

T. BUDIN

MREŽNI MODEL OPERATIVNOG PLANA POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE

U V O D

Obzirom na složene ekonomske uvjete privređivanja, danas se sve više osjeća potreba za novim pristupima i metodama rješavanja proizvodnih investicijskih i organizacijsko-ekonomskih problema. U tom pogledu, metode operacijskih istraživanja izdvajaju se po suvremenim pristupima u rješavanju takvih zadataka kao i kvantitativnim odlikama metoda koje koriste. Dostupnost elektronskih računala velikih kapaciteta potiče i omogućuje, da se metodama operacijskih istraživanja rješavaju kompleksni zbiljski problemi, respektirajući visoke standarde znanstveno postavljenih načela organizacije i ekonomske teorije.

U poljoprivredi se, u usporedbi s drugim oblastima, zaostaje u primjeni takvih metoda, premda su problemi, zbog poznatog karaktera poljoprivredne proizvodnje vrlo složeni, osobito na krupnim gospodarstvima kao što su naša društvena gospodarstva. Ovim se radom, stoga, pridružujemo istraživanjima mogućnosti uvođenja odgovarajućih metoda operacijskih istraživanja za kompjuterizirano rješavanje pojedinih problema na velikim društvenim gospodarstvima.

CILJEVI I ZADACI

Dosadašnja iskustva u nekim privrednim i neprivrednim aktivnostima, naročito u investicijskoj i istraživačkoj sferi, u primjeni skupa novih metoda pod nazivom tehnika mrežnog planiranja, pokazala su njihova preimущества u odnosu na uobičajene načine planiranja organizacije rada, rukovođenja i kontrole.

Mrežno planiranje je skup metoda temeljen na teoriji grafova, teoriji sistema i statistici. Stoga se može reći da ono ima tri osnovne metodološke dimenzije: strukturnu (teorija grafova i teorija sistema), vremensku (statistika) i troškovnu. Troškovni model se u nekim polazištima u potpunosti ne uklapa u neoklasični model troškova. Obzirom na ta obilježja metoda, osnovni je cilj istraživanja da se ispita metoda i mogućnosti njene primjene u razradi operativnih planova jesenskih radova u poljoprivredi, uzimajući sve tri dimenzije metode i koristeći standardne kompjuterske programe.

Ispitivanja su usmjerena na razradu operativnog plana jesenskih radova na OOUR-u Dalj i IPK Osijeku. Radi velikog broja radova u tom razdoblju, za ispitivanje metode uzet će se samo najkritičniji radovi, a to su

Mr Tomislav Budin, Fakultet poljoprivrednih znanosti Zagreb
OOUR Institut za ekonomiku i organizaciju poljoprivrede

oni na površinama koje se planiraju za sjetvu pšenice. U istraživanju se koristi metoda CPM. U postupku formuliranja modela za rješavanje putem standardnih kompjuterskih programa, konkretne probleme izrade operativnih planova potrebno je prilagoditi logici i zahtjevima metode i standardnih programa. U tu svrhu svi potrebni podaci za analizu strukture, osnovni vremenski parametri, te troškovni elementi prikupljeni su, obrađeni i prilagođeni na temelju obračunskih i planskih pokazatelja IPK Osijeka, posebno OOUR-a Dalj.

1.0. Osnovne postavke i formuliranje modela

Sagledavajući osobine metode mrežnog planiranja, mogućnosti kompjuterskog programa, te problematiku i ciljeve istraživanja, u primjeni metode suočavamo se s nekoliko mogućih pristupa, obzirom na metodološke organizacijskog-tehničke i ekonomske postavke. Budući da niti u literaturi nismo naišli na iskustva koja bi otklonila neke dileme u tom pogledu, ovaj puta smo se odlučili na postavke modela kao što je to prikazano u nastavku.

1.1. Polazni parametri

Ratarske površine su podijeljene u 36 parcela prosječne veličine 99 ha. Da bismo formirali agrotehnoške cjeline, mogli bismo posmatrati parcele kao osnovne tehnološko-proizvodne jedinice. Međutim, s obzirom na veliki broj parcela, grupirali smo prvo sve površine na takav način da svaku grupu parcela karakterizira ista plodosmjena (tab. 1.1).

Sažimajući, stoga, dalje strukturu površina za sjetvu pšenice prema istim osnovnim agrotehnoškim značajkama u jesenskom razdoblju, formirali smo slijedeće grupe površina koje čine tehnološke cjeline: površina I — pšenica iza strnina, 371 ha, površina II — pšenica iza šećerne repe 875 ha i površine III — pšenica iza lucerne 104 ha. Ovakvo grupiranje povr-

Tabela 1.1 Struktura sjetve 1974/75. i plodosmjena na OOUR Dalj

Sjetva u 1974/75. Kultura	ha	Predusjev u 1973/74. g. u ha					
		Pše- nica	Ječam jari	Šeć. repa	Kuku- ruz	Soja	Lucer- na
Pšenica	1350	265	106	875	—	—	104
Kukuruz	478	58	—	80	331	29	—
Ječam jari	425	—	118	307	—	—	—
Šeć. repa	1109	786	130	—	110	53	30
Lucerna	140	140	—	—	—	—	—
Ukupno	3502	1249	354	1242	441	82	134

Sina nije formalne naravi već dio metodološkog postupka. Zavisno od organizacije izvođenja radova, razine operacionalizacije plana, a i drugih elementa i ciljeva rada, grupiranje površina moglo bi se izvesti i na drugačiji način.

Osnovni agrotehnički rokovi kojima trebamo težiti su: najraniji početak sjetve pšenice 1. 10, najkasnije završetak sjetve pšenice 10. 11, najraniji početak vađenja šećerne repe 1. 9, i najkasniji završetak vađenja šećerne repe 10. 11.

3.2. Analiza strukture

Pojedinačne aktivnosti koje se moraju obaviti na svakoj od površina: I — pšenica iza strnina, II — pšenica iza šećerne repe i III — pšenica iza lucerne, proizlaze iz agrotehnike koja se primjenjuje na pretkulturi i planiranoj kulturi u razmatranom jesenskom razdoblju. Redoslijed obavljanja pojedinačnih radova rezultira prvenstveno iz tehnologije rada a i primijenjenih organizacijskih rješenja.

Spisak aktivnosti je sinteza uobičajenog načina raščlanjivanja tehnološkog procesa za primjenu nekog od postupaka planiranja (tab. 2.1. kolone 1 do 3). Prihvatili smo stupanj detaljizacije aktivnosti koji je u uporabi u radnoj organizaciji, uz neka prilagođavanja postavkama modela (npr. aktivnosti koje troše samo vrijeme, fiktivne aktivnosti, prikaz vađenja šećerne repe u dvije faze). Detaljizacija ili agregiranje aktivnosti i ovdje, kao i kod drugih metoda planiranja, ima za cilj daljnju razradu i operacionalizaciju plana ili sažimanje plana s više nivoa rukovođenja i kontrole provedbe plana. Svaka detaljizacija plana može se posebno uobličiti metodološkim postupcima mrežnog planiranja i vezati na određeni način uz aktivnost mrežnog plana pripadajućeg projekta.

