

ជំពូកទី ៦

បង្កើតប្រតិទិនការងារតាមវិធីសាស្ត្រដ្យាក្រាមបណ្តាញ

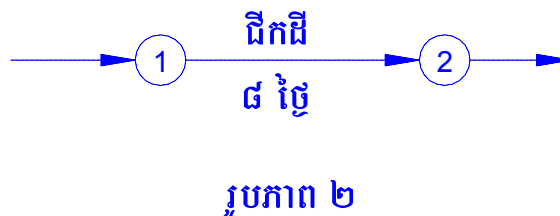
I. និយមន័យ

1.1. **ការងារ:** គឺជាលំនាំសាងសង់ស្ថិតនៅរវាងព្រឹត្តិការណ៍ពីរ, ត្រូវបានបង្ហាញដោយព្រួញ (arrow) និង និមិត្តសញ្ញាដោយបណ្តាញខៀវរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ពីរ មុន និង ក្រោយ ។



ចំណាំ: លំដាប់រៀងការងារត្រូវធានា $i < j$ ។ មានការងារបីប្រភេទដូចខាងក្រោម:

A. **ការងារពិត:** គឺជាលំនាំសាងសង់ត្រូវការរយៈពេល, ពលកម្ម, យន្តកម្ម និង សំភារៈ ។ វាត្រូវបានសំដែងដោយព្រួញជាប់គ្នា, ឈ្មោះការងារសរសេរនៅខាងលើ និង រយៈពេលធ្វើអោយចប់ការងារត្រូវបានសរសេរនៅខាងក្រោមព្រួញ ។



- B. **ការងារទីបី:** មានតែចំណងទាក់ទងអំពីបច្ចេកទេសរវាងការងារពីរ ឬ ច្រើន ។
វាលើកឡើងនូវការចាប់ផ្តើម និង បញ្ចប់ របស់ការងារផ្សេងៗ (ដូចជា ការងារ
តុបតែងបង្ហើយក្នុងលំនៅដ្ឋានត្រូវធ្វើក្រោយពេលការងារប្រក់បានបញ្ចប់), ការងារ
នីមិត្តមិនទាមទារទាំងពលកម្មទាំងសំភារៈ ហើយវាត្រូវបានបង្ហាញដោយព្រួញដាច់ៗ ។



រូបភាព ៣

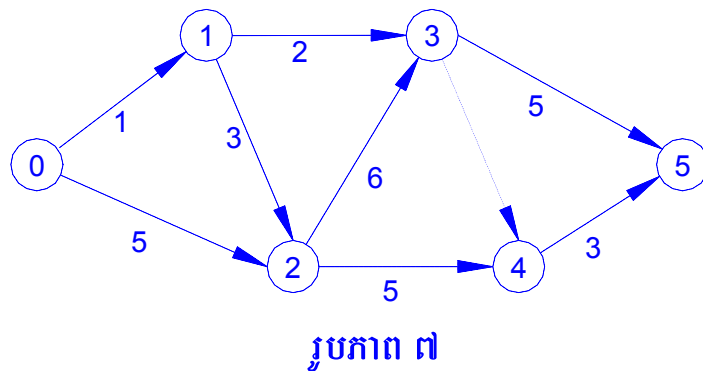
- c. **ការងាររង់ចាំ:** គឺការងារត្រូវការចាំបាច់តែរយៈពេលដែលមិនត្រូវការពលកម្ម,
សំភារៈ (ដូចជា ការងាររង់ចាំសម្ភាររបស់ស្រទាប់បូកក្រៅ ឬ រង់ចាំភាពរឹងមាំ
របស់បេតុងសរសៃដែក) ។ វាត្រូវបានបង្ហាញដោយព្រួញជាប់គ្នា ។
- 1.2. **ព្រឹត្តិការណ៍:** គឺជាការចាប់ផ្តើម ឬ បញ្ចប់របស់ មួយ ឬ ពីរបីការងារ ។ លើដ្យាក្រាម
បណ្តាញ, បណ្តាញព្រឹត្តិការណ៍បង្ហាញដោយរង្វង់មូលដោយដាក់ឈ្មោះតាមលេខរៀង (0-n) ។
គេមានច្រើនប្រភេទព្រឹត្តិការណ៍:



1. **ព្រឹត្តិការណ៍ចាប់ផ្តើម:** គឺជាព្រឹត្តិការណ៍ ដែលមុនវាមិនមានព្រឹត្តិការណ៍ទៅ នោះ គឺ ចំណុចចាប់ផ្តើមសាងសង់សំណង់ ។
2. **ព្រឹត្តិការណ៍សាបព្នួរ:** គឺជាព្រឹត្តិការណ៍ មានទាំងព្រឹត្តិការណ៍ទៅ មានទាំងព្រឹត្តិការណ៍ចាកចេញ ។
3. **ព្រឹត្តិការណ៍បញ្ចប់:** គឺជាព្រឹត្តិការណ៍ ដែលក្រោយវាមិនមានព្រឹត្តិការណ៍ចាកចេញ ។ នោះគឺជាចំណុចបញ្ចប់ការសាងសង់ ។

1.3. បន្ទាត់មេ និង បន្ទាត់រង

1. **ក្នុងដ្យាក្រាមបណ្តាញ:** បណ្តាញការងាររៀបតាមលំដាប់ដោយ ភ្ជាប់គ្នាបង្កើតបានជាបន្ទាត់ ។ ប្រវែងរបស់បន្ទាត់គឺជារយៈពេលសរុបរបស់បណ្តាញការងារនីមួយៗ ។ ពីព្រឹត្តិការណ៍ចាប់ផ្តើម រហូតដល់ព្រឹត្តិការណ៍បញ្ចប់មានច្រើន ប្រភេទខុសៗគ្នា ។



2. **បន្ទាត់មេ:** គឺជាបន្ទាត់ភ្ជាប់ពីព្រឹត្តិការណ៍ចាប់ផ្តើមដល់ព្រឹត្តិការណ៍បញ្ចប់ មានប្រវែងវែងបំផុត, នោះគឺជារយៈពេលសាងសង់សំណង់ទាំងមូល ។ (រយៈពេលបញ្ចប់ផែនការណ៍) ។ ចងចាំថា ការងារនីមួយៗអាចស្ថិតលើ បន្ទាត់មេ ។ គេតាងបន្ទាត់មេដោយ T_m ។
3. **បណ្តាញការងារនៅលើបន្ទាត់មេ:** គឺជាបណ្តាញការងារសំខាន់ (ការងារមេ) និង បង្ហាញលើដ្យាក្រាមបណ្តាញដោយព្រួញដិតធំ ។

4. **បណ្តាញការងារមិនទៅលើបន្ទាត់មេ:** គឺជាបណ្តាញការងាររង, ការងារមានរយៈពេលបំរុង ។
- ឧទាហរណ៍ មានដ្យាក្រាមដូចរូបខាងលើ, យើងបង្កើតបានតារាងប្រវែងបណ្តាបន្ទាត់ដូចខាងក្រោម ។

| n | បន្ទាត់ (Ln) | ប្រវែង (រយៈពេល) របស់បន្ទាត់ | រយៈពេលបំរុងរបស់ បន្ទាត់ R (Ln) |
|---|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 0-1-2-3-4-5 | $1+3+6+0+3=13$ | $16-13=3$ |
| 2 | 0-1-2-3-5 | $1+3+6+5=15$ | $16-15=1$ |
| 3 | 0-1-2-4-5 | $1+3+5+3=12$ | $16-12=4$ |
| 4 | 0-1-3-4-5 | $1+2+0+3=6$ | $16-6=10$ |
| 5 | 0-1-3-5 | $1+2+5=8$ | $16-8=8$ |
| 6 | 0-2-3-4-5 | $5+6+0+3=14$ | $16-14=2$ |
| 7 | 0-2-3-5 | $5+6+5=16$ | $16-16=0$ |
| 8 | 0-2-4-5 | $5+5+3=13$ | $16-13=3$ |

