

Primjena tehnike mrežnog planiranja u određivanju i kontroli rokova s proračunom na elektroničkom računalu

Sažetak

Najvažniju ulogu u primjeni mrežnog planiranja imaju suvremena digitalna elektronička računala koja znatno skraćuju trajanje vremena obrade podataka. U ovom radu razrađuje se primjer primjene metoda CPM na elektroničkom računalu tipa UNIVAC — 1110. Radom je dokazana postavka da je moguća primjena tehnika mrežnog planiranja i u pogonima finalne prerade drva pod uvjetom sredenog proizvodnog programa.

Na određenom primjeru vidi se da se vrijeme ciklusa strojne obrade može znatno skratiti ovakvim pristupom planiranju rokova nakon početka i završetka operacija na pojedinim radnim mjestima za pojedine sklopove i proizvode. Dobiveno na ovaj način, vrijeme ciklusa znatno je kraće od onoga koje je planirano i praćeno klasičnim gantogramskim načinom vođenja proizvodnje.

Ključne riječi: tehnika mrežnog planiranja — mrežni dijagram — najraniji i najkasniji početak aktivnosti — najraniji i najkasniji završetak aktivnosti.

NET PLANNING TECHNIQUE APPLICATION IN TERM DETERMINATION AND CONTROL WITH THE CALCULATION ON ELECTRONIC COMPUTING MACHINE

Summary

Modern digital electronic computers play the most important role in net planning application shortening the duration of data treatment. In this work the example of method CPM application on electronic computing machine type UNIVAC — 1110 has been worked out in detail. The work proves the supposition that the application of net planning techniques has been possible also in final wood processing departments on condition of a settled production programme.

On a definite example it has been evident that the duration of machine processing cyclis may be considerably shortened by such term planning approach after the beginning and ending of operations on particular working places for particular assemblies and products. The cyclis duration obtained in this way is considerably shorter than that planned and accompanied by classical ganttogramic way of production running.

Key words: net planning technique — net diagram — the earliest and the latest activity beginning — the earliest and the latest activity ending.

UVOD

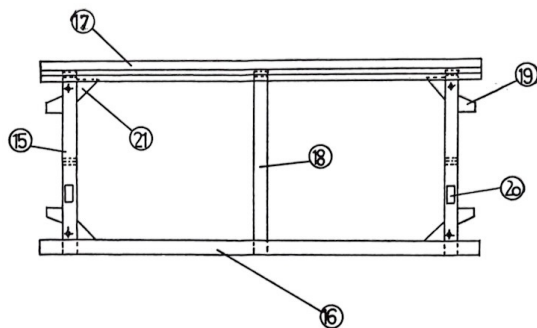
Pojavom tehnike mrežnog planiranja (TMP) 1957. godine, interes za njezinu primjenu raste u gotovo svim oblastima ljudske djelatnosti.

Razumljivo je što ova metoda izaziva pažnju stručnjaka, zbog svoje velike prednosti u odnosu na klasične metode planiranja.

Naročitu ulogu u primjeni mrežnog planiranja imaju suvremena digitalna elektronička računala, koja znatno skraćuju trajanje obrade podataka ove složene naučne discipline. Kod obrade ove metode na računalima, bitno je da je moguće strogo razdijeliti analizu vremena od analize strukture. Pod analizom strukture podrazumijeva se uspostavljanje logičnog redoslijeda i me-

međusobnih zavisnosti aktivnosti (operacija) koje treba izvršiti u okviru projekta (proizvoda) u ovom slučaju.

Sve to govori u prilog da postoje veće mogućnosti u specijalnosti proizvodnje, što omogućuje veću podjelu rada. To su prvenstveno kooperantski odnosi, koji su veoma bitni u razvojnoj privredi i kao bitan preduvjet za poboljšanje kvalitete proizvoda, veću produktivnost, manje troškove i niže cijene proizvoda. Međutim, u kooperacijskim odnosima, osim kvalitete i cijene proizvoda, presudnu ulogu ima rok isporuke. To će, kao što naslov kaže, biti predmet razmatranja u ovom članku.