Grafički model projekta (mrežni dijagram), polazi od poznatih metodoloških postavki i pravila, a zadovoljava i korišteni standardni kompjuterski program. Na mrežnom dijagramu (slika 11) jasno se razabiru tehnološke cjeline: od događaja 3 prema događaju 5 grana se prikaz radova na površini I gdje se pšenica sije iza strnina, od događaja 3 prema događaju 7 prikazani su radovi na površini III — pšenica iza lucerne i od događaja 3 prema događaju 9 grana se mrežni prikaz radova na šećernoj repi i sjetvi pšenice iza šećerne repe (površina II).

Fiktivnim aktivnostima se ovdje uglavnom osigurava jednoznačno prikazivanje paralelnih aktivnosti i njihov redoslijed u završavanju. Uobičajeni način prikazivanja ovisnosti paralelnih aktivnosti, koje slijede jedna drugu, pri kompjuterskom rješavanju mreže dovodi do toga da se slobodne vremenske rezerve dodjeljuju fiktivnim aktivnostima. S gledišta organizacije izvođenja radova, slobodne vremenske rezerve na fiktivnim aktivnostima nemaju praktičkog značenja, pa stoga u analizi strukture treba nastojati da one ne budu dodijeljene fiktivnim aktivnostima. Stoga su sve paralelne aktivnosti u ovoj razradi modela započete fiktivnim aktivnostima.

2.0. Analiza vremena i troškova

2.1. Vremena trajanja aktivnosti

Vremena trajanja aktivnosti ovise od nekoliko osnovnih činilaca kao što su: količina sredstava (strojeva) dodijeljena toj aktivnosti, vrste sredstava, tj. njihovi učinci i dužina radnog dana. Ukoliko želimo način planiranja što više približiti stvarnosti i dnevnoj upotrebljivosti, u taj račun treba svakako uključiti na određen način »kišne« i neradne dane. Spomenuti činioci analizirani su za konkretne uvjete rada prema normativima, dokumentaciji i podacima radne organizacije. Stoga, da bismo definitivno utvrdili trajanje aktivnosti za jedan agregat, u ukupnim a ne efektivnim danima, oslonili smo se na iskustvene podatke o mogućem broju radnih dana u pojedinim mjesecima za to područje. Efektivni dani potrebni za izvršenje pojedinačne aktivnosti (za jedan agregat) uvećani su koeficijentom odnosa broja kalendarskih i mogućih radnih dana odnosno razdoblja.¹⁾

Utvrđena vremena trajanja aktivnosti, ako ih izvodimo jednim agregatom, temelj su za definitivno određenje vremenskog trajanja aktivnosti kojim ulazimo u proces proračuna vremenskih parametara. U ovom slučaju to znači da je potrebno svakoj aktivnosti dodijeliti određeni broj i vrstu iraktora i priključnih oruđa i na taj način konačno odrediti njezino trajanje. (tabela 2.1. kol. 4 do 11)

2.2. Direktni troškovi aktivnosti i ostali troškovi projekta

U jesenskim razdobljima poklapaju se radovi na pšenici, kukuruзу i šećernoj repi — tri najzastupljenije kulture na ispitivanom gospodarstvu, a i općenito u tom području. Šećerna repa naročito ima velike zahtjeve za strojevima u tom razdoblju. Zastupljenost kukuruza i šećerne repe, kao pretkultura, i pogodnosti vremenskih prilika često uvjetuju obim, pravovremenost i kvalitetu sjetve pšenice i s druge strane, utječu i na radove ubiranja kukuruza i šećerne repe. Zakašnjenja u odnosu na optimalne agrotehničke rokove dovode i do izvjesnih gubitaka na prinosima, a utječu i na povećanje troškova, posebno strojeva, u različitim vidovima (povećani utrošci sjemena, povećano habanje strojeva, veći varijabilni troškovi za iste učinke i neke indirektno štete). To su općenito poznata i u praksi prihvaćene konstatacije koje su, međutim, istraživački slabo obuhvaćene i kvantificirane. Obizrom na određene mogućnosti ove metode da odvojeno tretira nedirektno troškove u vremenu, s jedne strane, i direktno troškove s druge strane, ovom smo razradom modela sjetve posebnu pažnju obratili mogućnostima mrežnog planiranja u kvantificiranju utjecaja vremena trajanja radova na kretanje pojedinih vrsta troškova.

1) Kada se jednom utvrde takvi pokazatelji, oni ne mogu koristiti na različite varijante plana i za duža razdoblja ukoliko ne dolazi do mijenjanja agrotehničkih rješenja, ili drugih postavki za njihovo izračunavanje.

2.2.1. Direktni troškovi

U tretiranju direktnih troškova aktivnosti i drugih troškova projekta bili smo ograničeni postojećim načinom praćenja i diobe troškova te zahtjevima metode i standardnog kompjuterskog programa. Pored toga, karakter poljoprivredne proizvodnje kao projekt koji se ponavlja u točno omeđenom razdoblju i poznatom tehnologijom rada, u nekim elementima se ne poklapa s modelom troškova mrežnog planiranja, i s korištenom verzijom standardnog kompjuterskog programa. To se prije svega odnosi na nedirektne troškove projekta, posebice indirektne troškove, koji za kraća vremenska razdoblja i u uvjetima redovne proizvodnje imaju fiksni karakter. Stoga smo se u daljnjem razmatranju troškova ograničili na direktne troškove aktivnosti i to na troškove usluga vlastitih strojeva, jer ostali direktni troškovi ne bi bitno utjecali na rezultate.

