

## ORGANIZACIJA BERBE KRMNIH BILJAKA EGZAKTNIM METODAMA

## ORGANISING FORAGE CROPS HARVESTING BY EXACT METHODS

**J. Ember**

Stručni članak  
UDK:636.085.51.  
Primljeno: 10. lipanj 1994.

### SAŽETAK

Prilikom berbe krmnog bilja često dolazi do slabog iskorištavanja postojećih strojeva. Uzrok tome je pogrešna suradnja između radnog procesa i strojnih agregata. Zbog toga se u radu daje formula prema CPM-metodi za izradu mrežastog dijagrama koji može poslužiti kao model za organiziranje složenih radnih operacija u poljoprivrednoj praksi.

### UVOD

Tijekom berbe krmnih biljaka često se na poljima mogu vidjeti tegljači s prikolicama kako stoje bez posla dok čekaju da se priključe kombajnu, koji će im napuniti prikolicu. Također se mogu vidjeti, doduše rjeđe, i kombajni kako čekaju transportno sredstvo, da bi mogli nastaviti poslom. Ovo nepotrebno gubljenje vremena ima za posljedicu nedovoljno iskorištavanje tehničkih kapaciteta, učinkovitost radne snage se smanjuje, proizvodnja postaje skuplja, a radni moral djelatnika opada.

Osnovni uzrok ovoj pojavi je taj što organizator radnog procesa ne usklađuje broj i kapacitet sredstava za rad. Događa se, naravno, da se pokvari neki od strojeva, pa to sprečava harmoničnu suradnju. Ako je tehnika zastarjela i nije u potrebnoj mjeri pripremljena, ako su tla i kulture, kao i putevi u lošem stanju, nepredviđeni kvarovi mogu ometati rad. No, ni to ne može biti razlog za opravdanje nedostatne organiziranosti radnog procesa.

### PRIJEDLOG UČINKOVITE ORGANIZACIJE BERBE BILJAKA

Pri organiziranju berbe, prije svega, mora se uskladiti broj transportnih sredstava s kapacitetom kombajna. Ako je cilj da se u što potpunijoj mjeri iskoriste kapaciteti kombajna u datom vremenu, onda se broj transportnih sredstava treba utvrditi tako da se ti kapaciteti maksimalno iskoriste. Taj broj se dobije jednostavnom formulom:

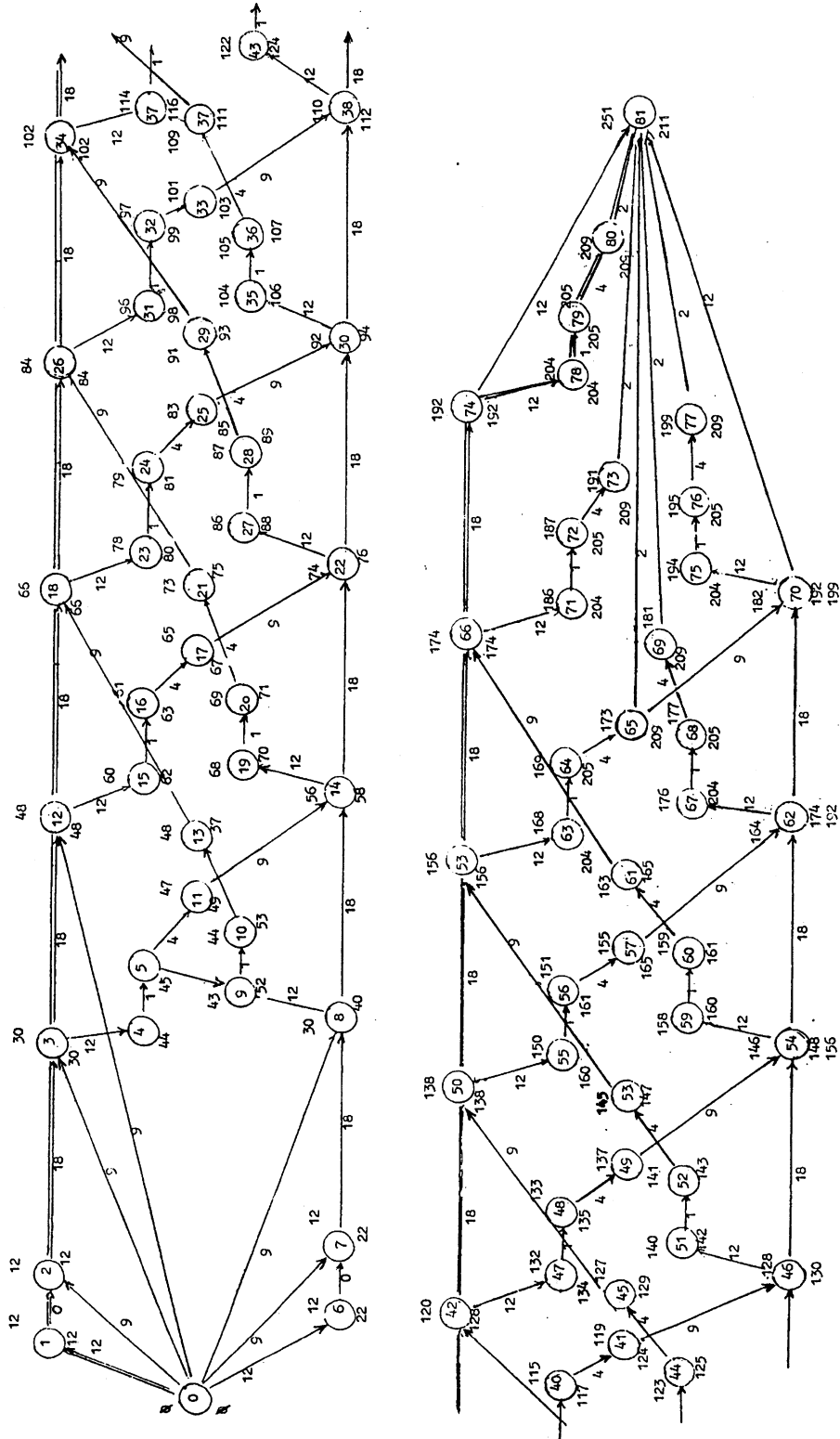
$$n = \frac{tc}{tp_1}$$

gdje je "tc" cjelokupno vrijeme potrebno da se prikolica kraj kombajna napuni ( $tp_1$ ), da tegljač odveze teret do mjesta odlaganja ( $tt_1$ ), da se prikolica isprazni ( $tp_2$ ), da se tegljač s prikolicom vrati do kombajna ( $tt_2$ ) i da se računa vrijeme za vaganje, administriranje ili bilo koju

