

M. ČOROVIĆ

ISTRAŽIVANJE KRITIČNOG PUTA U SISTEMU RATARENJA U VOJVODINI I NJIHOVA ANALIZA MREŽNOM TEHNIKOM

Svi faktori ratarske proizvodnje: sorte, đubrenje, mehanizacija, obrada zemljišta i drugi, izdvojeno su proučavani u našim uslovima. Za mnoge od njih, kroz dugoročna ispitivanja, došlo se do rezultata u vidu zaključaka, principa, pravila ili zakona na kojima se temelje proizvodni procesi u ratarskoj proizvodnji naših područja. Prirodna posledica takvog stanja, koja dovodi do značajnog poboljšanja proizvodnje i porasta produktivnosti, jesu ozbiljni problemi usklađivanja i koordinacije, međusobno razdvojene ekipe istraživača kada se radi o kompleksnim poduhvatima proizvodnih ratarskih sistema, koji obično sadrže istraživačke i rutinerske delatnosti.

Ovakve tendencije ka atomizaciji istraživačkih napora u savremenom razvoju nauke, logično, uticala je da prilaz u sagledavanju pojedinih problema bude integralan i da se u okviru njihovog rešavanja iskoristi što veći broj naučnih dostignuća, da bi se iz sume njihovih pojedinačnih rezultata izvukla nova sveobuhvatna saznanja. Tako se poslednjih decenija posebna naučna disciplina koja se bavi zakonima obrade informacija u složenim sistemima projektovanja i upravljanja.

Sve do pronalaska tehnike mrežnog projektovanja i upravljanja, nisu postojale odgovarajuće metode pomoću kojih bi se mogla kompleksno obuhvatiti delatnost tehnološkog postupka od prvih pristupa poslu do završavanja procesa i isporuke gotovih proizvoda (Petrić 4).

1. PREDMET ISPITIVANJA I IZVORI PODATAKA

Polazeći od ciljeva ispitivanja, iznetih ranije, potrebno je da najpre definišemo ratarsku proizvodnju na velikim gazdinstvima kao jedinstvenu proizvodnu celinu, sastavljenu od pojedinih linija proizvodnje i strukturu njihovih elemenata.

Postoji priličan broj definicija pojma sistema, mada neka opšte prihvaćena definicija sistema nije data. U smislu teorije sistema, to je skup relativno izolovanih pojava između kojih postoji nekakva veza koja čini da se čitav skup ponaša nekim svojim zakonitostima.

S. Marjanović (3) radi postavljanja osnove za dalje proučavanje zbivanja u sistemu, kao konačnom terenu na kome se dešava proučavano zbivanje, daje prihvatljivu definiciju sistema: »Svaki skup činjenica, odnosa, ideja, principa ili sličnih skupova (komponenata) povezanih po odre-

Mr Miomir Čorović,
Institut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja, Zagreb

đenoj koncepciji, predstavlja zaokruženu, relativno nezavisnu celinu koju nazivamo sistem.« Prema tome, sistemi se mogu razlikovati po veličini, u zavisnosti od broja komponenata, po vrsti, u zavisnosti od vrste komponenata i po koncepciji, u zavisnosti od načina povezivanja komponenata u celinu.

Prema H. R. Denikeru (1) sistem je: »kombinacija komponenata u svrhu planskog postojanja nekog cilja.« Ovakvom definicijom je obuhvaćen i dinamički aspekt problema — funkcija, proces. Na ovaj način, pojam sistema omogućava formulisanje opšte metode rešavanja problema, koji se po istom autoru sastoji iz sledećih postupaka:

- opisivanje određenog sistema, koji organizuje proces rešavanja problema,
- opisivanje parametara sistema,
- opisivanje modela sistema, tj. funkcionisanje sistema.

Prema P. Dulencu »teorija sistema reguliše odnose među elementima jednog sistema ili delimičnog sistema i opisuje vrstu funkcije i strukturu sistema.«

Međutim, svim definicijama sistema je zajedničko: da su oni kompozicija određenih elemenata; da je ta kompozicija u skladu s određenim prirodnim zakonima; da je kompozicija nastala prema određenim, unapred postavljenim, principima i kriterijumima.

Ono što se u jednom slučaju može smatrati za sistem, u drugom predstavlja komponentu nekog većeg sistema. Sistem se može razložiti na svoje komponente, koje mogu da predstavljaju celovite sisteme. Izdvajanje nekog konkretnog sistema i određivanje njegovih granica zavisi od cilja i zadataka ispitivanja.

Za ratarske sisteme, prema proizvodnoj funkciji koju vrše i prema odlikama elemenata iz kojih su sastavljeni (sorta, zemljište, agrotehnika, ishrana, zaštita i sl.) karakteristično je u osnovi da su konkretni sistemi koji svoje veze s okolinom uspostavljaju unutar ograničenih zemljišnih i klimatskih mogućnosti, tj. preko njenih konkretnih elemenata: temperature, vlage i vlažnosti. Poznavanje ovih elemenata u njihovoj strukturi i okruženju, ponašanje ratarskih proizvodnih sistema u osnovi se uvek može predvideti, što im daje odlike određenosti — determinisani sistemi.

