

ТЕХНИКА МРЕЖНОГ ПЛАНИРАЊА

-1957.г развијен је први предлог методе технике мрежног планирања заснован на идејама које је компанија du Pont de Nemours and CO. развијала у оквиру система планирања у оквиру одржавања и ремонта у хемијској индустрији. Први модел назван је Production Planning and Scheduling System, а касније Critical Path Method (CPM)

-1958. развијена је метода Project Evaluation and Review Tehcnique (PERT) за америчку морнарицу, компанија Lockheed и консултантска Booz Allen Hamilton.

Основни циљеви развијене технике мрежног планирања су:

- реализовати лако разумљив преглед планираног објекта,
- једнозначно приказати логички ток и међусобну зависност различитих динамичних процеса,
- тачније проценити времена,
- одређивање критичног пута,
- сагледавање свих непредвиђених фактора који могу утицати на реализацију пројекта,
- растерећење рутинских послова код већих пројектата.

Техника мрежног планирања представља технику планирања, координације и контроле комплексних процеса, код којих је неопходно временски ускладити велики број динамичних

процеса, како би се реализовао крањи циљ у одређено временском року.

Основни елементи технике мрежног планирања

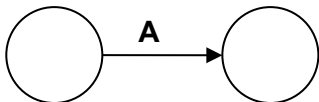
Основни елементи технике мрежног планирања су:

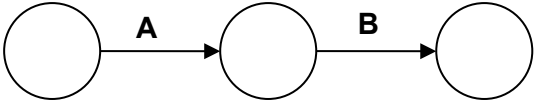
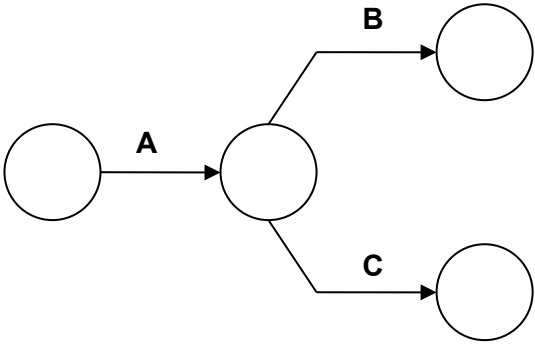
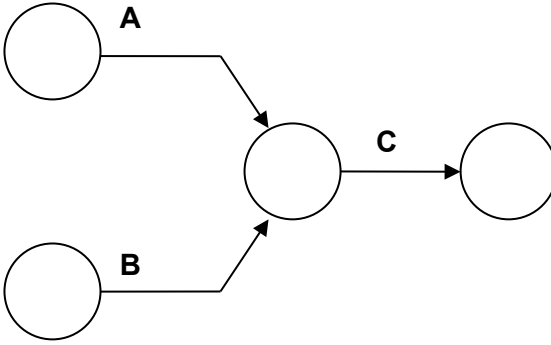
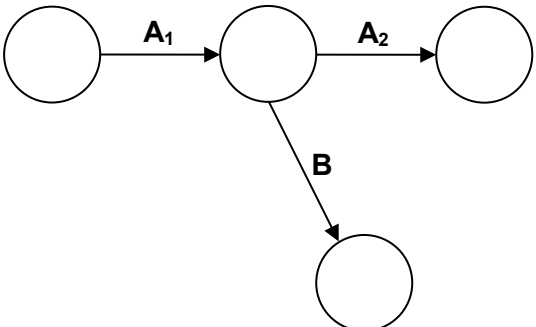
- пројекат,
- активност,
- догађај,
- мрежни дијаграм.