Slika 1.

O HISTORIJSKOM RAZVOJU I NAJBITNIJIM KARAKTERISTIKAMA TMP

Može se reći da su u Americi u razdoblju 1957—58. gotovo paralelno nastale dvije metode mrežnog planiranja. Danas ih već možemo slobodno zvati osnovnim, jer se iz njih razvilo oko 30 modifikacija. Dvije osnovne tehnike mrežnog planiranja jesu: CPM (metoda kritičnog puta) i PERT (metoda ocjene i revizije programa).

Metoda CPM

Naročito dolazi do izražaja u planiranju projekata kod kojih se vrijeme potrebno za izvršenje pojedinih aktivnosti može precizno odrediti, tj. normirati. Bitna joj je razlika od metode PERT što u analizi vremena za izvršenje pojedinih aktivnosti operira samo s jednim vremenom.

Metoda PERT

Suprotno tehnici CPM, ova metoda ima naročito značenje kod planiranja onih poslova gdje je normiranje vremena za trajanje pojedinih aktivnosti neizvedivo. To su npr. neki istraživački radovi, gdje je potrebna procjena trajanja svake aktivnosti koja se sastoji od tri vremena i PERT uvodi problematiku vjerojatnosti u trajanju pojedinih aktivnosti.

KONKRETNA PRIMJENA CPM

Da bi se moglo pristupiti analizi strukture, potrebno je najprije poznavati strukturu tehnološkog procesa i izvođenja projekta (proizvoda), te međusobnu zavisnost pojedinih tehnoloških faza. Međutim, da bi se uopće mogla nacrtati mreža, treba proučiti neka osnovna pravila TMP, koja su u analizi strukture jednaka za metodu CPM i PERT.

U ovom radu dana je prednost metodi CPM po kojoj će biti detaljno objašnjen princip programiranja.

Predmet je obrade ovog primjera jedan jednostavan proizvod (okvir za tapaciranje) prikazan na slici 1. Programirat će se samo strojna obrada i zbog toga što ona u ovoj proizvodnji ima najdelikatniji, odnosno najteži zadatak.

Kao što se vidi iz slike 1, proizvod se sastoji od 7 različitih elemenata koji su šifrirani, također i strojevi su šifrirani. Veličina naloga je 1000 komada spomenutog proizvoda. Transport u mrežnom dijagramu označen je fiktivnom aktivnosti. Transport se obavlja čeonim viličarom.

Shema tehnološkog procesa, odnosno pregled obrade elemenata na pojedinim strojevima, dat je na sl. 2.

STROJ ELEMENTAT	ELEMENTAT						
	1	29	28	6	11	23	26
15	○		○				
17				○			
16	○			○			
18		○	○				
20		○			○		
19		○			○		
21	○				○		

STROJNO VRIJEME IZRADE PRIKAZANO JE U DONJOJ TABELI

STROJ ELEMENTAT	STROJNO VRIJEME							UKUP. STROJ. VRIJEME (sat.)	RANG LISTA NO. VJE. IZRUC. ELE.		
	1	29	28	6	11	23	26				
15	5,0		28,2				8,8	10,0	23,0	85,0	1
17		7,0		2,7			20,0	8,9		38,6	2
16	5,4			2,4			20,0			27,8	3
18		1,9	13,3							15,2	4
20		0,6			4,4		8,0			13,0	5
19		1,0			12,0					13,0	6
21	1,2				10,8					12,0	7
UKUPNO	11,6	10,5	41,5	5,1	27,2	40,0	25,7	10,0	33,0	204,6	
RANG LISTA RANJAZ. STROJA	6	7	1	9	4	2	5	8	3		

Slika 2.