---

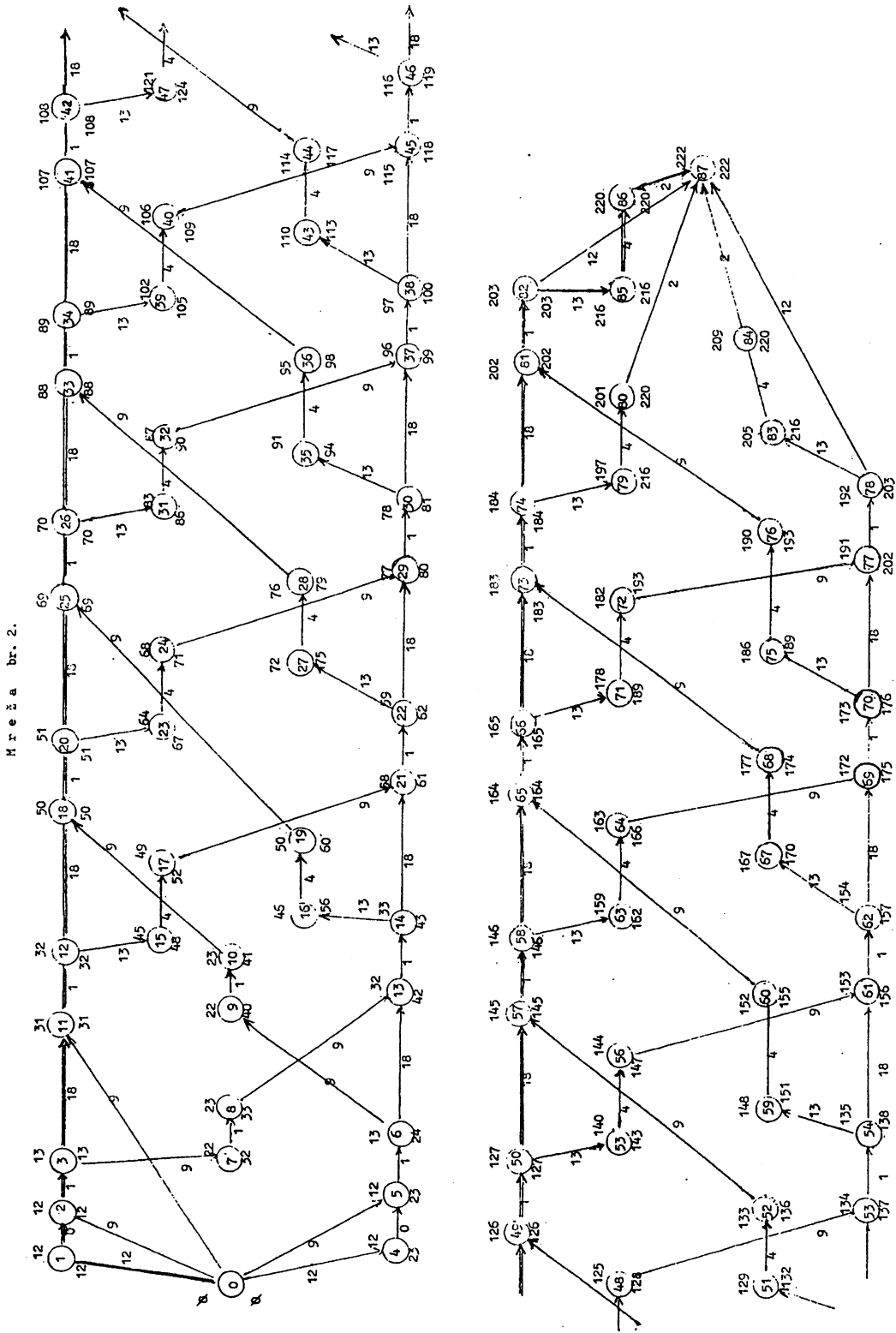
Prof. Dr. Janos Ember PATE, Stočarski fakultet, Kaposvar, Mađarska

Krežna br. 1.



Tablica 1. Lista aktivnosti mreže br. 1.

Red. broj	Sadržaj aktivnosti	Znak (i,j)	Trajanje y (i,j)	tfa	tfe	tse	tsa	pm (i,j)
1.	1. komb. ide van	0,10	12	0	12	12	0,0	
2.	1. tr. ide van	0,20	9	0	9	12	3	3
3.	3. tr. ide van	0,30	9	0	9	30	21	21
4.	2. komb. ide van	0,60	12	0	12	22	10	10
5.	2. tr. ide van	0,70	9	0	9	22	13	13
6.	4. tr. ide van	0,80	9	0	9	40	31	31
7.	5. tr. ide van	0,12	9	0	9	48	39	39
8.	1. komb. stiže	1,20	0	12	12	12	12	0
9.	1. komb. žanje	2,30	18	12	30	30	12	0
10.	1. tr. vozi teret	3,40	12	30	42	44	32	2
11.	1. tr. žanje	3,12	18	30	48	48	30	0
12.	1. tr. na vagi	4,50	1	42	43	45	44	2
13.	vaga slobodna	5,90	0	43	43	52	52	9
14.	1. tr. prazni	5,11	4	43	47	49	45	2
15.	2. komb. stiže	6,70	0	12	12	22	22	10
16.	2. komb. žanje	7,80	18	12	30	40	22	10
17.	2. tr. vozi teret	8,90	12	30	42	52	40	10
18.	2. komb. žanje	8,14	18	30	48	58	40	10
19.	2. tr. na vagi	9,10	1	43	44	53	52	9
20.	2. tr. prazni	10,13	4	44	48	57	53	9
21.	2. tr. ide van	11,14	9	47	56	58	49	2
22.	3. tr. vozi teret	12,15	12	48	60	62	50	2
23.	1. komb. žanje	12,18	18	48	66	66	48	0
itd.								
89.	5. tr. nazad u park	65,81	2	173	175	211	209	36
90.	2. tr. vozi teret	66,71	12	174	186	204	192	18
91.	1. komb. žanje	66,74	18	174	192	192	174	0
92.	1. tr. na vagi	67,68	1	176	177	205	204	28
93.	1. tr. prazni	68,69	4	177	181	209	205	28
94.	1. tr. nazad u park	69,81	2	181	183	211	209	28
95.	3. tr. vozi teret	70,75	12	182	194	204	192	10
96.	2. komb. u park	70,81	12	182	194	211	199	17
97.	2. tr. na vagi	71,72	1	186	187	205	204	18
98.	2. tr. prazni	72,73	4	187	191	209	204	18
99.	2. tr. nazad u park	73,81	2	191	193	211	209	18
100.	4. tr. vozi teret	74,78	12	192	204	204	192	0
101.	1. komb. u park	74,81	12	192	204	211	199	7
102.	3. tr. na vagi	75,76	1	194	195	205	204	10
103.	3. tr. prazni	76,77	4	195	199	209	205	10
104.	3. tr. u park	77,81	2	199	201	211	209	10
105.	4. tr. na vagi	78,79	1	204	205	205	204	0
106.	4. tr. prazni	79,80	4	205	209	209	205	0
107.	4. tr. u park	80,81	2	209	211	211	209	0