Kao svaka kombinacija bioloških i tehničkih sistema, ratarska proizvodnja ima odlike organizacionog sistema u kome čovek određuje i definiše njihov cilj. Funkcionisanje sistema ostvaruje se putem funkcije njegovih sastavnih komponenata. Ono je određeno ulogom koje pojedini elementi-činioci imaju unutar sistema i načinom njihovog povezivanja. U ratarskim proizvodnim sistemima smer njihovog funkcionisanja odgovara linijama tehnološkog procesa zastupljenih kultura. Promene u jednom elementu (obrada zemljišta, setva, ishrana i sl.), preko sistema strukturalnih veza, prenose se na susedne elemente tehnološkog procesa i tako se talas promena prostire kroz sistem, čime se ostvaruje njegovo funkcionisanje u celini. Na toj liniji — liniji tehnološkog procesa kulture — formiraju se svi tehnološki kvaliteti. Na njoj je kompletno obeležena hronologija teh-

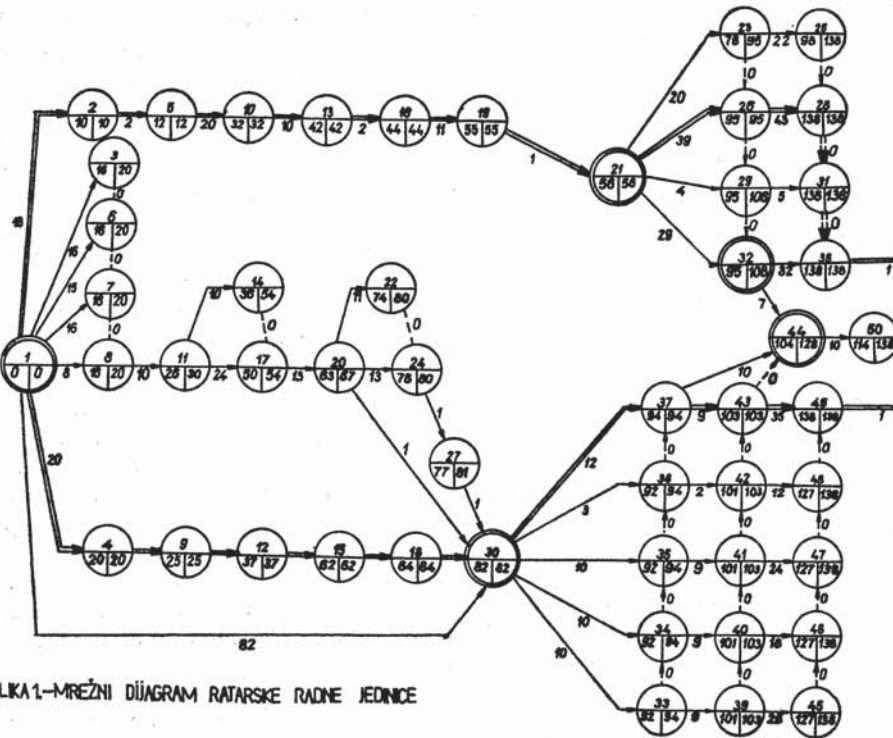
noloških i radnih zbivanja, vremenski rasponi zbivanja, ritam ulaza elemenata u sistem i njihov redosled. Drugim rečima, na ovim linijama proizvodnog procesa pojedinih kultura i sastava, na kojima vremenom dolazi do promena pa se one na neki način prilagođavaju tim promenama kroz rast i razviće kulture, ostvaruje se dinamika i funkcionisanje ratarskog sistema u celini. U toku svoga funkcionisanja, sistem se stalno nalazi u procesu kretanja i transformacija: menjaju se uloge i funkcije pojedinih delova sistema; raskidaju se stare veze a uspostavljaju nove; pojedini delovi sistema završavaju svoju funkciju ili se ugrađuju u nove celine; u svojoj funkcionalnoj dinamici imaju svoje razmere kretanja i intenzitet koji su u određenom odnosu s njihovim proizvodnim postupkom. Kao cilj i rezultat ovakvog funkcionisanja javlja se produkt — ubrani prinos pojedinih kultura iz sastava.

Ratarstvo u svojoj uzajamnoj povezanosti i uslovljenosti produžnog delovanja elemenata obrade zemljišta, đubrenja, zaštite, plodoređa i plodnosmene, univerzalnosti dela opreme i drugim faktorima, ispunjava uslove definicije složenih — kompleksnih sistema kroz vreme i prostor. Kako je biljka proizvodno sredstvo u ratarskoj proizvodnji, to se njene umanjene mogućnosti (da se nakon izbacivanja iz svoje fiziološke i proizvodne ravnoteže, pod dejstvom neke spoljne sile, sama od sebe vrati u stanje prvobitne ravnoteže, pod uslovom da amplituda variranja toga ekološkog faktora bude u granicama njegove ekološke valence) prenese i na odlike ratarskog sistema, što im umanjuje proizvodnu stabilnost.

