

**PĂUN ALAN  
CORNELIA BAERĂ**

# **ORGANIZAREA ȘANTIERELOR ȘI LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII**

**PREGĂTIREA  
ȘI LANSAREA  
PRODUȚIEI**

Colecția “MANUALUL STUDENTULUI”

---

**ORGANIZAREA ȘANTIERELOR  
ȘI LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII  
PREGĂTIREA ȘI LANSAREA PRODUCȚIEI**

Tematica tratată în lucrare, cea a Pregătirii, Lansării și Urmăririi Producției de construcții-montaj, este de actualitate, fiind susținută de necesitatea realizării unor investiții noi mai ușor finalizabile printr-o pregătire și programare judicioasă. Dintre cele trei laturi menționate mai sus, în materialul recenzat sunt tratate doar primele două laturi : Pregătirea și Lansarea Producției de construcții-montaj. Lucrarea prezintă etapele de elaborare a fișelor și listelor de activități, în vederea utilizării metodelor de planificare/programare a execuției acestora făcând trimitere și la analiza unor parametri specifici.

Cartea se adresează atât inginerilor constructori din execuție cât și celor din activitatea de proiectare. Lucrarea constituie un material didactic foarte util în pregătirea studenților Facultăților de Construcții și de Management în Producție și Transportur.

**Referent științific:** Prof. dr. ing. Daniel DAN

Cartea abordează și oferă modalități științifice de rezolvare a unor teme de mare actualitate privind „Organizarea șantierelor și lucrărilor de construcții”. Se remarcă armonia dezvoltării fiecărui capitol, aspectele teoretice îmbinându-se cu cele aplicative.

Volumul prezintă metodele de planificare cele mai uzuale (Procedeul Gantt, Metoda drumului critic, Metoda în lanț) cu exemplificări practice, precum și prezentarea unor produse informatice utilizate (DocTec pentru pregătirea listelor de activități, Microsoft Excel pentru calcule suplimentare, Microsoft Project pentru planificarea execuției lucrărilor de construcții).

**Referent științific:** Prof. dr. ing. Anca GRĂGHICI

PĂUN ALAN

CORNELIA BAERĂ

**ORGANIZAREA ȘANTIERELOR  
ȘI LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII**  
**PREGĂTIREA ȘI LANSAREA PRODUCȚIEI**

Colecția "MANUALUL STUDENTULUI"



EDITURA POLITEHNICA  
TIMIȘOARA – 2022



**Copyright © Editura Politehnica, 2022**

Nicio parte din această lucrare nu poate fi reprodusă, stocată sau transmisă prin indiferent ce formă, fără acordul prealabil scris al Editurii Politehnica.

**EDITURA POLITEHNICA**

Bd. Republicii nr. 9

300159 Timișoara, România

**E-mail:** [editura@upt.ro](mailto:editura@upt.ro)

**Redactor:** Claudia MIHALI

**Bun de imprimat:** 28.10.2022

**ISBN** 978-606-35-0468-6

## PREFAȚĂ

În execuția lucrărilor de construcții, o etapă esențială este pregătirea și lansarea execuției acestora.

Rentabilitatea și calitatea execuției lucrărilor de construcții este determinată în mod direct de pregătirea execuției, astfel determinarea ritmului de aprovizionare, a ritmului de execuție sunt consecințe directe ale unei bune pregătiri a execuției acestora. Prin procesul de pregătire inginerul își însușește proiectul în toate detaliile lui.

În materialul de față sunt prezentate metodele de planificare cele mai uzuale (Procedeul Gantt, Metoda drumului critic, Metoda în lanț) cu exemplificări practice, precum și prezentarea unor produse informatice utilizate (DocTec® pentru pregătirea listelor de activități, Microsoft Ex-cel® pentru calcule suplimentare, Microsoft Project® pentru planificarea execuției lucrărilor de construcții).

Cartea se adresează inginerilor constructori care se ocupă de pregătirea, urmărirea și lansarea producției de construcții-montaj din firmele de construcții sau din alte profiluri de activitate, dar cu sarcini de urmărirea activității de investiții-dezvoltare, precum și studenților Facultății de Construcții și ai Facultății de Management în Producție și Transporturi, din anii terminali când parcurg această disciplină din programa școlară.

Ea reprezintă rodul colaborării cu o serie de firme de construcții din Timișoara, Arad și din alte orașe din vestul țării, cărora le aducem, pe această cale, mulțumirile noastre.

Un rol deosebit în dezvoltarea și aplicarea metodelor descrise în prezentul material l-a avut desfășurarea unei activități specifice în cadrul firmei de consultanță P&L CONSULT SRL din Timișoara.

Autorii,

Timișoara  
25.03.2022



# LUCRĂRI DE ORGANIZARE

## PARTEA I

- A. DOCUMENTAȚIA TEHNICO-ECONOMICĂ
- B. CAIETUL DE SARCINI

## PARTEA a II-a

- C. PROGRAMAREA EXECUȚIEI LUCRĂRILOR DE C+M
- D. ORGANIZAREA DE ȘANTIER ȘI LA OBIECT

### 1. Repartizarea lucrărilor pe semestre și săptămâni

## PARTEA A II-a

### Al doilea semestru de lucrări:

- a) 7 săptămâni: (2 ore × 7 săptămâni / 1 ore × 14 săptămâni);
- b) 14 săptămâni: (2 ore × 14 săptămâni).

### Cap. C. Programarea execuției lucrărilor de C+M

- C.1. Metoda GANTT (MG) = 2 săptămâni / 6 săptămâni
- C.2. Metoda drumului critic (MDC) = 1,5 săptămâni / 3 săptămâni
- C.3. Metoda în lanț (ML) = 1,5 săptămâni / 3 săptămâni

### Cap. D. Organizarea de șantier și la obiect

- D. Organizarea de șantier și la obiect (OS) = 0,5 săptămâni / 1,0 săptămâni
- Predare + recuperare (P+R) = 0,5 săptămâni / 1,0 săptămâni

TOTAL = 7 săptămâni /

#### a) 7 săptămâni: (2 ore × 7 săptămâni / 1 ore × 14 săptămâni)

| SĂPTĂMÂNĂ |   |         |   |        |   |         |
|-----------|---|---------|---|--------|---|---------|
| 1         | 2 | 3       | 4 | 5      | 6 | 7       |
| ← MG →    |   | ← MDC → |   | ← ML → |   | ← OS →  |
|           |   |         |   |        |   | ← P+R → |

#### a) 14 săptămâni: (2 ore × 14 săptămâni)

| SĂPTĂMÂNĂ |   |   |   |   |   |         |   |   |    |        |    |    |        |         |
|-----------|---|---|---|---|---|---------|---|---|----|--------|----|----|--------|---------|
| 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7       | 8 | 9 | 10 | 11     | 12 | 13 | 14     |         |
| ← MG →    |   |   |   |   |   | ← MDC → |   |   |    | ← ML → |    |    | ← OS → | ← P+R → |



# PARTEA a II-a

## 2. Cap. C. Programarea execuției lucrărilor

### 2.1. C1. Metoda GANTT

2.1.1. Enunț și etape de elaborare

#### I. Enunț

Să se programeze execuția în timp a lucrării \_\_\_\_\_ prin metoda Gantt.

#### II. Etape de elaborare

1. Comasarea și/sau detalierea articolelor de deviz în activități
2. Întocmirea listei de activități

Lista de activități se poate întocmi după modelul de mai jos :

ut – reprezintă unitatea de timp utilizată la eșalonare. Poate fi schimbul de 8 ore, ziua de lucru de 10 sau 12 ore, săptămâna de lucru, etc.

NT – reprezintă norma de timp, atât pentru forța de muncă cât și pentru utilaj, pusă sub forma : *forță de muncă / utilaj*.

V<sub>m</sub>, VM<sub>art</sub>, VM<sub>activitate</sub> – volume de muncă în diverse exprimări ale unității de măsură.

SE VOR CREA PRIN COMASARE ȘI/SAU DETALIERE MINIMUM **20 ACTIVITĂȚI**

Unitatea de timp folosită la eșalonare : ut=1 schimb = 8 ore

| Nr. crt. | Denumire activitate                                    | Articole componente |                   |     |        | NT<br>$\frac{om}{maș}$ × ore | Volume de muncă |                   |                          | e     | d   | Obser<br>vații <sup>1</sup> |
|----------|--|---------------------|-------------------|-----|--------|------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|-----------------------------|
|          |  | Simbol              | Denumire articol  | UM  | Cantit |                              | V <sub>m</sub>  | VM <sub>art</sub> | VM <sub>activitate</sub> |       |     |                             |
| 1        | Săpături manu-<br>ale pentru reali-<br>zarea fundației | TsA07b1             | Săp. man. h=0-2 m | mc  | 25     | 1,68 / -                     | 42 / -          | 5,25/-            | 24,55 / -                | 4 / - | 6   | necalifi<br>cați            |
|          |  | TsA07e1             | Săp. man. h=2-4 m | mc  | 25     | 3,52 / -                     | 88 / -          | 11/-              |                          |       |     |                             |
|          |  | TsA07i1             | Săp. man. h=4-6 m | mc  | 10     | 6,65 / -                     | 66,5/-          | 8,3/-             |                          |       |     |                             |
| 2        | Beton egalizare  | ...                 | ...               | ... | ...    | ...                          | ...             | ...               | ...                      | ...   | ... | ...                         |
| TOTAL    |  |                     |                   |     |        |                              |                 |                   |                          |       |     |                             |

#### 3. Calculul elementelor din tabel

a.  $V_m = NT \times \text{Cantit}$

b.  $VM_{art} = V_m / ut_{[ore]}$

c.  $VM_{activitate} = \Sigma VM_{art}$

d. stabilirea limitelor profilului resurselor :

$$R_{med} = \frac{VM_{man}^T}{D_d}$$

$$R_{min} = 0,6 \times R_{med}$$

$$R_{max} = 1,6 \times R_{med}$$

manoperă  
utilaj

<sup>1</sup> În această coloană se înscriu informații cu privire la componența formației de lucru pe fiecare activitate în parte (oameni – pe specialități, utilaje și mijloace de transport – pe tipuri)

$D_d$  – durata disponibilă

$VM^T$  – Volumul de muncă total

- e.  $e$  – reprezintă efectivul și se alege respectând următoarele principii : [*om* sau *utilaj*]
  - i. să se aloce cel puțin formația minimă,
  - ii. să se coreleze mărimea formației cu dimensiunile în plan ale lucrării,
  - iii. să nu se depășească formația maximă posibilă,
  - iv.  $e$  poate fi  $\leq R_{min}$ , dar este recomandat să nu fie  $> R_{max}$ , (vezi Anexa 3)
  - v. la alegerea utilajelor se vor utiliza principiile de la dimensionarea grupurilor de utilaje\*) (curs IOS, cap. 3 – vezi Anexa 1),
  - vi. la alegerea mijloacelor de transport se vor utiliza principiile de la determinarea numărului de mijloace de transport necesare\*\*) (curs IOS, cap. 3 – vezi Anexa 2).
  
- f.  $d = VM_{activitate} / e$ , reprezintă durata de execuție exprimată în *ut* folosite la eșalonare (schimb, zi, ...)
  - $VM_{activitat}$  – poate fi, după caz,  $VM^T_{man}$ , sau  $VM^T_{mec}$ , după cum activitatea este preponderent executată manual sau mecanic.

4. Eșalonarea calendaristică respectând tehnologia de execuție

| Nr. crt. | Denumire activitate | UM  | Cantit. | e   | d   | Eșalonare calendaristică |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|----------|---------------------|-----|---------|-----|-----|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|          |                     |     |         |     |     | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1        | Săp. man. fundații  | mc  | 60      | 4/- | 6   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| 2        | ...                 | ... | ...     | ... | ... |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |

Pentru procese de muncă cu volum de muncă atât manual cât și mecanic, dar procesul de muncă este preponderent manual, atunci se fixează mai întâi formația manuală de muncă,  $e_{imaneal}$ , se determina durata,  $d_i = VM^i_{manual activitate} / e_{imaneal}$ , iar cu durata astfel determinată se va calcula formația de utilaje :  $e_{iutilaj} = VM^i_{utilaj activitate} / d_i$ ,

$R_{min}$ ,  $R_{max}$  – reprezintă limitele profilului resurselor din diagrama forței de muncă pe total. (Vezi figura de mai jos).

- 5. Trasarea diagramelor de resurse, după cum urmează :
  - a. forță de muncă pe total și pe meseriile principale
  - b. materiale principale pe tipuri
  - c. utilaje principale pe tipuri
  
- 6. Calculul coeficientului de aplatizare,  $Ca$  și optimizarea acestuia, astfel încât  $Ca \geq 0,65$ .

$$C_a = \frac{VM^T_{man}}{D_p \times R_{max}}$$

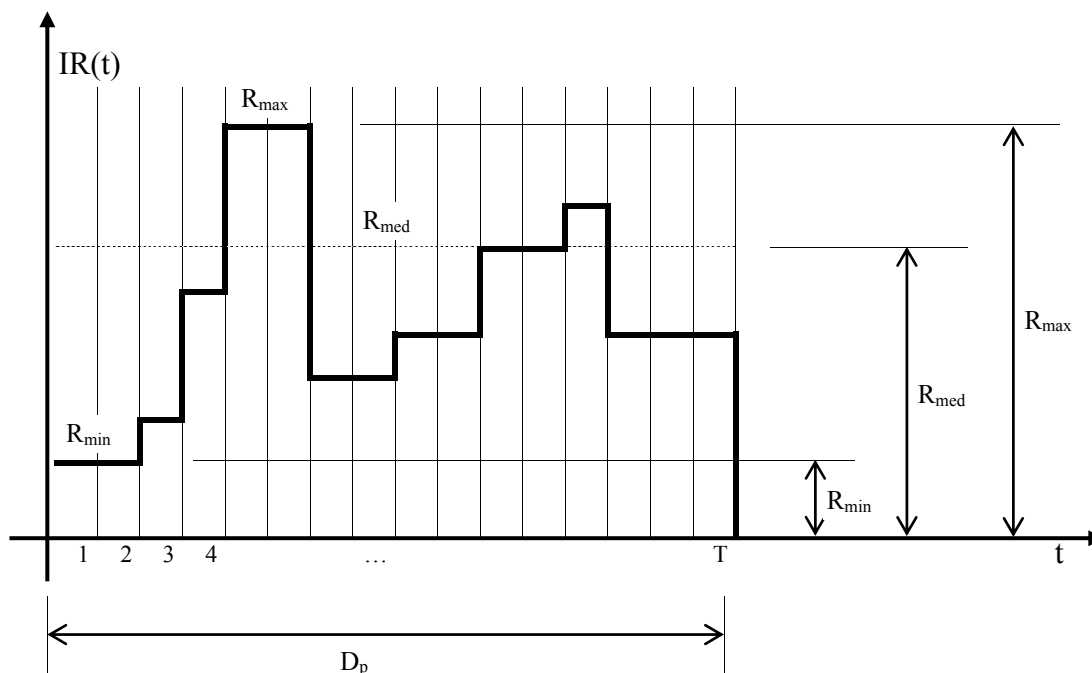
unde :  $VM^T_{man}$  – este volumul total de muncă manual  
 $D_p$  – durata programată pentru execuția lucrării, rezultată din planificare  
 $R_{max}$  – efectivul maxim din diagrama de forță de muncă pe total

## 7. Calculul indicelui de îndeplinirea normelor

$$I_p^{\text{in}} = \frac{VM_{\text{man}}^T}{VM_{\text{man}}^{\text{ef}}} \quad VM_{\text{man}}^{\text{ef}} = \sum_{t=1}^T IR(t) \quad 0,95 \leq I_p^{\text{in}} \leq 1,05$$

unde :  $VM_{\text{man}}^{\text{ef}}$  – aria diagramei de resurse (volumul de muncă efectiv planificat).