Tablica 2. Lista aktivnosti mreže br. 2

Red. broj	Sadržaj aktivnosti	Znak (i,j)	Trajanje y (i,j)	tfa	tfe	tse	tse	tse	pm (i,j)
1.	1. kom. ide van	0,10	12	0	12	12	0	0	0
2.	1. tr. ide van s 1. prik.	0,20	9	0	9	12	3	3	3
3.	2. komb. ide van	0,40	12	0	12	23	11	11	11
4.	2. tr. ide van s 2. prik.	0,50	9	0	9	23	14	14	14
5.	3. tr. ide van s 3. prik.	0,11	9	0	9	31	22	22	22
6.	1. komb. stiže	1,20	0	12	12	12	12	0	0
7.	1. tr. priključi na 1. kom.	2,30	1	12	13	13	12	0	0
8.	1. komb. žanje	3,11	18	13	31	31	13	0	0
9.	1. tr. po 4. prikolicu	3,70	9	13	22	32	23	10	10
10.	2. komb. stiže	4,50	0	12	12	23	23	11	11
11.	2. tr. priključi na 2. kom.	5,60	1	12	13	24	23	11	11
12.	2. tr. po 5. prikolicu	6,90	9	13	22	40	31	18	18
13.	2. komb. žanje	6,13	18	13	31	42	24	11	11
14.	1. tr. priključi 4. prik.	7,80	1	22	23	33	32	10	10
15.	1. tr. ide van s 4. prik.		8,13	9	23	32	42	33	33
16.	2. tr. priključi 5. prik.	9,10	1	22	23	41	40	18	18
17.	2. tr. ide van s 5. prik.	10,18	9	23	32	50	41	18	18
18.	3. tr. mijenja kod 1. kom.	11,12	1	31	32	32	31	0	0
19.	3. tr. vozi	važe	12	15	13	32	45	48	48
20.	1. komb. žanje	12,18	18	32	50	50	32	0	0
21.	1. tr. mijenja kod 2. kom.	13,14	1	32	33	43	42	10	10
22.	1. tr. vozi	važe	14,16	13	33	46	56	43	43
23.	2. komb. žanje	14,21	18	33	51	61	43	10	10
24.	3. tr. prazni	15,17	4	45	49	52	48	3	3
25.	1. tr. prazni	16,19	4	46	50	60	56	10	10
itd.									
86.	2. tr. mijenja	65,66	1	164	165	165	164	0	0
87.	2. tr. vozi	žanje	66,71	13	165	178	189	176	176
88.	1. komb. žanje	66,73	18	165	183	183	165	0	0
89.	1. tr. prazni	67,68	4	167	171	174	170	3	3
90.	1. tr. ide van	68,73	9	171	180	183	174	3	3
91.	3. tr. mijenja prikolicu	69,70	1	172	173	176	175	3	3
92.	3. tr. vozi	važe	70,75	13	173	186	189	176	176
93.	2. komb. žanje	70,77	18	173	191	202	184	11	11
94.	2. tr. prazni	71,72	4	178	182	193	189	11	11
95.	2. tr. ide van	72,77	9	182	191	202	193	11	11
96.	1. tr. mijenja prikolicu	73	74	1	183	184	184	183	183
97.	1. tr. vozi	važe	74,79	13	184	197	216	203	203
98.	1. komb. žanje	74,81	18	184	202	202	184	0	0
99.	3. tr. prazni	75,76	4	186	190	193	189	3	3
100.	3. tr. ide van	76,81	9	190	199	202	193	3	3
101.	2. tr. mijenja prikolicu	77,78	1	191	192	203	202	11	11
102.	2. tr. vozi	važe	78,83	13	192	205	216	203	203
103.	2. komb. nazad u park	78,87	12	192	204	222	210	19	19
104.	1. tr. prazni	79,80	4	197	201	220	216	19	19
105.	1. tr. nazad u park	80,87	2	201	203	222	220	19	19
106.	3. tr. mijenja prikolicu	81,82	1	202	203	203	202	0	0
107.	3. tr. vozi	važe	82,85	13	203	216	216	203	203
108.	1. komb. u park	82,87	12	203	215	222	210	7	7
109.	2. tr. prazni	83,84	4	205	209	220	216	11	11
110.	2. tr. nazad u park	84,87	2	209	211	222	220	7	7
111.	3. tr. prazni	85,86	4	216	220	220	216	0	0
112.	3. tr. se vraća	86,87	2	220	222	222	220	0	0