Upoznavanje dejstva pojedinih elemenata i njihovog sklopa na rezultate proizvodnje, omogućuje da se utvrde i izvesni modeli o optimalnoj strukturi ispitivanih linija proizvodnje. Modeliranje predstavlja univerzalni metod za proučavanje i analizu sistema. Mrežni dijagram je grafička predstava odvijanja projekta sistema i služi kao njegov model. On predstavlja u jednom jedinstvenom dokumentu međusobnu povezanost svih aktivnosti i događaja određenog projekta sistema.

Najvažniju osnovu ovih ispitivanja predstavlja utvrđivanje zavisnosti pojedinih elemenata, njihovog redosleda i kombinacija, kao uslova proizvodnje, i rezultata delatnosti koji se mogu postići u pojedinim linijama proizvodnje, pri njihovom odnosu kakav je bio u ovome istraživanju i ovakvoj ratarskoj proizvodnji kao celini.

Ako posmatramo ratarsku proizvodnju u bilo kojoj radnoj jedinici, zaključićemo da je ona u svome odnosu elemenata i logičnosti redosleda radnih operacija — aktivnosti, određen proizvodni sistem. Kao svaki plodotvoran sistem, ona ima svoj cilj i teži ostvarenju određenih efekata. To predviđanje efekata jeste planiranje sa karakteristikom upravljačke funkcije. Ukoliko je razlika u klimatskim, zemljišnim i drugim prirodnim uslovima jednog poljoprivrednog reona mala, onda se kod ovakvih proizvodnih procesa uočava izvesna sličnost, karakteristična za pojam modela. Odnos originala i modela postoji uvek ako između dva sistema može da se ustanovi sličnost, makar u jednom određenom vidu njihovog ponašanja. Razume se, ukoliko se daljim razvitkom tehnike više ovlada prirodnim silama, sve će više da raste značaj modela i tipske proizvodnje.



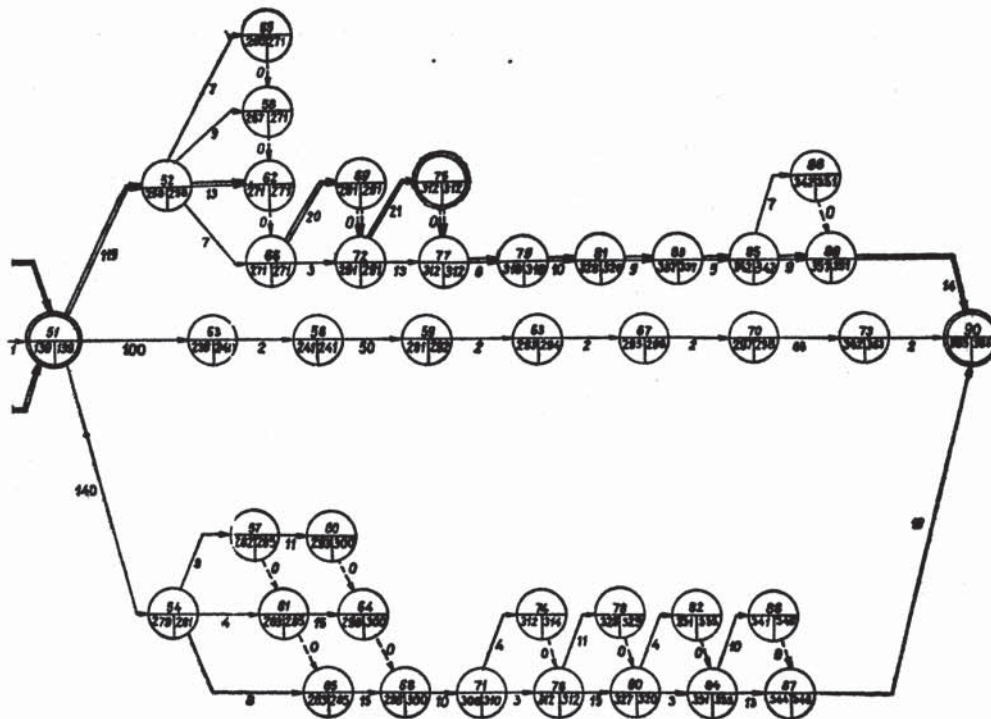
SLIKA 1.—MREŽNI DIJAGRAM RATARSKE RADNE JEDINICE

Radna jedinica u Čalmi pripada PIK-u »Sirmijum«, a obuhvata oraničnu površinu od 1.128 ha. Rotacija kultura je u granicama ovih veličina: 315 ha pšenice, 452 ha kukuruza, 263 ha šećerne repe i 98 ha suncokreta. Obeležje strukture setvenog plana je visoka zastupljenost okopavina 72,07%, naspram 27,93% strnina. Posebno je visoko učešće šećerne repe sa 23,31%, dok je vojvođanski odgovarajući prosek krupnih gazdinstava znatno niži 7 — 10%. Tehnička opremljenost je relativno visoka 2,59 KS/ha oranice, dok je na krupnim gazdinstvima u Vojvodini 1,89 KS/ha.