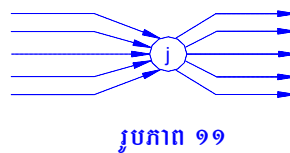
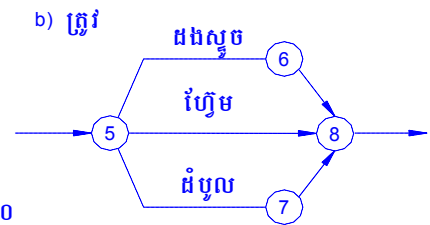
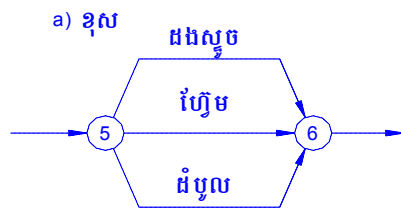
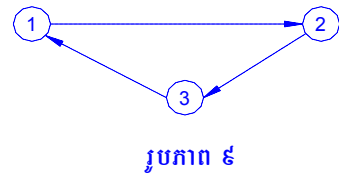
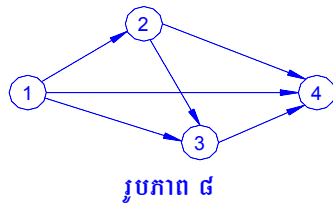
វាយតម្លៃ: តាមលទ្ធផលនៅតារាងខាងលើគឺបន្ទាត់ទី 7 ឆ្លងតាមព្រឹត្តិការណ៍ 0-2-3-5 មានរយៈពេលធំបំផុត ។ ដូចនេះ ពិតជាបន្ទាត់មេ (បន្ទាត់សំខាន់) របស់បណ្តាញខាងលើ ។

5. **ភាពខុសគ្នារវាងប្រវែងបន្ទាត់មេ និង បន្ទាត់ណាមួយមិនកំណត់:** គឺជារយៈពេលបំរុងទាំងមូល (R) របស់បន្ទាត់ណាមួយនោះ ។ R អោយដឹងពីរយៈពេលសរុប ដែលអាចបង្កើនអោយរាល់ការងាររង ដែលមិនធ្វើអោយកើនរយៈពេលបញ្ចប់សាងសង់សំណង់ ។
6. **បណ្តាបន្ទាត់ទងមានរយៈពេលបំរុងទំនិចម្តងៗ:** នោះគឺ បណ្តាញការងារនៅលើបន្ទាត់នេះ សុទ្ធតែមានរយៈពេលបំរុងដោយឡែក (r) របស់ពួកវា ។

II. បណ្តាញរូបមន្តគណិតវិទ្យាបណ្តាញ:

A. ក្នុងជំហានបណ្តាញ: មិនអនុញ្ញាត្តិ:

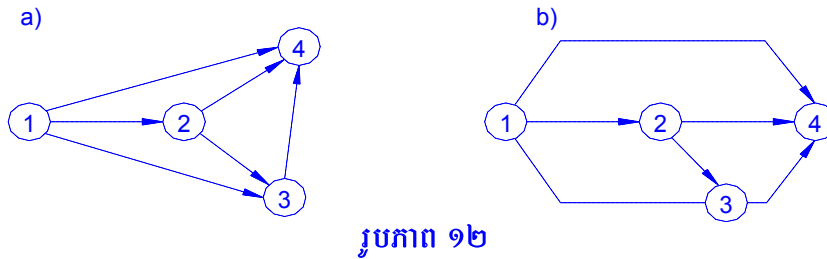
1. មានការងារច្រើនកាត់គ្នា (រូបភាព ៨) ។
2. មានបណ្តាញការងារពង្រីកខ្លួនតាមជុំ (ខួប) (រូបភាព ៩) ។
3. និមិត្តសញ្ញាដូចគ្នារបស់បណ្តាញការងារផ្សេងគ្នា (រូបភាព ១០) ។
4. ការងារប្រមូលផ្តុំច្រើនពេកទៅលើព្រឹត្តិការណ៍តែមួយ ឬ ព្រឹត្តិការណ៍តែមួយមានការងារច្រើនចាកចេញ ។



