjevima, te mogu poslužiti za analizu faktora koji pojeftinjuju odnosno poskupljuju smjese. Upoređenjem posljednjeg najjeftinijeg rješenja sa smjesama iz tri analizirane organizacije u istom periodu i uz iste cijene osnovnih krmiva postignuto je sniženje troškova smjese za 11% u odnosu na najbolju i 22% na najlošiju organizaciju. Kod toga treba napomenuti da su u biološkom smislu smjese dobivene linearnim programiranjem bile kvalitetnije te bi se sigurno postavljanjem manjih zahtjeva postigle veće uštede u cijeni koštanja smjese. Naravno, u tom slučaju se ne bi s takvim smjesama postigli potrebni prirasti. To ujedno ukazuje od kolike je važnosti pravilno kvantificiranje bioloških zahtjeva za izbor smjesa zato što o tim zahtjevima ne ovisi samo cijena dobivenih rješenja već i cijena prirasta.

#### IZBOR RATARSKE PROIZVODNJE SA MOGUĆNOSTI ULAŽENJA U PROGRAM I NERENTABILNIH DJELATNOSTI\*)

U ovom primjeru smo odlučili da upotrebimo takav prilagođeni metod linearnog programiranja koji omogućava ulaženje u program i bilansiranje potreba i raspoloživih kapaciteta i nerentabilnih odnosno manje rentabilnih kultura. Na prije analiziranom dobru Čepin silažni kukuruz pokazuje gubi-

---

\*) Ovaj program je razrađen na temelju podataka proizvodnje u 1963. god. na Polj. dobru Čepin.

tak, a lucerna zbog male dobiti, vjerojatno, također ne bi ušla u program, no zahtjevima stočarske proizvodnje određene su minimalne površine pod tim kulturama. Za razliku od prije upotrebljenog načina u ovom primjeru uvjetovat ćemo ulaznje u program određene proizvodnje do određenog minimuma, a moguća je i veća proizvodnja, ako se pokaže da njenim većim učešćem raste i dobit poduzeća. Kod tako postavljenog problema moramo minimalno potrebne površine pod lucernom i silažnim kukuruzom postaviti kao nova ograničenja. Ova ograničenja osiguravaju minimum učešća tih kultura u programu, a u konkretnom slučaju su uvjetovane sa 575 ha lucerne i 281 ha silažnog kukuruza.

Osim tih ograničenja u ovom programu smo upotrebili ograničenje od ukupne površine 7374 ha zemljišta, zatim ukupno raspoloživa sredstva, te raspoloživu ljudsku radnu snagu u petom, devetom i desetom mjesecu. Raspoložive traktorske sate smo stavili kao ograničenje u IX i X mjesecu. Kod izračunavanja raspoloživih traktora, kao i kod potreba traktorskih sati, teške traktore smo proračunali u srednje i lake uz pretpostavku da je učinak jednog teškog traktora u prosjeku jednak radu jednog i pol srednjeg odnosno lakog traktora. Iako taj odnos odgovara ne u potpunosti u svim radovima, što ovisi velikim dijelom o priključnim oruđima, takvo tretiranje traktora omogućava veću tačnost dobivenih rješenja, omogućava veću elastičnost kod izbora proizvodnje, zapravo u slučaju potrebe, takve zamjene se često i koriste na poljoprivrednim dobrima.

Od djelatnosti koje su unešene u ovaj program ušle su pšenica, kukuruz, šećerna repa, lucerna, silažni kukuruz, suncokret i konoplja. Proizvodni koeficijent kao i proizvodni rezultati za taj program su uzeti na temelju podataka o rezultatima proizvodnje u 1963. god. te odražavaju karakteristične i specifične uvjete za proizvodnju na tom Dobru. Na tabeli br. 15 dajemo niz podataka iz proizvodnje 1963. god. potrebne za postavljanje programa i daljnju interpretaciju i provjeravanje dobivenih rješenja.

Taj problem smo na temelju postavljenih ograničenja i alternativnih djelatnosti postavili i izradili na slijedeći način.