Premda su troškovi vlastitih usluga strojeva, s gledišta diobe troškova u mrežnom planiranju, samo dio direktnih troškova aktivnosti, ipak se pruža mogućnost da u daljnjem radu s ovim troškovima koristimo model za direktne i nedirektne troškove projekta. U tu svrhu varijabilne troškove strojeva tretirat ćemo kao direktne troškove projekta i koristiti ih za formiranje direktnih troškova aktivnosti, gdje su troškovi u funkciji vremena trajanja aktivnosti. (Fiksne troškove strojeva uvrstit ćemo u model u grupu nedirektnih troškova). Kako se za veliki broj aktivnosti predviđa mogućnost korištenja i srednjih i teških traktora, fiksiramo dvije točke te funkcije. Jednoj su koordinate određene vremenom trajanja aktivnosti ukoliko se ona obavlja srednjim traktorima (normalno vrijeme trajanja), i pripadajućim varijabilnim troškovima srednjih traktora za obavljanje aktivnosti, a drugoj su koordinate određene vremenom trajanja aktivnosti ako se ona obavlja teškim traktorima i varijabilnim troškovima teških traktora. Na većem broju aktivnosti korištene su i mogućnosti programa prema kojima se funkcija troškova aproksimira s više linearnih segmenata i to tako da se predviđa i različiti broj srednjih odnosno teških traktora. Formiranje funkcije troškova u ovisnosti od vremena trajanja za svaku radnu operaciju vidljivo je iz kolone 8 do 15 tabele 2.1. Svakom od navedenih vremena trajanja pripadaju odgovarajući troškovi.¹⁾ Ovo je pokušaj da iskoristimo mogućnosti kompjuterskog programa za izradu niza rješenja u toku jednog prohoda. (simulacioni model). Razbijajući svaku aktivnost u veći broj linearnih segmenata tj. određivši im nekoliko vremena trajanja i nekoliko pripadajućih troškova, dozvoljavamo da računalo u toku proračuna uzima u obzir veliki broj kombinacija, koristeći kao ulazne podatke svaki puta neki od segmenata aktivnosti projekta.

Teške traktore smo predvidjeli i na radnim operacijama gdje se oni normalno i ne koriste, pretpostavljajući, pri tome, da bi to neznatno skratilo trajanje aktivnosti, ali naravno, znatno povećalo varijabilne troškove. Pošto troškovni model korištenog kompjuterskog programa vodi računa o fiksnim troškovima strojeva i ostalim nedirektnim troškovima koji su ra-

1) Da bismo udovoljili zahtjevima standardnog programa za angažiranje većeg broja traktora iste kategorije troškovi su, za kraće vrijeme trajanja aktivnosti simbolično uvećani (1%).

Tabela 2.1. Dio liste aktivnosti i obračun vremena i troškova

Događaj		Opis aktivnosti ²⁾		Broj agreg. za različ. vremena trajanja aktiv. ¹⁾				Mogući akti
i	j			T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁
1	2	3	4	5	6	7	8	
11	31	Oranje	1	6ST	4TT	5TT	—	20,1
13	19	Rastresanje luc.	3	2ST	3ST	—	—	4,4
15	21	Avio prskanje 1	2	—	—	—	—	10,0
17	23	Fiktivno	1	—	—	—	—	—
17	31	Dovoz gnoja	1	1ST	1TT	—	—	9,7
19	25	Fiktivno	3	—	—	—	—	—
19	33	Sušenje lucerne	3	—	—	—	—	3,0
21	27	Fiktivno	2	—	—	—	—	—
21	29	Dovoz vode II	2	—	—	—	—	3,1
23	31	Razbaciv. gnoja	1	2ST	3ST	—	—	8,6
25	33	Zbroj lucerne	3	4ST	5ST	6ST	—	4,3
29	35	Veg. šeć. repe	2	—	—	—	—	15,0
27	29	Avio prskanje II	2	—	—	—	—	11,0
31	37	Fiktivno	1	—	—	—	—	—
31	61	Tanjuranje	1	2ST	2TG	2TT	3TT	20,1
33	39	Fiktivno	3	—	—	—	—	—
33	47	Sušenje lucerne	3	—	—	—	—	3,0
35	41	Fiktivno	2	—	—	—	—	—
35	43	Skid. glava I 100 ha	2	3ST	4ST	—	—	7,8
37	45	Fiktivno	1	—	—	—	—	—
37	61	Ravnanje	1	3ST	3ST	—	—	13,4
39	47	Zbroj lucerne	3	3ST	4ST	—	—	2,5
41	49	Fiktivno	2	—	—	—	—	—
41	51	Vađenje repe I 100 ha	2	3ST	4ST	—	—	7,9
43	54	Fiktivno	2	—	—	—	—	—
43	77	Skid. gl. II 775 ha	2	4ST	5ST	5ST	—	53,8

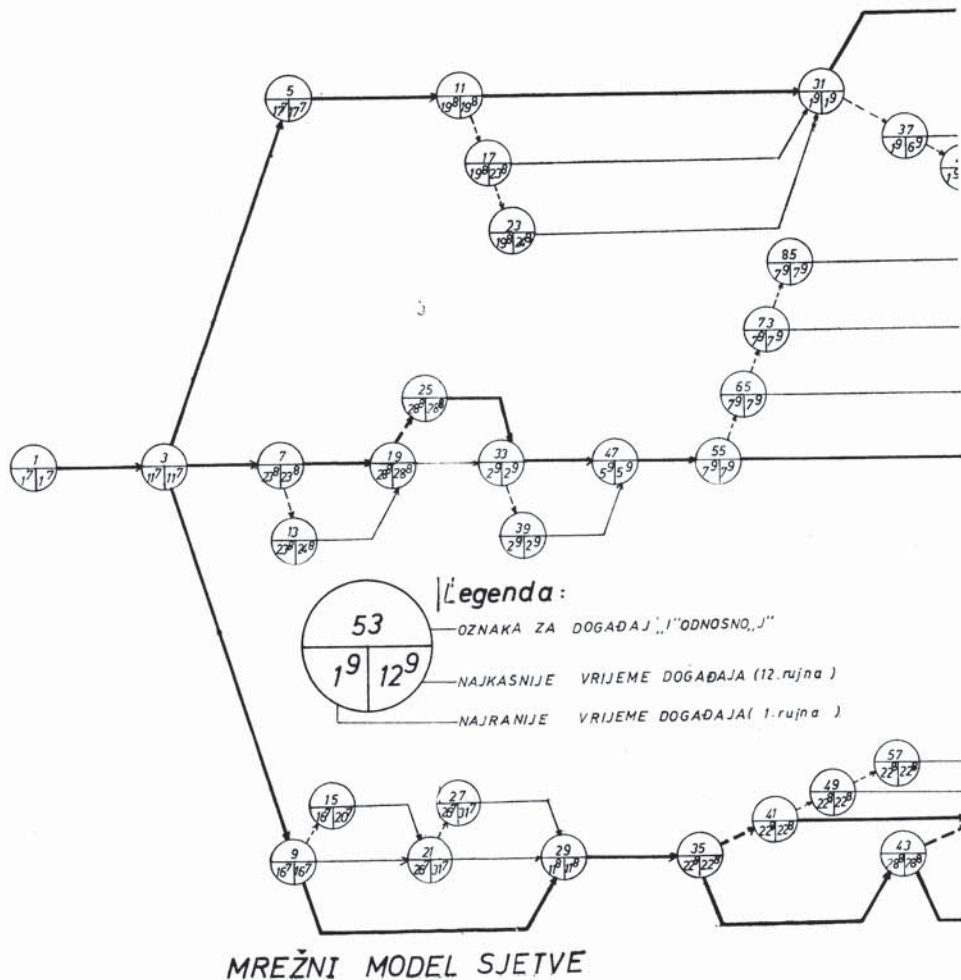
zličiti u pojedinim razdobljima, korištenje teških traktora i uz te nepovoljne uvjete eventualno može doći u obzir, nakon što se iskoriste mogućnosti povoljnijeg (jeftinijeg) skraćivanja trajanja projekta. Za aktivnosti koje troše samo vrijeme (vegetacija lucerne, vegetacija šećerne repe, nicanje korova i slično), fiksirano je nekoliko mogućih vremena trajanja. Kako bismo osigurali da model skraćuje, prvo, upravo željene aktivnosti, svakom vremenu trajanja pridruženi su simbolični troškovi (od 1 d do 15 d). Na osnovu već izloženog jasno je da će program skraćivati trajanje projekta prvo na tim aktivnostima koje praktički ne povećavaju direktne troškove projekta, a snizuju znatno nedirektne troškove. Ukoliko tako postavimo **problem**, ovo je vrlo povoljna okolnost u radu s ovakvim modelom troškova, jer zapravo daje mogućnost da odredimo najpovoljnije vrijeme početka onih ak-