svrhu tijekom svoga puta ( $t_0$ ). Tijekom punjenja prikolice transportni agregat prati kombajn. Ovi se parametri mogu izračunati poznavajući kapacitete sredstava i brzinu kojom se put prijeđe, a mogu se mjerenjem provjeriti.

Predpostavi li se da kombajn za sjeckanje kukuruza treba 18 minuta da napuni prikolicu ( $tp_1 = 18$ ). Put s tereotom do odlaganja traje 12 minuta ( $tt_1 = 12$ ), a natrag bez tereta 9 minuta ( $tt_2 = 9$ ). Da se prikolica isprazni, treba 4 minute ( $tp_2 = 4$ ), a budući da prilikom svakog odlaganja treba obaviti vaganje, potrebna je još 1 minuta ( $t_0 = 1$ ). Od polaska do mjesta odlaganja, pa dok se prikolica vrati i ponovno napuni, treba ukupno 44 minute. Da kombajn može neprekidno raditi, treba  $n = 44:18 = 2,44$ , odnosno 3 transportna agregata. Ako dva kombajna rade na istoj ploči, treba  $2 \times 2,44 = 4,88$ , odnosno 5 tegljača s prikolicom.

U slučaju da je kombajn građen tako da mu se prikolica može priključiti, tegljač ne treba besposleno čekati da se prikolica napuni, zadatak se može riješiti s manjim brojem tegljača. Vrijeme cijelog turnusa će se produžiti vremenom potrebnim tegljaču da se na terenu izmijene prikolice kod kombajna ( $ti$ ), ali će vrijeme, potrebno tegljaču da se vrati, biti za  $tp_1$  kraće. Broj potrebnih prikolica će, prema tome, biti:

$$n = \frac{tc}{tp_1 - ti} = \frac{49}{19} = 2,37$$

što znači 3 prikolice za 1, odnosno  $2 \times 2,37 = 4,74$ , odnosno 5 prikolica za 2 kombajna. Broj potrebnih tegljača za transport je:

$$x = \frac{tc - tp_1}{tp_1 - ti} = \frac{27}{19} = 1,42$$

što znači da 2 tegljača za 1, odnosno  $2 \times 1,42 = 2,84$ , odnosno 3 tegljača za 2 kombajna.

U oba slučaja vidi se da ostaju neiskorišteni oni kapaciteti, koji ne predstavljaju uski presjek. Gdje se to neiskorišteno vrijeme javlja tijekom rada, kao i vrijeme rada, vidi se na mrežastom dijagramu procesa rada.