**Tabela br. 15 — Proizvodni podaci po ha/grlu za alternativne proizvode na  
Poljoprivrednom dobru Čepin**

	Pšenica	Kukuruz	Šećerna repa	Suncokret	Silažni kukuruz	Lucerna sijeno	Konoplja
Pronos glavnog proizvoda	46,22	70,72	551,17	28,60	426,96	107,88	89,44
Pronos spored. proizvoda	49,57	80,00	130,26	—	—	—	—
Cijena glavnog proizvoda	50,20	42,—	9,50	—	3,—	12,58	—
Cijena spored. proizvoda	3,—	2,—	1,—	—	—	—	—
Vrijednost proizvodnje	262.204	297.042	536.629	221.044	128.088	135.713	259.387
Direktni troškovi	150.694	176.808	315.031	153.046	168.751	134.490	242.247
Indirektni troškovi	57.800	70.023	104.709	70.397	58.168	—	—
Dobit	53.710	69.034	116.889	1.313	—98.831	12,23	17,140
CK glavnog proizvoda	39,91	32,82	7,43	87,96	5,18	12,28	—
CK sporednog proizvoda	22,38	1,56	0,78	—	—	—	—
Sredstva	218.262	262.594	309.000	252.000	255.367	187.000	252.000
Potrebni rad. sati u V mj.	3,37	31,77	161,40	40,89	10,00	43,36	5,60
Potrebni rad. sati u IX i X mjesecu	14,51	74,52	270,50	67,00	45,76	24,35	1,80
Potrebni traktorski rad. sati u IX i X mjesecu	5,6	3	20,10	1,60	1,80	5,50	1,80

Tabela br. 16 — Početna tabela za izbor proizvodnje maksimiziranjem

		C	0	0	0	0	0	0	0
		IZVORI			RASPOLOŽIVE DJELATNOSTI				
Cs		B	Ha	sred- stva	radna snaga V mj.	radna snaga IX i X mj.	trakt. rad. sati IX i X mj.	ne manje lucerne	ne manje silažni kukuruz
0	Ha	7374	1	0	0	0	0	0	0
0	Sredstva	1,754.821	0	1	0	0	0	0	0
0	Rad. sn. V mj.	336.767	0	0	1	0	0	0	0
0	Rad. sn. IX—X mj.	545.871	0	0	0	1	0	0	0
0	Trak. rad. sn.								
	IX—X mj.	55.064	0	0	0	0	1	0	0
—M	Ne manje lucerne ha	575	0	0	0	0	0	—1	0
—M	Ne manje sil.								
	kukuruz ha	281	0	0	0	0	0	0	—1
	Z	—856 M	0	0	0	0	0	M	M
	Z—C	—856 M	0	0	0	0	0	M	M
0	Ha	6789,0000	1	0	0	0	0	1	0
0	Sredstva	1,647296,0000	0	1	0	0	0	187,0000	0
0	Rad. sn. V mj.	311.835,0000	0	0	1	0	0	43,3600	0
0	Rad. sn. sati								
	IX i X mj.	531.869,7500	0	0	0	1	0	24,3500	0
0	Trakt. rad. s.								
	IX i X mj.	51.901,5000	0	0	0	0	1	5,5000	0
1223	Lucerka	575,0000	0	0	0	0	0	—1	0
—M	Ne manje sil.								
	kukuruz ha	281,0000	0	0	0	0	0	0	—1
	Z	703.225,0000—281 M	0	0	0	0	0	—1223,0000	M
	Z—C	703.225,0000—281 M	0	0	0	0	0	—1223,0000	M

\*) Ovaj program ima zapravo devet obradbenih tabela. Ovdje smo dali samo prve dvije radi

**dobiti sa mogućnosti ulaznja u program nerentabilnih djelatnosti\*)**

53.710	69.034	116.889	1.223	-98.831	1.313	17.140	-M	-M	
STVARNE DJELATNOSTI						UMJETNE DJELATNOSTI			
pšenica	kukuruz	šećerna repa	lucer- ka	silažni kukuruz	sunco- kret	konoplja	ne manje lucerne	ne silažni kukuruz	R
1	1	1	1	1	1	1	0	0	7374,0000
218	263	309	187	255	252	252	0	0	9384,0690
2,37	31,77	161,40	43,36	10	40,89	5,60	0	0	7766,7660
14,51	74,52	270,50	24,35	45,76	67,00	1,80	0	0	22417,7000
5,60	3	20,10	5,50	1,80	1,60	1,80	0	0	1001,1636
0	0	0	1	0	0	0	1	0	575,0000
0	0	0	0	1	0	0	0	1	neogranič.
0	0	0	-M	-M	0	0	-M	-M	
-53.710	-69.134	-116.889	-1223	98.831	-1313	-17.140	0	0	
			-M	-M					
1	1	1	0	1	1	1	-1	0	6799,0000
218,0000	263,0000	309,0000	0	255,0000	252,0000	252,0000	-187,0000	0	6459,9840
2,3700	31,7700	161,4000	0	10,0000	40,8900	5,6000	-43,3600	0	31183,5000
14,5100	74,5200	270,5000	0	45,7600	67,0000	1,8000	-24,3500	0	11623,0270
5,6000	3,0000	20,1000	0	1,8000	1,6000	1,8000	-5,5000	0	28834,1660
0	0	0	1	0	0	0	1	0	neogranič.
0	0	0	0	1	0	0	0	1	281,0000
0	0	0	1223	-M	0	0	1223,0000	-M	
-53,710	-69,034	-116,889	0	-M 98.831	-1313	-17.140	1223,0000	M 0	

prikaza samog postupka.