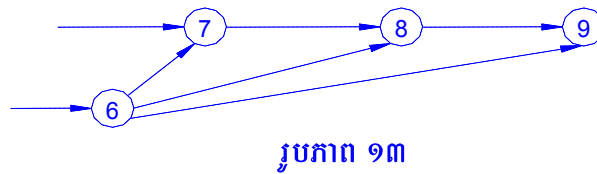
B. ជំហានបណ្តាញ: អាចបង្ហាញ:

1. បណ្តាញការងារដោយបណ្តាញព្រួញត្រង់ (រូបភាព ១២.a) ឬ ដោយព្រួញ កាច់ជ្រុង (រូបភាព ១២.b) ។

2. ការងារមួយចំនួនអនុវត្តន៍ស្រប ឬ ចាប់ផ្តើមពីព្រឹត្តិការណ៍មួយ និង បញ្ចប់នៅព្រឹត្តិការណ៍ផ្សេងគ្នា នោះគឺត្រូវបានបង្ហាញតាម (រូបភាព ១៣) ។



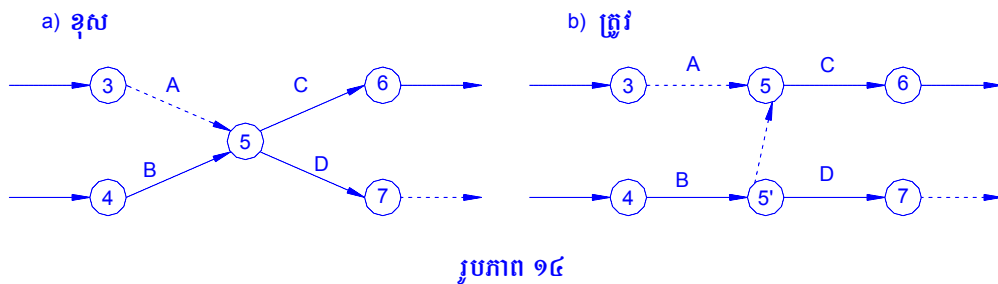
រូបភាព ១២



រូបភាព ១៣

C. **ក្នុងជំហរក្រាមបណ្តាញ:** ត្រូវបង្ហាញត្រូវចំណងទាក់ទងការងារជាមួយគ្នា

1. ការងារមួយចំនួនមានទំនាក់ទំនងដោយឡែកផ្សេងៗគ្នា នោះត្រូវបង្ហាញអោយចំណុញការងារទំនាក់ទំនងផ្សេងៗគ្នាទាំងនោះ ។



រូបភាព ១៤

A - សង់ឡាំងតូ

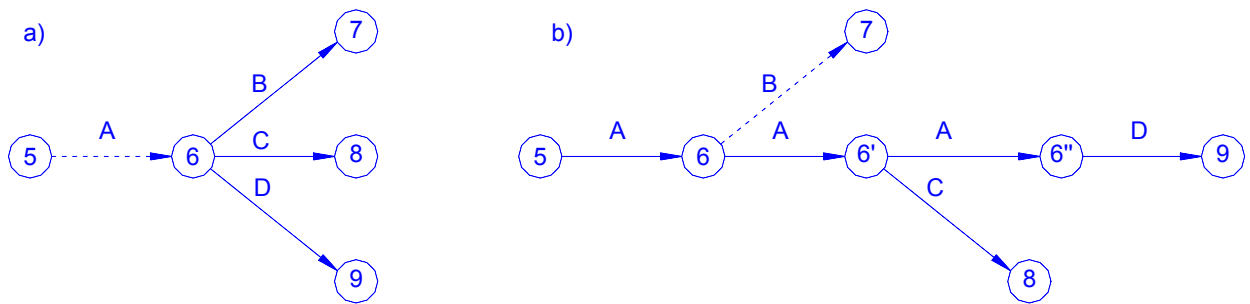
B - សង់ជញ្ជាំង

C - ប្រក់ដំបូល

D - កំឡើងទ្វារបង្អួច

វាយតម្លៃ : ឧទាហរណ៍ខាងលើ, យើងចាំបាច់ត្រូវដាក់ថែម ព្រឹត្តិការណ៍មួយថ្មី (5') និង ចំណងទាក់ទង (5, 5') ថ្មី បង្ហាញត្រូវនិងបណ្តាទំនាក់ទំនងដោយឡែកផ្សេងគ្នានោះ (រូបភាព ១៤ .b) ។