2. METOD RADA

U ovome radu, koji ima za cilj prikaz i analizu ratarskih proizvodnih sistema, kao jedinstvene celine, na krupnim poljoprivrednim gazdinstvima u ravničarskom reonu zemlje, korišćen je metod CPM (Critical Path Method — Metod kritičnog puta). Ova se tehnika zasniva na teoriji složenih sistema i koristi se teorijom verovatnoće, statističkom matematikom, teorijom grafova i primenom moderne algebre.

Prva faza u primeni TMP sastoji se u sastavljanju mrežnog modela određenog projekta i analizi njegove strukture. Pod pojmom projekta ovde



se podrazumeva poduhvat koji ima određeni cilj, a za čiju je realizaciju potrebno izvršiti određene radnje, utrošiti vreme i sredstva. Godišnji projekat radova naše ratarske jedinice raščlanjuje se na linije proizvodnje za pšenicu, kukuruz, suncokret i šećernu repu. Pri tome se ima na umu da su pojedine faze radova, u našem slučaju identične po zemljištu, mašinama, sredstvima i vremenskim rokovima izvršenja. Isto tako, neke faze radova specifične su samo za datu liniju proizvodnje, na primer, kukuruz, kako u mašinama i sredstvima, tako i u vremenskim periodima izvršenja. Osnovna obrada zemljišta, koja se izvodi na površinam s kojih je skinuta pšenica, spada u prvu kategoriju radova. Detaljizirane aktivnosti se u ovoj fazi mogu javiti samo pri unošenju mineralnog đubriva s obzirom na različit odnos hraniva za ove tri kulture. Na drugoj strani, setveni radovi, nega i prihrana useva, način ubiranja pojedinih kultura i sl. specifične su radne operacije za određene linije proizvodnje, kako u mašinama i sredstvima, tako i u vremenskim periodima izvođenja. U mrežnom dijagramu (MD) aktivnošću se naziva tačno definisani elemenat radnog procesa u okviru radnog projekta; ona mora početi i završiti se događajem. Kada se odredi vremenski termin zbijanja događaja, onda on predstavlja rok.

Druga faza u tehnici TPM sastoji se u izračunavanju vremenskih parametara svih aktivnosti koje su obuhvaćene i predstavljena mrežnim modelom. Godišnji projekat bilo koje ratarske jedinice u tom se pogledu razlikuje od sličnih modela u industriji. U vremenskom intervalu jedne ekonomske godine, a koje počinje i završava se u julu, treba smestiti nekoliko ciljeva (međuciljeve koji se linijski i terminski ne poklapaju). Žetva pšenice (konačni cilj) ujedno je i početak osnovne obrade zemljišta za sve okopavine (međucilj za kukuruz, suncokret i šećernu repu), berba kukuruza i suncokreta kao i vađenje šećerne repe u jesen su konačni ciljevi, dok su setva nove pšenice i jesenja obrada za prolećnu setvu opet neki međuciljevi, da bi se u proleće, setvom okopavina a zatim negom pšenice, kukuruza, suncokreta i šećerne repe, nastavio broj međuciljeva sve do žetve pšenice kao konačnog cilja. U godišnjem projektu mora biti onoliko konačnih ciljeva koliko je zastupljeno ratarskih kultura u setvenom planu, dok su međuciljevi u znatno većem broju. To mogu biti međuciljevi o kojima je bilo potrebno govoriti, ali mogu biti i druge značajne faze ili table zemljišta, tako da konačan broj međuciljeva određuje tehnolog i organizator.

Svi vremenski parametri MD izračunati su po opštim pravilima metode CPM koji obezbeđuje da logička struktura mreže dobije svoj numerički izraz.

3. ANALIZA STRUKTURE GODIŠNJEG PROJEKTA RATARSKE RADNE JEDINICE

Kao početni događaj projekta uzet je početak žetve, odnosno zaoravanje strništa. U vojvođanskom proizvodnom području zaoravanje strnjike, neposredno posle skidanja preduseva, treba shvatiti kao početnu i obaveznu agrotehničku meru u sklopu savremenog tehnološkog procesa narednih kultura, jer je njeno izvođenje opravdano i s agrotehničkog i s ekonomskog stanovišta.

Način obrade oranice povezuje se u jednu celinu — sistem obrade orančkog sloja zemljišta, koji se prilagođava ekološkim faktorima staništa, naročito klime, tipu zemljišta, plodoredu, odnosno plodosmeni, jačini vuče i vrsti raspoloživih oruđa.