### Opis postupka

Kod izrade matrice za ovako postavljeni zadatak morali smo unijeti neke dopune. Naime, kad u programu zahtijevamo minimalno učešće određene djelatnosti (u ovom slučaju ne manje ha lucerne i silažnog kukuruza) služimo se kod raspoloživih djelatnosti za ograničenja do minimuma predznakom —1 (a ne 1). Da bi se riješili negativnih predznaka unosimo nove umjetne djelatnosti i vrijednosti —M za te djelatnosti.

—M vrijednosti označuju, zapravo, vrlo visoku odštetu za neuključivanje tih djelatnosti u program, što osigurava njihov ulaz. Postupak je zapravo jednak kao i kod minimiziranja troškova. Najprije se rješavamo kolona, u ovom slučaju s najnegativnijim —M vrijednostima. Kad smo ih se riješili dobivamo realnu riješenje, onda se ponavlja postupak kao i kod opisanih primjera s maksimiziranjem dobiti.

Analiza dobivenog rješenja.

Odnos kultura koji daje najveću dobit poduzeća kao cjeline u okviru zadanih ograničenja i postignutih proizvodnih rezultata i podataka, bio bi kukuruz na površini od 1418 ha, šećerne repe 1335 ha, pšenice 3625 ha, lucerne 575 ha i 281 ha silažnog kukuruza.

Iz dobivenog odnosa se vidi da je i ovog puta unutar dobivenih rješenja moguće osigurati zadovoljavajuću plodosmjenu te da je bilo nepotrebno stavljati ograničenja koja bi osigurala normalnu plodosmjenu.

Korištenje raspoloživih kapaciteta i dobit po proizvodnjama i za gospodarstvo kao cjelinu vidimo na tabeli br. 17.

Dobiveno rješenje u cijelosti koristi raspoloživa sredstva, radnu snagu i traktore u IX i X mjesecu. Neiskorišteno ostaje nešto raspoložive radne snage u V mjesecu i 140 ha oraničnih površina. Neiskorištenje zemljišnih površina ukazuje da Poljoprivredno dobro nema prilagođene ostale kapacitete za proizvodnju onih kultura koje u postojećim uvjetima daju najveću dobit.

**Tabela br. 17 — Optimalno rješenje na Čepinu dobiveno linearnim programiranjem**

	Rješenje	Kukuruz	Šećerna repa	Pšenica	Lucerna	Silažni kukuruz	Ukupno
Ha	7.374	1.335	1.335	3.625	575	281	7.235
Sredstva	1.755	373.040	412.566	780.302	107.525	71.655	<b>1,755.088</b>
Radna snaga sati V mj.	336.767	45.063	215.496	8.592	24.932	2.810	296.892
Radna snaga sati IX i X m.	55.871	105.699	361.162	52.602	14.001	12.859	<b>546.323</b>
Traktorski rad. sati IX i X m.	55.064	4.255	26.837	20.301	3.163	506	<b>55.062</b>
Ne manje lucerne ha	575	0	0	0	575	0	<b>575</b>
Ne manje sil. kukuruz ha	281	0	0	0	0	281	<b>281</b>
<b>DOBIT</b>		97,917.977	156,066.032	194,711.581	702.225	—27,771.511	421,627.304

### UTJECAJ PRIRODNIH FAKTORA NA IZBOR PROIZVODNJE\*)

Iz dosad pokazanih primjera moglo se primijetiti da pojedina poljoprivredna dobra ili pogoni postižu različite proizvodne rezultate, te su zbog toga i komparativne prednosti za proizvodnju pojedinih proizvoda različiti. Razlike u rezultatima bili su rezultat prirodnih uvjeta, raspoloživih kapaciteta, kao i različito savladane tehnologije, različite mehanizacije pojedinih procesa i faza proizvodnje itd.