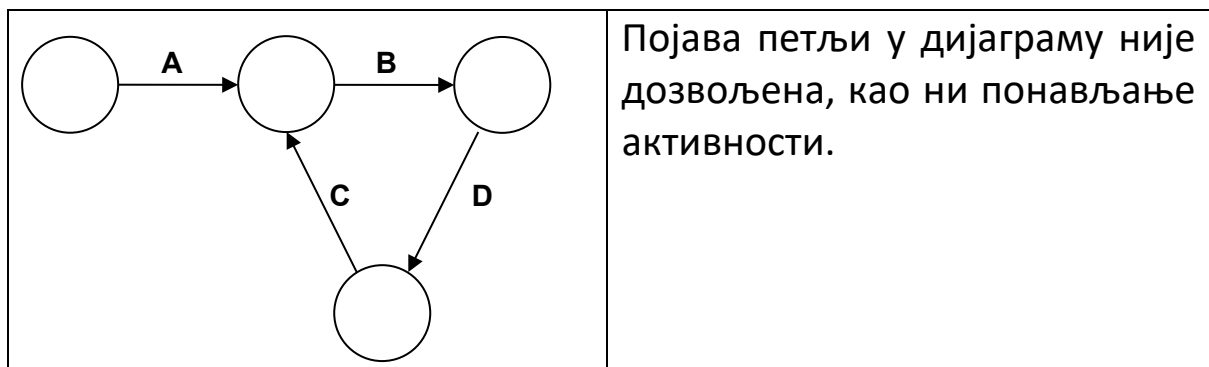
Пројекат представља подухват, задатак, проблем или процес који треба планирати и извести. Пројекат може бити грађевински, истраживачки, развојни, планирања, производни процес и слично.

Активност је делимична делатност чије извршење захтева одређено време, радњу и ток, а одвија се између почетне и завршне тачке (догађаја). Како се пројекат рачлањује на делимичне делатности, следи да се пројекат пројекат рачлањује на активности.

Догађај не представља процес, већ тренутак у којем нека активност може да почне или да се заврши. стога догађаје делимо на почени и завршни догађај.

ОСНОВНИХ 9 ПРАВИЛА	Значење
	Активност А је означена као дуж стрелицом с лева на десно и омеђена догађајима: почетним и завршним.
	Ако једна активност може отпочети тек након се

 <pre> graph LR Start(()) -- A --> T1(()) T1 -- B --> End(()) </pre>	<p>претходна активност заврши, онда је завршни догађај за претходну активност истовремено и почетни догађај за наредну активност. Завршни догађај за активност А је почетни догађај за активност Б.</p>
 <pre> graph LR Start(()) -- A --> T1(()) T1 -- B --> T2(()) T1 -- C --> T3(()) </pre>	<p>Ако више активности могу отпочети тек након се претходна активност заврши, онда је завршни догађај претходне активности истовремено и почетни догађај за све остале активности. Слика - активности Б и Ц могу отпочети тек након се атktivност А заврши.</p>
 <pre> graph LR Start1(()) -- A --> T1(()) Start2(()) -- B --> T2(()) T1 --> T3(()) T2 --> T3 T3 -- C --> End(()) </pre>	<p>Ако једана активност може отпочети тек након се више претходних активности заврши, онда је завршни догађај за све те претходне активности истовремено и почетни догађај за посматрану активност. Слика - активност Ц зависи од активности А и Б.</p>
 <pre> graph LR Start(()) -- A1 --> T1(()) T1 -- A2 --> T2(()) T1 -- B --> T3(()) </pre>	<p>Ако нека активност може отпочети пре него што се претходна активност потпуно завршила, онда се претхонда активност (сложена активност) дели на две или више простих активности.</p>