Diagrama de forță de muncă pe total, cu poziționarea elementelor ce determină limitele profilului acesteia, așa cum au fost determinate la punctul 3.d. de mai sus, poate fi figurată astfel :

**Observație :**

La planificarea rotunjirilor se fac după regula A,B (regula celor 10 %), astfel dacă avem :  $D=A,B$  unde :

- A - partea întreagă,
- B - partea zecimală,

atunci :

- dacă  $B \leq 0,1 \times A$  se face rotunjire în jos,  $D = A$ ;
- dacă  $B > 0,1 \times A$  se face rotunjire în sus,  $D = A+1$ .

La procesele de muncă care au atât parte manuală cât și parte mecanică se va urmări ca partea mecanică (utilajele) să fie folosită optim, indiferent de consecințele asupra forței de muncă ce va trebui asigurată în raport cu ritmul impus de utilaje.

La aproximarea duratelor se va ține cont nu numai de limitele profilului resurselor, ci și de mărimea fronturilor de lucru (care uneori sunt limitate), de formațiile de muncă existente și de mărimea optimă a formațiilor de lucru.



### 2.1.2. Dimensionarea grupurilor de utilaje (mașini de construcții)

Grup de mașini de construcții - un număr de utilaje (vezi formații de muncă) care execută un proces de muncă complex. Alcătuirea grupurilor se face cu respectarea principiilor de la 3.3.2 din curs, studiind separat utilajele conducătoare și separat utilajele auxiliare.

Utilajul conducător este o mașina de construcții care :

1. este cel mai important pentru executarea procesului de muncă respectiv,
2. are productivitatea cea mai mare (respectiv NT cea mai mica).

Necesarul de utilaje conducătoare se obține astfel :

1. se determina cantitatea totală de executat, Q;
2. se stabilește durata disponibilă de execuție, în schimburi,  $D_d$ ;
3. se alege utilajul conducător în conformitate cu primul principiu de la 3.3.2;
4. pentru utilajul conducător se determina productivitatea orara,  $P_{oc}$ ;
5. se determină durata unui schimb, în ore, S;

Cu aceste date numărul de utilaje conducătoare,  $N_{uc}$ , se determina cu relația :

$$N_{uc} = \frac{Q}{D_d \times P_{oc} \times S} \times \eta$$

$\eta$  - coeficientul de neuniformitate a lucrului. Se poate determina cu relația :

$$\eta = \frac{1}{CUP \times CUT} \quad (1)$$

unde :

CUP - coeficientul de utilizarea parcului de utilaje;

CUT - coeficientul de utilizarea timpului de lucru.

După calcularea lui  $\eta$  cu relația (1) se va verifica dacă valoarea rezultată aparține intervalului [1,1 ...1,3]. Dacă nu, se vor modifica valorile CUP și CUT până obținem încadrarea în intervalul specificat.  $N_{uc}$  - se rotunjește după regula A,B.

Calculul numărului de utilaje auxiliare se face în raport de productivitatea totala orară a numărului de utilaje conducătoare,  $P_{Touc}$ .

$$P_{Touc} = N_{uc} * P_{oc}$$

Dacă notăm cu  $P_{uax}(j)$  productivitatea orara a utilajului auxiliar j, atunci numărul de utilaje auxiliare j,  $N_{ax}(j)$ , se poate determina cu relația :

$$N_{ax}(j) = \frac{P_{Touc}}{P_{uax}(j)}$$

### 2.1.3. Necesarul de mijloace de transport

La organizarea transporturilor pe orizontală se tine cont de :

1. alegerea mijlocului optim de transport, care depinde de natura produselor de transportat, distanța de la care se face transportul, cantitatea totală ce trebuie transportată și debitul zilnic de transport;
2. criteriile de disponibilitate care limitează posibilitățile de optimizare;
3. criteriile economice care cer minimizarea costurilor unitare de transport.

Calculul necesarului de mijloace de transport se face în felul următor :

- se stabilește durata ciclului de transport,  $d_c$  :

$$d_c = t_{inc} + t_{dus} + t_{desc} + t_{inap}$$

unde :

$t_{inc}$ ,  $t_{desc}$  - sunt timpii de încărcare și descărcare și sunt stabiliți prin norme în raport de capacitatea mijlocului de transport ( $C_{mt}$ );

$$t_{dus} = t_{inap} = \frac{D}{v} \quad (ore)$$

$D$  - distanța de transport,

$v$  - viteza medie de transport :

$v = 10$  km/h - în șantier,

$v = 17$  km/h - în orașe,

$v = 24$  km/h - în afară

- se calculează numărul de transporturi :

$$N_T = \frac{Q}{C_{mt}}$$

unde :

$Q$  - Cantitatea totală de transportat;

$C_{mt}$  - Capacitatea mijlocului de transport.

Numărul de mijloace de transport,  $N_{mt}$ , se poate calcula cu relația :

$$N_{mt} = \frac{Q}{D_d \times N_T} \times \eta$$

unde :

$D_d$  - durata disponibilă pentru efectuarea transportului

$\eta$  - are aceeași semnificație și se calculează la fel ca și la mașinile de construcții.

2.1.4. FORMAȚII OPTIME<sup>2</sup>

## 1. CONSTRUCȚII CIVILE ȘI INDUSTRIALE

| Lucrarea                      | Specificația                 | Formația optimă de lucru |                        |            |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                               |                              | Total                    | Din care de calificare |            |
|                               |                              |                          | Superioară             | Inferioară |
| Beton armat                   | Elemente mici                | 7-8                      | 4                      | 3-4        |
|                               | Elemente mari                | 12                       | 7                      | 5          |
| Beton simplu                  | -                            | 17-18                    | 9                      | 8-9        |
| Cofraje                       | -                            | 6-8                      | 5                      | 1-3        |
| Fier-beton                    | Lucrări curente              | 5                        | 3                      | 2          |
|                               | Lucrări mari                 | 11                       | 8                      | 3          |
| Izolații termice și hidrofuge | Lucrări mici                 | 5                        | 3                      | 2          |
|                               | Lucrări curente              | 8                        | 5                      | 3          |
|                               | Lucrări mari                 | 15                       | 10                     | 5          |
| Dulgherie                     | Lucrări mici                 | 2                        | 2                      | -          |
|                               | Schele diverse               | 9-10                     | 7                      | 2-3        |
|                               | Eșafodaje, Șarpante          | 15                       | 11                     | 4          |
| Învelitori                    | Tablă                        | 2                        | 2                      | -          |
|                               | Țiglă                        | 6                        | 6                      | -          |
|                               | Bituminoase, lucrări curente | 12                       | 10                     | 2          |
|                               | Idem, mari                   | 17                       | 14                     | 3          |
| Tencuieli                     | Manuale                      | 10-11                    | 7                      | 3-4        |
|                               | Mecanice                     | 5-6                      | 3-4                    | 2          |
| Pardoseli                     | Mozaic, parchet              | 4-5                      | 4-5                    | -          |
|                               | Beton, scliviseli            | 12                       | 8                      | 4          |
| Tâmplărie                     | Lemn                         | 2                        | 2                      | -          |
|                               | Metal                        | 7-8                      | 5                      | 2-3        |
| Construcții metalice          | Ușoare                       | 1-2                      | 1-2                    | -          |
|                               | Grele                        | 5-6                      | 4                      | 1-2        |
| Geamuri                       | Tâmplărie obișnuită          | 4-6                      | 4                      | 0-2        |
|                               | Luminatoare                  | 11-12                    | 9                      | 2-3        |
| Vopsitorii                    | Manuale                      | 2-3                      | 2-3                    | -          |
|                               | Mecanice                     | 2-3                      | 2-3                    | -          |
| Zugrăveli                     | -                            | Indiferent 1             |                        | -          |
| Montări prefabricate          | Mici                         | 4-6                      | 3-4                    | 1-2        |
|                               | Mari                         | 5-8                      | 2-3                    | 3-5        |

## 2. DRUMURI

| Lucrarea                | Specificația        | Formația optimă de lucru |                        |            |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                         |                     | Total                    | Din care de calificare |            |
|                         |                     |                          | Superioară             | Inferioară |
| Fundații pentru drumuri | Materiale concasate | 4                        | 2                      | 2          |
|                         | Materiale ordinare  | Indif.                   | 1                      | Indif.     |

<sup>2</sup> M. Rafiroiu ș.a. Îndrumător de proiectare – Organizarea și conducerea întreprinderilor de construcții, Timișoara, 1980

|                               |                       |                 |       |       |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------|-------|-------|
| Macadamuri                    | Penetrate, semi, etc. | 10              | 7     | 3     |
| Tratamente                    | -                     | 7               | 5     | 2     |
| Covoare și straturi asfaltice | Preparare + așternere | 35-38           | 24    | 11-14 |
|                               | Așternere             | 16              | 11    | 5     |
| Îmbrăcăminte                  | Beton cu ciment       | 19-22           | 14-15 | 5-7   |
| Pavaje de piatră              | Lucrări mici          | 6-8             | 3-4   | 3-4   |
|                               | Lucrări mari          | Multiplu de 3-4 |       |       |
| Încadrări de pavaje           | Lucrări mici          | 4               | 4     | -     |
|                               | Lucrări mari          | 9               | 7     | 2     |

## 3. PODURI

| Lucrarea                     | Specificația        | Formația optimă de lucru |                        |            |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                              |                     | Total                    | Din care de calificare |            |
|                              |                     |                          | Superioară             | Inferioară |
| Fierărie curentă             | -                   | 2                        | 2                      | -          |
| Piloți                       | Lemn, beton etc.    | 12                       | 8                      | 4          |
| Palplanșe                    | Lemn, metalice etc. | 7                        | 5                      | 2          |
| Betoane                      | Monolite            | 10-13                    | 6-7                    | 2-5        |
| Cofraje și tipare            | Din lemn sau metal  | 10-12                    | 8                      | 2-4        |
| Armături pentru betoane      | Podete              | 15                       | 11                     | 4          |
|                              | Poduri              | 20                       | 15                     | 5          |
| Zidării din piatră           | Podete              | 10                       | 6                      | 4          |
|                              | Poduri              | 15                       | 9                      | 6          |
|                              | Apărări de maluri   | 20                       | 12                     | 8          |
| Șape și tencuiri             | Pe betoane          | 12-15                    | 8-9                    | 4-6        |
| Schele                       | Ușoare              | 2                        | 2                      | -          |
|                              | Grele               | 10                       | 8                      | 2          |
| Cintre                       | Ușoare              | 12                       | 8                      | 4          |
|                              | Mijlocii            | 15                       | 11                     | 4          |
|                              | Grele               | 17                       | 12                     | 5          |
| Poduri metalice              | Podete (<10 m)      | 7                        | 5                      | 2          |
|                              | Mijlocii (10-50 m)  | 11-12                    | 8                      | 3-4        |
|                              | Mari (>50 m)        | 16-17                    | 4-5                    | 2-3        |
| Prefabricate din beton armat | Confecționare       | 6-8                      | 4-5                    | 2-3        |
|                              | Montare             | 4                        | 3                      | 1          |

## 4. TERASAMENTE

| Lucrarea           | Specificația       | Formația optimă de lucru |                        |            |
|--------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                    |                    | Total                    | Din care de calificare |            |
|                    |                    |                          | Superioară             | Inferioară |
| Săpături de pământ | Manuale            | 25                       | -                      | 25         |
| Săpături în cheson | Deschis            | 15                       | 11                     | 4          |
|                    | Închis             | 18                       | 13                     | 5          |
| Săpături în stâncă | Cu picamer         | 8                        | 5                      | 3          |
|                    | Cu explozivi :     |                          |                        |            |
|                    | - lucrări mici     | 15                       | 10                     | 5          |
|                    | - lucrări mijlocii | 18                       | 12                     | 6          |
|                    | - lucrări mari     | 21                       | 13                     | 8          |

|                        |         |    |   |    |
|------------------------|---------|----|---|----|
| Umpluturi              | Manuale | 25 | - | 25 |
| Nivelări               | Manuale | 25 | - | 25 |
| Sprijiniri la săpături | Manuale | 3  | 2 | 1  |
| Defrișări              | Manuale | 25 | - | 25 |

## 5. MONTAJE

| Lucrarea                          | Specificația     | Formația optimă de lucru |                        |            |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                                   |                  | Total                    | Din care de calificare |            |
|                                   |                  |                          | Superioară             | Inferioară |
| Hale industriale                  | Lucrări mici     | 10                       | 6                      | 4          |
|                                   | Lucrări mari     | 15-18                    | 9-10                   | 6-8        |
| Macarale, utilaje, poduri rulante | Lucrări mici     | 5                        | 3                      | 2          |
|                                   | Lucrări mijlocii | 9                        | 6                      | 3          |
|                                   | Lucrări mari     | 18                       | 12                     | 6          |

## 6. LUCRĂRI HIDROTEHNICE

| Lucrarea                         | Specificația             | Formația optimă de lucru |                        |            |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                                  |                          | Total                    | Din care de calificare |            |
|                                  |                          |                          | Superioară             | Inferioară |
| Fascine și lucrări asemănătoare  | Lucrări mici             | 3-4                      | 2                      | 1-2        |
|                                  | Lucrări mijlocii         | 9-10                     | 7                      | 2-3        |
|                                  | Lucrări mari             | 20-21                    | 15                     | 5-6        |
| Lucrări din beton și beton armat | Lucrări mici             | 4                        | 3                      | 1          |
|                                  | Lucrări mijlocii         | 7                        | 5                      | 2          |
|                                  | Lucrări mari             | 11                       | 7                      | 4          |
|                                  | Lucrări foarte mari      | 30                       | 20                     | 10         |
| Lucrări din piatră               | Lucrări obișnuite        | 3-4                      | 3-4                    | -          |
|                                  | Lucrări mari             | 11                       | 11                     | -          |
| Lucrări vegetative               | Lucrări mici, mecanizate | 5                        | 2                      | 3          |
|                                  | Lucrări mari             | 25                       | 12                     | 13         |
| Lucrări diverse                  | Mici, mijlocii           | 5                        | 3                      | 2          |
|                                  | Mari                     | 17                       | 11                     | 6          |
|                                  | Foarte mari              | 25                       | 16                     | 9          |