U vojvođanskom proizvodnom području strnine smenjuju, po pravilu, okopavine, najčešće kukuruz, manje šećernu repu i suncokret. Zanemarujuće učešće drugih okopavina u plodosmeni.

Upravo te velike vremenske razlike, od žetve strnina do vremena setve narednih okopavina u plodosmeni, čine da za obradu zemljišta postoji vrlo dugačak vremenski period od skoro 10 meseci. U ovome dugom vremenskom intervalu mogućnosti za izvođenje radova u polju nisu istovetne. Kod ovako dugog slobodnog vremenskog intervala uključuju se višefazni sistemi obrade oranice, ekstremno do pet faza, vremenski odvojenih i grupisanih zahvata obrade, a u svakoj grupi osnova obrade je oranje. Skraćivanjem intervala, setvom okopavina u monokulturi ili okopavina posle neke druge okopavine, primenjivani sistemi obrade sastavljeni su od manje faza u zgušnjem vremenskom razmaku.

Vremenske dimenzije predstavljaju jedno od bitnih obeležja ratarskog sistema, koji je kao organizacioni sistem, u našem lučaju, formiran od tri tehničko-tehnološka podsistema: proizvodnje pšenice, proizvodnje kukuruza i suncokreta, proizvodnje šećerne repe. U mrežnom modelu Čalma (sl. 1) nije teško identifikovati tri osnovne linije ovakve ratarske proizvodnje. U prvom delu mreže gornjom granom (1—2, itd.) grana se linija šećerne repe, sredinom (1—3, 3—6, 6—7, 7—8, 1—8 itd.) odvija se linija pšenice, a donjom granom (1—4, 1—30 itd.) linija kukuruza i suncokreta. U sredini mreže grana se kompleks jesenjih radova: vađenje šećerne repe (21—23, 21—32 itd.), berba suncokreta (30—33 itd.), berba kukuruza (33—39, 39—45 itd.), zatim setva pšenice (32—44, 37—44 itd.), da bi se to okončalo u događaju (51) koji predstavlja završetak jesenjih radova i nastupanje mirovanja zima-proleće. Od ove središnje tačke mrežnog dijagrama gornjom granom se nastavljaju prolećni radovi na liniji šećerne repe (51—52 itd.), sredinom se odvija aktivnost na pšenici (51—53, 53—56 itd.), a donjom granom počinje grananje prolećnih radova na liniji suncokret — kukuruz (51—54, 54—57, 57—60 itd.). U vremenskoj dimenziji dolaze do izražaja sva kvalitetna obeležja koja sistem ratarenja čine dinamičnim sistemom i sve promene strukture sistema. Sinhronizovanost efekata podsistema proizvodnje pšenice, kukuruza—suncokreta i šećerne repe sa ekološkim uslovima okruženja, predstavljaju, u stvari, optimalnu sukcesiju efekata ukupnog sistema ratarenja. Takva sinhronizovanost naziva se sinhronizovano ponašanje sistema, a njen rezultat je maksimalni izlaz po jedinici ulaza i to na nivou najvišeg sistema. Ovakvo sinhronizovano ponašanje ratarskog sistema je objektivna osnova za istraživanje svih vremenskih kašnjenja u njegovoj dinamici kao organizacionog sistema. U granicama određenih tolerancija agrotehničkih rokova ta odstupanja su moguća. Kad se pređu granice ovih tolerancija, dolazi do »sloma« sistema odnosno do podbačaja njegove funkcionalnosti u odnosu na maksimalno moguća.

Tablica 1 Lista aktivnosti radne jedinice u Čalmi
Godišnji projekat radova

Aktivnost i — j	Naziv aktivnosti	Obim u ha
1	2	3
1 — 2	Vegetacija šećerne repe	263
1 — 3	Žetva pšenice	315
1 — 4	Vegetacija semenskog kukuruza	92
1 — 6	Transport zrna pšenice	315
1 — 7	Plitko oranje strništa	315
1 — 8	Valjanje oranja	315
1 — 30	Vegetacija suncokreta i kukuruza	458
2 — 5	III zaštita šećerne repe	263
4 — 9	Uklanjanje atipičnih biljaka kod semenskog kukuruza	92