3. Nezavisna vremenska rezerva R_n

Ona pokazuje koliko možemo produžiti izvršenje aktivnosti (t_{ij}) ako je događaj »i« zbog zadržavanja neke od prethodnih aktivnosti postignut u najkasnijem dozvoljenom vremenu, a za događaj »j« želimo održati najraniji početak za izlazeće aktivnosti

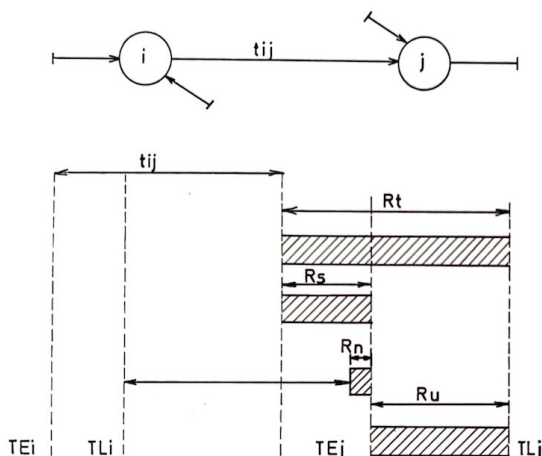
$$R_n = TE_j - (TL_i + t_{ij})$$

4. Uvjetna vremenska rezerva R_u

Izračunava se kao razlika ukupne i slobodne vremenske rezerve

$$R_u = R_t - R_s$$

Ono što je riječima rečeno za vremenske rezerve grafički je prikazano na slici 7.



Slika 7.

KRITIČNI PUT

Kritični put u mrežnom dijagramu jest onaj koji čine aktivnosti koje nemaju nikakvih vremenskih rezervi (ukupna vremenska rezerva jest nula) i vrijeme trajanja mu je najduže. Stoga posebnu pažnju treba posvetiti kritičnim aktivnostima, odnosno kritičnom putu, jer se eventualnim dužim trajanjem kritične aktivnosti produžuje rok izvršenja cijelog projekta. Nasuprot tome, smanjenjem trajanja kritičnih aktivnosti skraćuje se kritični put, tj. cijeli projekt završava se ranije.

MREŽNI DIJAGRAM

Nacrtan je na principima pravila za crtanje mrežnog dijagrama.

Dvostruki krug na pojedinim događajima predstavlja završetak strojne obrade na pojedinim elementima.

Naziv aktivnosti, tj. brojevi iznad aktivnosti, označuju:

- prvi broj — vrstu proizvoda,
- drugi broj — šifru elementa proizvoda,
- treći broj — stranu elementa (lijevi-desni).

Kao što se vidi u dijagramu, početak montaže sklopa, odnosno cijelog proizvoda, ovisi o strojnom završetku jednog dijela elementa koji se nalazi na kritičnom putu.

Nakon završetka ostalog dijela elementa s kritičnog puta izvodi se montaža do kraja.

Stupanj detaljizacije M. D. određen je brojem elemenata koji se slažu na paletu.

PRORACUN I TABELIRANJE PODATAKA PO METODI CPM ZA PRIMJER

Proračun se može izvesti ručnim postupkom ili na elektroničkom računalu. Ručni postupak u svakom slučaju zavisi od broja aktivnosti i od toga koliko se puta vrši vremenska analiza projekta u toku izvođenja. Općenito se smatra da je ta granica 100—150 aktivnosti.

Mišljenja smo, međutim, da su te granice danas sve manje aktualne, te gdje je to moguće, tj. gdje postoji mogućnost obrade na elektroničkom računalu, treba svakako vršiti obradu bez obzira na broj aktivnosti.