## 7. ALIMENTĂRI CU APĂ ȘI CANALIZĂRI

| Lucrarea                                       | Specificația        | Formația optimă de lucru |                        |            |
|--|---------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|  |                     | Total                    | Din care de calificare |            |
|  |                     |                          | Superioară             | Inferioară |
| Conducte din tuburi de azbociment              | Lucrări mici        | 3-5                      | 2-3                    | 1-2        |
|  | Lucrări mari        | 17-20                    | 11-13                  | 6-7        |
| Idem din tuburi de fontă, inclusiv accesoriile | Lucrări mici        | 5                        | 2                      | 3          |
|  | Lucrări mijlocii    | 11-13                    | 5-6                    | 6-7        |
|  | Lucrări mari        | 23-26                    | 10-12                  | 13-14      |
| Branșamente                                    | Lucrări mici        | 2                        | 2                      | -          |
|  | Lucrări mari        | 8                        | 8                      | -          |
|  | Lucrări foarte mari | 11                       | 11                     | -          |
|  | Lucrări curente     | 6                        | 4                      | 2          |

|  |                  |    |   |    |
|--|------------------|----|---|----|
| Conducte din tuburi de bazalt și beton | Lucrări mari     | 13 | 9 | 4  |
| Lucrări pentru canale                  | Lucrări mici     | 3  | 1 | 2  |
|  | Lucrări mari     | 17 | 6 | 11 |
| Tuburi de beton executate pe șantier   | Volum mic        | 3  | 1 | 2  |
|  | Volum mijlociu   | 9  | 3 | 6  |
|  | Volum mare       | 17 | 6 | 11 |
| Diverse                                | Lucrări mici     | 5  | 3 | 2  |
|  | Lucrări mijlocii | 11 | 8 | 3  |
|  | Lucrări mari     | 18 | 8 | 10 |

## 8. INSTALAȚII SANITARE LA CONSTRUCȚII

| Lucrarea                              | Specificația    | Formația optimă de lucru |                        |            |
|---------------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                                       |                 | Total                    | Din care de calificare |            |
|                                       |                 |                          | Superioară             | Inferioară |
| Conducte pentru apă rece și/sau caldă | Lucrări curente | 6                        | 4                      | 2          |
|                                       | Lucrări mari    | <b>multiplu</b>          |                        |            |
| Tuburi de scurgere și accesorii       | Lucrări mici    | 2                        | 1                      | 1          |
|                                       | Lucrări mari    | 7-9                      | 5                      | 2-4        |
| Obiecte sanitare                      | -               | 2                        | 2                      | -          |
| Instalații speciale                   | -               | 5                        | 3                      | 2          |
| Lucrări de izolații                   | -               | 4-6                      | 3-4                    | 1-2        |
| Construcții                           | De specialitate | 3                        | 2                      | 1          |
|                                       | Lucrări mari    | 17                       | 10                     | 7          |

## 9. INSTALAȚII ELECTRICE LA CONSTRUCȚII

| Lucrarea                     | Specificația    | Formația optimă de lucru |                        |            |
|------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                              |                 | Total                    | Din care de calificare |            |
|                              |                 |                          | Superioară             | Inferioară |
| Locuri de lampă și de priză  | -               | 6                        | 8                      | 3          |
| Tuburi și conductoare        | -               | 10-12                    | 5-7                    | 5          |
| Aparate pentru curenți tari  | Montaje         | 3                        | 2                      | 1          |
|                              | Racordări       | 1                        | 1                      | -          |
| Aparate pentru curenți slabi | -               | 2                        | 1                      | 1          |
| Corpuri de iluminat          | -               | 2-3                      | 2                      | 0-1        |
| Tablouri de distribuție      | Normale         | 3                        | 3                      | -          |
|                              | Mari            | 7                        | 6                      | 1          |
|                              | Legături        | 1                        | 1                      | -          |
| Lucrări diverse              | Interioare      | 2                        | 2                      | -          |
| Linii electrice aeriene      | Plantare stâlpi | 16                       | 3                      | 13         |
|                              | Întindere fire  | 8                        | 2                      | 6          |
|                              | Legături        | 4                        | 2                      | 2          |
| Cablu electric și accesorii  | Lucrări mici    | 7                        | 4                      | 3          |
|                              | Lucrări mari    | 16                       | 10                     | 6          |
|                              | Accesorii       | 4                        | 3                      | 1          |
| Lucrări auxiliare            | Exterioare      | 1                        | 1                      | -          |

## 10. INSTALAȚII DE ÎNCĂLZIRE CENTRALĂ

| Lucrarea                         | Specificația | Formația optimă de lucru |                        |            |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                                  |              | Total                    | Din care de calificare |            |
|                                  |              |                          | Superioară             | Inferioară |
| Cazane și accesorii              | Cazane       | 16-18                    | 14-16                  | 2          |
|                                  | Accesorii    | 2                        | 2                      | -          |
| Corpuri de încălzit și accesorii | Corpuri      | 5                        | 4                      | 1          |
|                                  | Accesorii    | 2                        | 2                      | -          |
| Izolații                         | -            | 5-7                      | 4-5                    | 1-2        |
| Diverse                          | -            | 1                        | 1                      | -          |

## 11. LUCRĂRI DE ÎMBUNĂTĂȚIRE FUNCiare

| Lucrarea                                    | Specificația        | Formația optimă de lucru |                        |            |
|---|---------------------|--------------------------|------------------------|------------|
|   |                     | Total                    | Din care de calificare |            |
|   |                     |                          | Superioară             | Inferioară |
| Săpături manuale                            | -                   | 25                       | -                      | 25         |
| Săpături în stâncă                          | Lucrări mici        | 3                        | 1                      | 2          |
|   | Lucrări mari        | 5                        | 1                      | 4          |
| Finisări terasamente                        | -                   | 25                       | -                      | 25         |
| Betoane                                     | Lucrări mici        | 3                        | 1                      | 2          |
|   | Lucrări mari        | 25                       | 3                      | 22         |
| Lucrări din piatră                          | Lucrări mici        | 3                        | 1                      | 2          |
|   | Lucrări mari        | 6                        | 3                      | 3          |
| Lucrări din lemn                            | -                   | 25                       | 1                      | 24         |
| Lucrări din nuiele                          | Lucrări mici        | 3                        | 1                      | 2          |
|   | Lucrări mijlocii    | 8                        | 2                      | 6          |
|   | Lucrări mari        | 25                       | 3                      | 22         |
| Defrișări, pregătirea și amenajarea solului | -                   | 25                       | -                      | 25         |
| Jgheaburi și anexe                          | Lucrări mici        | 2                        | -                      | 2          |
|   | Lucrări mijlocii    | 4                        | 1                      | 3          |
|   | Lucrări mari        | 6                        | 1                      | 5          |
| Lucrări vegetative                          | Lucrări mici        | 2 – 3                    | 1                      | 1 – 2      |
|   | Lucrări mijlocii    | 5 – 6                    | 2                      | 3 – 4      |
|   | Lucrări mari        | 25                       | 8                      | 17         |
| Lucrări auxiliare de hidromecanizare        | Lucrări mici        | 3                        | 1                      | 2          |
|   | Lucrări mijlocii    | 5                        | 2                      | 3          |
|   | Lucrări mari        | 7 – 10                   | 4                      | 3 – 6      |
|   | Lucrări foarte mari | 18                       | 9                      | 9          |
| Lucrări diverse                             | Lucrări mici        | 1 – 3                    | 0 – 1                  | 1 – 2      |
|   | Lucrări mijlocii    | 6 – 7                    | 3                      | 3 – 4      |
|   | Lucrări mari        | 15                       | 7                      | 8          |
|   | Lucrări foarte mari | 25                       | 12                     | 13         |
| Confecționări de prefabricate               | -                   | 8                        | 2                      | 6          |

### 2.1.5. NORME DE TIMP PENTRU TRANSPORTUL MATERIALELOR CU AUTOVEHICULE

(orientativ, pentru un vehicul mediu de 5 tone )

| Distanța<br>de transport<br>[km] | ÎN ȘANTIER |         | ÎN ORAȘ   |         | AFARĂ DIN ORAȘ |         |
|----------------------------------|------------|---------|-----------|---------|----------------|---------|
|                                  | încărcare  |         | încărcare |         | încărcare      |         |
|                                  | manual     | mecanic | manual    | mecanic | manual         | mecanic |
| 1                                | 0,36       | 0,09    | 0.34      | 0.07    | 0.34           | 0.07    |
| 2                                | 0,40       | 0,13    | 0.37      | 0.10    | 0.35           | 0.08    |
| 3                                | 0,44       | 0,17    | 0.39      | 0.12    | 0.37           | 0.10    |
| 4                                | 0,48       | 0,21    | 0.42      | 0.15    | 0.39           | 0.12    |
| 5                                | 0,52       | 0,25    | 0.44      | 0.17    | 0.40           | 0.13    |
| 6                                | 0,56       | 0,29    | 0.46      | 0.19    | 0.42           | 0.15    |
| 7                                | 0,60       | 0,33    | 0.48      | 0.21    | 0.44           | 0.17    |
| 8                                | 0,64       | 0,37    | 0.51      | 0.24    | 0.45           | 0.18    |
| 9                                | 0,68       | 0,41    | 0.53      | 0.26    | 0.47           | 0.20    |
| 10                               | 0,72       | 0,45    | 0.56      | 0.29    | 0.49           | 0.22    |
| 11                               | 0,76       | 0,49    | 0.58      | 0.31    | 0.50           | 0.23    |
| 12                               | 0,80       | 0,53    | 0.60      | 0.33    | 0.52           | 0.25    |
| 13                               | 0,84       | 0,57    | 0.62      | 0.35    | 0.54           | 0.27    |
| 14                               | 0,88       | 0,61    | 0.65      | 0.38    | 0.55           | 0.29    |
| 15                               | 0,92       | 0,65    | 0.67      | 0.40    | 0.57           | 0.31    |
| 16                               | 0,96       | 0,69    | 0.70      | 0.43    | 0.59           | 0.33    |
| 17                               | 1,00       | 0,73    | 0.72      | 0.45    | 0.60           | 0.34    |
| 18                               | 1,04       | 0,77    | 0.74      | 0.47    | 0.62           | 0.36    |
| 19                               | 1,08       | 0,81    | 0.77      | 0.50    | 0.64           | 0.38    |
| 20                               | 1,12       | 0,85    | 0.79      | 0.52    | 0.65           | 0.39    |
| 21                               | 1,16       | 0,89    | 0.82      | 0.55    | 0.67           | 0.41    |
| 22                               | 1,20       | 0,93    | 0.84      | 0.57    | 0.69           | 0.43    |
| 23                               | 1,24       | 0,97    | 0.86      | 0.59    | 0.70           | 0.44    |
| 24                               | 1,28       | 1,01    | 0.88      | 0.61    | 0.72           | 0.46    |
| 25                               | 1,32       | 1,05    | 0.91      | 0.64    | 0.74           | 0.48    |

Normele sunt date în autocamion × oră / tonă



**2.1.6. NORME DE TIMP PENTRU TRANSPORTUL MATERIALELOR DIN GRUPA 1,2,3\* CU ROABA PE PNEURI conform “ Buletinul Construcțiilor” vol. 8 , 1981**

| Distanțe de transport | Norma de timp din 10 în 10 m | Încărcarea prin așezare                  |   | Încărcarea prin anunțare                  |   | Încărcarea prin anunțare                  |   | Încărcarea prin siloz                     |   |
|-----------------------|------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|
|                       |                              | Descărcarea prin așezare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin anunțare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin anunțare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin răsturnare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin anunțare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin răsturnare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin anunțare [ombocore/tonă] | Descărcarea prin răsturnare [ombocore/tonă] |
| 10m                   | primii 10 m                  | 0,69                                     | 0,71                                      | 0,48                                      | 0,44  | 0,22                                      |   |   |   |
| 20m                   | +1x0,098                     | 0,788                                    | 0,808                                     | 0,578                                     | 0,538                                       | 0,318                                     |   |   |   |
| 30m                   | +2x0,098                     | 0,886                                    | 0,906                                     | 0,676                                     | 0,636                                       | 0,416                                     |   |   |   |
| 40m                   | +3x0,098                     | 0,984                                    | 1,004                                     | 0,774                                     | 0,734                                       | 0,514                                     |   |   |   |
| 50m                   | +4x0,098                     | 1,082                                    | 1,102                                     | 0,872                                     | 0,832                                       | 0,612                                     |   |   |   |
| 60m                   | +5x0,098                     | 1,18                                     | 1,2                                       | 0,97                                      | 0,93  | 0,71                                      |   |   |   |
| 70m                   | +6x0,098                     | 1,278                                    | 1,298                                     | 1,068                                     | 1,028                                       | 0,808                                     |   |   |   |
| 80m                   | +7x0,098                     | 1,376                                    | 1,396                                     | 1,166                                     | 1,126                                       | 0,906                                     |   |   |   |
| 90m                   | +8x0,098                     | 1,474                                    | 1,494                                     | 1,264                                     | 1,224                                       | 1,004                                     |   |   |   |
| 100m                  | +9x0,098                     | 1,572                                    | 1,592                                     | 1,362                                     | 1,322                                       | 1,102                                     |   |   |   |

Observație : Normele de timp pe lângă timpii operativi necesari executării lucrărilor indicate mai cuprind și timpii de adaus pentru :

- pregătirea - încheierea și deservirea locului de muncă 8,5 %
  - odihnă și necesități fiziologice 13,0 %
- TOTAL TIMPI DE ADAUS 21,5 %**

Nu se cuprind în normă încărcarea și descărcarea de vagoane, vehicule cu tracțiune animală , vagoane de cale ferată îngustă . Distanța normală de transport cu roaba este de maxim 100 m, iar încărcat normală până la 100-120 kg.

\* alicărie de de căramidă, asfalt decapat, balast, beton simplu, beton armat, bitum în butoaie sau blocuri, blocuri din beton de orice fel, bolovani de râu, borduri de trotuare și încadrare, etc.