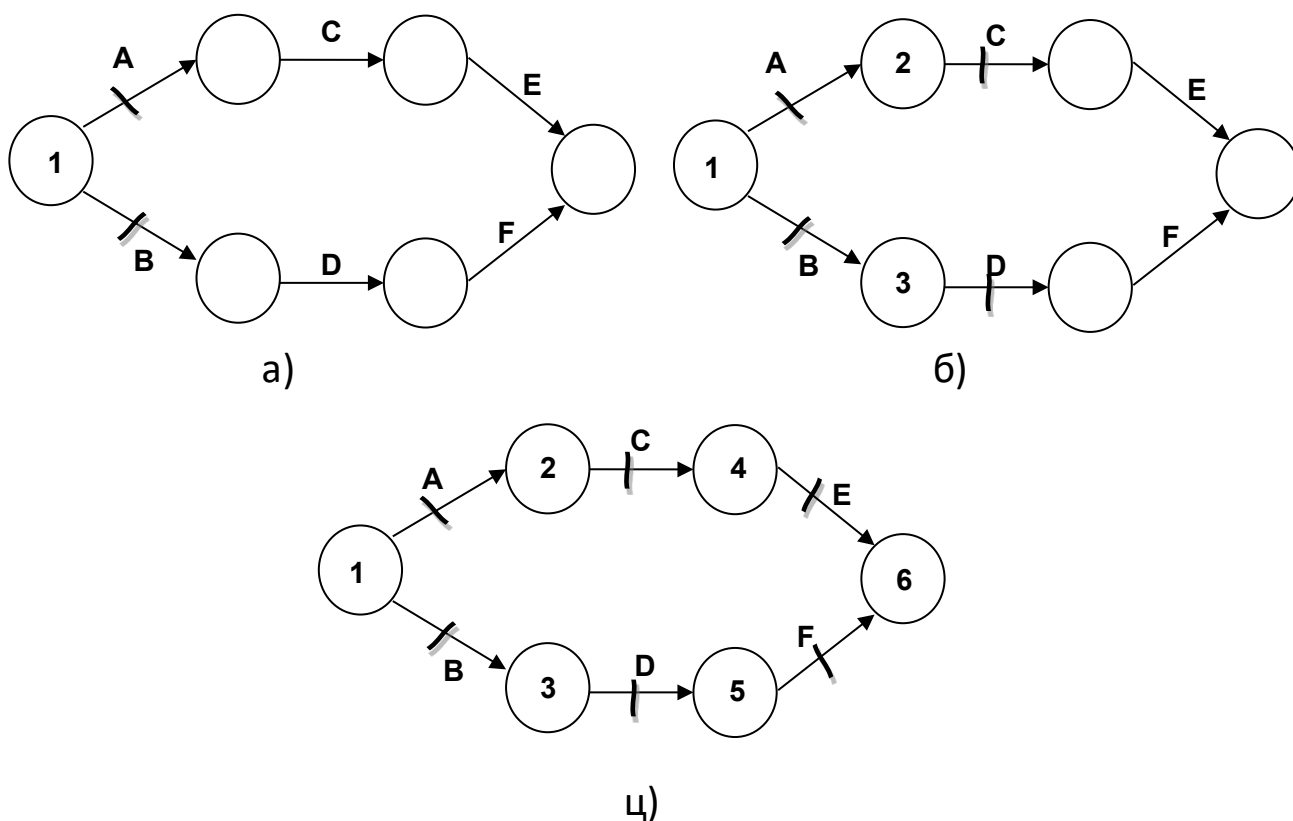


НУМЕРИСАЊЕ ДОГАЂАЈА

Догађаји се у мрежном дијаграму нумеришу по **Фулкерсоновим** правилима:

- почетни догађај се нумерише најмањим природним бројем усвојеног низа (0 или 1), а затим се прецртају све активности које поризилазе из почетног догађаја,
- следећи се нумерише догађај који представља завршни за прецртане активности,
- прецртавају се нередне активности за нумерисане догађаје,
- уколико постоји више догађаја који се могу нумерисати, нумерација се спроводи одозго на доле,
- поступак се понавља све док се не нумеришу сви догађаји у мрежном дијаграму.

На следећој слици дат је пример нумерисања догађаја:



На слици а) означен је почени догађај а затим прецртане активности које производе из почетног догађаја. На слици б) означени су следствени догађаји одозго на доле, док на слици ц) је спроведен на исти начин поступак нумерисања за све преостале догађаје.

Листа активности

Листа активности представља списак свих радова, проступака, процеса и сл. који треба да буду изведени у оквиру посматраног пројекта. Списак активности формира се на неки од наведених начина:

а) несистематски

- подаци од стручњака,

- путем примене Браинсторминг технике,
- од информација прикупљених од сличних пројектата

б) систематски

- критичким избором из сличних пројектата
- систематском анализом: рачлањавањем на функционалне процесе и карактеристичне упоредне величине

ц) уочавањем активности приликом састављања мрежног дијаграма

- паралелно се генеришу активности са цртањем мрежног дијаграма на динамички начин и логичким следом активности које произилазе из претходних активности.