ća vremena trajanja vnosti u danima			Varijabilni troškovi aktivnosti za vremena trajanja T_1 do T_4 din			
T_2	T_3	T_4	C_1	C_2	C_3	C_4
9	10	11	12	13	14	15
17,2	13,5	—	50784,73	50849,26	50949,00	—
2,9	—	—	2602,17	2629,01	—	—
10,0	—	—	—	—	—	—
8,7	—	—	4062,74	7195,65	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1711,07	—	—	—
5,7	—	—	7251,90	7327,45	—	—
3,4	2,9	—	4067,44	4108,0	4138,00	—
13,0	11,0	—	1,00	2,00	5,00	—
—	—	—	—	—	—	—
17,6	15,1	10,1	16976,47	19400,00	21865,18	26815,18
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
5,9	—	—	7391,48	7456,71	—	—
—	—	—	—	—	—	—
10,0	—	—	16976,47	21865,18	—	—
1,9	—	—	1787,68	1807,57	—	—
—	—	—	—	—	—	—
5,9	—	—	7391,79	7465,71	—	—
—	—	—	—	—	—	—
43,1	38,8	—	57286,38	57859,24	93903,00	—

ktivnosti koje slijede aktivnosti koje troše samo vrijeme, respektirajući pri tome, nagomilavanje radova u kasnijim periodima.

Potrebno je naglasiti da je tok funkcije troškova u vremenu za radne operacije značajan za vremenske proračune, a i ostale rezultate u rješenjima. Prirast direktnih troškova pojedine aktivnosti (varijabilnih troškova uaktora) na jedinicu vremena ($\Delta C / \Delta T$), osnovni je kriterij za izbor aktivnosti koje su najpogodnije za skraćenje. Tako je moguće forsirati skraćenje trajanja onih radnih operacija kod kojih je to najekonomičnije obzirom na vremenske uštede koje pri tome postižemo. Pri tome se sagledava cjelokupni obim poslova i njihova uzajamna uvjetovanost. Jasno je da u poljoprivrednoj proizvodnji vremenska dužina pojedine radne operacije ovisi o velikom broju činilaca. Težište je ovdje, međutim, na definiranju funkcija

škova kao organizacijsko-ekonomsko planskih osnova za određivanje broja i vrste strojeva kojima bi se planirane radne operacije najpovoljnije i u rokovima privedle kraju.



2.2.2. Tok nedirektnih troškova u vremenu

Pri razradi funkcije nedirektnih troškova projekta sjetve susrećemo se s nekim problemima teoretske i praktičke naravi koji su izvan domašaja ovog rada. Stoga smo pošli od niza postavki kako bismo istražili mogućnost ove metode u kvantificiranju značenja vremenskog faktora, kao i njene mogućnosti u tretiranju nekih općenito prihvaćenih i često naglašavanih mišljenja o ekonomsko-organizacijskim problemima izvođenja poljoprivrednih radova u jesenskom razdoblju.

Točke funkcije nedirektnih troškova određene su na temelju kretanja fiksnih strojeva u ovisnosti od vremena trajanja planiranih radova, na temelju procjene kretanja troškova održavanja strojeva u ovisnosti od vremena trajanja planiranih radova i na temelju analize kretanja izgubljene koristi na prinosima pšenice u ovisnosti od rokova sjetve. Obzirom na prethodno iznesenu osnovnu namjenu ove razrade, nismo pokušali obuhvatiti i eventualne druge značajne činioce (tabela 2.2.).

Potrebno je naglasiti da s obzirom na karakter ovog rada, problem obuhvaćanja fiksnih troškova nije riješen na način kojim bismo u potpunosti udovoljili opće poznatim teoretskim a i praktičkim saznanjima o ponašanju fiksnih troškova strojeva. Poznato je, da u pogledu fiksnih troškova osobine proizvodnog procesa u poljoprivredi ograničuju korištenje strojeva na relativno malen broj sati godišnje, pa se svako povećanje obima posla strojeva vrlo povoljno odražava na sniženje fiksnih troškova po jedinici vremena rada.¹⁾ U razmatranom slučaju razmišljamo, međutim, o problemu fiksnih troškova u funkciji vremena trajanja projekta. Prema postavkama modela, raspoloživi strojni park za obavljanje projektom predviđenih poljoprivrednih radova, je ograničen. U toku određenog obračunskog vremenskog perioda (npr. jedne godine), bez obzira na variranja u obimu obavljanih radova, strojni park ostvaruje određeni iznos fiksnih troškova. Ukoliko sada, boljom organizacijom rada, skraćujemo potrebno vrijeme za obavljanje radova u nekom od razdoblja obračunskog perioda, ranije oslobađamo strojeve za rad na nekim drugim poslovima.¹⁾ Shodno tome, može se reći da razmatrano razdoblje tereti i manji iznos fiksnih troškova. Fiksni troškovi će biti to manji, što više skraćujemo trajanje projekta u odnosu na ranije planirano vrijeme za obavljanje radova.

S tim u vezi, u fiksiranju nedirektnih troškova ovog projekta pretpostavili smo da je projekt zatvorena cjelina i da se strojevi dodijeljeni projektu isključivo koriste za obavljanje poslova projekta, u vremenu u kojem projekt traje.²⁾ Korištenje strojeva u toku projektnog razdoblja je, međutim, neravnomjerno, ovisno o broju aktivnosti u pojedinim razdobljima i o raspoloživim vremenskim rezervama. To omogućuje da se strojevi u toku trajanja ovog projekta koriste na poslovima neobuhvaćenim ovim projektom pa bi već i taj moment trebalo istražiti i shodno tome izvršiti raspodjelu fiksnih troškova u vremenu. Pretpostavka da će u slučaju kraćeg trajanja projekta neki drugi poslovi (projekti) biti terećeni dijelom fiksnih troškova također može pretpjeti izmjene ovisno o konkretnoj situaciji. U svakom slučaju fiksni troškovi imaju značajnu ulogu u ekonomici korištenja strojeva, pa bolju organizaciju rada i njihovo kraće angažiranje na konkretnim poslovima treba na određeni način i ekonomski kvantificirati

1) Obim poslova se za definirani projekt ne mijenja. Drugo je pitanje i način obračuna amortizacije, koja se uzima kao najznačajnija stavka fiksnih troškova. Uobičajeno je amortizaciju obračunati vremenski a ne funkcionalno jer u ovom drugom slučaju njena fiksnost ne bi bila osigurana.