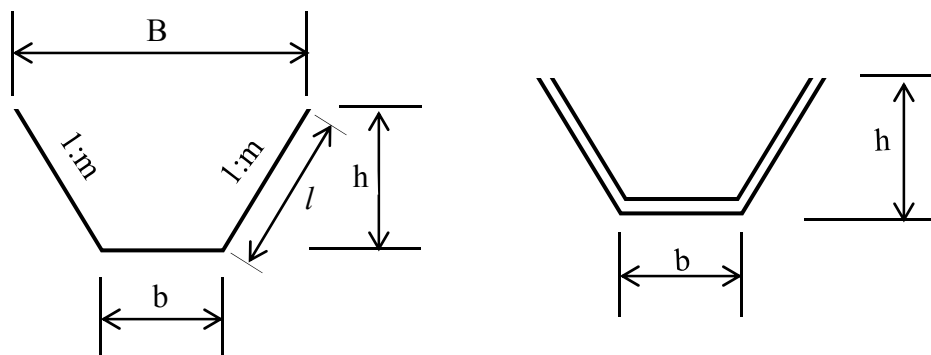
### 2.1.7. NORME DE TIMP PENTRU ÎNCĂRCĂRI - DESCĂRCĂRI DE MATERIALE ÎN/DIN AUTOVEHICULE

materiale din grupa "A": pământuri, minereuri, cărbuni, prafuri și materiale de construcții

| Nr. articolului din anexa I grupa A | Denumirea materialelor, a produselor sau a mărfurilor conform : "NORMATIVE ȘI NORME UNIFICATE PE REPUBLICĂ PTR LUCRĂRILE DE ÎNCĂRCĂRI - DESCĂRCĂRI" ale MITC - Departamentul c.f., ed. 1971, pg.22-23/gr. A : pământuri, minereuri, cărbuni, prafuri și mat. de constr. (vrac) | Operația : ÎNCĂRCARE  |   | Operația : DESCĂRCARE   |  |
|-------------------------------------|--|---|---|---|--|
|                                     |  | Prin aruncare fără transport pe rampă sau teren în autovehicule<br>[om>Xore/tonă] | Prin transport până la 10m distanță medie de pe rampă sau teren în autovehicule<br>[om>Xore/tonă] | Prin aruncare fără transport pe rampă sau teren în autovehicule<br>[om>Xore/tonă] | Prin transport până la 10m distanță medie pe rampă sau teren în autovehicule<br>[om>Xore/tonă] |
| 1                                   | Materiale grele și mărunte : balast , nisip , pământuri , pietriș ș.a.   | 0,35  | 0,45  | 0,25  | 0,35   |
| 2                                   | Materiale grele în bulgări : piatră spartă ș.a.  | 0,45  | 0,5   | 0,32  | 0,4  |
| 3                                   | Materiale grele în prafuri: ciment , ipsos , calcar  | 0,5   | 0,6   | 0,4   | 0,45   |
| 5                                   | Materiale ușoare în bulgări : bitum , var  | 0,6   | 0,7   | 0,5   | 0,6  |
| 6                                   | Materiale ușoare în prafuri : var  | 0,65  | 0,75  | 0,55  | 0,65   |

### 2.1.8. Exemplet de planificare cu ajutorul metodei GANTT

1. **Enunț:** Să se planifice cu ajutorul metodei Gantt planificarea în timp a execuției lucrării din figura de mai jos :



### 2. Lista de activități

Unitatea de timp folosită la eșalonare :  $ut=1$  schimb = 8 ore

| Nr. crt. | Denumire activitate                          | Articole componente <sup>3</sup> |  |        |        | NT <sup>4</sup><br>$\frac{om}{mas} \times ore$ | Volum de muncă |                   |                              | e     | d | Obser<br>vații <sup>5</sup> |
|----------|--|----------------------------------|--|--------|--------|--|----------------|-------------------|------------------------------|-------|---|-----------------------------|
|          |  | Simbol                           | Denumire articol                           | UM     | Cantit |  | Vm             | VM <sub>art</sub> | VM <sub>activitat</sub><br>e |       |   |                             |
| 1        | Săpătură mecanică                            | TsC03e1                          | Săp. mec. excavator                        | 100 mc | 4,73   | - / 1,95                                       | - / 9,22       | - / 1,15          | - / 1,15                     | - / 1 | 1 | Excava<br>tor               |
| 2        | Săp. manuale ptr. rectificare                | TsA05c1                          | Săp. man. h=0-2,0 m                        | mc     | 52,5   | 2,14 / -                                       | 112,35 / -     | 14,04 / -         | 14,04 / -                    | 5 / - | 3 | necalifi<br>cați            |
| 3        | Strat drenant din balast                     | IfB09b2                          | Str. drenant 10 cm balast                  | mp     | 62,23  | 0,2 / -  | 12,46 / -      | 1,56 / -          | 2,78 / -                     | 3 / - | 1 | pietrar                     |
|          |  | TRB01c15                         | Trans. balast cu roaba la 50 m             | t      | 11,2   | 0,872 / -                                      | 9,77 / -       | 1,22 / -          |                              |       |   |                             |
| 4        | Pereu uscat din piatră brută                 | IfB06c1                          | Pereu uscat 30 cm, piatră brută            | mp     | 62,23  | 1,08 / -                                       | 67,21 / -      | 8,40 / -          | 11,60 / -                    | 4 / - | 3 | pietrar                     |
|          |  | TRB01c15                         | Trans. piatră brută cu roaba la 50 m       | t      | 29,5   | 0,872 / -                                      | 25,7 / -       | 3,2 / -           |                              |       |   |                             |
| 5        | Transport pământ din săpătură                | TRA01a10 P                       | Transp cu autobasculanta la 10 Km          | t      | 892,5  | 0,0728   | - / 64,97      | - / 8             | - / 8                        | - / 2 | 4 | Autobas<br>c.               |
| 6        | Transport cu autobasc. balast la 25 Km       | TRA01a25                         | Transp. cu autobasc. balast la 25 Km       | t      | 11,2   | 0,143  | - / 1,6        | - / 0,2           | - / 0,2                      | - / 1 | 1 | Autobas<br>c.               |
| 7        | Transport cu autobasc. piatră brută la 40 Km | TRA01a40                         | Transp. cu autobasc. piatră brută la 40 Km | t      | 29,5   | 0,543  | - / 16,02      | - / 2             | - / 2                        | - / 1 | 2 | Autobas<br>c.               |

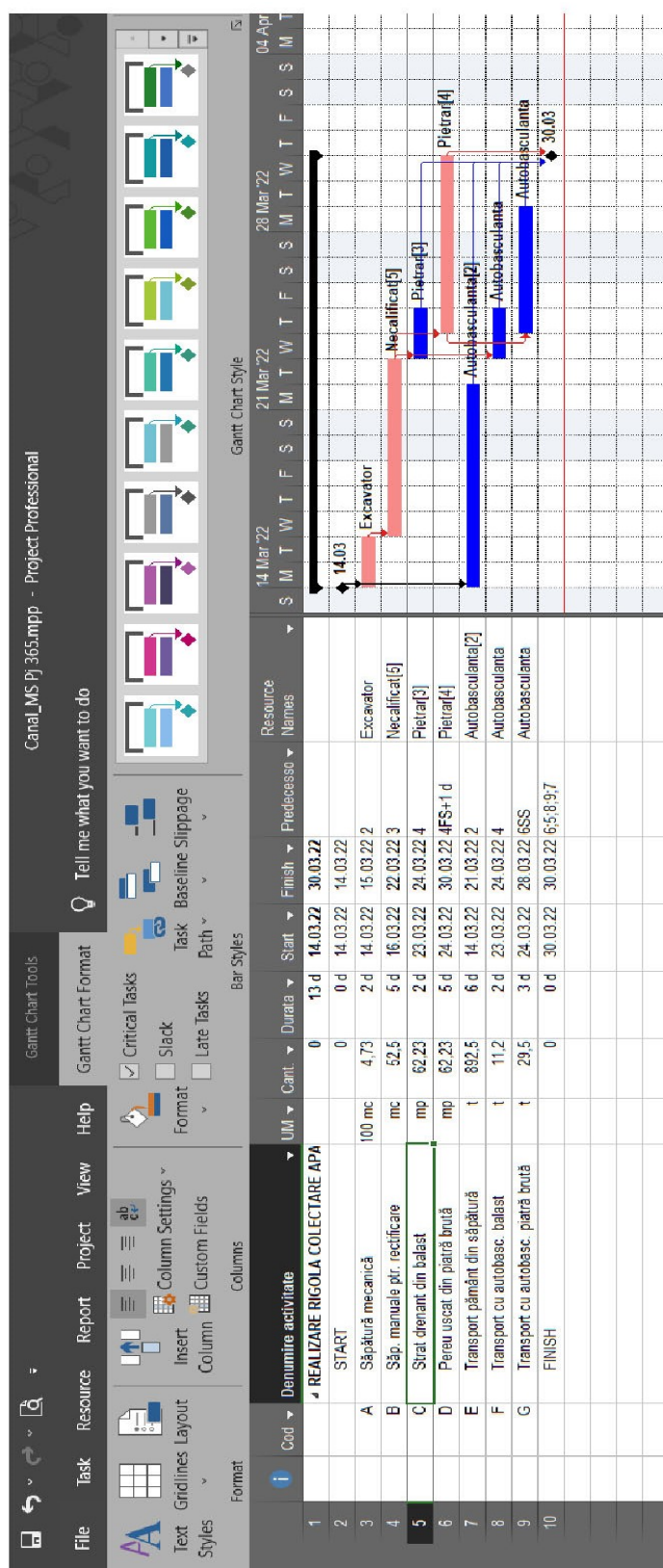
<sup>3</sup> Articolele de deviz sunt cele din Antemăsurătoare (în cazul de față vezi exemplul din partea I a îndrumătorului)

<sup>4</sup> Norma de timp este prezentată sub forma Forță de muncă / Utilaj (la fel și volumele de muncă din coloanele următoare)

<sup>5</sup> În această coloană se înscriu informații cu privire la componența formației de lucru pe fiecare activitate în parte (oameni – pe specialități, utilaje și mijloace de transport – pe tipuri)