Међузависност активности најчешће се приказује табеларно. Могућ је табеларни приказ у квадратној шеми, где се међузависност између претходне и наредне активности означава са * или X као на следећем примеру:

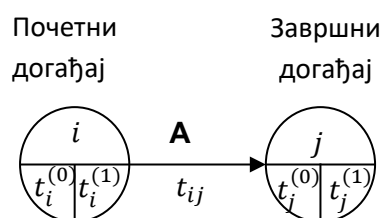
Претходна активност	Посматрана активност					
	А	Б	Ц	Д	Е	Ф
А	*		X			
Б		*		X	X	
Ц			*			
Д				*	X	X
Е					*	X
Ф						*

Исти пример међузависности активности приказан на други начин:

Активност	Зависи од активности
А	-
Б	-
Ц	А
Д	Б
Е	Б, Д
Ф	Д, Е

АНАЛИЗА ВРЕМЕНА ПО МЕТОДИ ЦПМ - МЕТОДА КРИТИЧНОГ ПУТА

- Метода критичног пута - CPM (Critical Path Method)



t_{ij} - трајање активности

$t_i^{(0)}$ - најранији почетак активности

$t_i^{(1)}$ - најкаснији почетак активности

$t_j^{(0)}$ - најранији завршетак активности

$t_j^{(1)}$ - најкаснији завршетак активности

Са слике следи:

$$t_j^{(0)} = t_i^{(0)} + t_{ij}$$

$$t_i^{(1)} = t_j^{(1)} - t_{ij}$$

А уколико постоји више активности које се завршавају или почињу у једном догађају, важе следеће зависности:

$$t_j^{(0)} = \max \{t_i^{(0)} + t_{ij}\}; t_1^{(0)} = 0, i < j; j = 2, 3, \dots, n.$$

$$t_i^{(1)} = \max \{t_j^{(0)} + t_{ij}\}; t_1^{(0)} = 0, i < j; j = 2, 3, \dots, n.$$

Критична активност је свака активност код које не постоји временски зазор:

$$t_{ij} = t_i^{(0)} + t_j^{(1)} - \text{критична активност}$$

Пут у мрежном дијаграму који се састоји само од критичних активности назива се критични пут.

Укупна временска резерва рачуна се на следећи начин

$(S_t)_{ij}$ - укупна временска резерва

$$(S_t)_{ij} = t_j^{(1)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

Укупна временска резерва показује колико можемо померити времен најранијег почетка активности а да се при томе не мења крајњи рок завршетка пројекта

S_t - слободна временска резерва

$$(S_s)_{ij} = t_j^{(0)} - t_i^{(0)} - t_{ij}$$

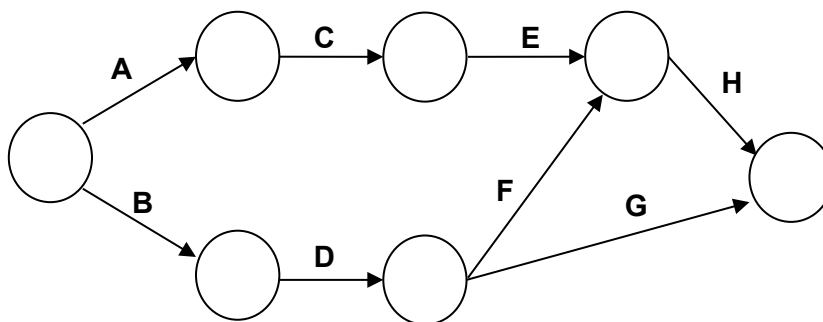
Слободна временска резерва показује за колико можемо продужити трајање активности, или померити њен најранији почетак а да све наредне активности задрже најраније време почетка. Ову временску резерву могу имати само активности код којих завршни догађај зависи од завршетка више претходних активности.

