

RAZVOJ METODE MREŽNOG PLANIRANJA U OBLASTI ODRŽAVANJA ŽELEZNIČKIH VOZILA

Dragan Ilić¹, Svetozar Bugarin², Živoslav Adamović³, Vladan Radanović⁴, Dragana Aksentijević⁵, Mirjana Adamović⁶

Rezime: Složenost i kompleksnost mrežnog planiranja, kao metode rukovođenja projektima, proizilazi iz složenosti i kompleksnosti projekta. To je zapravo i suština rukovođenja. Problem je u sagledavanju i ocenjivanju složenosti, kompleksnosti i prioriteta posla, što u suštini znači jedan kompleksan i sveobuhvatan pristup rukovođenju.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Pristup izradi mrežnog dijagrama je timski pristup. Naročito je interesantno područje mrežnog planiranja koje se odnosi na raspodelu resursa, na području analize troškova, kao i pojedinačnih operacija. To je neophodno i logično ako se posmatra kao dinamički proces razvoja pojedinih operacija. Sama primena računara zavisi od količine informacija koje treba obraditi. Aproksimativno, u odnosu na već postojeće podatke, može se reći da se u mrežnom planiranju sa brojem aktivnosti od 100 može raditi ručno, od 100-200 ručno-mašinski a preko 200 aktivnosti ekonomično je koristiti računar koji će davati parametre i upravljati procesom. Razvijeni PERT pomaže rukovodstvu preduzećau :

- Planiranju projekata sa željenim stepenom detaljizacije,
- Utvrđivanju da li su datumi isporuke ostvareni,
- Boljem korišćenju radne snage, finansijskih sredstava, materijala i mašina,
- Nivoa efekata jednog projekta u odnosu na druge,
- Simulaciji dejstva raznih odluka pre nego se donesu definitivne,
- Isticanju aktivnosti koje zahtevaju posebnu pažnju,
- Kontroli progressa pri promeni roka završetka posla a s tim u vezi omogućuje se kontrola potrošnje uz merenje i procenjivanje troškova,
- Dobijanju jasnije slike vrednosti obavljenih poslova i dr.

2. PLANIRANJE POMOĆU MREŽNIH DIJAGRAMA

Analiza mrežnih dijagrama, više poznate kao PERT ili CPM (Critical Path Method – metod kritičnog puta) je tehnika planiranja, raspoređivanja projekta i kontrolisanja odvijanja projekta. Mnogi sistemi su se razvijali godinama, ali su uglavnom imali zajedničku crtu – koristili su mrežne dijagrame, orijentisane strelicama da bi pokazali logički redosled aktivnosti uzražavanja sve do završetka projekta.

Paket PERT je grupa međusobno povezanih programa, koji se bavi odgovarajućom fazom planiranja i upravljanja uz pomoć mreže, uzimajući obzir označeni prioritete pojedinih delova mreže. Ova kombinacija, sa najboljim osobinama ranijih programa i sa dosta novih omogućava rukovodstvu bolje upravljanje i kontrolu napredovanja projekata, posebno u analizi resursa, u kontroli i analizi troškova i u planskom raspoređivanju projekta. Da je visok stepen fleksibilnosti pri korišćenju, time što uzima u obzir posebne uslove korisnika, kao inova iskustva pro analizi mrežnog dijagrama. U

¹Želvoz, Smederevo, Miloša Velikog 39, Smederevo,

²Želvoz, Smederevo, , Miloša Velikog 39, Smederevo,

³Univerzitet u Beogradu, Evropski Univerzitet, Bijeljinska bb, Brčko distrikt, BIH,

⁴Želvoz, Smederevo, Miloša Velikog 39, Smederevo,

⁵Želvoz, Smederevo, Miloša Velikog 39, Smederevo,

⁶Akademija mašinskih nauka Srbije, Aleksinačkih rudara 43, Beograd

mrežnim dijagramima aktivnosti su predstavljene orijentisanim linijama koje počinju i završavaju se u identifikacionim tačkama. Dok se u PERT metodi operiše sa elementima verovatnoće uvođenjem triju procena vremena po metodi kritičnog puta ili CPM polazi samo od jedne procene vremena za bilo koju aktivnost datog projekta. To je procena ili normirano vreme trajanja aktivnosti (i-j) i trajanje t i j.