Unutar jednog pogona obzirom na ista sredstva za proizvodnju dolazi do znatnog izjednačavanja faktora proizvodnje, naravno ako je opseg proizvodnje u skladu s raspoloživim sredstvima za proizvodnju. Značajne razlike, međutim, ostaju u prirodnim faktorima izražene u plodnosti tla. U postojećim načinima planiranja se priznaju različiti uvjeti proizvodnje između pojedinih pogona i ekonomskih jedinica. Te razlike se odražavaju u većim organizacijama u razlikama između planskih kalkulacija pogona i ekonomskih jedinica. Unutar ekonomskih jedinica, a često i pogona ne može se uz postojeću metodologiju planiranja voditi računa o kvaliteti zemljišta i njihovom utjecaju na troškove i rezultate proizvodnje. Zbog toga je uobičajeno, da se već usvojen plan naknadno, ako je to moguće, prilagodi konkretnim uvjetima terena. Postojeći načini planiranja nisu ni razvili odgovarajuće metode ocjene plodnosti zemljišta koje bi omogućile kvantificiranje ulaganja i rezultate proizvodnje. Nema sumnje da za takvo ocjenjivanje plodnosti tla postoji i niz objektivnih teškoća. Neke od postojećih metoda ocjenjuju potencijalne sposobnosti tla, a ne i stvarno stanje plodnosti tla, dok se druge metode ograničavaju na ocjenu opskrbljenosti tla fosforom, kalijem i humusom u tlu. U tom slučaju imamo, naime, nekoliko ocjena kvalitete sa stanovišta svakog od navedenih faktora, a ne jednu zajedničku ocjenu.

Kako smo smatrali da bi kvantificiranje utjecaja tla na troškove i prinose bile od neobične koristi za pravilan izbor proizvodnje, to smo na dva pogona Poljoprivrednog dobra Erdut izvršili detaljnu analizu troškova ulaganja, prinosa i dobiti po parcelama i kulturama.

Analiza je vršena u namjeri da pokušamo kvantificirati utjecaj plodnosti na prinose, troškove i dobit pojedinih kultura po ha. Upotrebljena metoda donekle također simplificira postojeće probleme ocjene utjecaja plodnosti na rezultate proizvodnje, no njezin je prvenstveni zadatak da da bar približne podatke potrebne za razradu takvih metoda izbora proizvodnje koje bi prije donošenja proizvodnih odluka vodile računa o plodnosti tla.

Kako se upotrebljena metoda zbog posebne organizacije prikupljanja podataka mogla koristiti samo jednogodišnjim rezultatima proizvodnje i to u 1963. god. te na dobivene podatke pored tla utječe i niz drugih faktora koji bi se višegodišnjim analizama mogli vjerojatno otkloniti. Višegodišnjom obradom materijala mogle bi se upotrebljene metode i provjeriti.

Samo kvantificiranje prinosa troškova i dobiti u ovisnosti o plodnosti tla izvršeno je na slijedeći način:

Prosječni prinosi, prosječni troškovi po pojedinim kulturama na Poljoprivrednom dobru Erdut označeni su indeksom 100, te su na temelju podataka za prinose i ulaganja po tabelama izrađeni odgovarajući indeksi odstupanja od prosjeka. Kako se povećana plodnost tla odražava na povećanje prinosa

\*) Podaci uzeti za dvije ekonomske jedinice Polj. dobra Erdut u 1963. god.



to smo za sva odstupanja prinosa izraženih indeksima iznad 100 dodali odnosno za indekse prinosa ispod 100 oduzeli po jedan bod. Na primjer indeks prinosa 120 donosio je 20 bodova, a indeks prinosa 86 oduzimao je 14 bodova. Naprotiv, s poboljšanjem tla u pravilu bi se trebala smanjivati ulaganja i troškovi. Zbog toga smo kod bodovanja troškova postupili obratno te smo za indekse troškova iznad 100 oduzimali odgovarajući broj bodova, a za indekse troškova ispod 100 dodavali odgovarajući broj bodova. Bodove za prinos i troškove smo zbrojili ili odbili (već prema tome da li su bili pozitivni ili negativni, te smo dobiveni broj bodova usporedili s podacima analiza zemljišta za parcele gdje smo raspolagali s podacima o raspoloživom PK i humusu u tlu. Uspoređivanjem tih podataka došli smo do zaključka da parcele do 10 bodova možemo svrstati u V klasu

parcele od 10—20 bodova možemo svrstati u IV klasu

parcele preko 20 bodova možemo svrstati u III klasu

Nakon toga smo zbrojili površine, zatim prinose po ha, troškove po ha i dobit po ha za sve parcele iste klase i izračunali aritmetički prosjek tih veličina za sve kulture.

Rezultati primijenjene metode se vide na tabeli br. 18.

