

Dr Zdravko Vincek
Institut za ekonomiku poljoprivrede
i sociologiju sela Poljoprivrednog fakulteta
— Zagreb

IZBOR MEHANIZACIJE NA DRUŠTVENIM POLJOPRIVREDNIM GOSPODARSTVIMA METODOM LINEARNOG PROGRAMIRANJA

Pravilan izbor mehanizacije kao i njeno racionalno korištenje značajni su faktori rentabilnosti proizvodnje na krupnim društvenim gospodarstvima. Primjenom sve skupljih i složenijih strojeva mehanizacija postaje sve značajniji faktor organizacije proizvodnje, jer raste njen udio u procesu rada, kao i udio troškova mehanizacije u ukupnim troškovima rada.

Upravo zbog toga potrebno je sve više voditi računa o onim promjenama u organizaciji proizvodnje koje su usko povezane s problemima mehanizacije, a to su:

— Promjena strukture sjetve i nabava novih strojeva i priključnih oruđa;

— Promjena strukture sjetve može povećati ili smanjiti stupanj iskorištenja postojećeg mašinskog parka i time znatno utjecati na sniženje ili povišenje troškova, odnosno dovesti do promjene financijskog rezultata gospodarstva kao cjeline;

— Nabavom novih strojeva i priključnih oruđa, može se povećati produktivnost i rentabilnost pojedine kulture. U dobroj organizaciji proizvodnje to se mora odraziti na traženje novih optimalnih odnosa kultura, koji će biti bolje prilagođeni novim financijskim rezultatima pojedinih kultura i novim sredstvima za proizvodnju. Naravno da svaka od ovih promjena imade također znatan utjecaj na korištenje radne snage.

U rješavanju tih problema metodom linearnog programiranja potrebno je da organizator proizvodnje, prilikom postavljanja problema odredi da li će izbor proizvodnje podrediti raspoloživim sredstvima ili će nabavu sredstava podrediti predviđenoj proizvodnji, koja može biti rezultat potreba drugih pogona, prirodnih uvjeta, mogućnosti plasmana robe itd. U velikim specijaliziranim pogonima koji su integrirani u krupnije organizacije, primjenjivat će se češće prilagođavanje sredstava određenoj proizvodnji. U tom slučaju, u stvari, imademo program koji izabire optimalnu investicionu opremu za duži vremenski period.

U godišnjim planovima kao i poduzećima koja mijenjaju smjer proizvodnje prema tržišnim prilikama pravilnije je poći od pretpostavke prilagođavanja proizvodnje raspoloživim sredstvima. S obzirom na važnost i interesantnost te problematike, kao i s obzirom da će se u nas prije primjenjivati linearni program za dugoročnija predviđanja, prikazat ćemo na jednom konkretnom primjeru kako struktura sjetve utječe na izbor i korištenje traktora i priključnih oruđa.

Program je postavljen tako da se u okviru zadanog plana proizvodnje i date tehnologije vršio izbor traktora i priključnih oruđa između traktora različitih snaga i različitih mogućih tehničkih rješenja za pojedine kulture i pojedine vrste radova.

U programu je pretpostavljeno da se radovi mogu izvršiti sa traktorima od 35—45 KS, traktorima gusjeničarima od 50—60 KS, traktorima točkašima od 0—60 KS, te traktorima od 100 KS. Pretpostavljeno je, također, da se pojedini radovi mogu izvršiti i sa različitim priključnim oruđima.

Izbor traktora i odgovarajućih priključnih oruđa vršen je samo za osnovne poljoprivredne kulture — pšenicu, kukuruz, šećernu repu, te staru i novu lucerku, uz slijedeću strukturu sjetve:

Kultura	ha	%
pšenica	900	45
kukuruz	840	42
šeć. repa	180	9
lucerka stara	60	3
lucerka nova	20	1
Ukupno:	2000	100

Planiranje odgovarajuće opreme vršilo se uz pretpostavku optimalnog korištenja mehanizacije na površini od 2000 ha.

Problem je postavljen tako da je na temelju date sjetve i detaljno razrađene tehnologije za svaku proizvodnju izračunat opseg pojedine radne operacije, što je izraženo u ha, pa je tim ograničenjima osigurano izvršenje svih radova. Da bi se osiguralo i pravovremeno izvršenje radova kao ograničenja, određeni su i agrotehnički rokovi za svaki traktor kao i za svaki priključni stroj.

Program je zatim postavljen tako, da se u okviru tako datih ograničenja izabere mehanizacija koja će izvršiti potrebne radove sa što manje troškova. (Primjenjena je minimizirajuća funkcija).

Da bi odredili broj i vrstu traktora i odgovarajućih strojeva bilo je potrebno da za svaku vrstu i način izvođenja agrotehničkog zahvata, kao i za svaki traktor i svaki priključni stroj otvorimo po jednu kolonu »djelatnosti«.