- Najraniji završetak aktivnosti dobija se sabiranjem vremena trajanja aktivnosti t i j sa vremenom $t_i(0)$: $t_j = t_i(0) + t_{ij}$
- Ako do događaja (j) vode više puteva, može se napisati da je najraniji početak bilo koje aktivnosti koja ima (j) kao početni događaj će biti :

$$T_j(0) = \max_i \{ t_i(0) + t_{ij} \}; t_j(0) = 0, \text{ gde je } i < j \text{ za } j = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

$$T_j(1) = \min_j \{ t_j(1) - t_{ij} \} \text{ a to je kritična aktivnost : } t_{ij} = t_j(1) - t_i(0) \quad (2)$$

Što će reći da je kritična aktivnost ako su $t_i(0) = t_i(1)$ i $t_j(0) = t_j(1)$ te imamo:

- Vremenska rezerva (St)_{ij}
 $(St)_{ij} = t_j(1) - t_i(0) - t_{ij}$
- Slobodna vremenska rezerva (Ss)_{ij}
 $(Ss)_{ij} = t_j(0) - t_i(0) - t_{ij}$
- Nezavisna vremenska rezerva (Su)_{ij}
 $(Su)_{ij} = t_j(1) - t_j(0)$
- Uslovna vremenska rezerva (Su)_{ij}
 $(Su)_{ij} = t_j(1) - t_j(0)$

Za PERT metodu imamo sledeće veličine:

a_{ij} - optimističko vreme

m_{ij} - najverovatnije vreme

b_{ij} - pesimističko vreme pri čemu $a_{ij} < m_{ij} < b_{ij}$

$(te)_{ij}$ - očekivano vreme,

(σ) - varijansa

Trajanje svih aktivnosti se ponaša po Binomnoj raspodeli a trenutak njihovog završetaka ide po Normalnoj ili Gausovoj raspodeli. Glavna karakteristika Binomne raspodele za vreme trajanja aktivnosti u tome što se vrednosti trajanja aktivnosti nalaze se u intervalu $[a_{ij} \ b_{ij}]$ i verovatnoćom:

$$P_{ij} = \int f(t) dt = 1 \text{ pri čemu je:} \quad (3)$$

$$0 \text{ za } -\infty \leq t \leq +\infty$$

$$F(t) = \{ [(t-a_{ij})^a \cdot (b_{ij}-t)^y] / [(b_{ij}-a_{ij})^{a+y} \cdot (a+1 \cdot y+1 \cdot B)] \} \quad (4)$$

Pri čemu se veličine t kreću u granicama: $a_{ij} \leq t \leq b_{ij}$

Uvođenjem nove promenljive U te funkcije f(t) pomoću nelinearnih transformacija imaćemo:

$$0 \text{ za } -\infty < U < +\infty$$

$$\Phi(t) = \{ U^a (1-U)^y / [B(a+1; y+1)] \text{ za } 0 \leq U \leq 1 \} \quad (5)$$

$$0 \text{ za } 1 < U < +\infty$$

Posle sređivanja dobijamo:

$$(te)_{ij} = E(t) = (a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}) / 6 \text{ i varijansa } (\sigma^2)_{ij} = [(b_{ij} - a_{ij}) / 6]^2$$

Ovi parametri služe za analizu najranije i najkasnije vreme završetka projekta tj :

$$(Te)_j = \max_i \{ (Te)_i + (te)_{ij} \}; (Te)_1 = 0$$

$$(Te)_i = \min_j \{ (Te)_j - (te)_{ji} \}; (Te)_n \text{ za } i = n-1, n-2$$

Određivanje vremenske rezerve verovatnoće P:

$(Tp)_i$ – planirani rok

$$(Zp)_i \text{ – faktor verovatnoće } (Z)_i = [(Tp)_i - (Te)_i] / (\sum \sigma^2)^{1/2}$$

$$\text{dok je verovatnoća } P(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-0.5 \cdot z^2} \cdot dz$$

3. KREIRANJE I POSTAVLJANJE MREŽNOG PLANA

U mrežnim dijagramima posebni zadaci ili aktivnosti predstavljeni su orijentisanim linijama koje počinju i završavaju se događajima, obično se prikazuju krugovima, pravougaonicima ili nekim drugim geometrijskim slikama. Aktivnost je data linijom čiji je smer odvijanja zadatka, tako da prvi vezani događaj (krug) predstavlja početni događaj a drugi, naredni, završni događaj. Priprema mrežnog dijagrama je najbolje uređena ako su aktivnosti svrstane prema odeljenjima, koja su odgovorna za izvršavanje odgovarajućih aktivnosti.

- Potrebni resursi za svaku aktivnost
- Raspoloživi resursi za ceo projekat

Potrebni resursi – ocena dužine trajanja aktivnosti normalno zavise od raspoloživih resursa , dok se resursi u PERT se kategorišu na :

- One koje su „ konstantne brzine“ kao ljudska snaga,
- One koje su „ totalna konstanta“ kao materijali.

Korisnik može definisati kompleksniji model korišćenja resursa, bez povećanja veličine mreže. Za kompleksne mreže potrebno je specificirati zahtevanu količinu, početni datum korišćenja i trajanja korišćenja .

4. RASPOLOŽIVI RESURSI

Da bi se izvršila analiza resursa , mora se specificirati koji su resursi na raspolaganju. Nivo raspolaganja je promenljiv i može se specificirati do 120 promena nivoa za svaki resurs. Kad nivoi resursa prate ciklični model, onda se oni mogu specificirati na ulazu u PERT program tako da obezbede ponavljanje u pripremanju ulaznih podataka. Fond resursa – angažovanje radne snage nemoguće je preneti na sledeći vremenski period , kao što se radi sa materijalnim i finansijskim sredstvima.

Izraz „ Fond resursa „ koristi se da definiše resurse koji mogu biti prihvaćeni od jednog perioda do sledećeg. Granica fonda može biti određena maksimalnom količinom koja se može preneti napred.

Analiza troškova – PERT za sistem troškova obezbeđuje upravljanje direktnim troškovima neposredno povezivanjem sa mrežnim dijagramom. Međutim, pri korišćenju specijalnih aktivnosti moguće je povezati i prekovremeni rad i druge indirektno troškove.

Da bi se dobila realna slika troškova o nekih fazi odvajanja projekta, moguće je meriti i upoređivati :

- Prvobitno određeni plan troškova operacija,
- Stvarne troškove do datuma izveštaja,
- Vrednost izvršenih poslova do posmatranog datuma,
- Prognoziranje troškova, koji su procena potrebnog rada.

Planirani troškovi za sve delove projekta su u direktnoj vezi sa primenjenim planom i oni se izračunavaju na osnovu jedinice troškova resursa. Troškovi aktivnosti se smanjuju, dajući ukupne troškove u funkciji jedinice vremena za projekat u celini ili za izabranu grupu od stane korisnika, kao odeljenje za ili označene centre troškova.

Stvarni troškovi se skoro uvek razlikuju od planiranih (procenjenih) troškova kako po veličini, tako i po brzini stvaranja. U praksi se stvarni troškovi klasifikuju po kategorijama, mesečno i nedeljno, retko je i nije praktično da se vrši prikupljanje troškova za svaku aktivnost, onda se postavlja pitanje kako su prognozirani.