**Tabela br. 18 — Površine, prinosi, troškovi i dobit po klasama zemljišta**

		Površina	Prinos po ha	Troškovi po ha	Dobit po ha
Pšenica	5 klasa	1141	50,27	201323	93969
"	4 "	366	56,21	183567	103572
"	3 "	203	64,22	178851	142914
Kukuruz	5 klasa	221	77,83	284195	160729
"	4 "	122	100,80	283239	140121
"	3 "	180	100,38	243668	200092
Šećer. repa	4 klasa	120	481,16	353140	113587
"	3 "	87	594,38	401336	175211
Suncokret	5 klasa	16	31,26	159634	62312
"	4 "	17	30,41	199710	16201

Bez obzira na eventualne slabosti upotrebene metode, na potrebu provjeravanja, ili čak promjenu same metode, izvršena analiza ukazuje na velike razlike u uvjetima privređivanja po pojedinim tabelama, te ukazuje kako grupiranje parcele po kvalitetu prati porast prinosa i gotovo uvijek sniženje troškova po ha kao i povećana dobit. To govori o utjecaju tla na prinose i o tome da se prilikom gnojidbe vodilo računa o prirodnim svojstvima tla.

Osim toga, upotrebena metoda nam je omogućila u uvjetima analiziranog gospodarstva da kvantificira, iako grubo, utjecaj tla na prinos, troškove i dobit. Kvantificiranjem tih veličina omogućilo nam je da ispitamo utjecaj tla na izbor proizvodnje. Kod takvog pristupa problemu, proizvodne odluke i izbor kultura ovise direktno o uvjetima proizvodnje i njima su mnogo bolje prilagođene.

Naravno, da tako postavljanje i rješavanje problema zahtijeva mnogo veću evidenciju o proizvodnji s praćenjem svih direktnih troškova po kulturama i tablama, kao i provjeravanje tih podataka pedološkim analizama. Naravno da bi se praćenjem tih podatak kroz duži period mogao izraditi i niz

proizvodnih funkcija za pojedine tipove i grupe tla i na taj način preciznije i bolje kvantificirati dobivene odnose.

Procjena prirodne plodnosti zemljišta i pravilno lociranje proizvodnje obzirom na proizvodne sposobnosti tla postaje s integracionim kretanjima sve važnije. U integriranim poduzećima često se, naime, kod određivanja smjera i obima proizvodnje polazi od potreba sirovina za pojedine industrijske pogone zato što se interes poduzeća ne posmatra samo kroz rentabilitet pojedinih proizvodnji već i kroz rentabilitet finalnih proizvoda, korištenja industrijskih kapaciteta itd.

Ako imamo određenu masu potrebnih roba izabranih drugim kriterijima moguće je problem postaviti kao u Cepinu, koji je pokazao kako je moguće unutar zadanih uvjeta osigurati određene minimalne površine pod krmnim biljem. Potrebe se mogu, naravno, izraziti i u obliku određenih količina pojedinih roba. Obzirom na različite prirodne uvjete i na različite troškove, dobit i proizvodnju, ovisno o plodnosti tla, problem je, međutim, znatno kompliciraniji. Može se, naime, postaviti pitanje kako treba unutar različitih prirodnih i ekonomskih uvjeta locirati proizvodnju uz različite troškove proizvodnje da bi se postigao najveći financijski efekat.

U slijedećem primjeru ćemo prikazati na temelju navedenih podataka o utjecaju tla na prinose i dobit, način izbora proizvodnje u uvjetima različitih proizvodnih sposobnosti tala.

#### **Izbor i analiza raspoloživih kapaciteta**

Izvršena analiza ocijenila je ponajprije različite kvalitete zemljišta. Zbrajanjem površina istih klasa dobili smo da na analiziranom dobru imamo 393 ha zemljišta III klase, 491 ha zemljišta IV klase i 1509 ha zemljišta V klase. Ukupna površina je iznosila 2399 ha. U ovom programu osim površina raznih kvaliteta zemljišta kao ograničenje smo uzeli samo raspoloživu radnu snagu u V mjesecu u iznosu od 67272 radnih sati, te traktore u IX i X mjesecu u iznosu od 35.998 traktorskih sati srednjih i lakih traktora. I u ovom slučaju smo 1 sat teškog traktora obračunali kao 1,5 sati rada srednjih i lakih traktora.