Kelly je dao osnovnu ideju CPM-a (Critical Path Method), koja se zasniva na principima "Pert" metode. Ovu metodu kritičnog puta krajem 60-ih godina počelo se primijenjivati u organiziranju radnih procesa u poljoprivredi, ali u široj praksi još uvijek nije dovoljno poznata.

U daljnjem razmatranju prikazan je mrežasti dijagram prije spomenutih poljoprivrednih radova i njegove prednosti i mogućnosti.

Pretpostavlja se da početkom radnog dana i kombajni i transportna sredstva borave u strojnom parku. Kombajnama treba 12, a tegljačima 9 minuta da stignu na

mjesto berbe. Uz 2 kombajna, određeno je 5 traktora s prikolicama. Ovi naizmjenice preuzimaju teret od kombajna, odvoze ga do mjesta siliranja, tamo odlaze na vagu, zatim odlažu teret i vraćaju se. Kada odlože svoj posljednji teret, idu nazad u strojni park, za što im treba 2 minute. Posao je završen kada se i posljednji agregat vrati u strojni park. Ovaj proces prikazuje mrežasti dijagram 1.

Da se mogu identificirati pojedine aktivnosti, koje su na mreži označene strelicama, treba ispostaviti listu aktivnosti. Na njoj je označena sama aktivnost (kao dio radnog procesa) s "i,j", trajanje aktivnosti izraženo u minutama s "y (i,j)", najranije vrijeme kada se aktivnost može započeti i završiti s "tfa" i "tfe", a najkasnije vrijeme do kojeg aktivnost može trajati i od kojeg treba započeti označava se s "tse" i "tsa". I, na kraju, maksimalni višak vremena pojedinih aktivnosti s "pm (i,j)", koji se dobiva iz razlike najkasnijeg i najranijeg početka aktivnosti, s oznakom "tsa-tfa".

Kada se tablica sastavlja, polazi se od početka radnog procesa i ide prema kraju. Na taj način, dobije se najranije početno i završno vrijeme aktivnosti "tfa i tfe" /tfe = tfa + y (i,j). Kada se stigne do "čvora", to znači da točke (događaja), gdje se slijevaju 2 ili više aktivnosti, najranije završno vrijeme (tfe) odgovarat će završnom vremenu one aktivnosti, koja će do te točke stići kao zadnja. Nova se aktivnost, naime, može iz te točke (događaja) nastaviti tek kada sve tamo upućene aktivnosti budu dovršene. Stigavši do kraja procesa, vraćanje se obavlja obrnutim putem tako da se izračuna najkasnije završno i početno vrijeme pojedinih aktivnosti: tsa = tse - y (i,j). Oni događaji, kod kojih je najranije i najkasnije početno vrijeme isto, znači gdje je tfa = tsa, nalaze se na kritičnom putu. Na tom putu nema rezervnog vremena. Ako neka aktivnost, koja čini opisan put, iz nekog razloga traje duže, cijeli će proces biti duži. One aktivnosti, koje ne leže na tom putu, raspolažu rezervnim vremenom, koje se može iskoristiti tijekom cijelog puta između dva čvora, bilo u jednoj etapi ili podijeljeno između etapa, ali svakako u etapi pred čvorom, jer iza čvora ta mogućnost više ne postoji.

Iz podataka na tablici 1 uočava se da drugi kombajn može krenuti iz strojnog parka 10 minuta kasnije, a transportno sredstvo, koje će služiti, može kasniti 13 minuta. Treće transportno sredstvo ima 21 minutu rezervnog vremena, četvrto 31, a peto 39 minuta. Rad prvog kombajna leži na kritičnom putu od polaska pa sve do trenutka kada završi punjenje zadnje prikolice. Od toga događaja ima 7 minuta viška vremena da se s posljednjom prikolicom istovremeno stigne nazad u strojni park.