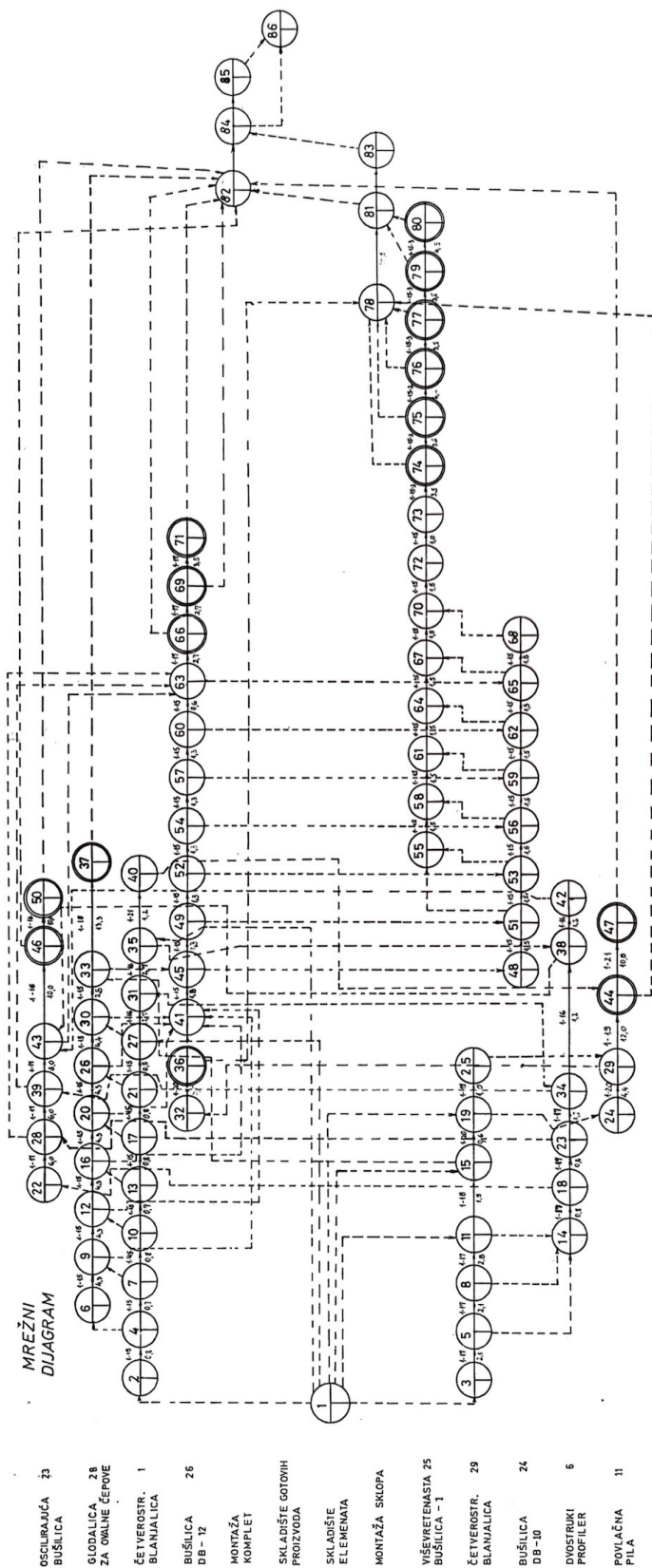
Nakon izrađene mreže proizvodnog procesa, za svaku aktivnost daju se slijedeći podaci:

- naziv početnog događaja aktivnosti,
- naziv završnog događaja aktivnosti,
- naziv aktivnosti koja se sastoji iz
 - strojeva
 - proizvoda
 - elementa
- trajanje aktivnosti

Ovi podaci pišu se na posebne obrasce s kojih se buše kartice. Kartice se rabe kao medij za unošenje ovih podataka u računalu. One se učitavaju u računalu i obrađuju. Kao rezultat obrade dobije se za svaku aktivnost odgovarajuća informacija o:

- nazivu početnog događaja aktivnosti
- nazivu završnog događaja aktivnosti
- nazivu aktivnosti
- vremenu nastupanja aktivnosti od početka cijelog tehnološkog procesa
- vremenu završetka aktivnosti od početka cijelog tehnološkog procesa
- vremenskoj rezervi svake aktivnosti
- detaljnom terminskom kalendaru za svaki stroj.