#### **Postavljanje programa za linearno programiranje**

Ranija analiza je dala različite proizvodne rezultate za iste kulture obzirom na različite uvjete proizvodnje. Kod postavljanja problema gdje imamo niz različitih rezultata za istu proizvodnju, moramo svaki rezultat pojedinih proizvodnji koji želimo da uđe u kombinaciju izbora označiti kao posebnu djelatnost. Prema tome, u ovom programu ćemo imati svega četiri proizvoda koji će se u matrici pojaviti kao deset djelatnosti.

Na tabeli br. 18 se vidi da smo zbog toga unijeli u program tri djelatnosti za proizvodnju pšenice, tri za proizvodnju kukuruza, dvije za proizvodnju šećerne repe i dvije za proizvodnju suncokreta. Naravno da bi mogla postojati i proizvodnja šećerne repe na V klasi zemljišta i proizvodnja suncokreta na III klasi zemljišta, međutim, analizom nismo mogli kvantificirati potrebne veličine za njihovo postavljanje u program.

Obzirom da se različita kvaliteta zemljišta različito odražavala na ulaganja i rezultate proizvodnje po kulturama, postavlja se pitanje kojoj kulturi treba prvenstveno osigurati bolji kvalitet zemljišta da bi se postigao veći financijski efekat gospodarstva kao cjeline. Ovdje naravno nisu obuhvaćene

specifične prednosti pojedinih tipova tla za određenu proizvodnju, ali ukoliko bi takve specifične prednosti za određenu proizvodnju na gospodarstvima postojale, i kada bi se te prednosti na neki način i kvantificirale, moguće ih je također na isti način unijeti u program.

Kod postavljanja matrice potrebno je paziti da djelatnosti određene klase zemljišta mogu koristiti samo odgovarajuću klasu zemljišta što se postiže razmještajem odgovarajućih koeficijenata koji koriste raspoložive kapacitete. U ovom programu nije predviđeno da različiti tipovi zemljišta imaju različite koeficijente potrebne ljudske radne snage u V mjesecu i traktorskih sati u IX i X mjesecu, te su oni za sve djelatnosti iste proizvodnje jednaki (tabela br. 18)

#### **Analiza dobivenog rješenja linearnim programiranjem**

Optimalno rješenje dobiveno linearnim programiranjem sa dobiti od 96.378 dinara po ha postiglo bi se sjetvom

na zemljištu III klase	393 ha kukuruza
na zemljištu IV klase	491 ha kukuruza
na zemljištu V klase	1223 ha pšenice i 285 ha kukuruza

Odnos strni i kukuruza bi zadovoljavao za gospodarstvo kao cjelinu, ali se organizacija plodosmjene obzirom na razmještaj po kvalitetnim razredima tla — ne bi mogla organizirati. Dok je praktički moguće organizirati permanentnu proizvodnju kukuruza, organizacija proizvodnje na tlu V klase sa 77% pšenice i 23% kukuruza nije u našim uvjetima izvediva. Bez obzira na nereálnost dobivenog rješenja sa stanovišta organizacije plodosmjene, koja bi se novim ograničenjima mogla izmijeniti, interesantno je da je u okviru postojećih ograničenja i uvjeta proizvodnja na toj organizaciji u 1963. godini kukuruz koji je postigao stvarno visoke prinose najinteresantnija proizvodnja. Kukuruz je jedino zbog ograničenja radne snage u V mjesecu potisnut od pšenice na površinama III klase zemljišta. Naravno da ova analiza ulaska i ograničavajućih faktora ukazuje da bi bilo moguće u cilju poboljšanja plodosmjene pomaknuti pšenicu i na II i I klasu zemljišta uz uvjet da ukupne površine pšenice i kukuruza ostanu jednake, no naravno da bi se takvim pomicanjima smanjila i dobit.