- បើការងារមួយចំនួន B, C, D អាចចាប់ផ្តើមការងារបានពេលដែលការងារ A ឈប់មុនពួកវាបានបញ្ចប់ គឺត្រូវបង្ហាញការងារ A ជាច្រើនផ្នែក ដើម្បីអោយបណ្តាការងារក្រោយអាចចាប់ផ្តើមបាន (រូបភាព ១៥ .b) ។



រូបភាព ១៥

A - សង់ជញ្ជាំង

B - សង់ឡាំងតូ

C - កំឡើងទ្វារបង្អួច

D - សង់ជណ្តើរ

III. បណ្តាញរ៉ែម៉ែត្រ និង គណនាជ្រាបបណ្តាញ

A. បណ្តាញរ៉ែម៉ែត្ររបស់ជ្រាបបណ្តាញ

1. ចំពោះការងារ:

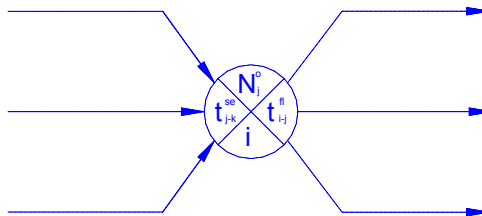
- a) កំណត់ប្រវែងរបស់បន្ទាត់សំខាន់ (បន្ទាត់មេ) គឺ T_m ។
- b) រយៈពេលចាប់ផ្តើមឆាប់របស់ការងារ (i-j) (t_{i-j}^{se}): គឺជារយៈពេលរបស់អង្គត់បន្ទាត់រែងបំផុត គិតចាប់ពីព្រឹត្តិការណ៍ចាប់ផ្តើម ដល់ព្រឹត្តិការណ៍ឈប់មុខការងារនោះ ។
- c) រយៈពេលបញ្ចប់ឆាប់របស់ការងារ (i-j) (t_{i-j}^{fe}): គឺជារយៈពេល ដែលការងារអាចបញ្ចប់ឆាប់ បើដូចដែលវាចាប់ផ្តើម ពីខណៈពេលចាប់ផ្តើមឆាប់ ។
- d) រយៈពេលចាប់ផ្តើមយឺតរបស់ការងារ (i-j) (t_{i-j}^{sl}): គឺជារយៈពេល ដែលការងារអាចចាប់ផ្តើមយឺតបំផុត ឬ ជារយៈពេលយឺតបំផុត ដើម្បីអាចចាប់ផ្តើមអនុវត្តន៍ការងារនោះ ដែលមិនជះឥទ្ធិពលដល់ការបញ្ចប់សំណង់ក្នុងរយៈពេលបានកំណត់ ។
- e) រយៈពេលបញ្ចប់យឺតរបស់ការងារ (i-j) (t_{i-j}^{fl}): គឺជារយៈពេលយឺតបំផុត ដើម្បីអាចបញ្ចប់ការងារនោះ បើដូចដែលវាចាប់ផ្តើមពីខណៈពេលចាប់ផ្តើមយឺត ។
- f) រយៈពេលបំរុងទាំងមូលរបស់ការងារ (i-j) (R_{i-j}): គឺជារយៈពេលអាចប្តូរខណៈពេលចាប់ផ្តើមការងារ ឬ អាចបង្កើន (ឬអូសបន្លាយ) រយៈពេល (t_{i-j}) របស់ការងារនោះ ដែលមិនធ្វើអោយប្រែប្រួល រយៈពេលកំណត់សាងសង់សំណង់ទាំងមូល ។

- g) រយៈពេលបំរុងដោយឡែករបស់ការងារ (i-j) (r_{i-j}): គឺជារយៈពេលអាចប្តូរខណៈពេល ពេលចាប់ផ្តើមការងារនោះ ឬ អាចបង្កើន (ឬអូសបន្លាយ) រយៈពេល (t_{i-j}) របស់ការងារនោះ ដែលមិនធ្វើអោយប្រែប្រួល ខណៈពេលចាប់ផ្តើមឆាប់ របស់ការងារបន្តបន្ទាប់វាទេ ។