Pri uobičajenom načinu planiranja, da bi se dobili ukupni troškovi mehanizacije, mora se početi od pretpostavke da nam je poznat broj sati rada svakog stroja. Naravno, to je veoma teško unaprijed odrediti, pogotovu onda kad jedan stroj možemo koristiti za više radova i kad za jedan rad možemo koristiti različite strojeve.

Kako minimalni troškovi mehanizacije, u stvari, ovise o optimalnom odnosu fiksnih i varijabilnih troškova, to će optimalno rješenje tražiti ne samo najniže varijabilne troškove, već i što bolje korištenje izabраниh strojeva, kako bi se relativno smanjili fiksni troškovi po satu rada stroja, odnosno tražiti će se ona mehanizacija koja ima po satu najmanje ukupne fiksne i varijabilne troškove.*

Iako je problem u biti nelinearan i ne bi se, prema tome, mogao rješavati linearnim programiranjem, mi smo ga ipak riješili na taj način što smo varijabilne troškove mehanizacije vezali uz »djelatnosti« koje obuhvaćaju poje-

* U varijabilne troškove ušli su troškovi goriva i maziva, te dodatne plaće traktoriste s obzirom na težinu rada i ukupne plaće nekvalificiranih radnika.

U fiksnim troškovima obuhvaćeni su troškovi amortizacije, osiguranje, investiciono održavanje i tehničko staranje te godišnji startni osobni dohodak traktoriste koji on dobiva i onda kad ne radi.

dine radove, kao što su oranje, žetva pšenice itd., a fiksne troškove mehanizacije uz »djelatnosti« pojedinih traktora i priključnih oruđa. Izabiranjem određenih kolona »djelatnosti« za radove i određenih kolona »djelatnosti« za strojeve koji su uvjetovani tehničkim koeficijentima i postavkama programa, traženi su takvi odnosi poljoprivrednih strojeva i radova koji će za mehanizaciju kao cjelinu omogućiti izvršenje svih radova uz najniže troškove proizvodnje. S obzirom da ovako složena matrica imade 189 ograničenja i 170 djelatnosti, bez dopunskih djelatnosti, to je problem nemoguće prikazati u cjelosti u obliku matrice. Radi boljeg razumijevanja ipak dajemo šemu postavke u obliku tabele koja će, nadamo se, omogućiti bolje razumijevanje problema (tabela 2).

Naročita pažnja posvećena je izradi tehničkih koeficijenata. Norme učinka dobivene su na taj način da su za svaki agrotehnički zahvat, svaki traktor i svaki priključni stroj vršena konkretna snimanja i ispitivanja strojeva i učinka u Institutu za mehanizaciju u Zagrebu kao i u Institutu za ekonomiku poljoprivrede i sociologije sela u Zagrebu.

Kalkulacije varijabilnih troškova koje je bilo potrebno izraditi za sve faze rada i razna tehnička rješenja, pokazale su velike razlike između pojedinih tehničkih rješenja. Jednom su ta rješenja bila povoljnija za poljoprivredne strojeve vezane uz lakše, a drugi put uz teže traktore.

Izvršenje svih radova u optimalnom roku bilo je osigurano na taj način što je određeni fond sati pojedinih traktora i priključnih strojeva bio tačno vremenski ograničen na agrotehnički rok, uz pretpostavku mogućnosti rada strojeva u dvije smjene kao i uz pretpostavku prosječno mogućih radnih dana za poljoprivredne radove u pojedinim mjesecima.

Rješenjem tako postavljenog problema na kompjutoru IBM 360 dobiveni su slijedeći podaci o izabranoj mehanizaciji i njenom korištenju:

1. Pregled potrebnih sati rada za svaki stroj i svaki agrotehnički zahvat;
2. Bilans agrotehničkih radova u hektarima;
3. Broj izabranih traktora i priključnih oruđa po vrstama traktora i vrstama priključnih oruđa;
4. Varijabilne troškove svakog agrotehničkog zahvata kao i ukupne varijabilne troškove;
5. Fiksne troškove za sve strojeve po vrstama i ukupno;
6. Iskorištenje fonda sati u agrotehničkim rokovima za svaki stroj;
7. Potrebne investicije za predviđenu mehanizaciju.

S obzirom na velik broj agrotehničkih operacija i velik broj izabranih strojeva, dat ćemo samo neka najvažnija objašnjenja za dobiveno rješenje.