Mrežasti dijagram 2 prikazuje slučaj kada se prikolica može priključiti na kombajn, pa tegljač može napunjenu prikolicu odvesti do odlagališta, dok kombajn puni tek dobivenu. Izmjena prikolice kod kombajna traje, po našoj pretpostavci, 1 minutu, pa se time cijeli proces produži, u našem slučaju za 11 minuta, dok se oslobode dva traktora za drugi proces. Na tablici 2 prikazuje se lista aktivnosti ovog radnog procesa.

Kritični put i rezervna vremena mogu se izračunati i na samoj mreži (vidi mrežasti dijagram 1). U tom slučaju vrijeme potrebno za dovršenje pojedinih aktivnosti "y (i,j)" zabilježi se ispod strelice aktivnosti, a najraniji završetak aktivnosti "tfe" zabilježi se iznad znaka događaja "j". Kod čvorova će "tfe", naravno, odgovarati najvećoj vrijednosti koja se u toj točki dobije. Vraćajući se, od zadnjeg događaja, izračuna se najkasnije vrijeme

završetka prijašnje aktivnosti (i,j) tako, da se od vrijednosti kod točke "k" oduzme y (j,k), pa se time utvrđuje koje je najkasnije završno vrijeme aktivnosti (i,j) da bi se aktivnost (j,k) pravovremeno završila. Taj podatak zabilježi se ispod znaka događaja "j". Ako se pri povratku stigne do čvora, mogu se dobiti različite vrijednosti, ali kao polaznu vrijednost za daljnji posao treba računati s najmanjom brojkom koja se kod tog čvora dobije.

Mrežasti dijagram 2 prikazuje kada se prikolica može priključiti na kombajn, pa tegljač može napunjenu prikolicu odvesti do odlagališta, dok kombajn puni tek dobivenu. Izmjena prikolice kod kombajna traje, po našoj pretpostavci, 1 minutu, pa se time cijeli pa se time cijeli proces produži, u našem slučaju za 11 minuta, dok se oslobode 2 traktora za drugi proces. Na tablici 2 prikazuje se lista aktivnosti ovog radnog procesa.

#### SUMMARY

In gathering fodder crops there is frequently poor exploitation of existing machinery. The reason is bad cooperation between the working process and machinery. For this purpose a formula after the CPM method is given for making a mesh diagram which can serve as a model for organizing complex working operations in agriculture.

## TVORNICA STOČNE HRANE „VALPOVKA” d.d. VALPOVO

STOČARI, POLJOPRIVREDNICI!

VAŠE DOMAĆE ŽIVOTINJE TRAŽE DIJELINU S  
ČETIRI LISTA

TRAŽE, POJAM VRHUNSKO KAKVOĆE PROIZVODA  
„VALPOVKA” STOČNE HRANE

- KRMNE SMJESE
- DOPUNSKO KRMNE SMJESE
- PREMIXI I DODACI STOČNOJ HRANI
- BRIKETIRANU I RINFUZNU STOČNU SOL



40-GODIŠNJI ISKUSTVOM JAMČIMO VAM BRŽI RAZVOJ,  
JEFTINIJU PROIZVODNJI I VRHUNSKU KAKVOĆU PROIZVODA.

---

# »MESNA INDUSTRIJA« **JAKOPEC**

*vl. MLADEN JAKOPEC*

*ZLATAR BISTRICA*

*V. NAZORA 36*

**☎** *(049) 61-621, 61-021*

*fax 049-61-621*

---

PRERADA MESA KONJŠĆINA 049/65-199, 65-219

DVORAC PEŠĆENO 049/65-043

TVORNICA STOČNE HRANE TURNIŠĆE

Žiro-račun broj 35200-621-21-014601-2359424923

Zagrebačka banka – Filijala Zabok – poslovnica Zlatar

---

PREDSTAVNIŠTVO ZAGREB, GAJEVA 7

01/421-150, 421-149

fax 421-249

MESNICA – TRŽNICA DOLAC

MESNICA – TRŽNICA ŠPANSKO

MESNICA – TRŽNICA BRANIMIROVA

01/442-246

MESNICA – TRŽNICA TRNSKO

01/521-286, 525-066

MESNICA – PROSINAČKIH ŽRTAVA 226

01/263-109

MESNICA – ILICA 205

01/172-580

MESNICA – NOVA VES 66

01/274-203

MESNICA – GLUHAKOVA 28

01/154-313