1	2	3
5 — 10	Vegetacija šećerne repe	263
8 — 11	Nicanje korova na strništu	315
9 — 12	Zakidanje metlica kod semenskog kukuruza	92
10 — 13	Pljevljenje šećerne repe	263
11 — 14	Rasturanje NPK na strništu	315
11 — 17	Duboko oranje strništa	315
12 — 15	Vegetacija semenskog kukuruza	92
13 — 16	IV zaštita šećerne repe	263
15 — 18	Uklanjanje redova oca kod semenskog kukuruza	
16 — 19	Vegetacija šećerne repe	263
17 — 20	Ravnanje dubokog oranja na strništu	315
19 — 21	Probno vađenje šećerne repe	3
20 — 22	Rasturanje NPK za setvu šećerne repe u narednoj godini	263
20 — 24	Unošenje u zemljište NPK (tabla za š. repu)	263
20 — 30	Tehnički prijam osnovne obrade za kukuruz	52
21 — 23	I vađenje š. repe (površina za jesenju setvu)	122
21 — 26	Transport š. repe (I)	125
21 — 29	Rasturanje NPK na repištu	125
21 — 32	Duboko oranje repišta (I)	125
23 — 25	Vađenje šećerne repe (II) tabla za kukuruz	138
24 — 27	Tehnički prijam osnovne obrade za š. repu	263
26 — 28	Transport šećerne repe (II)	138
27 — 30	Probna berba suncokreta	3
29 — 31	Rasturanje NPK na repištu II	138
30 — 33	Berba suncokreta	95
30 — 34	Transport zrna suncokreta	95
30 — 35	Sečenje stabljika suncokreta	98
30 — 36	Rasturanje NPK na suncokretištu	98
30 — 37	Duboko oranje za setvu pšenice	98
32 — 38	Duboko oranje na repištu II za kukuruz	138
32 — 44	Setva pšenice — predusev šećerna repa	125
33 — 39	Berba semenskog kukuruza	69
34 — 40	Transport klipa semenskog kukuruza	69
35 — 41	Sečenje stabljika semenskog kukuruza	69
36 — 42	Rasturanje NPK — tabla za pšenicu	92
37 — 43	Duboko oranje za pšenicu	92
37 — 44	Setva pšenice-predusev suncokret i sem. kukuruz	190
38 — 51	Tehnički prijam osnovne obrade za kukuruz	138
39 — 45	Berba kukuruza II — predusev sa suncokret i kukuruz	360
40 — 46	Transport zrna kukuruza II	360
41 — 47	Sečenje stabljika kukuruza II	360
42 — 48	Rasturanje NPK na kukuružištu II	360
43 — 49	Duboko oranje kukuružišta II	360
44 — 50	Vegetacija novoposejane pšenice	315

1	2	3
49 — 51	Tehnički prijam osnovne obrade za kukuruz i suncokret — kukuruzište II	360
50 — 51	Tehnički prijam nove pšenice	315
51 — 52	Remont mehanizacije za šećernu repu (zima)	263
51 — 53	Remont mehanizacije za pšenicu (zima)	315
51 — 54	Remont mehanizacije za kukuruz i suncokret (zima)	550
52 — 55	Priprema zemljišta za setvu šećerne repe	263
52 — 58	Primena herbicida na šećernoj repi	263
52 — 66	Valjanje šećerne repe	263
53 — 56	I prihranjivanje pšenice sa izvozom đubriva	315
54 — 57	Priprema zemljišta za setvu suncokreta	98
54 — 61	Setva suncokreta sa unošenjem NPK	98
54 — 65	Primena herbicida na suncokretu	98
56 — 59	Vegetacija pšenice	315
57 — 60	Priprema zemljišta za setvu kukuruza	452
59 — 63	Tretiranje korova u pšenici	315
61 — 64	Setva kukuruza	452
63 — 67	II prihranjivanje pšenice	315
65 — 68	Primena herbicida u kukuruza	452
66 — 69	Nicanje šećerne repe	263
66 — 72	I zaštita šećerne repe	263
67 — 70	Tretiranje pšenice protiv štetočina	315
68 — 71	Nicanje suncokreta i kukuruza	550
70 — 73	Vegetacija pšenice	315
71 — 74	Proređivanje suncokreta	98
71 — 76	I kultiviranje suncokreta sa unošenjem N	98
72 — 75	Proređivanje šećerne repe	263
72 — 77	I kultiviranje šećerne repe	263
73 — 90	Probna žetva pšenice	15
76 — 78	Proređivanje kukuruza	452
76 — 80	I kultiviranje kukuruza sa unošenjem N	452
77 — 79	II zaštita šećerne repe	263
79 — 81	Vegetacija šećerne repe	263
80 — 82	Kopanje rezistentnih korova u suncokretu	98
80 — 84	II kultiviranje suncokreta	98
81 — 83	II kultiviranje šećerne repe sa prihranom	263
83 — 85	Vegetacija šećerne repe	263
84 — 86	Kopanje rezistentnih korova u kukuruza	452
84 — 87	II kultiviranje kukuruza	452
85 — 88	I kopanje — okopavanje šećerne repe	263
85 — 89	III kultiviranje šećerne repe sa prihranom	263
87 — 90	Vegetacija suncokreta i kukuruza	550
89 — 90	Vegetacija šećerne repe	263

Spoljašnja manifestacija funkcionisanja organizacionog sistema su nje govni tokovi. Po S. Kukulači (2) »Tokovi u organizacionom sistemu su vremenski izražen (vremenska dimenzija) transfer (prerada, prelaz) elemenata ulaza u sistem i elemenata izlaza iz sistema. To su linije procesa u kojima se menjaju stanja sistema. Tokovi u organizacionom sistemu nisu »samohodni«, njihovu propulziju čine upravljačke akcije«.