Пример:

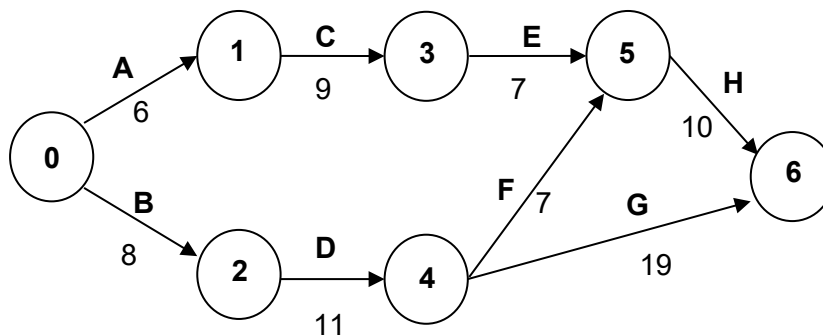
Нека је дат списак активности табеларно:

Активност	Трајање активности	Претходна активност
А	6	-
Б	8	-
Ц	9	А
Д	11	Б
Е	7	Ц
Ф	7	Д
Г	19	Д
Х	10	Е, Ф

Прво конструишемо мрежни дијаграм: Активности А и Б немају претхону активност, следи да обе извиру из почетног догађаја. Затим цртамо активност Ц, која следи након завршетка активности А, затим цртамо активност Д, која следи након активности Б. Уцртавамо активност Е која проистиче из активности Ц и долазимо до активности Ф која следи након Д, а видимо да и активност Г зависи од активности Д, што значи да две активности следе након завршетка активности Д. Активност Х зависи и од Е и Ф. Кад смо дошли до краја списка активности из дате табеле, можемо приметити да активности Х и Г немају даље активности које следе, а у мрежи може постојати само један почетни и један завршни догађај, тако да је неопходно активности Х и Г нацртати тако да се завршавају у једном завршном догађају.



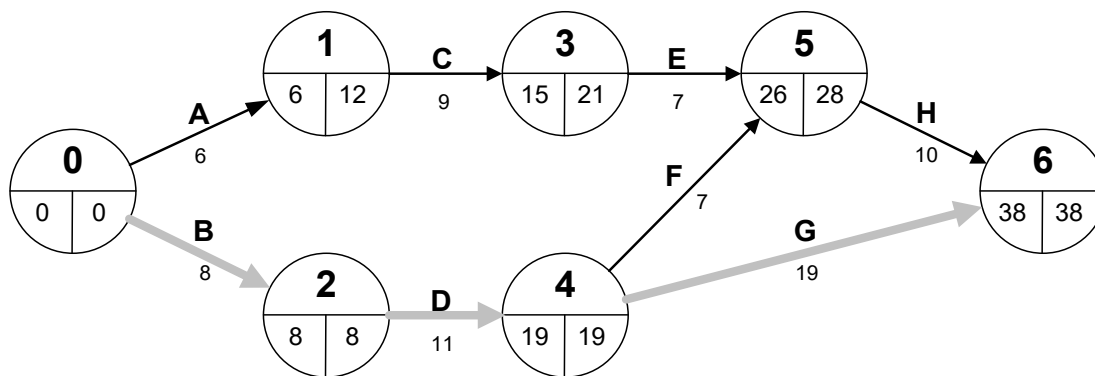
Када је мрежни дијаграм конструиран, може се приступити нумерисању догађаја по Фулкерсоновом правилу (са лева на десно и одозго на доле) и уносу временског трајања свих активности:



Након нумерације догађаја, може се отпочети са прорачуном **напред-назад**.

У сваки се догађај уписује најранији почетак, почев од почетног догађаја. У почетни догађај се увек уписује 0 за најранији почетак. Сабирањем 0 са временским трајањем активности А, добијамо да је најранији завршетак за активност А1, $0+6=6$ и уписујемо ту вредност у догађај 1. На исти начин уписујемо 8 као најранији завршетак активности Б у догађај 2. Даље следи да је најранији почетак активности Ц, 6 и та вредност се сабира са трајањем активности Ц, тј. 9 и добија се да је најранији завршетак активности Ц, 15. поступак се наставља све до догађаја 5, где имамо две претходне активности Е и Ф. Најранији завршетак активности Е је $15+7=22$, а активности Ф је $19+7=26$, тако да се узима већа вредност, тј. 26 и уписује се у догађај 5 (у овом случају можемо да паметимо настанак временског зазора који се јавља код активности Е). Када се дође до краја прорачуна напред у догађају 6, наранији завршетак претходних активности, 38, преписује се у најкаснији завршетак и отпочиње прорачун назад.