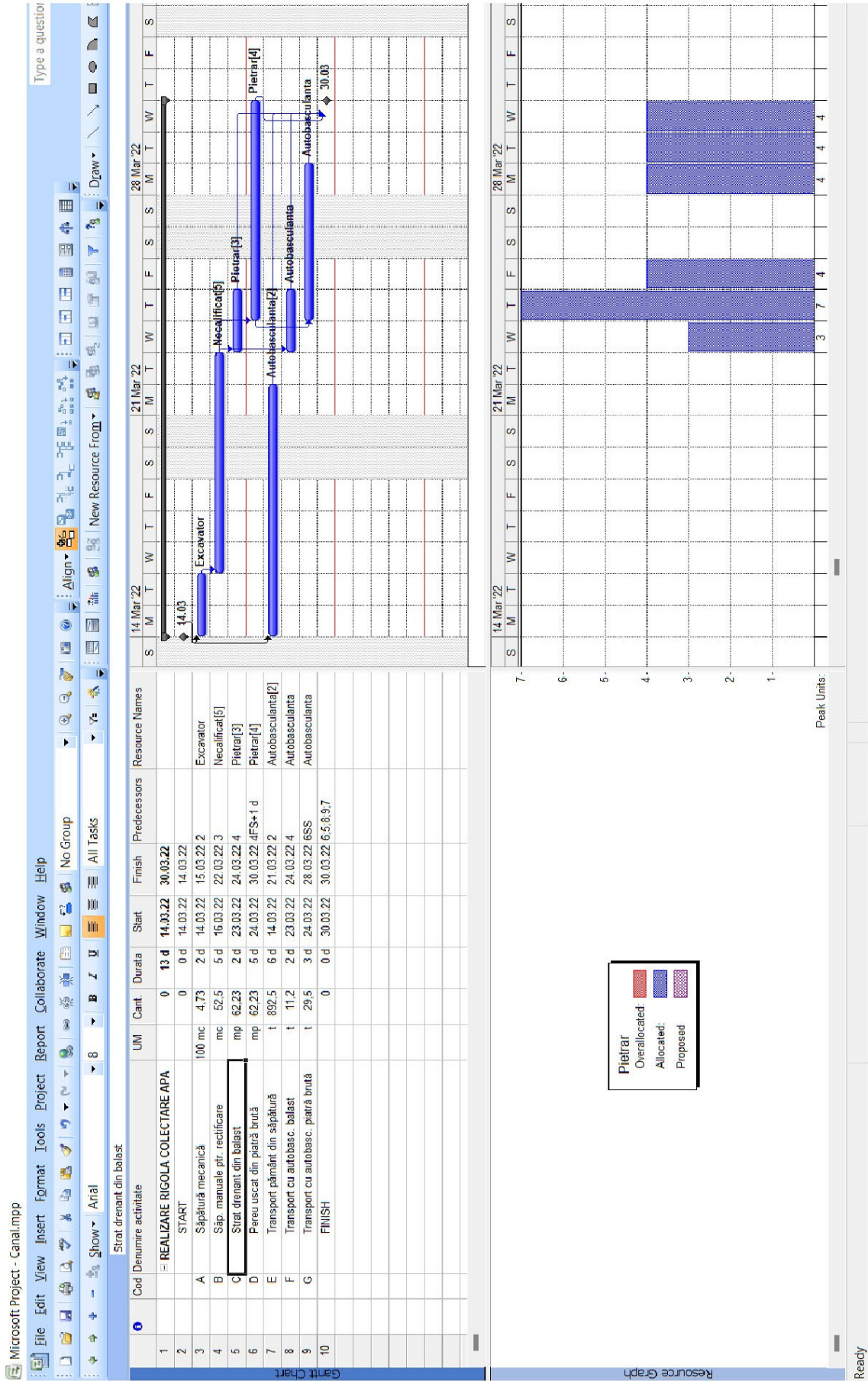


## 5. REZOLVAREA APLICAȚIEI FOLOSIND PROGRAMUL MICROSOFT PROJECT

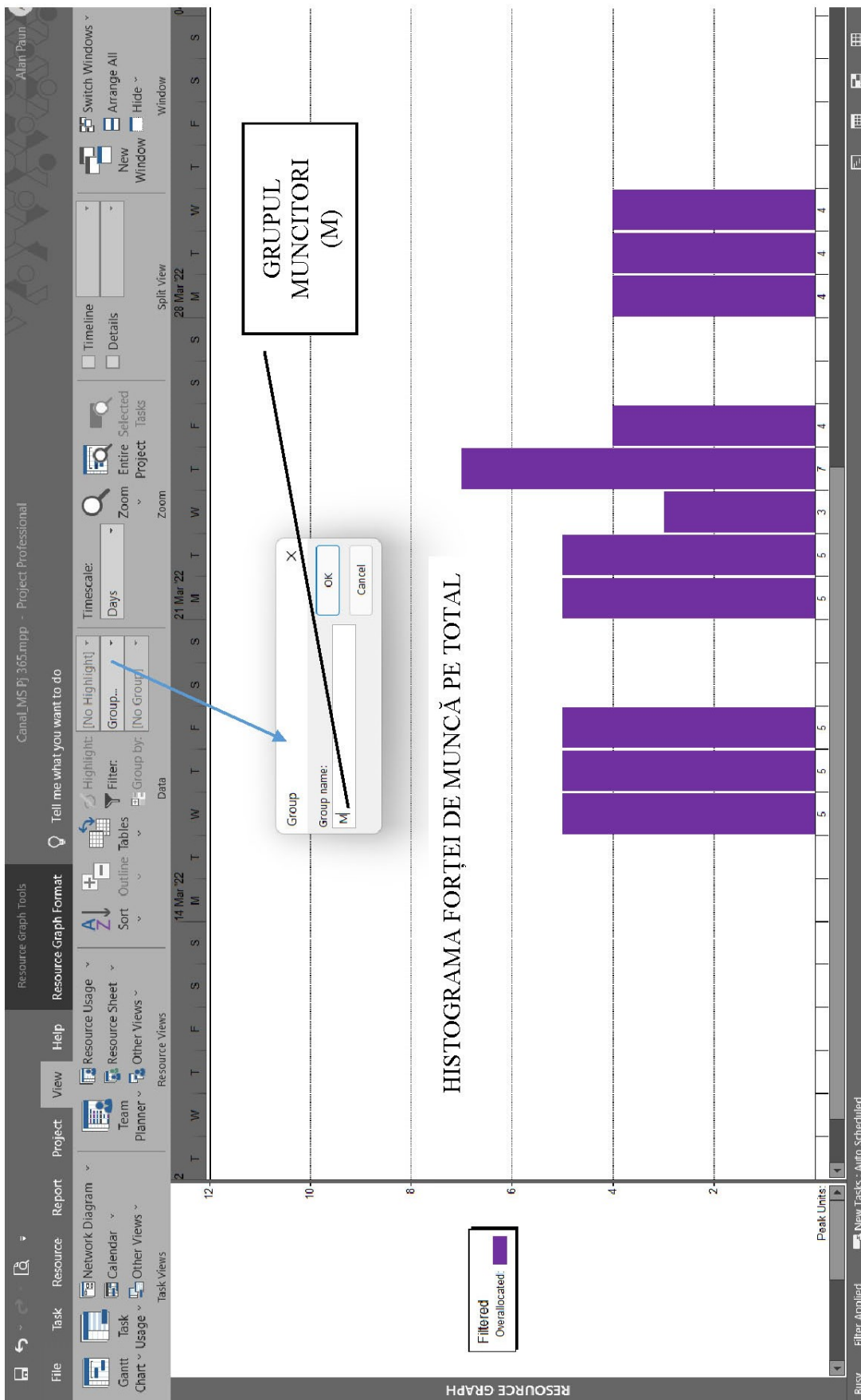


PLANIFICAREA PRIN METODA GANTT

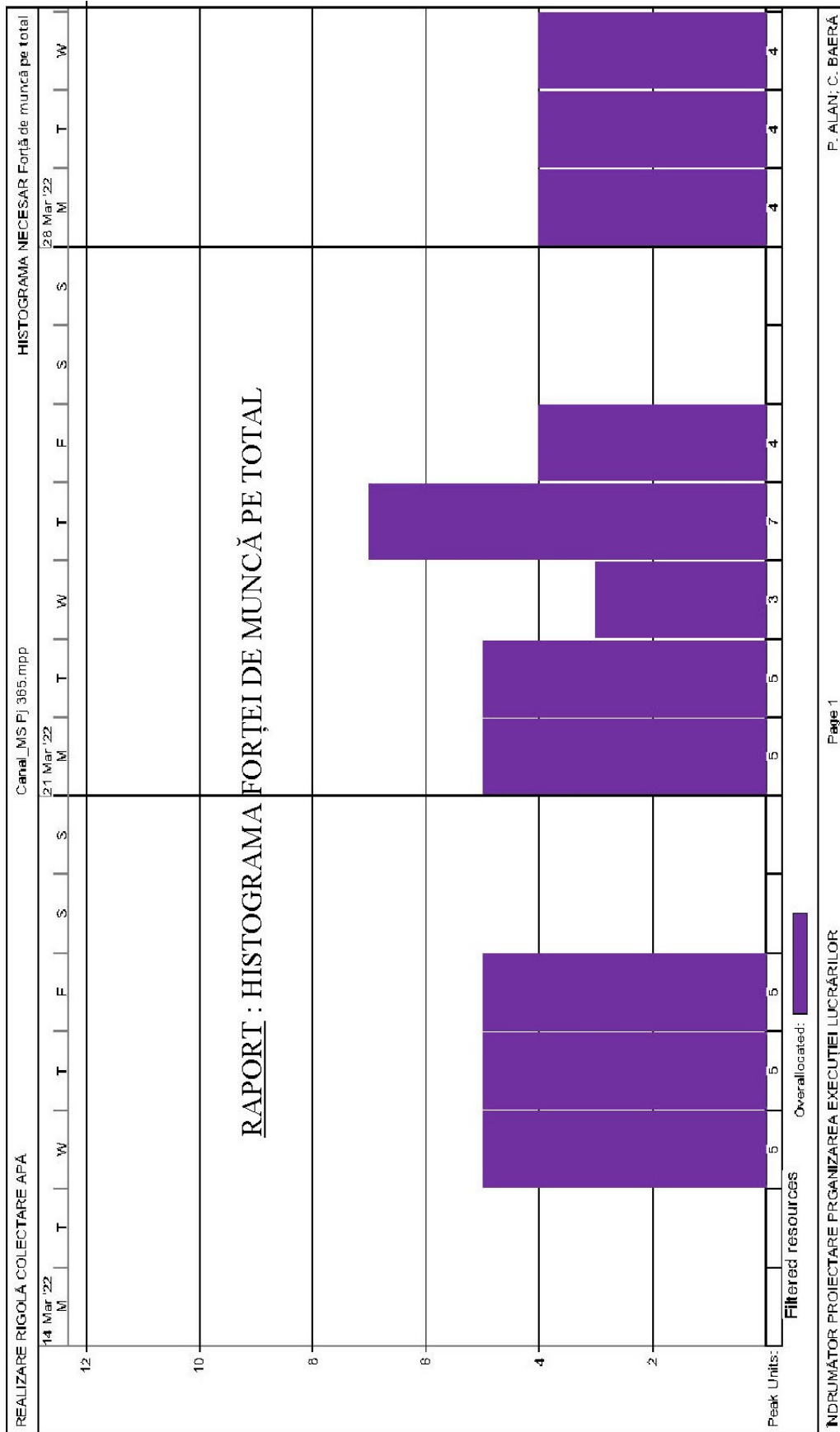












## 2.2 C2. Metoda drumului critic

### 2.2.1 Enunț și etape de elaborare

$$D_a^{pr} = \gamma \times D_a$$

$D_a$  – durata disponibilă de la metoda Gantt

#### I. Enunț

Să se programeze execuția în timp a lucrării prin metoda drumului critic varianta PERT.

#### II. Etape de elaborare

1. Comasarea și/sau detalierea articolelor de deviz în activități (ca și la metoda GANTT)


Această comasare și/sau detaliere a articolelor de deviz în activități se va face după aceleași principii ca și la metoda GANTT, în plus pot fi luate în considerare și principiile specifice metodei drumului critic în varianta PERT.

Lista de activități poate fi alcătuită după modelul de mai jos :

ut=1 schimb = 8 ore

| Nr. crt. | Denumire activitate                          | Articole componente |                   |     |         | NT<br>$\frac{om}{maș} \times ore$ | Volum de muncă |                   |                          | e     | d   | Observații <sup>6</sup> |
|----------|--|---------------------|-------------------|-----|---------|-----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|-------------------------|
|          |  | Simbol              | Denumire articol  | UM  | Cantit. |                                   | Vm             | VM <sub>art</sub> | VM <sub>activitate</sub> |       |     |                         |
| 1        | Săpături manuale pentru realizarea fundației | TsA07b1             | Săp. man. h=0-2 m | mc  | 25      | 1,68 / -                          | 42 / -         | 5,25/-            | 24,55 / -                | 4 / - | 6   | necalificați            |
|          |  | TsA07e1             | Săp. man. h=2-4 m | mc  | 25      | 3,52 / -                          | 88 / -         | 11/-              |                          |       |     |                         |
|          |  | TsA07i1             | Săp. man. h=4-6 m | mc  | 10      | 6,65 / -                          | 66,5/-         | 8,3/-             |                          |       |     |                         |
| 2        | Beton egalizare                              | ...                 | ...               | ... | ...     | ...                               | ...            | ...               | ...                      | ...   | ... | ...                     |

2. Întocmirea listei de activități pentru varianta PERT (*minim 20 ACTIVITĂȚI*)  
( $\alpha = 0,75$  ;  $k_p = 3,15$ )

| Nr. crt. | Denumire activitate | Simbol provizoriu | Activitatea   |           | Simbol definitiv | e   | d   | a   | b      | d <sub>e</sub> | d <sub>e</sub> <sup>rot</sup> | σ     | σ <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|-------------------|---|-----------|------------------|-----|-----|-----|--------|----------------|-------------------------------|-------|----------------|
|          |                     |                   | precedentă  | următoare |                  |     |     |     |        |                |                               |       |                |
| 1        | Săp. man fundație   | A                 |  | B         | 1 – 2            | 4/- | 6   | 4,5 | 14,175 | 8,37           | 8                             | 1,935 | 3,744          |
| 2        | Beton egalizare     | B                 | A   | D         | 2 – 3            | 5/1 | 2   | 1,5 | 4,725  | 2,79           | 3                             | 0,645 | 0,416          |
| 3        | ...                 | ...               | ...   | ...       | ...              | ... | ... | ... | ...    | ...            | ...                           | ...   | ...            |
| 4        | ...                 | ...               | ...   | ...       | ...              | ... | ... | ... | ...    | ...            | ...                           | ...   | ...            |

3. Calculul elementelor din tabel :

- e și d se vor determina ca și la Metoda GANTT
- durata optimistă  $a = \alpha \times d$ , unde  $\alpha = 0,7 \dots 0,8$  ; (recomandat  $\alpha = 0,75$ )
- durata pesimistă  $b = k_p \times a$ , unde  $k_p = 1 \dots 5$ ; (recomandat  $k_p = 3,15$ )
- durata cea mai probabilă,  $d_e$  (conform distribuției de tip BETTA) :

$$d_e = \frac{3 \times a + 2 \times b}{5} ; d_e = \gamma \times d \quad ; \quad \gamma = \alpha \times \frac{3+2 k_p}{5}$$

<sup>6</sup> În această coloană se înscriu informații cu privire la componența formației de lucru pe fiecare activitate în parte (oameni – pe specialități, utilaje și mijloace de transport – pe tipuri)

- $d_e$  se rotunjește  $\Rightarrow d_e^{rot}$  ;
- abaterea medie pătratică și dispersia (varianța) :

$$\sigma = \frac{b - a}{5} ; \quad VAR = \sigma^2 = (\sigma)^2 \text{ (dispersia)}$$

| Nivel de organizare | $k_p$ |
|---------------------|-------|
| Perfect             | 1,00  |
| Exceptional         | 1,26  |
| Foarte bine         | 1,58  |
| Bine                | 2,00  |
| Mijlociu            | 2,50  |
| Acceptabil          | 3,15  |
| Slab                | 4,00  |
| Foarte slab         | 5,00  |

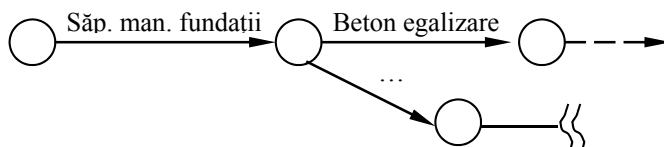
recomandat  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Acceptabil} \\ \text{Slab} \end{array} \right.$

$\alpha$  – reprezintă coeficientul de optimism și poate fi calculat cu relația :  $\alpha = 1 / I_{max}^{in}$  ,  $I_{max}^{in}$  – indicele maxim de îndeplinirea normelor de deviz,

$k_p$  – reprezintă coeficientul de pesimism și poate fi calculat cu relația :  $k_p = 1 / C_{ftl}$  ,  $C_{ftl}$  – reprezintă coeficientul de folosirea timpului de lucru. Valorile lui au fost calculate și puse în legătură cu nivelul de organizare al șantierului (conform tabelului de mai sus)

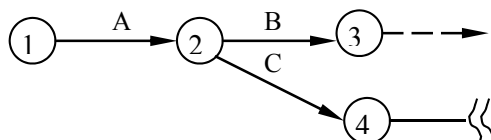
4. Întocmirea graficului rețea :

- a. provizoriu, cu înscrierea pe arce a denumirilor activităților

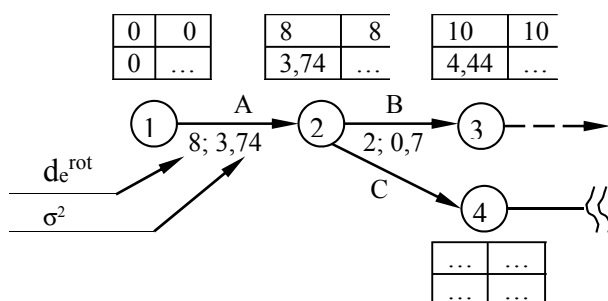


- b. eliminarea erorilor de logică și/sau reprezentare

- c. de bază, cu numerotarea nodurilor și înscrierea pe arce a simbolurilor provizorii ale activităților



5. Calculul termenelor evenimentelor în graficul rețea de bază



6. Calculul rezervelor de timp ale activităților și marcarea traseului drumului critic în graficul rețea de bază

Calculul rezervelor de timp ale activităților se face într-un tabel de forma :

| Nr crt | Denumire activitate | Cod activitate |       | t <sub>i</sub> <sup>0</sup> | t <sub>i</sub> <sup>1</sup> | t <sub>j</sub> <sup>0</sup> | t <sub>j</sub> <sup>1</sup> | d <sub>ij</sub> | R <sub>i</sub> <sup>ij</sup> | R <sub>l</sub> <sup>ij</sup> | R <sub>r</sub> <sup>ij</sup> | R <sub>s</sub> <sup>ij</sup> | Obs.    |
|--------|---------------------|----------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------|
|        |                     | Simbol         | i - j |                             |                             |                             |                             |                 |                              |                              |                              |                              |         |
| 1      | Săp. man. fundații  | A              | 1-2   | 0                           | 0                           | 8                           | 8                           | 8               | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            | critică |
| 2      | Beton egalizare     | B              | 2-3   | 8                           | 8                           | 10                          | 10                          | 2               | 0                            | 0                            | 0                            | 0                            | critică |
| 3      |                     |                |       |                             |                             |                             |                             |                 |                              |                              |                              |                              |         |
| ...    | ...                 | ...            | ...   | ...                         | ...                         | ...                         | ...                         | ...             | ...                          | ...                          | ...                          | ...                          | ...     |

$$R_t^{ij} = t_j^1 - t_i^0 - d_{ij} \quad ; \quad R_l^{ij} = t_j^0 - t_i^0 - d_{ij} \quad ;$$

$$R_r^{ij} = t_j^1 - t_i^1 - d_{ij} \quad ; \quad R_s^{ij} = t_j^0 - t_i^1 - d_{ij}$$

7. Probabilitatea înscrierii în durata prescrisă (disponibilă)

Se consideră că duratele activităților constituie mulțimi disjuncte și drept urmare dispersia totală a termenului final sau duratei totale de execuție,  $D_p$ , este egală cu suma dispersiilor activităților de pe drumul critic. Dacă notăm cu  $\sigma_{ij}$  abaterea medie pătratică a activității  $i-j$ , și cu  $Var_{ij}$  varianța (dispersia) activității  $i-j$ , atunci :  $Var_{ij} = (\sigma_{ij})^2$ .