ចំណាំ: បណ្តាការងារស្ថិតនៅលើបន្ទាត់មេទាំងអស់ សុទ្ធតែមិនមានរយៈពេលបំរុងណាមួយឡើយ ។

2. ចំពោះព្រឹត្តិការណ៍

- a) តើចែករង្វង់មូលព្រឹត្តិការណ៍ (j) ចេញជាបួនប្រភេទរូបកងចក្រ និង សរសេរចូលប្រភេទនោះ នូវប៉ារ៉ាម៉ែត្រមួយចំនួនរបស់ព្រឹត្តិការណ៍នោះ:



រូបភាព ១៦

- រូបកងចក្រលើបង្អស់ គឺជាលេខរៀងរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ ។
- រូបកងចក្រខាងឆ្វេង គឺជារយៈពេលឆាប់ដើម្បីបញ្ចប់ព្រឹត្តិការណ៍ (ខណៈពេលបញ្ចប់ឆាប់) ។
- រូបកងចក្រខាងស្តាំ គឺជារយៈពេលយឺតដើម្បីបញ្ចប់ព្រឹត្តិការណ៍ (ខណៈពេលបញ្ចប់យឺត) ។
- រូបកងចក្រក្រោមបង្អស់ គឺជាលេខរៀងរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ កើតឡើងមុនតាមបន្ទាត់មេ ។

- b) រយៈពេលបញ្ចប់ឆាប់រហ័សរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ (j) (T_j^{fe}) គឺជាបន្ទាត់វែងបំផុត គិតពីព្រឹត្តិការណ៍ចាប់ផ្តើម ដល់ព្រឹត្តិការណ៍ (j) ឬ គឺជាចំណុចចាប់ផ្តើមឆាប់ បំផុត របស់បណ្តាញការងារទាំងអស់ ដែលចាកចេញពីព្រឹត្តិការណ៍ (j) ។
- c) រយៈពេលបញ្ចប់យឺតរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ (j) (T_j^fl) គឺជារយៈពេលបញ្ចប់ យឺតបំផុត របស់បណ្តាញការងារទាំងអស់ ដែលទៅដល់ព្រឹត្តិការណ៍ (j) ។
- d) រយៈពេលបំរុងរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ (R_j) សំខាន់គឺរយៈពេលបំរុងលើផ្នែកទាំងមូល របស់បន្ទាត់ដែលវែងបំផុត ឆ្លងតាមព្រឹត្តិការណ៍នោះ។ ការងារមួយចំនួនដែលមាន $(R = 0)$ គឺបណ្តាញការងារមួយចំនួនដែលស្ថិតនៅលើបន្ទាត់មេ, បណ្តាញការងារតភ្ជាប់ និងបណ្តាញព្រឹត្តិការណ៍នោះ គឺ បណ្តាញការងារមេ ។

B. **វិធីគណនាដ្យាក្រាមបណ្តាញ:** គណនាដ្យាក្រាមបណ្តាញ អាចអនុវត្តបានតាមបី វិធីសាស្ត្រ ដូចខាងក្រោម ។

- គណនាដោយដៃ ដោយបង្កើតតារាង (ពិពណ៌នានៅផ្នែកគណនាតាមការងារ),
- គណនាដោយដៃ មិនបង្កើតតារាង (ពិពណ៌នានៅផ្នែកគណនាព្រឹត្តិការណ៍),
- គណនាដោយម៉ាស៊ីន (មិនពិពណ៌នានៅជំពូកនេះ),

1. **គណនាតាមការងារ**

A. **ទៅទីនេះយើងត្រូវកំណត់បាន:**

- រយៈពេលចាប់ផ្តើមឆាប់បំផុត និង យឺតបំផុត, រយៈពេលបញ្ចប់ឆាប់បំផុត និង យឺតបំផុត របស់រាល់ការងារនីមួយៗ ។
- រយៈពេលរបស់រាល់បន្ទាត់មេ ។
- រយៈពេលបំរុងមួយចំនួនរបស់ការងារដែលមិនមែនជាមេ ។