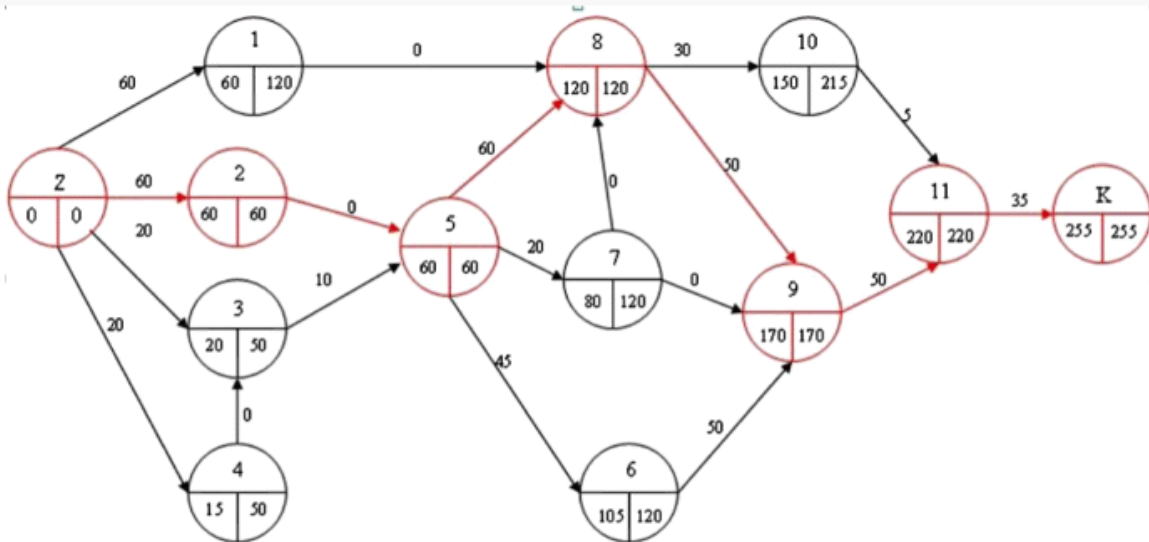
Прорачун назад. Започиње од најкаснијег завршетка претходних активности, 38, и од овог броја се одузимају трајања активности Х и Г, а добијене вредности се уписују у догађаје 4 и 5, следствено ($38-10=28$; $38-19=19$), али само у случајевима када у претходни догађаји имају само по једну активност која из њих излази. Када се прорачуном назад дође до догађаја који представља почетни догађај за више активности, у њега се уписује мања вредност. Пример догађај 4: активности Ф (28-7=21), активност Г (38-19=19); узима се мања вредност и уписује у догађај 4. Када се дође до краја прорачуна назад, односно до почетног догађаја, треба да се добије вредност 0, као и један од показатеља да је прорачун исправан. Посматрањем активности у мрежном дијаграму које имају исти најранији почетак и на каснији почетак, као и најранији завршетак и најкаснији завршетак, долазимо до идентификације критичних активности које означавамо задебљаним стрелицама. Критични пут се означава као скуп критичних активности.



Критични пут је: Б-Д-Г

Рок трајања пројекта: 38.

Пример за организацију у железничком транспорту



Legend: Z – start of the process, 1 – customs inspection, 2 – technical inspection, 3 – train inventory check, 4 – approval CN, 5 – execution of wagon stickers, 6 – taping the wagons, 7- preparing the documentation for customs office, 8 – transport inspection, 9 - typing CN to IS, 10 – veterinary and phytosanitary control, 11 – customs control of documentation, K – ending operation