Elementi svakog toka su:

- 1) ulaz u sistem,
- 2) izlaz iz sistema i
- 3) vreme transfera jednih sistema u druge.

U uslovima našeg podneblja, avgust, septembar i oktobar je vremenski period optimalnih agrotehničkih rokova obrade oranice (11—17, 21—32, 30—37, 32—38, 37—43 i 43—49). U mesecu oktobru je i optimalni rok setve ozimih strnina (32—44 i 37—44). Ova prirodna okolnost uslovljava koncentraciju elemenata tokova organizacionog sistema ratarenja u ovom vremenskom periodu. Ubiranje, u proleće posejanih useva (21—23, 30—33, 33—39 i 39—40 itd.) je element izlaza podsistema proizvodnje šećerne repe, sunčokreta i kukuruza, tj. završetak vremena transfera ovih podsistema unutar ukupnog sistema ratarenja. Osnovna obrada zemljišta u agrotehničkom roku avgust-septembar-oktobar i setva pšenice su elementi ulaza u sistem naredne ratarske proizvodnje sva tri zastupljena podsistema navedenih ratarskih kultura. Ove promene na tokovima proizvodnog procesa imaju karakter sprege između sadašnjeg rezultata i budućeg ponašanja sistema u kojoj sadašnji rezultat uslovljava njegovo buduće ponašanje.

4. ANALIZA VREMENA

Pojedine momente u toku života biljke karakterišu specifični morfološki, fiziološki i biohemijski procesi koji se s jedne strane manifestuju određenim stanjem rasta i razvića biljke u tom momentu, a s druge strane oni osiguravaju normalno proticanje životnih funkcija koje omogućuju dalji porast i razviće biljke. Fiziološko-biohemijski procesi koji se odigravaju u toku rasta i razvića biljke su veoma različite i u jednom slučaju dovode samo do vegetativnog rasta a u drugom do reproduktivnog razvića. Ako sredina po svojim osobinama ne odgovara zahtevima biljke, raste nje i razviće ne prolaze normalan tok, što se pokazuje usporenim rastom i razvićem. Obratno, ukoliko su ovi uslovi povoljni, intenzivnost dnevnog porasta i razvića biljke su ubrzani. Zato ove manifestacije predstavljaju procese u biljnoj proizvodnji koji traži utrošak vremena—čekanje i najčešće se izražavaju u danima vegetacije. Najbolji dokaz za adaptaciju jednog useva jeste normalan rast i podjednako visok prinos kroz niz godina. Klimatski uslovi određuju agrotehničke rokove obrade zemljišta, setve, nege i ubiranja pojedinih useva zastupljenih u složenim sistemima ratarske proizvodnje toga područja. Ovako uslovljeni uspehom proizvodnje, određeni agrotehnički rokovi imaju karakter međuciljeva koji su kalendar-

ski određeni i ne mogu se pomerati u našem podneblju bez posledica na rezultate prinosa zastupljenih kultura.

Ukupan broj aktivnosti u ovom godišnjem projektu ratarske proizvodnje iznosi 135. Od toga 59,26% aktivnosti se odnosi na njivske radove u kojima se angažuje mehanički i živi ljudski rad, 12,60% aktivnosti se odnosi na aktivnost koja zahteva vreme (čekanje), ne angažujući ljude i sredstva, a 28,15% aktivnosti označavaju zavisnost koja znači koordinaciju sa prethodnim, istovremenim ili narednim njivskim operacijama, ne trošeći ni vreme ni sredstva.

Kod pojedinih proizvodnih linija zastupljenih kultura odnosi navedenih aktivnosti su različiti. Kod šećerne repe njivski radovi koji zahtevaju vreme i sredstva učestvuju sa 56,84% ukupne aktivnosti, a 15,90% aktivnosti u procesu samo čekanje ne angažujući ljude i sredstva. U toku vegetacije ove kulture aktivnosti koje zahtevaju angažovanje mehaničkog i živog ljudskog rada ispunjavaju 156 kalendarskih dana, a aktivnosti koje zahtevaju samo vegetativno čekanje angažuju ukupno 90 kalendarskih dana.

Na proizvodnoj liniji kukuruz-suncokret, aktivnosti koje pored vremena angažuju i sredstva učestvuju približno kao i kod šećerne repe sa 55,74%, što je gotovo slučaj i s aktivnostima koje zahtevaju samo vremensko čekanje i učestvuju sa 9,83%. U toku vegetacije useva ove dve vrste aktivnosti angažuju 130, odnosno 92 kalendarska dana. Na ovoj proizvodnoj trasi je i najduža aktivnost u toku aktivne vegetacije koja proizvodnim postupkom zahteva samo vreme (čekanje). To je aktivnost 1—30 kojoj neposredno prethodi aktivnost 87 — 90 što ukupno iznosi 101 kalendarski dan. To je vremenski period između završetka II kultiviranja kukuruza i berbe suncokreta, vreme kada biljka kukuruza naglo uvećava svoju masu i prolazi kroz etape porasta i razvoja, presudne za visinu prinosa. Sa gledišta razrešenja kritičnosti u jesenjem čvoru poljskih radova, ovaj vremenski period kod kukuruza zaslužuje punu pažnju u našem sistemu ratarenja i njegovoj plodosmeni okopavine — strnine.