¹⁾ Ili u krajnjoj liniji potreban nam je manji broj strojeva.

²⁾ U praktičnom radu s takvim modelom troškova za pojedina bi razdoblja obuhvatili sve aktivnosti i sve raspoložive strojeve na radnoj jedinici pa bi takva pretpostavka bila vrlo blizu realnoj situaciji.

ili kao trošak ili pak kao izgublenu korist. Obzirom na metodološki karakter ovog rada nismo ulazili u istraživanje tih problema, pa navedene postavke treba uzeti s rezervom. Osim toga, na najveći dio rezultata u rješenjima fiksni troškovi strojeva nemaju utjecaj. Oni utječu jedino na izbor optimalne varijante ove metode. No, kao što ćemo kasnije vidjeti, optimalno rješenje ima relativno značenje obzirom da korišteni program ima odlike simulacionog modela.

Problem utjecaja rokova sjetve na prinose pšenice je također mnogo složeniji (pitanje sorata, utjecaja vremenskih i zemljišnih uvjeta i njihova distribucija učestalosti), što bi trebalo posebno istražiti u svakom konkretnom slučaju.

3.0. Analiza rješenja

Model je riješen u 37 vremenskih i troškovnih proračuna, skraćujući, u svakom rješenju, trajanja nekih aktivnosti na kritičnom putu u okviru definiranog intervala (T_u , T_n). Skraćivanja su vršena prema ranije opisanom kriteriju sve dotle dok su zato postojale mogućnosti na nekoj od aktivnosti u lancu kritičnih aktivnosti, ili je pak kretanje troškova ukazalo da daljnja skraćivanja nemaju ekonomskog smisla. Za svaku varijantu dobivena su tri osnovna izvještaja: vremenski s dispozicionim kalendarom, spisak događaja i spisak aktivnosti. Osim toga programskim karticama može se zahtijevati i sumar potrebnih resursa u pojedinim razdobljima kao i vizuelni prikaz odvijanja projekta u obliku ganttove karte (tabela 3.1. sadrži dio rješenja optimalne varijante 33).

Prva varijanta rješenja ne odgovara, jer prije svega ne udovoljava osnovnim agrotehničkim rokovima u pogledu sjetve. (završetak sjetve 27. XII — tabela 3.2). U slijedećim varijantama rješenja skraćuju se trajanja onih kritičnih aktivnosti koje na jedinicu skraćivanja najmanje povećavaju troškove. (Obzirom na date tehnološke zavisnosti kritične aktivnosti su te koje kontroliraju dužinu trajanja projekta). Prema postavkama modela, uz zanemarivo malo povećanje troškova, mogu se skraćivati aktivnosti vegetacije lucerne, šećerne repe i nicanja korova, pa je i logično da u daljnjim varijantama te aktivnosti traju sve kraće i kraće. Kao što je već spomenuto, ova su rješenja ipak značajna jer utvrđuju kada trebamo početi s narednim aktivnostima, koristeći pri tome vrstu i količinu traktora na ostalim aktivnostima predviđenim za normalna vremena trajanja (kolona 4. tab. 2.1).

Premda je nešto otežano razmatrati vremenske proračune rješenja neovisno od cjelokupnih rješenja, zbog bolje preglednosti, istaknut ćemo još neke značajke rezultata vremenskih proračuna. Tako veliki broj sistematično nizanih rješenja pokazuje, prije svega, da CPM kompjuterski program mrežnog planiranja posjeduje elemente simulacione tehnike u osnovnim pristupima, ukoliko na pogodan način formuliramo konkretni problem, kao što je to postavkama modela učinjeno. Doduše, program ima mogućnosti simuliranja samo jednog elementa — vrijeme trajanja pojedine aktivnosti, ali na osnovu toga izračunava se nekoliko različitih korisnih pokazatelja za individualne aktivnosti i za projekt u cjelini. Tu prije svega mislimo na promjene u lancu kritičnih aktivnosti, promjene u vremenu tra-

Tabela 2.2. Proračun nedirektnih troškova u ovisnosti od dužine trajanja projekta

1. Točke vremenske osi	Jed. mjere	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₅
2. Datum završetka projekta		15. X	31. X	10. XI	20. XI	30. XI	31. XII	
3. Vrijeme trajanja projekta	dana	108	123	133	143	153	184	
4. Fiksni troškovi stroj. C'	din	558720	636320	688053	739787	791520	951894	
5. Povećanje trošk. održavanja u odnosu na C' ^a	%	—	—	1,0	1,5	2,0	6,0	
6. Povećani troškovi održav. C''	din	—	—	517	776	1035	9726	
7. Sjetva iza optimalnog roka	ha	—	—	—	240	480	875	
8. Gubici na prinosima po ha**	q	—	—	—	2,9	3,0	5,0	
9. Gubici na prihodima (red 7 x red 8 a 2 din/kg)	din	—	—	—	139200	288000	875000	
i0. Ukupno (4 + 6 + 9)	din	558720	636320	688570	879763	1080555	1836620	
i1. Točke osi troškova		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	

* Temelji se na ocjeni da redovni troškovi održavanja čine 10 % fiksnih troškova i da se troškovi održavanja povećavaju do točke T₃ na 10 %, T₄ za 15 %, T₅ za 20 % i T₆ za 60 %.