5. KARIKE AKTIVNOSTI I VREDNOST IZVRŠENOG RADA

Karike su zamišljene (imaginarne) aktivnosti, stvorene od stane korisnika da bi se pokazali planirani troškovi. Program ponovo proračunava prvobitno planirane troškove za svaku završnu aktivnost i sabira sve vrednosti od vremena u kojem su se one odigrale.

Izlaz vrednosti može biti podeljen na isti način kako planirani troškovi, tako da se dve slike mogu upoređivati sa odgovarajućim odeljenjima. Da bi se izvršio proračun stanja projekta u toku, program tretira nedovršeni deo mreže kao novi projekat i analizira troškove na normalan način.

Troškovi ostatka mreže dodaju se stvorenim troškovima do posmatranog datuma, da bi se proizvela nova prognoza o datumu završetka projekta i dobila nova slika novih troškova projekta.

Informacije dobijene analizama mrežnog dijagrama u cilju upravljanja i kontrole mrežnog dijagrama , mogu se štampati na izlazu ili se smeštaju na spoljnu memoriju , kako bi bile spremne za ažuriranje. Ažuriranje može biti usmereno tako da nije potrebno izveštavati o pojedinim aktivnostima, već samo o stanju projekta. Da bismo izbegli subjektivne greške koje se pojavljuju kod analize vremena koristi se tzv. matrični postupak kao na slici 1 i 2.

Slika.1 MATRIČNI POSTUPAK

t_j^0	t_i^0	J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	t_i^0	t_i^1	(Su)i
0	0	1	2									0	0	0
2	2	2	4									6,2	2	0
6	6	4			4	0						6,7	6	0
10	10	4					0					11	11	1
6	6	5					5					6	6	0
11	11,10	6										11	11	0
4	4	7							9			8	8	4
13	13	8									1	17	17	4
18	14,18										18	18	18	0

Slika 1 –Matrični postupak

SL. 2 TABELARNI POSTUPAK

Aktiv.		Traj.	Najran.		Najkas.		(St)ij	(Ss)ij	(Sn)ij
I	j	Tij	t_i^0	t_j^0	t_i^1	t_j^1			
1	2	2	0	2	0	2	0	0	0
2	3	4	2	6	2	6	0	0	0
2	7	2	2	4	2	8	4	0	0
3	4	4	6	10	6	11	1	0	0
3	5	0	6	6	6	6	0	0	0
4	6	0	10	11	12	11	0	0	0
5	6	5	6	11	6	11	0	0	0
6	9	7	11	18	11	18	0	0	0
7	8	9	4	13	8	17	4	0	0(-4)
8	9	1	13	18	17	18	4	4	0

Slika 2 –Tabelarni postupak

6. ZAKLJUČAK

Iz priloženog rada možemo videti da su stvarni troškovi različiti od planiranih, procenjenih troškova, kako po veličini tako i po brzini stvaranja, nadalje, karike samo pomažu u tačnom upoređivanju između procenjenih i stvarnih troškova pri čemu računar omogućava da se brzo i efikasno dođe do pouzdanih rezultata.

7. LITERATURA

- [1] Adamović, Ž., Ilić, B.: *Nauka o održavanju tehničkih sistema*, Srpski akademski centar, Novi Sad, 2013.
- [2] Barlow G. Ptochan F.: *Statistical Theory of Reliability and Life Testing Probability Models*, Richard and Winston Inc. New York, 1975. god.
- [3] Adamović Ž., Ašonja A.: *Metodologija naučno-istraživačkog rada*, Srpski akademski centar, Novi Sad, 2014.
- [4] Adamović Ž., Joksimović Lj.: *Tehnička dijagnostika*, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Beograd, 2020.
- [5] Adamović Ž.: *Tehnologija održavanja mašina*, Univerzitet u Novom Sadu, 2016.