Među zastupljenim kulturama pšenice zahteva najduže vreme od setve do završetka žetve, ukupno 262 kalendarska dana. U ovom vremenu aktivnosti koje zahtevaju pored vremena i sredstva, zauzimaju 37 kalendarskih dana, a aktivnosti koje zahtevaju samo vreme, uzimaju preostalih 225 dana. Logična posledica stanja je da samo u proizvodnji pšenice nemamo kritičnih aktivnosti, a samim tim ni kritičnog puta.

U trajanju projekta od značaja je vremenska identifikacija kritičnog puta na relaciji do završnog događaja jesenih radova u polju (51), uz prethodni uslov da svi jesenji poljski radovi budu završeni u agrotehničkom roku, do 15. novembra. Ova dva segmenta njivskih radova obuhvataju 62,75% aktivnosti kritičnog puta, koji se vremenski odvijaju u agrotehničkim rokovima koji ne dozvoljavaju njihovo prolongiranje bez negativnih posledica po prinose narednih kultura na tim površinama.

One aktivnosti čije je vreme trajanja manje od njenog maksimalno dozvoljenog vremena trajanja ima određenu vremensku rezervu, zavisno od toga u kakvom je odnosu posmatrana aktivnost sa prethodnim, odnosno narednim aktivnostima.

Od ukupno 135 aktivnosti u ispitivanom mrežnom dijagramu 73,33% imaju ukupnu vremensku rezervu (St). Ovakvu rezervu nemaju samo one aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu MD. Na ovako relativno visoko učešće St rezerve u mrežnom dijagramu ratarske proizvodnje, ima uticaj struktura poljskih radova karakteristična po koncentraciji operacija. Mnoge radne operacije u polju uslovljene su zajedničkim tehnološkim početkom. Sve ove aktivnosti odvijaju se istovremeno a imaju i zajednički završetak, tako da se ne mogu pojedinačno završiti pre bez obzira na broj raspoloživih resursa i njihov različiti učinak u smeni. Oko 44% ukupnih St otpada na radne operacije vezane za čvorne događaje žetvenih radova, berba, suncoškreta, kukuruza, vađenje šećerne repe, njima odgovarajućih radova osnovne obrade i setve.

Od ukupnog broja aktivnosti ispitivanog MD 28,15% ima slobodnu vremensku rezervu (Ss), a 32,32% aktivnosti, koje imaju St, sadrže u isto vreme i slobodnu vremensku rezervu.

Nezavisnu vremensku rezervu (Sn) ima radnih operacija ili 10,37% od ukupnog broja aktivnosti. U našem praktičnom primeru Sn se ne pojavljuje kod fiktivnih aktivnosti za razliku od St i Ss.

5. ZAKLJUČAK

— Obavljena istraživanja ukazuju da se putem mrežnog dijagrama može dati grafička predstava odvijanja projekta sistema godišnje proizvodnje u ratarstvu na ovakvim objektima, poštujući definisane proizvodne postupke, postojeće zemljišne i klimatske uslove kao i raspoloživu opremu. Metodom CPM data je matematička deskripcija modela, koja opisuje vremenske veličine i njihove odnose pojedinačnih proizvodnih postupaka i integrira ih u jedan smišljeni termin — plan. Ovim su ispunjeni osnovni uslovi dobro struktuiranog problema.

— U prikazanom mrežnom dijagramu dobijeni kritični put pokazuje da je u ratarskom godišnjem proizvodnom programu 26,66% aktivnosti kritično kad se kao ograničenja uvedu agrotehnički rokovi. Kritični put prati proizvodnu liniju šećerne repe celom njenom trasom. Kod kukuruza i suncoškreta ovakav put ide kritičnim aktivnostima u proizvodnji semenskog kukuruza, a nastavlja se radovima na obradi zemljišta posle ubiranja ovih kultura, da se u završnom događaju jesenje kampanje (51) spoji u zajednički nastavak sa kritičnim putem trase proizvodnje šećerne repe. Karakteristična je koncentracija kritičnih aktivnosti u segmentima jesenjih poljskih radova.

LITERATURA

1. Deniker H. R.: Pojam sistema (prevod), Zagreb 1969.
2. Kukuleća S.: Osnovi teorije organizacionih sistema, Beograd 1972.
3. Marjanović S.: Primena kibernetike u rukovođenju radnom organizacijom, Zagreb 1967.
4. Petrić J.: Operaciona istraživanja II, Beograd 1973.