** Na temelju analize odnosa rokova sjetve i prinosa za razdoblje od 15 godina.

Tabela 3.1. Dio rješenja optimalne varijante
Lista aktivnosti — varijanta 33

Događaj i j	Opis aktivnosti	Trajanje	Direktni troškovi	Najraniji		Najkasniji		Vremenske rezerve					
				Početak	Završetak	Početak	Završetak	Ukupno	Slobodno	Nezavisne			
121	125	Sjetva	3	4.9	3615.0	5.oct.74.	10.oct.74.	5.oct.74.	10.oct.74.	.0	.0	.0	.0
123	131	Vod. braz.	3	4.9	1143.6	5.oct.74.	10.oct.74.	5.oct.74.	10.oct.74.	.0	.0	.0	.0
125	127	Fiktivno	3	.0	.0	10.oct.74.	10.oct.74.	10.oct.74.	10.oct.74.	.0	.0	.0	.0
125	135	Preg. rad.	3	1.0	.0	10.oct.74.	11.oct.74.	3.nov.74.	4.nov.74.	24.0	24.0	24.0	24.0
127	129	Fiktivno	2	.0	.0	10.oct.74.	10.oct.74.	10.oct.74.	10.oct.74.	.0	.0	.0	.0
127	133	Dov. sjem.	2	12.0	4791.0	10.oct.74.	22.oct.74.	23.oct.74.	4.nov.74.	13.2	13.2	13.2	13.2
129	131	Fiktivno	2	.0	.0	10.oct.74.	10.oct.74.	10.oct.74.	10.oct.74.	.0	.0	.0	.0
129	133	Sjetva	2	25.0	35137.9	10.oct.74.	4.nov.74.	10.oct.74.	4.nov.74.	.0	.0	.0	.0

janja projekta i na promjenu pojedinim kategorijama troškova i iskorištanja resursa. Simuliranjem nekih postavki modela (npr. strukture sjetve, strukture mrežnog dijagrama, funkcija troškova aktivnosti), u stanju smo za svaku takvu promjenu dobiti novih tridesetak ili više različitih rješenja.¹⁾ Kao i ova dobivena, tako i sva druga rješenja mogu imati veliko praktičko značenje i utjecaj na izbor planske varijante koja je u datim uvjetima najpovoljnija i odgovarajuća. Osim toga, obilje sistematiziranih podataka pruža mogućnost da se unaprijed, vrlo brzo sagledavaju neke konzekvence konkretnih planskih rješenja, u pojedinim planskim razdobljima, na cjelokupni tok radova.

Lista događaja — varijanta 33

Događaj	Opis		Najranije vrijeme	Najkasnije vrijeme	Zazor. događaju
125	Got. sjetva	3	10.oct.74.	10.oct.74.	.0
127	Dov. sjem.	2	10.oct.74.	10.oct.74.	.0
129	Poč. sjetve	2	10.oct.74.	10.oct.74.	.0
131	Poč. vod. br.	2	10.oct.74.	10.oct.74.	.0
133	Sjetva fin.	2	4.nov.74.	4.nov.74.	.0
135	Got. vod. br.	2	4.nov.74.	4.nov.74.	.0
137	Kraj projekt		5.nov.74	5.nov.74.	.0

Događaj i j	Opis	Trajanje	Direktni troškovi	Početak	Završetak
123 131	Vod. braz.	3	4.9	1143.6	5.oct.74. 10.oct.74.
125 127	Fiktivno	3	.0	.0	10.oct.74. 10.oct.74.
127 129	Fiktivno	2	.0	.0	10.oct.74. 10.oct.74.
129 131	Fiktivno	2	.0	.0	10.oct.74. 10.oct.74.
129 133	Sjetva	2	25.2	36137.9	10.oct.74. 4.nov.74.

Za razliku od nekih drugih tehnika planiranja korištenjem ove, u planiranju radova se, dakle, unosi jedna kvalitetno nova dimenzija. Za sve radne operacije projekta, rješenja daju redosljed kalendarskog razdoblja njihovog izvršenja, vrstu i količinu potrebnih sredstava i vremenske rezerve u okviru kojih možemo odgađati početak aktivnosti ili ga produžiti, a da to ne utječe na krajnji rok završetka projekta (ukupna vremenska rezerva) ili na najraniji početak navedenih aktivnosti (slobodna vremenska rezerva).

Budući da u rješenju dobivamo veliki broj varijanata koje sadrže i podatke o visini troškova, rezultati vremenskih proračuna, u vezi s time, imaju posebno značenje. Tako smo, naime, u stanju vidjeti, i u relativnom i u

¹⁾ Ukupno vrijeme rada kompjutera za rješenje modela, s ispisom preko 50.000 podataka plus ganttogrami, iznosilo je nešto ispod 10 minuta.

apsolutnom iznosu, kakve promjene u troškovima izaziva promjena nekih od mnogobrojnih organizacijsko-tehnoloških mogućnosti u nekom od razdoblja odvijanja projekta. U konkretnoj primjeni relativno je lako izvršiti niz promjena, koje su u dotičnim okolnostima od posebnog interesa. Što više, za dobivanje što realnijih rješenja često se i preporuča višestruko rješavanje istog problema i jedan manje više kontinuirani oblik planiranja u toku izvršenja plana.

Direktni troškovi projekta, koji u ovom slučaju predstavljaju varijabilne troškove strojeva, praktički se ne mijenjaju značajnije sve do 29. varijante rješenja i skraćanja trajanja projekta na 132 dana (tabela 3.2). To je razumljivo obzirom da su ova skraćanja projekta, kao što smo to postavkama i željeli, rezultat skraćanja aktivnosti koje troše samo vrijeme ili u manjoj mjeri, ona su rezultat korištenja većeg broja traktora iste kategorije na kritičnim aktivnostima.

Program prihvaća i samo direktne troškove, tj. izračunava vremenske rezerve parametre projekta i pripadne direktne troškove bez učitavanja vrijednosti funkcije nedirektnih troškova. Nedirektni troškovi projekta igraju značajnu ulogu u određivanju optimalnog rješenja kojeg daje ova metoda, posebno zbog porasta izgubljenih koristi u slučaju trajanja sjetve do kraja XII mjeseca; nedirektni troškovi su elastični na skraćanje trajanja projekta. Elastičnost se gubi kad smo jednom osigurali duljinu trajanja projekta koja udovoljava optimalne agrotehničke rokove. Budući da su direktni troškovi, svake varijante rješenja, rezultat vremenskih proračuna mreže (tako da su određena vremenska trajanja svakoj aktivnosti iz (T_u, T_n) i za svaku aktivnost utvrđeni pripadni troškovi iz (C_u, C_n) , a nedirektni pak troškovi neovisno dati (tako da se za svako izračunato vrijeme trajanja projekta iz (T_m, T_n) mogu, interpolacijom, izračunati pripadni nedirektni troškovi), sumiranjem direktnih za sve aktivnosti i nedirektnih za dotičnu dužinu trajanja projekta, kompjuter izračunava ukupne troškove projekta. Zbog osobina funkcije ukupnih direktnih troškova (monotono opadajuća za produženje trajanja projekta), i osobine funkcije nedirektnih troškova (monotono rastuća), tražimo trajanje projekta za koje će ukupni troškovi biti minimalni. Prema dobivenom rješenju to se dogodilo u varijanti 33 rješenja, za koju su ukupni troškovi minimalni, pa je stoga ta varijanta optimalna (tabela 3.2).