B. ជាជាកំណែបណ្តាជំហានគណនាមានដូចខាងក្រោម:

- $t_f^{se} = 0$, $t_{i-j}^{se} = \max \sum t_{0-i}$ (ជាមួយនិង **0-i** គឺជានិមិត្តសញ្ញារបស់បណ្តាញការងារ ឈរមុនការងារ **i-j**)
- $t_{i-j}^{fe} = t_{i-j}^{se} + t_{i-j}$
- $T_m = \max \sum t_{i-j}$
- $t_f^{fl} = T_m$, $t_{i-j}^{fl} = T_m - \max \sum t_{j-n}$ (ជាមួយនិង **j-n** គឺជានិមិត្តសញ្ញារបស់ បណ្តាញការងារឈរក្រោយការងារ **i-j**) ។
- $t_{i-j}^{sl} = t_{i-j}^{fl} - t_{i-j}$
- $R_{i-j} = t_{i-j}^{sl} - t_{i-j}^{se}$ ឬ $R_{i-j} = t_{i-j}^{fl} - t_{i-j}^{fe}$
- $r_{i-j} = t_{j-k}^{se} - t_{i-j}^{fe}$ ។

2. គណនាតាមព្រឹត្តិការណ៍

A. បណ្តាញការងារអនុវត្ត

- បញ្ចប់ឆាប់របស់ ព្រឹត្តិការណ៍ដំបូងស្មើសូន្យ ($t_0^{fe} = 0$) ។

ខណៈពេលបញ្ចប់ឆាប់របស់ព្រឹត្តិការណ៍ណាក៏ដោយ ត្រូវបានគណនាតាមរូបមន្ត:

$$T_j^{fe} = T_i^{fe} + t_{i-j}$$

បើមានការងារច្រើនទៅដល់ព្រឹត្តិការណ៍ **j** នោះខណៈពេលបញ្ចប់ការងារឆាប់របស់ ព្រឹត្តិការណ៍នេះ គឺមានចំនួនធំបំផុត កំណត់ដោយរូបមន្ត:

$$T_j^{fe} = \max(T_i^{fe} + t_{i-j})$$

- បញ្ចប់យឺតរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ចុងបង្អស់ គឺសមមូលជាមួយនិងបញ្ចប់ឆាប់របស់ ព្រឹត្តិការណ៍ចុងបង្អស់នោះ ។

- ខណៈពេលបញ្ចប់យីតរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ណាក៏ដោយ ត្រូវបានគណនាតាមរូបមន្ត៖

$$T_j^{\text{fl}} = T_f^{\text{fl}} - t_{j-k}$$

បើមានការងារចាកចេញព្រឹត្តិការណ៍ នោះខណៈពេលបញ្ចប់យីតរបស់ព្រឹត្តិការណ៍ នេះ គឺជាចំនួនតិចបំផុត, កំណត់តាម៖