Dispersia termenului final este ( $Var^{TF}$ ) :

$$Var^{TF} = \sum_{i,j \in cr} Var_{ij} \quad , \quad i, j \in cr - \text{toate activitățile } i-j \text{ aparținând drumului critic}$$

Dacă există mai multe drumuri critice ( $L$ ) atunci :

$$Var^{TF} = \max_{1 \leq l \leq L} \sum_{i,j \in cr_l} Var_{ij} \quad , \quad i, j \in cr_l - \text{toate activitățile } i-j \text{ aparținând drumului critic } l$$

Cunoscând dispersia termenului final,  $Var^{TF}$ , și rezerva finală de timp,  $R_{FT}$ , se poate calcula valoarea **variabilei normale întâmplătoare, Z** :

$$Z = \frac{R_{FT}}{\sqrt{Var^{TF}}} = \frac{D_d - D_p}{\sigma_{TF}}$$

$$\sigma_{TF} = \sqrt{Var^{TF}}$$

$D_d$  – durata disponibilă  
 $D_p$  – durata planificată,  
 rezultată din calculul  
 graficului rețea

Dacă se cunoaște Z atunci din tabelul de probabilități (dat la metoda GANTT) se poate alege (determina) probabilitatea înscrierii în durata disponibilă (P).

| P [%] | 50 | 69  | 84  | 93  | 98  | 100 |
|-------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Z     | 0  | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 |

Se recomandă ca P să fie minim 0,84 (84 %).

8. Transpunerea rezultatelor în graficul de eșalonare de tip Gantt (în program minorant) :

- activități critice,
- activități necritice,
- rezerva de timp totală și liberă

| Nr. crt. | Denumire activitate | e   | d <sub>e</sub> <sup>rot</sup> | Eșalonare calendaristică                              |   |   |   |   |   |   |   |  |    |    |    |    |    |    |
|----------|---------------------|-----|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|----|----|----|----|----|----|
|          |                     |     |                               | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1        | Săp. man. fundații  | 4/- | 8                             | [Bar chart showing activity duration from day 1 to 8] |   |   |   |   |   |   |   |  |    |    |    |    |    |    |
| 2        | Beton egalizare     | 4/1 | 2                             |   |   |   |   |   |   |   |   | [Bar chart showing activity duration from day 9 to 10] |    |    |    |    |    |    |
| 3        | ...                 |     |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |  |    |    |    |    |    |    |
| ...      | ...                 | ... | ...                           |   |   |   |   |   |   |   |   |  |    |    |    |    |    |    |

Rezerva totală  
 Rezerva liberă  
 Activitate critică  
 Activitate necritică

9. Trasarea diagramelor de resurse, după cum urmează :

- a. forță de muncă pe total și pe meseriile principale
- b. materiale principale pe tipuri
- c. utilaje principale pe tipuri

10. Calculul coeficientului de aplatizare, Ca și optimizarea acestuia, astfel încât  $Ca \geq 0,65$ .

$$C_a = \frac{VM^{Tpr}_{man}}{D_p \times R_{max}} ; VM^{Tpr}_{man} = \gamma \times VM^{Tdet}_{man}$$

unde :  $VM^{Tpr}_{man}$  – este volumul total de muncă manual *probabilist*

$VM^{Tdet}_{man}$  – este volumul total de muncă manual determinist (de la M. Gant)

$D_p$  – durata programată pentru execuția lucrării, rezultată din graficul rețea

$R_{max}$  – efectivul maxim din diagrama de forță de muncă pe total

11. Calcul nivelului de rigiditate a grafului :

- a. coeficientul densității

$$C_d = \frac{\sum d_{ij}}{\sum (d_{ij} + Re^i)} , \quad C_d \leq 0,85$$

unde :  $\sum d_{ij}$  – suma duratelor activităților

$Re^i$  – rezervele de timp ale evenimentelor,

$$Re^i = t_i^1 - t_i^0$$

- b. coeficientul complexității

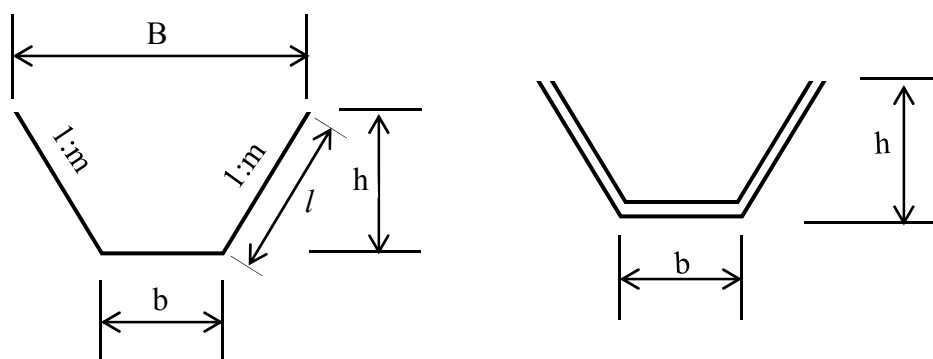
$$C_c = \frac{N_{total\ activități}}{N_{total\ evenimente}} , \quad C_c \geq 1,50$$

- c. coeficientul relațiilor

$$C_r = \frac{N_{total\ activități\ critice}}{N_{total\ activități}} , \quad C_r \leq 0,70$$

2.2.2 Exemplu de planificare cu MDC

1. Enunț : Să se planifice cu ajutorul metodei drumului critic, varianta CPM, planificarea în timp a execuției lucrării din figura de mai jos :



2. Lista de activități

Unitatea de timp folosită la eșalonare :  $ut=1$  schimb = 8 ore

| Cod activitate | Denumire activitate                 | Articole componente |  |        |           | NT<br>$\frac{om}{mas} \times ore$ | Volum de muncă |                   |                          | e     | d | $d_e$ | $d_{e^{rot}}$ | Observații <sup>7</sup> |
|----------------|-------------------------------------|---------------------|--|--------|-----------|-----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------|-------|---|-------|---------------|-------------------------|
|                |                                     | Simbol              | Denumire articol                           | U M    | Cantitate |                                   | V <sub>m</sub> | V <sub>Mart</sub> | V <sub>Mactivitate</sub> |       |   |       |               |                         |
| A              | Săpătură mecanică                   | TsC03e1             | Săp. mec. excavator                        | 100 mc | 4,73      | - / 1,95                          | - / 9,22       | - / 1,15          | - / 1,15                 | - / 1 | 1 | 1,5   | 2             | Excavator               |
| B              | Săp. manuale ptr. rectificare       | TsA05c1             | Săp. man. h=0-2,0 m                        | mc     | 52,5      | 2,14 / -                          | 112,35 / -     | 14,04 / -         | 14,04 / -                | 5 / - | 3 | 4,5   | 5             | Necalificat             |
| C              | Strat drenant din balast            | IfB09b2             | Str. drenant 10 cm                         | mp     | 62,23     | 0,2 / -                           | 12,46 / -      | 1,56 / -          | 2,78 / -                 | 3 / - | 1 | 1,5   | 2             | Pietrar                 |
|                |                                     | TRB01c15            | Trans. balast - roaba                      | t      | 11,2      | 0,872 / -                         | 9,77 / -       | 1,22 / -          |                          |       |   |       |               |                         |
| D              | Pereu uscat din piatră brută        | IfB06c1             | Pereu uscat 30 cm, piatră brută            | mp     | 62,23     | 1,08 / -                          | 67,21 / -      | 8,40 / -          | 11,60 / -                | 4 / - | 3 | 4,5   | 5             | Pietrar                 |
|                |                                     | TRB01c15            | Trans. piatră brută - roaba la 50 m        | t      | 29,5      | 0,872 / -                         | 25,7 / -       | 3,2 / -           |                          |       |   |       |               |                         |
| E              | Transport pământ din săpătură       | TRA01a10P           | Transp cu autobasculanta la 10 Km          | t      | 892,5     | 0,0728                            | - / 64,97      | - / 8             | - / 8                    | - / 2 | 4 | 6,0   | 6             | Autobasculantă          |
| F              | Transport cu autobasc. balast       | TRA01a25            | Transp. cu autobasc. balast la 25 Km       | t      | 11,2      | 0,143                             | - / 1,6        | - / 0,2           | - / 0,2                  | - / 1 | 1 | 1,5   | 2             | Autobasculantă          |
| G              | Transport cu autobasc. piatră brută | TRA01a40            | Transp. cu autobasc. piatră brută la 40 Km | t      | 29,5      | 0,543                             | - / 16,02      | - / 2             | - / 2                    | - / 1 | 2 | 3,0   | 3             | Autobasculantă          |

Considerăm :  $\alpha = 0,8$  și  $k_p = 3,15$

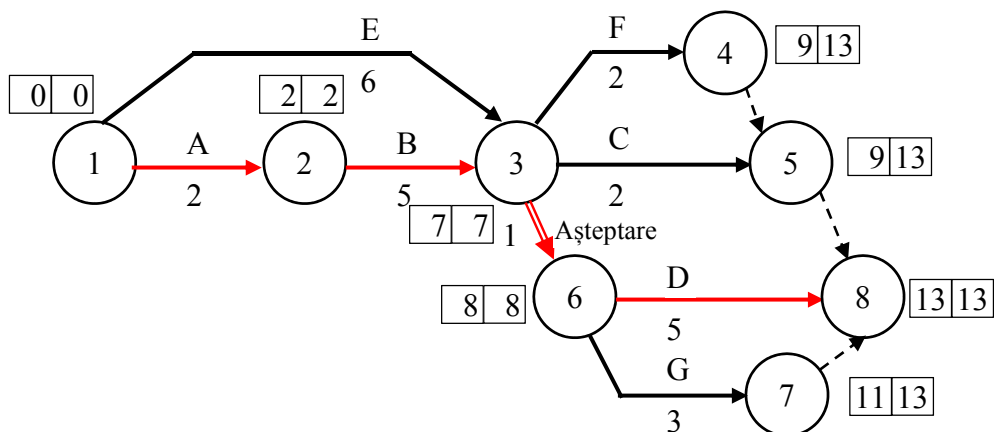
$$a = \alpha \times d = 0,8 \times d$$

$$b = k_p \times a = 3,15 \times 0,8 \times d = 2,52 \times d$$

$$d_e = (3 \times a + 2 \times b) / 5 = [\alpha (3 + 2 \times k_p) / 5] \times d = 1,488 \times d$$

<sup>7</sup> În această coloană se înscriu informații cu privire la componența formației de lucru pe fiecare activitate în parte (oameni – pe specialități, utilaje și mijloace de transport – pe tipuri)

3. Graficul rețea. Calculul termenelor evenimentelor. Evidențierea activităților critice în graficul rețea (activitățile marcate cu roșu) :



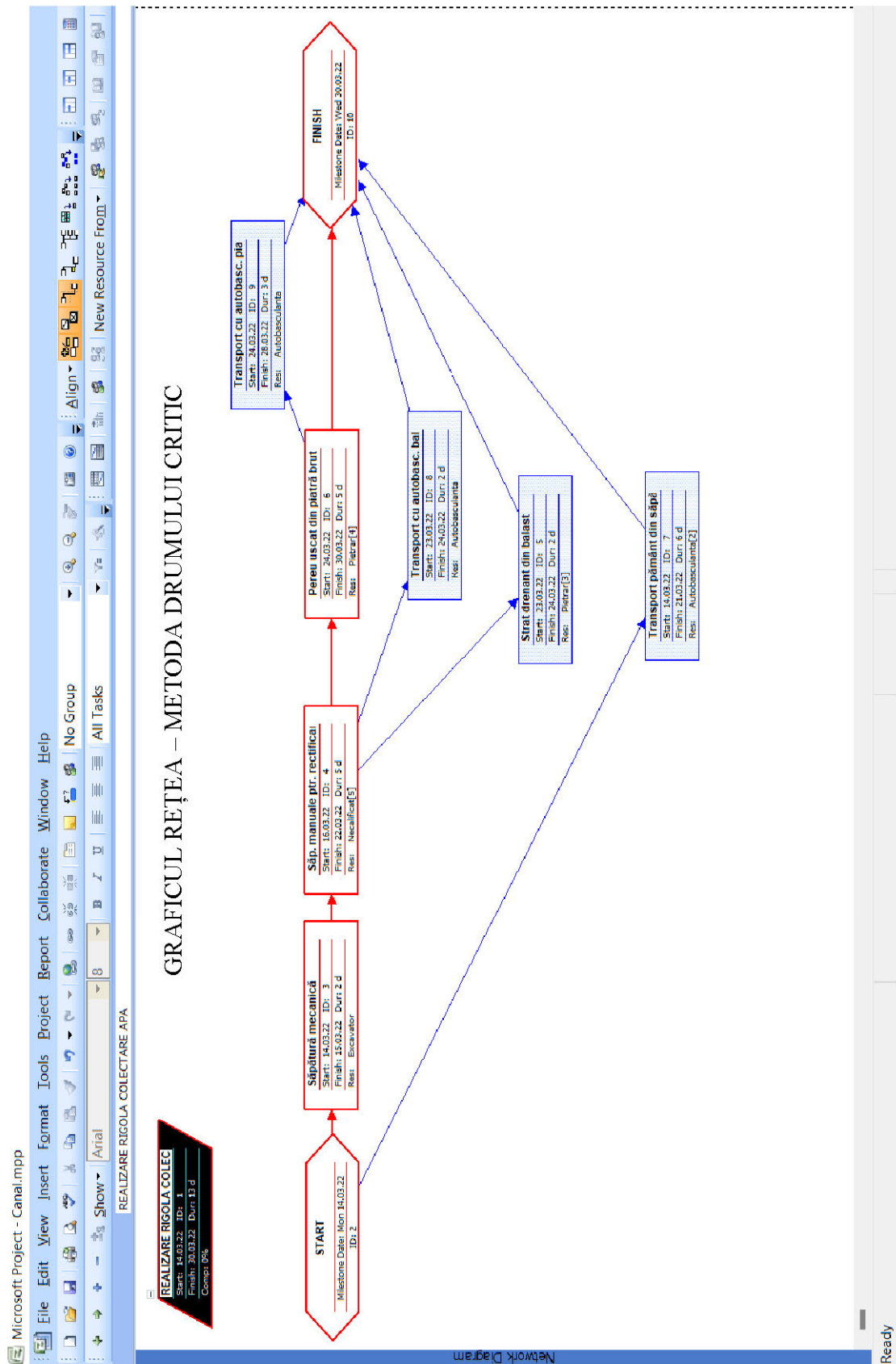
4. Calculul rezervelor de timp ale activităților

| Nr crt | Denumire activitate                 | Cod activitate |       | $t_i^0$ | $t_i^1$ | $t_j^0$ | $t_j^1$ | $d_{ij}$ | $R_t^{ij}(x)$ | $R_t^{ij}(-)$ | $R_s^{ij}$ | $R_s^{ij}$ | Obs.    |
|--------|-------------------------------------|----------------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|---------------|---------------|------------|------------|---------|
|        |                                     | Simbol         | $i-j$ |         |         |         |         |          |               |               |            |            |         |
| 1      | Săpătură mecanică                   | A              | 1-2   | 0       | 0       | 2       | 2       | 2        | 0             | 0             | 0          | 0          | critică |
| 2      | Săp. manuale ptr. rectificare       | B              | 2-3   | 2       | 2       | 7       | 7       | 5        | 0             | 0             | 0          | 0          | critică |
| 3      | Strat drenant din balast            | C              | 3-5   | 7       | 7       | 9       | 13      | 2        | 4             | 0             | 4          | 0          | necr.   |
| 4      | Pereu uscat din piatră brută        | D              | 6-8   | 8       | 8       | 13      | 13      | 5        | 0             | 0             | 0          | 0          | critică |
| 5      | Transport pământ din săpătură       | E              | 1-3   | 0       | 0       | 7       | 7       | 6        | 1             | 1             | 1          | 1          | necr    |
| 6      | Transport cu autobasc. balast       | F              | 3-4   | 7       | 7       | 9       | 13      | 2        | 4             | 0             | 4          | 0          | necr    |
| 7      | Transport cu autobasc. piatră brută | G              | 6-7   | 8       | 8       | 11      | 13      | 3        | 2             | 0             | 2          | 0          | necr    |