Logiku metode u tretiranju troškova objašnjava i kretanje marginalnih direktnih i marginalnih nedirektnih troškova. U slučaju produženja trajanja projekta daleko izvan optimalnih rokova, marginalni nedirektni troškovi su visoki i pokazuju koliki bi najviše smio biti marginalni porast direktnih troškova, a da dodatno skraćanje projekta ipak izvedemo s istim, odnosno s nižim ukupnim troškovima u odnosu na njegovo prethodno vrijeme trajanja. Kao što tabela 3.2. pokazuje, za duga vremena trajanja projekt bi podnosio, ekonomski opravdano, velike poraste direktnih troškova, kada je projekt skraćen u okviru optimalnih agrotehničkih rokova (varijanta 29, 30 i dalje) pokazuju se dvije tendencije: marginalni nedirektni troškovi su niski i smanjuju se, a direktni marginalni naglo rastu. Budući da taj porast direktnih troškova ne može biti kompenziran padom nedirektnih, i ukupni troškovi rastu. Praktički to znači da nam pad u nedirektnim troškovima (u marginalnim veličinama) određuje, kada se više ne isplati upo-

treba većeg broja traktora, odnosno skupljih traktora, na aktivnostima koje kontroliraju dužinu trajanja projekta. U konkretnom slučaju pad marginalnih nedirektnih troškova nakon 33 varijante manji je od porasta direktnih troškova, pa je i po tom kriteriju ta varijanta optimalna.

Kao što je to postavkama modela osigurano, dio skraćanja ukupnog trajanja projekta rezultira iz skraćivanja aktivnosti koje ne angažiraju traktore, dio iz većeg angažiranja traktora iste kategorije na aktivnostima

Tabela 3.3. Korištenje broja traktora u kritičnom razdoblju prema sumaru resursa (var. 20 i 33)

Razdoblje varijanta 20	Varijanta 20				Varijanta 33				Razdoblje varijanta 33
	Temeljeno		Temeljeno		Temeljeno		Temeljeno		
	na t^0_j		na t^1_j		na t^0_j		na t^1_j		
	(i — j)		(i — j)*		(i — j)		(i — j)*		
	ST	TT	ST	TT	ST	TT	ST	TT	
31. 8. — 5. 9.	40	4	19	4	43	5	22	5	31. 8. — 1. 9.
5. — 7. 9.	54	—	18	—	55	2	19	2	1. — 2. 9.
7. — 9. 9.	53	—	14	—	54	2	18	2	2. — 4. 9.
9. — 10. 9.	50	—	14	—	51	2	18	2	4. — 7. 9.
10. — 11. 9.	49	—	14	—	58	2	22	2	7. — 8. 9.
11. — 12. 9.	39	—	14	—	49	2	25	2	8. — 9. 9.
12. — 14. 9.	47	—	24	—	44	2	26	2	9. — 10. 9.
14. — 15. 9.	41	—	23	—	41	2	26	2	10. — 11. 9.
15. — 16. 9.	36	—	25	—	38	2	26	2	11. — 12. 9.
16. — 18. 9.	35	—	20	—	33	5	20	5	12. — 15. 9.
18. — 19. 9.	32	—	22	—	30	5	21	5	15. — 16. 9.
19. — 21. 9.	28	—	23	—	28	5	21	5	16. — 17. 9.
21. — 23. 9.	25	—	23	—	26	5	23	5	17. — 18. 9.
23. — 25. 9.	23	—	23	—	26	2	25	2	18. — 19. 9.
25. — 28. 9.	25	—	17	—	25	2	25	2	19. — 20. 9.
28. — 30. 9.	24	—	18	—	28	—	26	1	20. — 25. 9.

* t^0_j = najranije vrijeme završetka aktivnosti

t^1_j = najkasnije vrijeme završetka aktivnosti

koje kontroliraju dužinu trajanja projekta, a dio je rezultat angažiranja traktora većih učinaka, također na aktivnostima koje kontroliraju trajanje projekta. Ovo možemo smatrati značajnom odlikom metode, jer iz cjelokupnog spleta aktivnosti izdvaja uvijek one prave na koje je u određenim momentima potrebno usmjeriti više resursa, a da bi se održali potrebni rokovi. To nužno ne znači da će se, ukupno gledajući, koristiti veći broj strojeva, nego ćemo koristiti bolja organizacijska rješenja. Na žalost korišteni program, u standardnom obliku, ne pruža mogućnost da se za svaku varijantu rješenja dobije niz pokazatelja i elemenata iz kojih bi direktno bilo vidljivo da li smo u stanju s raspoloživim sredstvima izvesti pojedinu varijantu, koliko veći angažman sredstava zahtijeva pojedina varijanta, kako se kreće ukupno iskorišćenje strojeva i sl. pokazatelji. To donekle de-

Tabela 3.2 Kretanje troškova u ovisnosti o dužini trajanja projekta

Broj varijanta	Broj kritičnih aktivnosti	Datum završetka	Trajanje pro- jekta — dana	5 Direktni troš- kovi u 000 d	6 Nedirektni tro- škovi u 000 d	7 Ukupni troškovi	8 Direkt.	9 Nedirekt.	Marginal. = MT = $\frac{\Delta C}{\Delta T}$	
									9 u 000 d	10 Ukupni u 000 d
0	22	28. XII	177,0	712,2	1665,4	2368,4	0,58	24,4	24,4	24,4
3	29	19. XII	167,1	702,2	1424,4	2126,6	2,00	24,4	24,4	24,4
5	38	16. XII	165,0	702,2	1373,2	2075,4	4,10	24,4	24,4	24,4
6	29	15. XII	164,0	702,2	1348,8	2051,0	2,70	24,4	24,4	24,4
8	29	13. XII	161,1	702,2	1270,1	1980,3	3,20	24,4	24,4	24,4
9	29	11. XII	159,1	702,2	1229,3	1931,5	16,00	24,4	24,4	24,4
13	38	8. XII	156,7	702,2	1170,8	1873,0	25,00	24,4	24,4	24,4
15	38	7. XII	155,8	702,3	1148,8	1851,1	26,00	24,4	24,4	24,4
17	38	5. XII	153,8	702,3	1100,0	1802,4	159,29	20,1	19,9	19,9
22	33	2. XII	150,1	702,5	1022,3	1724,8	161,60	20,1	19,9	19,9
24	36	27. XI	147,9	713,1	976,1	1681,3	163,59	20,0	19,8	19,8
26	43	22. XI	142,6	704,0	872,1	1576,1	280,12	19,1	18,8	18,8
27	36	20. XI	140,9	704,5	839,6	1544,1	478,01	17,8	17,3	17,3
29	46	12. XI	132,3	708,3	584,9	1393,2	1139,14	5,2	4,1	4,1
32	50	5. XI	125,8	712,4	650,9	1363,3	1146,50	5,2	4,1	4,1
33	50	5. XI	125,6	712,6	649,9	1362,5	26133,35	5,2	—20,0	—20,0
34	51	4. XI	124,7	736,1	645,2	1381,3	26230,00	5,2	—20,0	—20,0
35	51	4. XI	124,6	738,7	644,7	1384,3	26231,91	5,2	—21,0	—21,0
36	51	1. XI	121,3	725,3	627,5	1452,8				