Razumije se, obrađeni ovi podaci dobiju se vrlo brzo i točno. Da se obrađuje klasično, sam proces obrade bio bi mnogo sporiji, dugo bi se radio proračun, a zbog velikog broja aktivnosti postojala bi i velika mogućnost greške u proračunu. Osim toga, zbog sporosti obrade tih podataka, trebalo bi početi planirati mnogo ranije neki tehnološki proces, a time je i prognoza kapaciteta manje kvalitetna. Teško je npr. predvidjeti koji će stroj biti u kvaru za tri mjeseca, koji će radnik biti na bolovanju, a pitanje je već u toku (da li će se odstupiti od planiranih rokova).



Zbog svega ovoga najbolje je rješenje u obradi pripreme tehnoloških procesa proizvodnje i terminiranja na elektroničkom računalu.

Veliki proizvođači opreme za automatsku obradu podataka, kao što su UNIVAC i IBM, uz tzv. hardware (uređaji za obradu) isporučuju svojim kupcima i SOFTWARE podršku, u koju spadaju i gotovi programi za određena problemska područja.

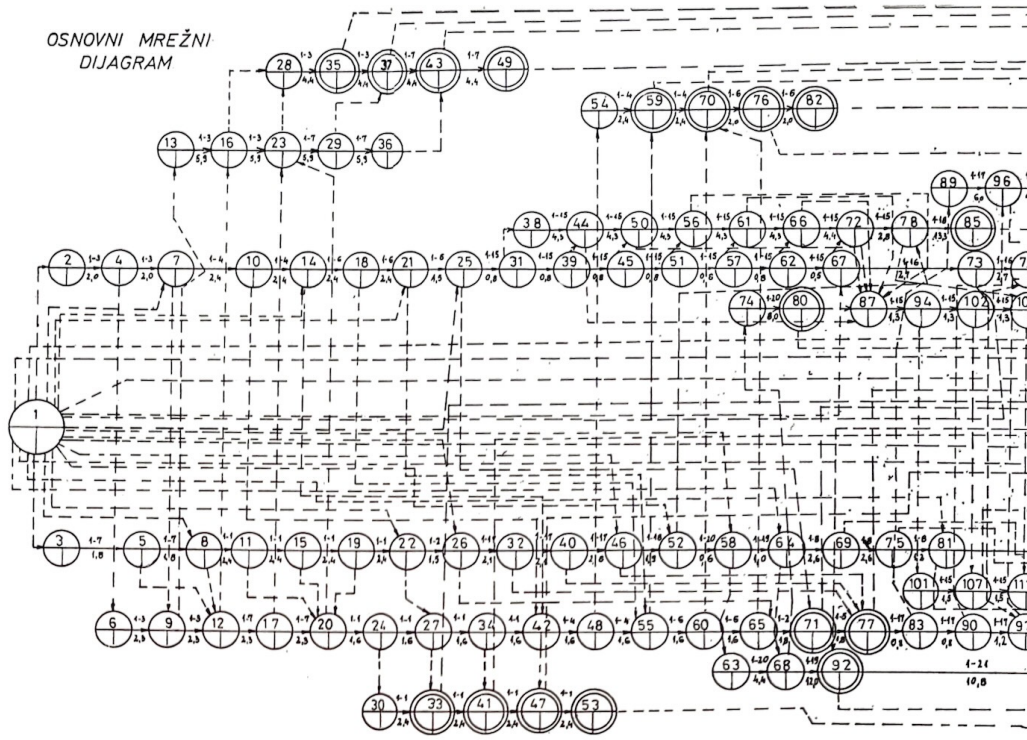
Tako postoje već gotovi paketi programa koji obrađuju problem mreženog planiranja, konkretno PERT i CPM mreže. Za korištenje ovim programskim paketima dovoljno je (ako je program implementiran u računalo) pozvati program i u određenoj formi dati podatke o mreži, a program to obrađuje i daje izvještaje — rezultate u tjednima, pa se kao najmanja terminska jedinica rabi tjedan i desetina tjedna.

Zato se iz rezultata obrade takvog programa možemo koristiti samo nekim podacima. Naime, u proračunu trajanja procesa proizvodnje i njegovu terminiranju, u industrijskim radnim organizacijama rabi se terminska jedinica sat, pa i manja jedinica.