Gotovo svi radovi u dobivenom rješenju obavljani su u tačno predviđenom opsegu. Mogućnost većeg opsega rada od predviđenog koristile su samo

Tabela 2

Shema početne matrice

TROŠKOVI	Varijabilni troškovi po vrstama rada	Fiksni troškovi za svaki stroj
	Kolone djelatnosti po radovima	Kolone djelatnosti za svaki traktor i priključni stroj
Potrebni agrotehnički radovi izraženi u ha	Norme učinka za svako ograničenje izraženo u ha po satu	0
Raspoloživi sati traktora različitih snaga u određenim vremenskim razdobljima (u početnoj matrici u koloni ograničenja sa 0 vrijednostima)	Sati pojedinih traktora po jedinici djelatnosti potrebnih za određeni rad u određenom agrotehničkom roku	Raspoloživi sati traktora u određenim vremenskim razdobljima izraženi u satima (intermediarne djelatnosti s negativnim predznacima)
Raspoloživi sati ostalih priključnih oruđa u određenim vremenskim razdobljima (u početnoj matrici u koloni ograničenja sa 0 vrijednostima)	Sati priključnih strojeva za po jed. djelatnosti za određeni rad u određenom agrotehničkom roku	Raspoloživi sati priključnog oruđa u vremenskim razdobljima izraženim u satima (intermediarne djelatnosti sa negativnim koeficijentima)

one djelatnosti koje su zbog kompletnosti agrotehničkog zahvata bile povezane s drugim radovima koji su im diktirali opseg, kao npr. baliranje i utovar te odvoz slame, ili slični radovi pri spremanju kukuruza.

Karakteristično je za optimalno rješenje da su za niz radova predviđena 2 različita tehnička rješenja za obavljanje istih radova. Takva su rješenja vjerojatno rezultat zahtjeva da se bolje koriste traktori i priključni strojevi. Naravno da to ne mora biti optimalno i sa stanovišta opravka strojeva i rezervnih dijelova, što se prilikom postavljanja programa nije uzelo u obzir.

Već smo spomenuli da je pored usklađivanja radova u agrotehničkom roku vršen i izbor strojeva. Od ukupno mogućih različitih 62 stroja, linearni program je izabrao 40 vrsta strojeva.

Dobiveno rješenje pokazuje da za izvršenje nekih radova nije iskorišten raspoloživi fond sati pojedinog priključnog oruđa, te je potreba strojeva iskazana u brojevima manjim od 1. Kako je nemoguće nabaviti polovinu ili četvrt stroja, to bi za izbor strojeva bolje odgovarao program linearnog programiranja sa tzv. cijelim brojevima, kojeg u računskom centru još nemaju. Tako dobivena rješenja, međutim, pokazuju da bi se usklađivanjem sjetve sa raspoloživim strojevima u pojedinim godinama mogle postići daljnje uštede, odnosno da ograničenije ekonomske jedinice na 2000 ha uz predviđenu sjetvu nije optimalno za iskorištenje niza strojeva. Povećanjem površina, naročito pod šećernom repom i lucerkom, povoljno bi se, naime, odrazilo na sniženje troškova proizvodnje s obzirom na bolje iskorištenje nekih strojeva i smanjenje fiksnih troškova.

Naravno da se na temelju dobivenih rješenja i podataka o iskorištenju pojedinih strojeva i opsega radova mogu vrlo lako izraditi nova rješenja, koja će uz male promjene polaznih pretpostavki dati bolja i realna rješenja.

Već smo spomenuli da je linearnim programiranjem traženo rješenje sa najnižom sumom ukupnih fiksnih i varijabilnih troškova. U dobivenom rješenju varijabilni troškovi iznosili su 570.018 dinara, a fiksni 968.207 dinara, ili ukupno 1,538.225. Upoređenjem troškova rada i organizacije optimalnog rješenja sa troškovima koje bi uz iste uvjete rada imala prosječna postojeća analizirana dobra, dobiveno je da je optimalno rješenje snizilo prosječne troškove mehanizacije i rada za oko 700 Nd godišnje po ha.

Osim toga, potrebna nabavna vrijednost mehanizacije smanjila se također za 985 Nd po ha ili za 46,8%.

Do tih sniženja došlo je zbog izbora jeftinijih strojeva, izbora strojeva sa većim učincima kao i manjeg broja strojeva, naročito traktora zbog njihove bolje opremljenosti odgovarajućim priključnim oruđima i njihovog boljeg korištenja.

Kad bi se prilikom izbora uzela u obzir i raspoloživa sredstva za investicije dobila bi se linearnim programiranjem vjerojatno druga optimalna rješenja, jer se u ovom slučaju polazilo samo od najnižih troškova, bez obzira na iznose investicija.

Kriterij potrebnih investicija je ipak djelomično obuhvaćen kroz amortizaciju i ostale fiksne troškove koji su veći kod skupljih strojeva.

Kao i u ostalim programima, dobiveno optimalno rješenje optimalno je sa stanovišta polaznih pretpostavki. Ono nam ukazuje na velike mogućnosti koje nam pruža linearno programiranje — da u složenim uvjetima proizvodnje a u uvjetima velikog izbora strojeva izaberemo upravo onu varijantu sa kojom ćemo u danom momentu postići najbolje financijske rezultate.

Ovaj primjer pokazao je također kako je moguće podjelom troškova na fiksne i varijabilne, te njihovim vezanjem za odgovarajuće djelatnosti linearnim programiranjem pronaći takvu kombinaciju strojeva koja će pri izboru voditi računa i o optimalnom korištenju izabranih strojeva tokom godine, pronalaženjem najpovoljnijeg odnosa između ukupne mase fiksnih i varijabilnih troškova.