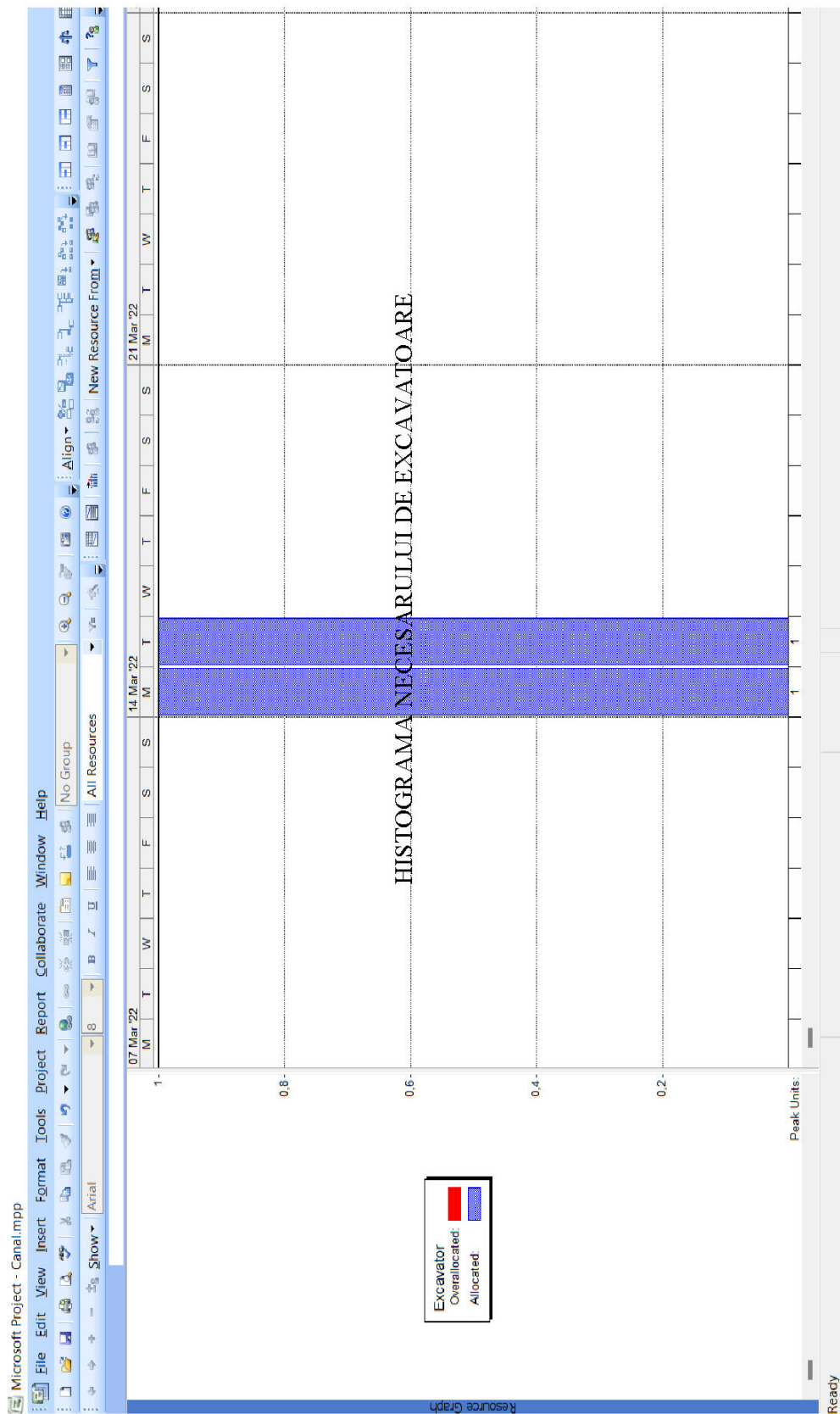


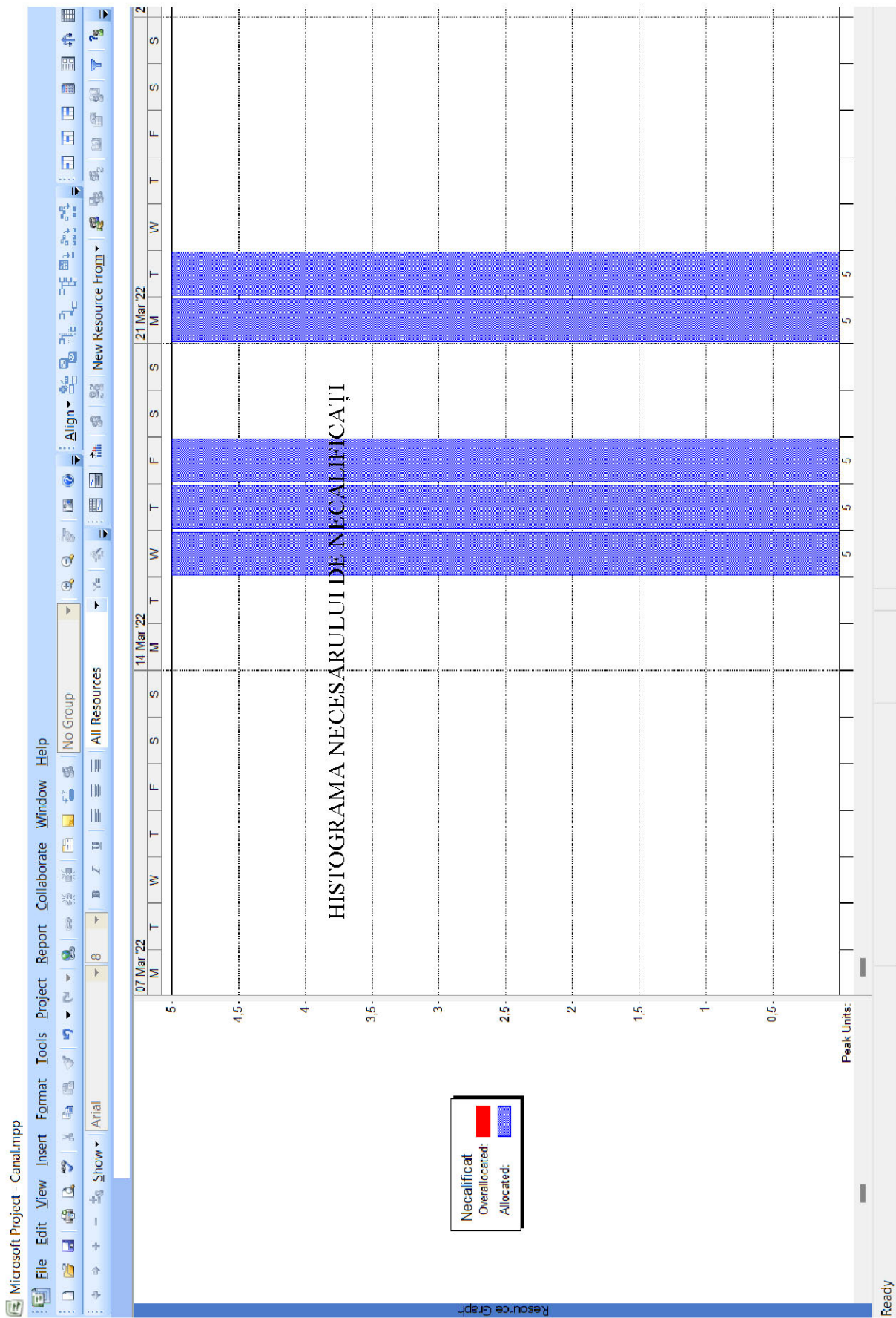
## 6. REZOLVAREA APLICAȚIEI FOLOSIND PROGRAMUL MICROSOFT PROJECT



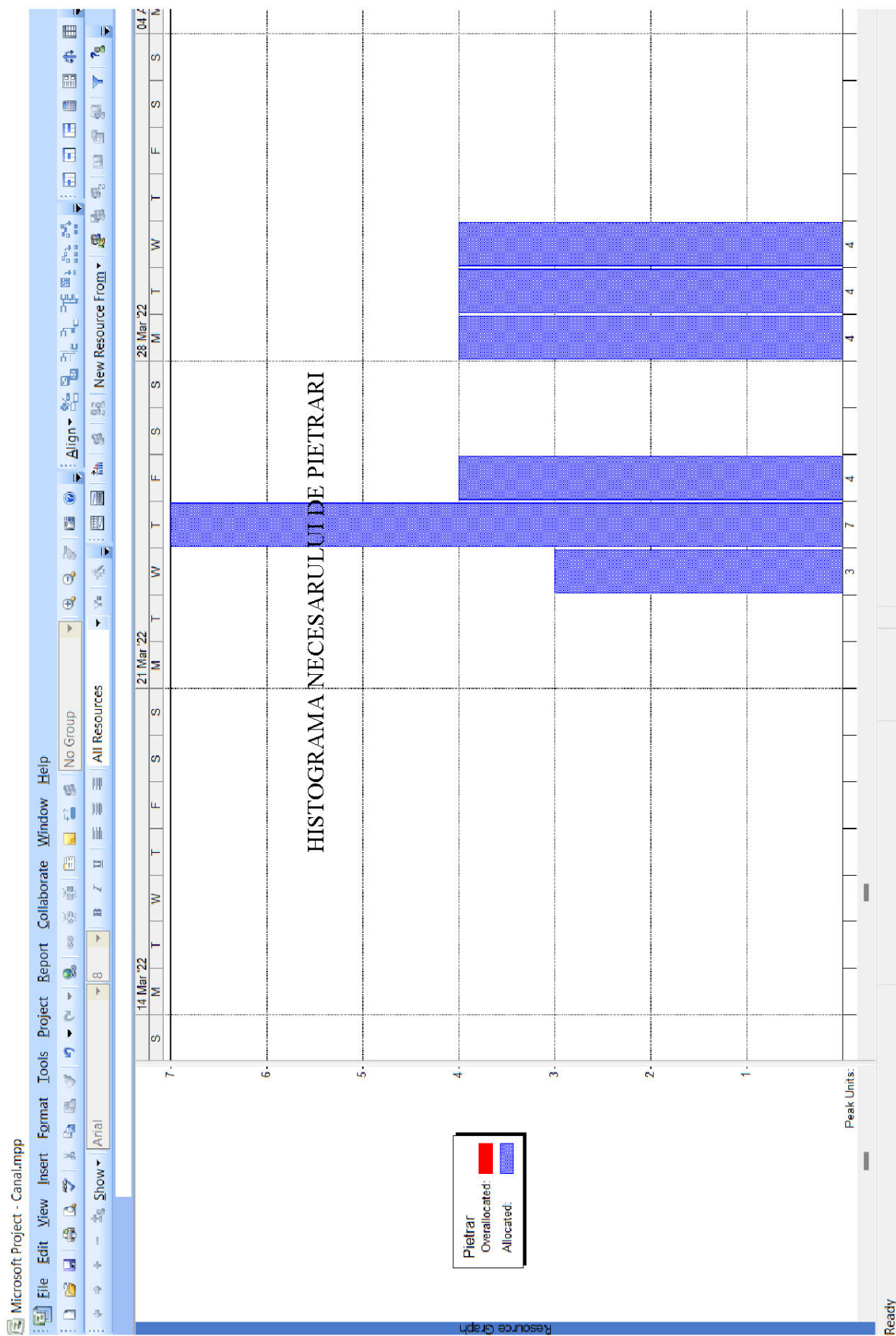


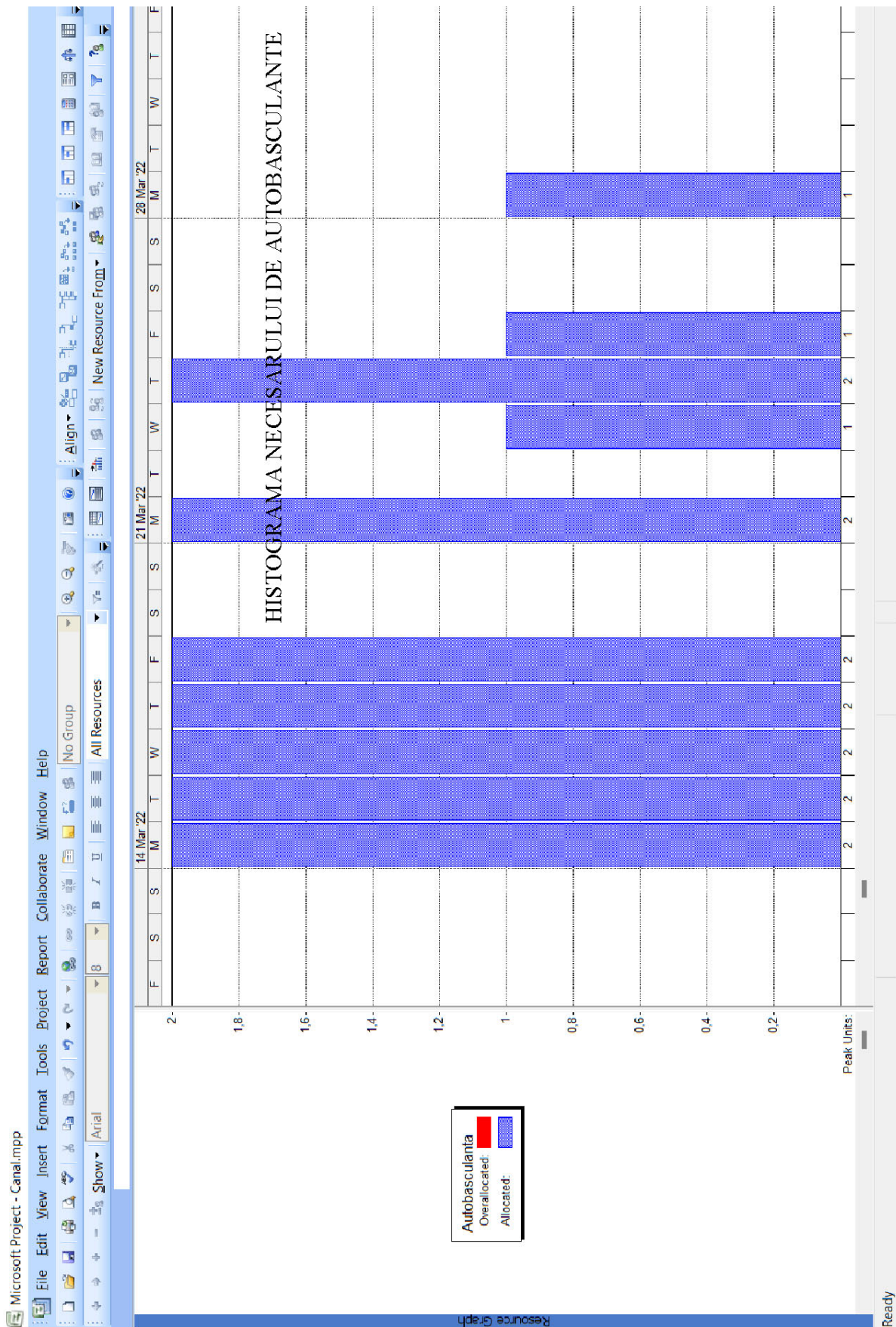
## 7. ALTE RAPOARTE OBTINUTE CU MICROSOFT PROJECT:















### 2.3. C3. Metoda în lanț

#### 2.3.1 Enunț și etape de elaborare

##### I. Enunț :

Să se programeze execuția în timp, folosind metoda în lanț, a ansamblului de lucrări format din \_\_\_\_\_ lucrări identice.