Program koji obrađuje PERT i CPM metode daje u izvještaju sljedeće informacije:

- naziv početnog događaja aktivnosti
- naziv završnog događaja aktivnosti
- naziv aktivnosti
- trajanje aktivnosti (u terminskim jedinicama)
- terminska jedinica najranijeg završetka aktivnosti od početka cijelog proizvodnog procesa
- datum najranijeg početka aktivnosti
- datum najranijeg završetka aktivnosti
- vremenska rezerva aktivnosti

VODRAVNA BUŠILICA	22
VIŠEVRETNASTA BUŠILICA II	29
GLODALICA	8
GLODALICA ZA ČEPOVE	5
OSCILIRAJUĆA BUŠILICA	23
GLODALICA ZA OVALNE ČEPOVE	28
ČETVEROSTRANA BLANJALICA	1
BUŠILICA DB - 12	26
MONTAŽA KOMPLET.	
SKLADIŠTE GOTOVE ROBE	
SKLADIŠTE ELEMENATA	
MONTAŽA ŠKLOPA	
VIŠEVRETNASTA BUŠILICA I	25
ČETVEROSTRANA BLANJALICA	29
BUŠILICA DB - 10	24
DVOSTRUKI PROFILER	6
POVLAČNA PILA	11
GLODALICA	32



Da bismo dobili sve druge potrebne podatke za planiranje i terminiranje proizvodnje (datume i sate te grafičke prikaze), napravljen je novi program, koji, na temelju proračunanih, i to onih kojima se možemo koristiti, podataka, izračunava ostale potrebne elemente.

Obradom po ovom programu dobiju se slijedeći podaci za svaku aktivnost:

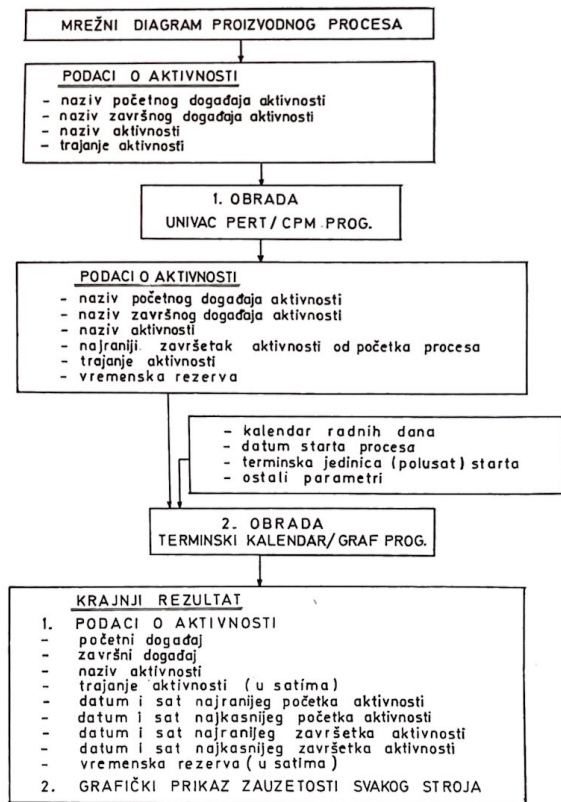
- naziv početnog događaja aktivnosti
- naziv završnog događaja aktivnosti
- naziv aktivnosti koji se sastoji od šifara
- stroja
- proizvoda
- trajanje aktivnosti u satima
- datum i sat najranijeg početka aktivnosti
- datum i sat najkasnijeg početka aktivnosti
- datum i sat najranijeg završetka aktivnosti
- vremenska rezerva aktivnosti u satima

Osim toga, dobije se grafički prikaz zauzetosti svakog stroja koji sudjeluje u proračunavanom proizvodnom procesu.