Tabela br. 19 — Izbor proizvodnje uz različite proizvodne sposobnosti tla

Cs	Raspoložive djelatnosti											Stvarne djelatnosti					R																	
	Izvori			Zemlji-šte III		Zemlji-šte IV		Zemlji-šte V		Radna snaga		Traktori		Pšenica III		Pšenica IV		Pšenica V		Kuku-ruž III		Kuku-ruž IV		Kuku-ruž V		Šećerna repa III		Šećerna repa IV		Sumco-kret IV		Sunco-kret V		
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
200	Kukuruz III kl.	393,0000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	393,0000	neogranic.	
0	Zemlj. IV kl.	491,0000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	491,0000	neogranic.	
0	Zemlj. V kl.	1,509	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,509	neogranic.	
0	Rad. sn. V mj.	67,272	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,58	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	57	57	57	57	57	188	183	75	75	75	75	67,272	neogranic.		
0	Trakt. IX—X m.	35,998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25	10,25	10,25	10,25	10,25	10,25	32,50	32,50	9,50	9,50	9,50	9,50	35,998	neogranic.		
Z	Z—C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-143	-104	-54	-200	-140	-60	-175	-113	-62	-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
200	Kukuruz III kl.	393,0000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	393,0000	neogranic.	
0	Zemlj. IV kl.	491,0000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	491,0000	neogranic.	
0	Zemlj. V kl.	1,509,0000	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,509,0000	neogranic.
0	R. snaga V mj.	44871,0000	-57,0000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-56,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0	0	0	57,0000	57,0000	126,0000	183,0000	75,0000	75,0000	75,0000	75,0000	75,0000	44871,0000	neogranic.	
0	Trakt. IX—X „	31969,7500	-10,2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0000	14,2500	14,2500	14,2500	14,2500	14,2500	14,2500	0	10,2500	18,2500	18,2500	18,2500	22,2500	32,5000	9,5000	9,5000	9,5000	9,5000	9,5000	31969,7500	neogranic.	
Z	Z—C	78600,0000	200,0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200,0000	140,0000	140,0000	200,0000	140,0000	60,0000	25,0000	113,0000	62,0000	16,0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78600,0000	neogranic.
200	Kukuruz III kl.	393,0000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393,0000	neogranic.	
140	Kukuruz IV kl.	491,0000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	491,0000	neogranic.	
0	Zemlj. V kl.	1,509,0000	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,509,0000	neogranic.
0	Rad. sn. V mj.	16884,0000	-57,0000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-56,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0	0	0	57,0000	57,0000	126,0000	126,0000	18,0000	75,0000	75,0000	75,0000	75,0000	16884,0000	neogranic.	
0	Trakt. IX—X „	26937,0000	-10,2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0000	14,0000	14,2500	14,2500	14,2500	14,2500	14,2500	0	10,2500	10,2500	10,2500	10,2500	22,2500	-0,7500	9,5000	9,5000	9,5000	9,5000	9,5000	26937,0000	neogranic.	
Z	Z—C	147340,0000	200,0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200,0000	140,0000	140,0000	200,0000	140,0000	60,0000	25,0000	140,0000	140,0000	14,0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147340,0000	neogranic.
200	Kukuruz III kl.	393,0000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393,0000	neogranic.	
140	Kukuruz IV kl.	491,0000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	491,0000	neogranic.	
0	Zemlj. V kl.	1212,7895	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1212,7895	neogranic.
0	Kukuruz V kl.	296,2105	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	-0,9912	0,0888	0,0888	0,0888	0,0888	0,0888	0,0888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	296,2105	neogranic.
0	Trakt. IX—X m.	23900,8424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23900,8424	neogranic.
Z	Z—C	165112,6300	140,0000	80,0000	80,0000	0	0	0	0	0	0	0	140,5280	80,5280	200,0000	140	140	60	332,6300	272,6300	158,9480	78,9480	157,6300	159,6300	96,9480	62,9480	62,9480	62,9480	62,9480	62,9480	62,9480	165112,6300	neogranic.	
200	Kukuruz III kl.	393,0000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	393,0000	neogranic.
140	Kukuruz IV kl.	491,0000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	491,0000	neogranic.
54	Pšenica V kl.	1223,5568	1,0089	1,0089	1,0089	0	0	0	0	0	0	0	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0,9912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1223,5568	neogranic.
50	Kukuruz V kl.	285,4432	-1,0089	-1,0089	-1,0089	0	0	0	0	0	0	0	-0,9912	0,0888	0,0888	0,0888	0,0888	0,0888	0,0888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285,4432	neogranic.
0	Trakt. IX—X m.	6575,5228	-14,2858	-14,2858	-14,2858	0	0	0	0	0	0	0	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	14,1598	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6575,5228	neogranic.
Z	Z—C	230538,6592	193,9466	133,9466	53,9466	0	0	0	0	0	0	0	194,0000	134,0000	54,0000	200,0000	140,0000	60,0000	213,3806	153,3806	141,9116	61,9116	38,3806	40,3806	79,9116	45,9116	45,9116	45,9116	45,9116	45,9116	45,9116	230538,6592	neogranic.	

Potrebno je upozoriti da analiza rezultata obradbenih tabela dobivenih linearnim programiranjem mogu poslužiti za donošenje niza veoma važnih proizvodnih odluka. U posljednjem primjeru u program nije ušla nijedna proizvodnja šećerne repe i nijedna proizvodnja suncokreta.