valvira ukupne rezultate metode pa i neke ranije spomenute osobine modela troškova treba uzeti s tom rezervom. Dodatnim proračunima iz sumara resursa moguće je, naravno, dobiti mnogo pokazatelja ali obzirom na veliki broj varijanata to može biti znatan posao. Sumar resursa je inače dostupan za svaku varijantu. Podaci u tab. 3.3. (izračunati su na osnovu semara resursa za dotične varijante) pokazuju da u kritičnim razdobljima nismo u stanju, s raspoloživim traktorima, održati najranija vremena početka aktivnosti, ali dio traktora nije korišten ukoliko ih, koristeći vremenske rezerve na aktivnostima, završavamo u najkasnijim dozvoljenim vremenima. Varijanta 33 koristi veći broj traktora, ali u granicama raspoloživih. U svim rješenjima neiskorišten je veliki broj raspoloživih teških traktora. To je u tijesnoj vezi s nešto ranije opisanom logikom metode u tretiranju funkcija troškova aktivnosti. Ovakav rezultat još više potencira i probleme utvrđivanja funkcije nedirektnih troškova.

4. ZAKLJUČAK

Kao početna istraživanja primjene mrežnog planiranja u poljoprivrednoj proizvodnji s prikazanih aspekata, ovaj rad je zahtijevao usmjeravanje napora na savladavanje metode, testiranje kompjuterskog programa, te u istraživanje i prilagođavanje kompjuterskom tehnikom. Pored toga, primjena mrežnog planiranja je timski rad, što je iz razumljivih razloga teško osigurati u istraživanjima ovakvog karaktera. Zbog oba razloga, bilo je potrebno poći od određenih pretpostavki koje bi, sagledavajući dobivene rezultate, trebalo dalje istraživati u vezi s ogromnim mogućnostima kompjutera i kompjuterskih programa. Tok i rezultati istraživanja, stoga, dopuštaju nam temeljni zaključak i upućuju na područje daljnjih istraživanja.

Mrežno planiranje se može s uspjehom koristiti kao metoda planiranja i kontrole poljoprivrednih radova u složenim uvjetima proizvodnje na krupnim gospodarstvima. Pri tome je potrebno koristiti kompjuterske usluge. Ručni postupci su ograničeni na manji broj aktivnosti, jer promjena postavki modela ili parametara zahtijeva veliki dodatni rad za dobivanje nove varijante. Ručno rješavanje prikazanog modela u praktičnoj primjeni, na krupnim gospodarstvima objektivno je nemoguće.

Razvoj, adaptibilnost i operativnost, što se općenito pripisuju mrežnom planiranju, dolaze do punog izražaja u primjeni na projektima poljoprivredne proizvodnje. Vizuelno mrežno prikazivanje i terminiranje radova, posebne su prednosti primjene metode. Pri tome je moguće obuhvatiti cjelokupni sistem s manje detalja, a za više nivoa rukovođenja, ili ga razraditi za pojedine podsisteme. Primjenom mrežnog planiranja izučavamo troškove u poljoprivredi na jedan kvalitetno drugačiji način od do sada uobičajenih. Pravovremeno obavljanje radova u poljoprivrednoj proizvodnji se naročito odražava i na dohodovnoj i na troškovnoj strani poslovanja. Stoga su od posebnog interesa oblici i obilježja funkcije troškova aktivnosti u vremenu i funkcije izgubljenih koristi zbog nepravovremenog obavljanja radova. U poljoprivredi se općenito prihvata da takva ovisnost postoji, ali do sada nisu istraživani oblici i jakosti tih veza. Tretman i optimalizacija troškova u istraživanim modelima temelje se upravo na takvim osobinama troškova. Rezultati pokazuju da takvi troškovni modeli daju nove kvalitete planu, poseb-

no zbog kvantificiranja značenja vremenskog faktora. Simulacione odlike modela omogućuju dobivanje velikog broja rješenja, te se lako unaprijed mogu sagledati organizacijske i ekonomske konzekvence pojedinih planskih odluka. Postavke modela i ulazni parametri su pri tome naročito važni, pa bi taj problem zahtijevao daljnja istraživanja.

Upotrebljavani program, kao ni metoda općenito, nema mogućnosti da uz terminiranje radova vrše istodobno bilanciranje u okviru raspoloživih kapaciteta, te utvrđuju optimalna rješenja s tog gledišta. U tom pogledu trebalo bi istražiti kompjuterske programe koji posjeduju i takve mogućnosti u određenoj mjeri, a s uspjehom su upotrebljavani u drugim oblastima. U pogledu troškova i kapaciteta posebno bi bilo interesantno istražiti mogućnosti kombinirane upotrebe mrežnog planiranja i drugih metoda optimizacije.

LITERATURA

1. **Amstrong David i dr.:** Analysis of Agricultural Production systems, Agricultural Economics Report No 157, Feb. 1970., Michigan State University.
2. **A. Beil, I. Papesch:** Netzplanttechnik und Nutzvichhaltung Tierzucht, 3, 1968.
3. **Brandenberger J., R. Konrad:** Tehnika mrežnog planiranja, Tehnička knjiga, Zagreb, 1970.
4. **Budin T.:** Mogućnosti upotrebe kompjuterskih programa mrežnog planiranja u poljoprivrednoj proizvodnji. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet Zagreb, 1977.
5. **CPM i (MAPI),** Critical Path Analysis, Univac Manual, UPLI Reference No 200068.
6. **Duvnjak K.:** Primena mrežnog planiranja — Analiza strukture i vremena pri izradi dnevnog plana rada u proizvodnji mleka i teladi, Ekonomika poljoprivrede, br. 7/8, Beograd, 1972.
7. **Krstić B., Vukojević H.:** Organizacija jesenjih radova u rastarstvu primenom mrežnog planiranja, Ekonomika poljoprivrede br. 9. Beograd, 1973.
8. **Norwegian Computing Centar:** Optima. project planing and control system, Version exec. 8/Feb. 73. (Manual SRCE Inv. br. 373)
9. **Papesch J.:** Kurze Einführung in der Grundlagen der Netzplanttechnik, Feldwirtschaft, 11. 12. 1967., 1. 2. 1968.
10. **Skupina autora:** Mrežno planiranje i upravljanje red. J. Petrić, Informator, Zagreb, 1970.
11. **Schoderbek P.:** PERT/COST: Its values and Limitations, Management Servies, January — February 1966.
12. **Skupina autora:** Operaciona istraživanja u istraživanjima i razvoju, Zbornik radova sa konferencije održane u Case institutu za tehnologiju, red. Burton V. Dean, Savremena administracija, Beograd, 1968.
13. **Skupina autora:** Oprations forschung in der sozialistischen Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft, VEB deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1969.