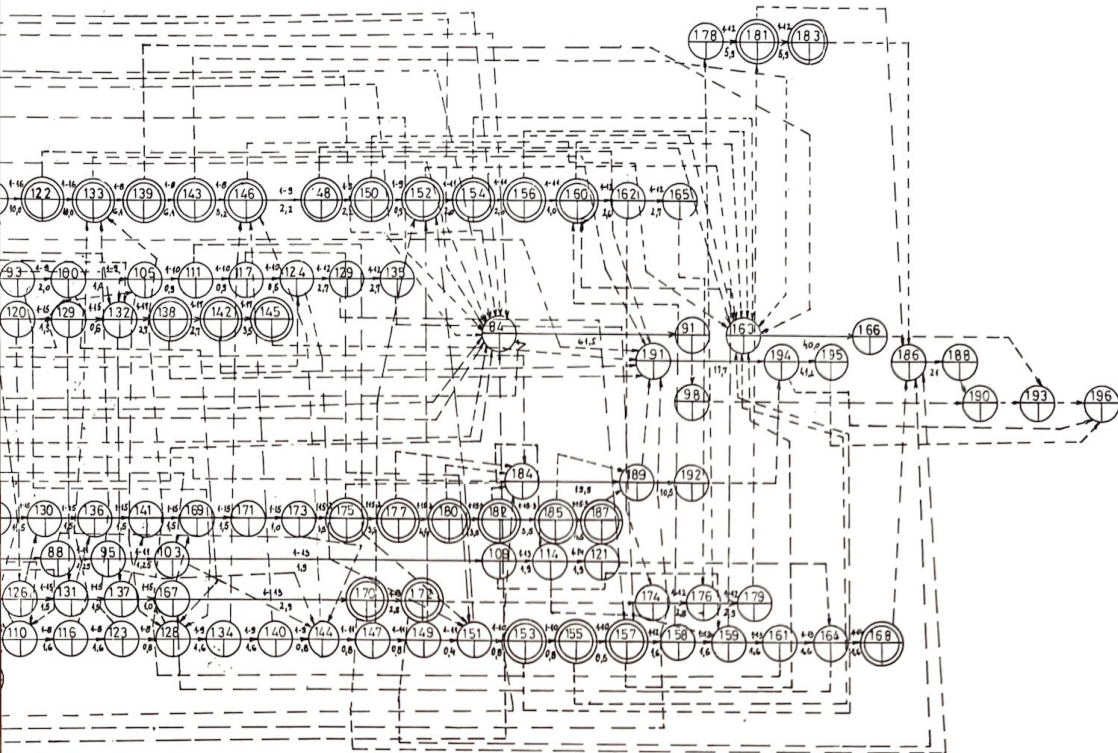
Aktivnosti su sortirane po strojevima i najranijem početku. Prikazuju se svi dani zauzetosti stroja. Tek kad je prikazana zauzetost jednog stroja, prikazuje se zauzetost slijedećeg stroja.

Cijeli proces obrade podataka vremenskog proračuna trajanja proizvodnog procesa može se vidjeti na slici 8.

Krajnji rezultati obrade prikazani su na slici 9. i 10.



Slika 8.



Kod izračunavanja datuma i sati uzeto je u obzir da su pauze od 10 do 10,30 i 18 do 18,30 sati.

Zbog brzine i točnosti, ovaj način vremenskog proračuna tehnoloških procesa i terminiranja proizvodnje ima i tu prednost da se, ako tokom odvijanja procesa dođe do vremenskih odstupanja, mrežni dijagram može korigirati novim vremenima i isti dan obraditi.

Tako se brzo i točno dobije novi vremenski plan koji je nastao kao posljedica stanovitih odstupanja od prvobitnog plana. Uzroci odstupanja

mogu biti npr. elementarne nepogode, kvar stroja, bolest radnika, nedostatak sirovina, loša organizacija provođenja plana, nemar radnika itd.

TERMINSKI KALENDAR

Aktivnosti u terminskom kalendaru izražene su u terminskim jedinicama (trajanje jedne terminske jedinice iznosi 1/2 sata). Na sl. 9. dan je, zbog pomanjkanja prostora, samo dio terminskog kalendara za izradu okvira za tapetiranje.