Na temelju podataka iz posljednje obradbene tabele moguće je ocijeniti koliko bi morale porasti dobiti proizvodnji koje nisu ušle u plan, da one uđu. Ta vrijednost se dobiva jednostavnim zbrajanjem dobiti po ha u redu C i njihove vrijednosti u redu Z—C posljednje obradbene tabele. Prema tome, trebalo bi ili povećanjem cijena ili sniženjem troškova postići slijedeće povećanje dobiti

kod šećerne repe III  $175.000 + 38.380 = 213.280$  d ili povećanje cijene od  
0,64 po kg

kod šećerne repe IV  $113.000 + 40.386 = 153.386$  d ili povećanje cijene od  
0,84 po kg

kod suncokreta IV  $62.000 + 79.912 = 141.912$  d ili povećanje cijene od 26 po kg

kod suncokreta V  $16.000 + 45.911 = 61.911$  d ili povećanje cijene od 14,18

Izračunavanjem potrebnog porasta dobiti uz poznati prinos dobivaju se elementi za izračunavanje eventualnog porasta internih cijena ili razmatranja mogućnosti za uklanjanje određenih slabosti u tehnologiji koji će omogućiti postizanje potrebne dobiti po jedinici kapaciteta.

Izračunavanjem potrebnog porasta cijene za zamjenu proizvodnje, organizacija može dobivene cijene uspoređivati s tržišnim cijenama i donijeti odluku da li joj je bolje da sama proizvodi potrebne proizvode ili joj je povoljnije potrebne proizvode kupiti na tržištu. Ta metoda je neobično interesantna za velike integrirane organizacije koje na taj način lakše donose svoje odluke o ukupnoj masi potrebnih roba koje treba proizvesti na vlastitim površinama, a koje je bolje nabaviti. Kod toga treba spomenuti da su tako donijete odluke rezultat prirodnih uvjeta i određenih troškova koje organizacija može priznati nekoj proizvodnji odnosno ekonomskoj jedinici. Ova metoda je prihvatljivija za izbor proizvodnje od metode koja bi tražila najniže troškove proizvodnje po ekonomskim jedinicama, zato što osim troškova uključuje i kriterij dobiti, odnosno pored troškova obuhvaća i komparativne prednosti za plasman pojedinih proizvoda.

Nejednaki uvjeti privređivanja između niza proizvoda dovode do toga da planiranjem proizvodnje ne određujemo ekonomskoj jedinici samo obim proizvodnje koji treba proizvesti, već određivanjem obima više ili manje rentabilnih proizvoda direktno utječemo na uspjeh pojedinih ekonomskih jedinica i pogona. Zbog toga najčešće ostvaren dohodak ekonomske jedinice i pogona ne može biti i kriterij za raspodjelu dohotka na nivou ekonomskih jedinica i pogona.

Usavršavanjem metoda izbora i razmještaja proizvodnje srazmjerne prirodni i ekonomskim uvjetima ne omogućuje se samo određivanje najpovoljnijih razmještaja proizvodnje za poduzeće kao cjelinu, već se omogućava jasnije određivanje ekonomskih odnosa između pojedinih proizvoda što omogućava i jasnije definiranje odnosa među ekonomskim jedinicama i pogonima.

Prikazana metoda koja kvantificira u određenim uvjetima i pretpostavkama supstitucijske mogućnosti za zamjenu pojedinih proizvoda, omogućava određivanje cijena pod kojima je proizvodnja još interesantna za organizaciju kao cjelinu kao i za ekonomsku jedinicu. Takvim načinom je moguće kvantificirati uvjete koji usklađuju interese poduzeća kao cjeline i pojedinih pogona i ekonomskih jedinica.

Nema sumnje da dvostruke cijene tržišne i interne (dobivene na prije opisani način) mogu unositi određenu zabunu u organizaciju, a mogu izazvati niz teškoća u evidenciji i praćenju troškova. Sa druge strane raščišćavanje ekonomskih kriterija za izbor i obračun rezultata u znatnoj mjeri omogućavaju pravilnu orijentaciju u proizvodnji i pravilniju raspodjelu na nivou ekonomskih jedinica.

Osim toga, razlike između tržišnih cijena i cijena dobivenih navedenom komparativnom analizom ukazuju na stanje proizvodnje i uvjete za plasman pojedinih organizacija, kao i potrebu poduzimanja određenih mjera za usklađivanje i smanjenje postojećih razlika. Usavršavanjem metoda izbora i planiranja dobivamo, prema tome, i niz novih rješenja za druge probleme u poduzeću kao što su utvrđivanje ekonomskih odnosa između pojedinih pogona i ekonomskih jedinica.