$$T_j^{\text{fl}} = \min(T_f^{\text{fl}} - t_{j-k})$$

រយៈពេលបំរុងរបស់របស់ព្រឹត្តិការណ៍ កំណត់តាមរូបមន្ត ៖

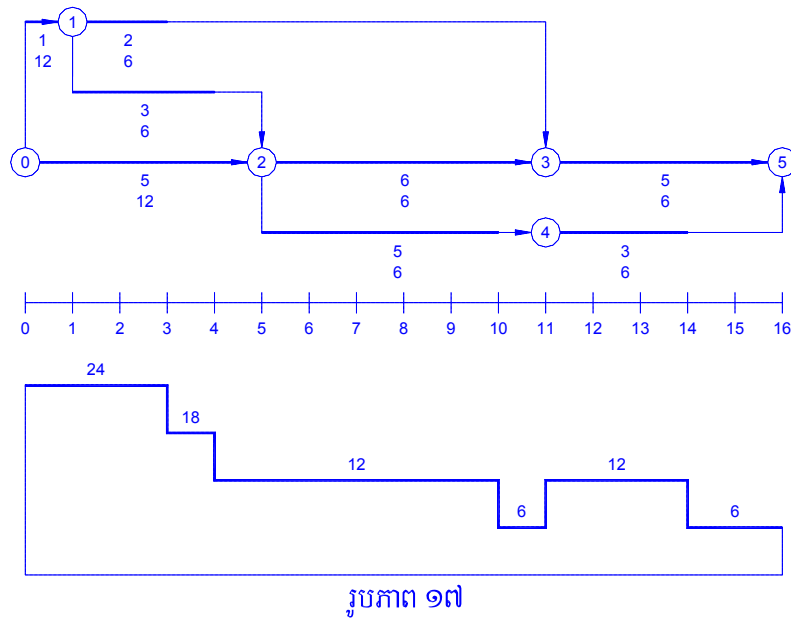
$$R_j = T_j^{\text{fl}} - T_j^{\text{fe}}$$

IV. ដ្យាក្រាមបណ្តាញលើអក្សរយៈពេល

1.1. **វិធីបង្កើត៖** គូសបន្ទាត់ផ្នែកមួយ ធ្វើជាអក្សរយៈពេល, លើនោះមានតំនូសទីលើ អក្សរនោះ ខ្លីៗ ស្មើគ្នា, សមមូលជាមួយនិងថ្ងៃធ្វើការងារ។ លើអក្សរយៈពេលនោះ, យើងគូស បណ្តាញការងារសំខាន់មុន ជាបន្ទាត់ត្រង់ដិតធំ (រួម ច្រើនកំណត់បន្តរគ្នា) ភ្ជាប់ពី ព្រឹត្តិការណ៍ចាប់ផ្តើម ដល់ ព្រឹត្តិការណ៍បញ្ចប់ ធ្វើជាបន្ទាត់តំរូវ។ ក្រោយនោះ ទើបយើង រៀបចំបណ្តាញការងាររង (ការងារមិនសំខាន់) ផ្សេងៗ គូសនៅខាងលើ និង ខាងក្រោម គូសការងារសំខាន់ (រូបភាព ១៧)។ រយៈពេលបំរុងអាចនៅដំបូង, នៅកណ្តាល ឬនៅ ខាងចុងបញ្ចប់ការងារ អាស្រ័យដោយវិធីរៀបចំរបស់យើង ដើម្បីកែសំរួលអោយតារាង ពលកម្មបានធូស្រាល។

1.2. **កែសំរួល៖**

- a) បើរយៈពេលបន្ទាត់មេរបស់វិធីសាស្ត្រដ្យាក្រាមបណ្តាញដំបូង តូចជាងរយៈពេល កំណត់ ($T_m < T_l$) មានន័យថាយើងមានសល់រយៈពេល និង យើងអាចប្រើចំនួន រយៈពេលដែល សល់នោះ ដើម្បីបង្កើនរយៈពេលរបស់ការងារមេ ក្នុងការធ្វើអោយ ប្រសើរដ្យាក្រាមបណ្តាញ។



b) បើ ($T_m > T_l$) នោះយើងរកវិធីពង្រីកអោយខ្លីបណ្តាញឡើងវិញ សំដៅបន្ថយ រយៈពេលបញ្ចប់ផែនការណ៍ ។

មានវិធីសាស្ត្រពង្រីកអោយខ្លីរយៈពេល (T_m) ដូចខាងក្រោម៖

- បន្ថយរយៈពេលសាងសង់គ្រប់ការងារ ដោយវិធី :
 - បង្កើនចំនួនកម្មករ ។
 - បង្កើនចំនួនគ្រឿងចក្រ, បរិក្ខារ ។
 - បង្កើនចំនួនវេនធ្វើការងារក្នុងមួយថ្ងៃ ។
- បន្ថយរយៈពេលសាងសង់ ដោយវិធីផ្លាស់ប្តូរវិធីសាស្ត្រសាងសង់ ។
- បន្ថយរយៈពេលសាងសង់ ដោយវិធីរៀបចំសាងសង់តាមវិធីសាស្ត្រស្រប បញ្ចូល ការងារច្រើនក្នុងពេលតែមួយ ។