OKVIR ZA TAPETIRANJE

POČ. I DOG.	ZAV. I DOG.	N A Z I V AKTIVNOSTI	TRAJ. I AKT.	POČETAK AKTIVNOSTI			ZAVRŠETAK AKTIVNOSTI			VREM. ZAZOR
				NAJRA NIJI	NAJKAS NIJI	NAJRA NIJI	NAJKAS NIJI	NAJRA NIJI	NAJKAS NIJI	
00 21	00 41	00 00 00 1	00 11 50 01	8 1 01.06.76.	6 0 1 01.06.76.	6 0 1 01.06.76.	7 0 1 01.06.76.	7 0 1 01.06.76.	7 0 1 01.06.76.	7 0 1 01.06.76.
00 31	00 51	00 00 02 9	00 11 70 01	2 1 1 01.06.76.	6 0 1 01.06.76.	6 0 1 01.06.76.	8 0 1 01.06.76.	8 0 1 01.06.76.	8 0 1 01.06.76.	8 0 1 01.06.76.
00 61	00 91	00 00 02 8	00 11 50 01	4 3 1 01.06.76.	6 5 1 01.06.76.	6 5 1 01.06.76.	11 5 1 01.06.76.	11 5 1 01.06.76.	11 5 1 01.06.76.	11 5 1 01.06.76.
00 41	00 71	00 00 00 1	00 11 50 01	7 1 01.06.76.	7 0 1 01.06.76.	11 0 1 01.06.76.	7 5 1 01.06.76.	7 5 1 01.06.76.	11 5 1 01.06.76.	3 6 1 01.06.76.
00 71	01 01	00 00 00 1	00 11 50 01	8 1 01.06.76.	7 5 1 01.06.76.	15 0 1 01.06.76.	8 5 1 01.06.76.	8 5 1 01.06.76.	16 0 1 01.06.76.	7 0 1 01.06.76.
00 51	00 81	00 00 02 9	00 11 70 01	2 1 1 01.06.76.	8 0 1 01.06.76.	15 0 1 01.06.76.	10 0 1 01.06.76.	10 0 1 01.06.76.	17 0 1 01.06.76.	6 4 1 01.06.76.
01 01	01 31	00 00 00 1	00 11 50 01	7 1 01.06.76.	8 5 1 01.06.76.	2 0 5 1 01.06.76.	9 0 1 01.06.76.	9 0 1 01.06.76.	21 0 1 01.06.76.	10 8 1 01.06.76.
01 31	01 71	00 00 00 1	00 11 50 01	8 1 01.06.76.	9 0 1 01.06.76.	8 0 1 01.06.76.	10 0 1 01.06.76.	10 0 1 01.06.76.	9 0 1 01.06.76.	14 2 1 01.06.76.
07 71	07 91	00 00 02 5	00 11 50 31	3 5 1 04.06.76.	19 5 1 07.06.76.	15 5 1 07.06.76.	7 0 1 07.06.76.	19 5 1 07.06.76.	11 4 1 07.06.76.	11 4 1 07.06.76.
07 91	08 01	00 00 02 5	00 11 50 31	4 5 1 07.06.76.	7 0 1 07.06.76.	19 5 1 07.06.76.	12 0 1 08.06.76.	8 0 1 08.06.76.	11 6 1 07.06.76.	11 6 1 07.06.76.
08 11	08 31	00 00 10 0	00 10 00 01	10 5 1 08.06.76.	8 0 1 08.06.76.	15 5 1 08.06.76.	19 5 1 09.06.76.	11 0 1 09.06.76.	11 0 1 09.06.76.	7 0 1 09.06.76.
08 21	08 41	00 00 10 0	00 10 00 01	17 5 1 08.06.76.	8 0 1 08.06.76.	8 0 1 09.06.76.	11 0 1 09.06.76.	11 0 1 09.06.76.	11 0 1 09.06.76.	0 1 09.06.76.

Slika 9.