##### II. Etape de elaborare :

1. Stabilirea sectoarelor de lucru :  $N = 15 \dots 20$  sectoare egale
2. Întocmirea listei de activități pentru un sector (**toate articolele de deviz din antemăsurătoare se vor comasa în cca. 6...8 activități**)

| Denumire activitate | Articole componente |          |    |       | NT | Volum de muncă |             |               | $e_i$ | $d_i$ | $p_i$ | Obs. |
|---------------------|---------------------|----------|----|-------|----|----------------|-------------|---------------|-------|-------|-------|------|
|                     | Simbol              | Denumire | UM | Cant. |    | $V_m$          | $VM_{art.}$ | $VM_{act(i)}$ |       |       |       |      |
|                     |                     |          |    |       |    |                |             |               |       |       |       |      |
|                     |                     |          |    |       |    |                |             |               |       |       |       |      |
|                     |                     |          |    |       |    |                |             |               |       |       |       |      |
|                     |                     |          |    |       |    |                |             |               |       |       |       |      |

3. Calculul volumelor de muncă :  $V_m = Cant \times NT$ ,  $VM_{art} = V_m / ut_{[ore]}$ ,  $VM_{act} = \sum VM_{art(i)}$
4. Alegerea pasului lanțului :  $k = c.m.M.d.c.(VM_{act})$
5. Alegerea efectivului conform teoriei metodei în lanț,  $e_i$
6. Calculul duratelor :  $d_i = VM_{act} / e_i$
7. Optimizarea cuplului ( $e_i$ ,  $d_i$ ) astfel încât duratele să fie multiple :  $d_i = a_i \times k$
8. Determinarea numărului de echipe pentru fiecare activitate :  $p_i = d_i / k$
9. Calculul parametrilor lanțului general :
  - ◇  $T_C = T_D = (P-1) \times k + \sum x_i$  ;  $\sum x_i$  - întreruperile tehnologice și organizatorice
  - ◇  $P = \sum p_i$
  - ◇  $T = (N+P-1) \times k + \sum x_i$
  - ◇  $T_S = (N-P+1) \times k - \sum x_i$
  - ◇  $t = P \times k + \sum x_i$
10. Trasarea ciclogramei
11. Trasarea diagramelor de resurse după cum urmează :
  - a. Forță de muncă pe total și pe meseriile principale
  - b. Materiale principale pe tipuri
  - c. Utilaje principale pe tipuri
  - d. Beton și mortar în stare proaspătă



### 3. Cap. D. Organizarea de șantier și la obiect

**Enunț :** Pentru ansamblul de lucrări *format din sectoarele specificate la Metoda în Lanț* să se întocmească proiectul de organizare a șantierului și la obiect.

#### I. Elemente de bază

- A. Calculul suprafețelor de depozitare a materialelor principale
- B. Stabilirea construcțiilor tehnologice necesare și a amplasamentelor acestora pe platformă după cum urmează :
  - B.1. Sectoare de producție (ateliere de dulgherie, de fasonare a fierului beton, de preparare a betonului, a mortarului, ...)
  - B.2. Construcții pentru montaje (căi de rulare, schele mobile, ...)
  - B.3. Construcții pentru transporturi (drumuri, căi ferate, ...)
- C. Calculul spațiilor de cazare în vederea stabilirii construcțiilor social-culturale și de locuit.
- D. Calculul spațiilor administrative.

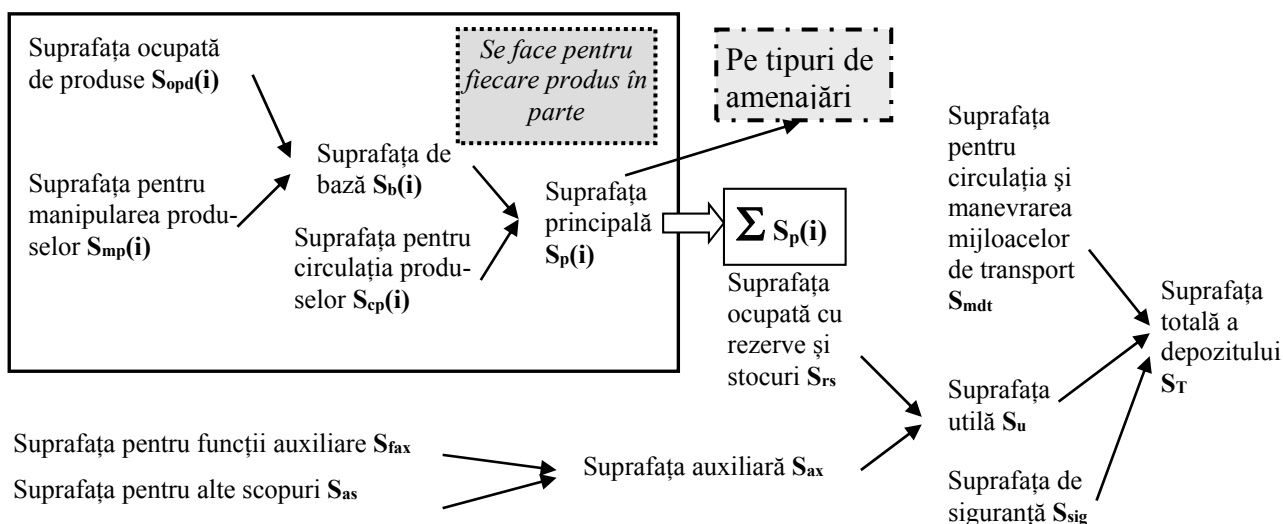
#### II. Planșa organizării de șantier și la obiect.

#### III. Memoriu tehnic-justificativ.

#### 3.1. ELEMENTE DE BAZĂ

##### 3.1.1. CALCULUL SUPRAFETELOR DE DEPOZITARE A MATERIALELOR PRINCIPALE

##### 3.1.1.1. Schema logică a determinării suprafeței totale pentru depozitare



### 3.1.1.2. Calculul suprafețelor de depozitare

i). *Calculul rezervei de dimensionare (Metoda “Clasică”)*

$$Rr(i) = \frac{C(i) \times Rul(i)}{n_c(i)} \times \frac{100 + p(i)}{100}$$

$C(i)$  - cantitatea de material  $i$  prevăzut în extrasul de materiale al documentației, **pentru toate cele  $N$  sectoare stabilite la Metoda în Lanț**;

$Rul(i)$  - numărul de intervale dintre două reaprovizionări succesive (rulajul normat) – **Anexa 7**;

$n_c(i)$  - durata de consum a materialului  $i$ , măsurat în număr de intervale de timp determinate între momentul în care se observă pentru prima dată consum de material  $i$  pe șantier și ultimul moment, indiferent dacă între timp există anumite întreruperi – **din diagramele de materiale de la Metoda în Lanț**;

$p(i)$  [%] - pierderile de materiale prin manipulații, transport, depozitare – **Anexa 7**.

$Rr(i)$  - rezerva de regularizare pentru materialul  $i$ .

$Rp(i)$  - rezerva de prevedere pentru materialul  $i$ .

$$Rp(i) = \alpha(i) \times Rr(i) ,$$

valoarea lui  $\alpha(i)$  poate fi determinată pe trei căi :

$$\alpha(i) = \rho(i) \times \eta(i),$$

$$\alpha(i) = 1 + \lg \frac{n_c(i)}{Rul(i)}$$

$$\alpha(i) = 1 + Z$$

$\rho(i)$  - factorul de siguranță privind livrările făcute de furnizor :

$$\rho(i) = \frac{1}{P_r(i)} \quad , \quad 1,25 \leq \rho(i) \leq 2,25$$

$P_r(i)$  - probabilitatea ca furnizorii să livreze materialele în sorto-tipo-dimensiunile, de calitate, cantitatea și la termenele prevăzute în contracte.

$\eta(i)$  - coeficientul de neuniformitate al execuției de pe șantier.

$$\eta(i) = \frac{1}{C_{fl}} = k_p \quad , \quad 1,1 \leq \eta(i) \leq 2,5$$

$Z$  - variabila normală întâmplătoare, a cărei valoare se alege de către proiectant (din tabelul de probabilități de la metoda Gantt).

Calculul valorii  $\alpha(i)$  se recomandă să se facă în toate trei variantele și să se aleagă valoarea cea mai mare.

$R_d(i)$  - rezerva de dimensionare pentru materialul  $i$ .

Dacă  $R_p(i) > Cant(i)$ , atunci  $R_p(i) = R_d(i) = Cant(i)$ , altfel :

$$R_d(i) = R_p(i) + \frac{C(i)}{n_c(i)}$$

## ii). Determinarea suprafețelor de depozitare

- 1)  $S_{\text{opd}}(i) = R_d(i) \times N_s(i) = R_d(i) / A_s(i)$   
 $A_s(i)$  – din *Anexa nr. 7*
- 2)  $S_{\text{mp}}(i) = \alpha(i) \times \beta(i) \times S_{\text{opd}}(i)$ ,  
 $\alpha(i)$  = coeficientul utilizării suprafeței,  
 $\alpha(i) \in [0,5 \div 0,6]$   
 $\beta(i)$  = coeficientul încărcării suprafeței utile,  
 $\beta(i) \in [0,2 \div 0,3]$
- 3)  $S_b(i) = S_{\text{opd}}(i) + S_{\text{mp}}(i)$
- 4)  $S_{\text{cp}}(i) = \gamma(i) \times S_b(i)$   
 $\gamma(i)$  = coeficientul ponderii circulației (invers proporțional cu mărimea depozitului),  
 $\gamma(i) \in [0,1 \div 0,3]$
- 5)  $S_p(i) = S_b(i) + S_{\text{cp}}(i)$  – se defalcă pe tipuri de amenajări
- 6)  $S_{\text{rs}} = \sum_{i=1}^n S_p(i)$ , n – numărul total de materiale
- 7)  $S_{\text{fax}} = S_{\text{nt}} \times N_{\text{TESA}}$ ,  
 $S_{\text{nt}}$  = suprafața normată pentru o persoană încadrată în personalul TESA;  
 $S_{\text{nt}} = (4 \dots 6) \text{ m}^2/\text{persoană}$   
 $N_{\text{TESA}}$  = numărul de personal TESA din depozit =  $(25 \dots 30)\% \times N_{\text{dep}}$
- 8)  $S_{\text{as}} = N_{\text{dep}} \times \sum_{k=1}^5 \rho(k)$ ,  
 $N_{\text{dep}}$  = numărul de oameni ce lucrează ca manipulanți în depozit;  
 $N_{\text{dep}} = (5 \dots 15)\%$  din maximul forței de muncă din graficul de eșalonare de la metoda în lanț.
  - ◇ vestiare  $\rho(1) = 0,65 \text{ m}^2/\text{om}$
  - ◇ spălătoare  $\rho(2) = 0,30 \text{ m}^2/\text{om}$
  - ◇ adăposturi  $\rho(3) = 0,50 \text{ m}^2/\text{om}$
  - ◇ fumoare  $\rho(4) = 0,10 \text{ m}^2/\text{om}$
  - ◇ WC-uri  $\rho(5) = 0,05 \text{ m}^2/\text{om}$
- 9)  $S_{\text{ta}} = S_{\text{fax}} + S_{\text{as}}$
- 10)  $S_u = S_{\text{rs}} + S_{\text{ta}}$
- 11)  $S_{\text{dmt}} = \sigma \times S_u$   
 $\sigma$  – coeficientul circulației la nivelul întregului depozit (invers proporțional cu mărimea depozitului),  $\sigma \in [0,2 \div 0,5]$
- 12)  $S_{\text{sig}} = \varepsilon \times (S_u + S_{\text{dmt}})$   
 $\varepsilon$  - coeficientul de siguranță,  $\varepsilon \in [0,05 \div 0,10]$

$$13) S_T = S_u + S_{dmt} + S_{sig}$$

Calculule se vor orienta tabelar (vezi tabelul de mai jos):

| Nr crt | Denumire material | UM | Cant(i) | n <sub>c</sub> (i) [zile] | Rulaj(i) [zile] | p(i) [%] | ρ(i) | η(i) | R <sub>c</sub> (i) | R <sub>p</sub> (i) | R <sub>d</sub> (i) | A <sub>s</sub> (i) | S <sub>opd</sub> (i) | α(i) | β(i) | S <sub>mp</sub> (i) | S <sub>b</sub> (i) | γ(i) | S <sub>ep</sub> (i) | Sp(i), pe tipuri de amenajări |            |             | S <sub>rs</sub> |
|--------|-------------------|----|---------|---------------------------|-----------------|----------|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|------|------|---------------------|--------------------|------|---------------------|-------------------------------|------------|-------------|-----------------|
|        |                   |    |         |                           |                 |          |      |      |                    |                    |                    |                    |                      |      |      |                     |                    |      |                     | siloz                         | dep închis | dep deschis |                 |
| 1      | 2                 | 3  | 4       | 5                         | 6               | 7        | 8    | 9    | 10                 | 11                 | 12                 | 13                 | 14                   | 15   | 16   | 17                  | 18                 | 19   | 20                  | 21                            | 22         | 23          | 24              |
|        |                   |    |         |                           |                 |          |      |      |                    |                    |                    |                    |                      |      |      |                     |                    |      |                     |                               |            |             | Σ               |

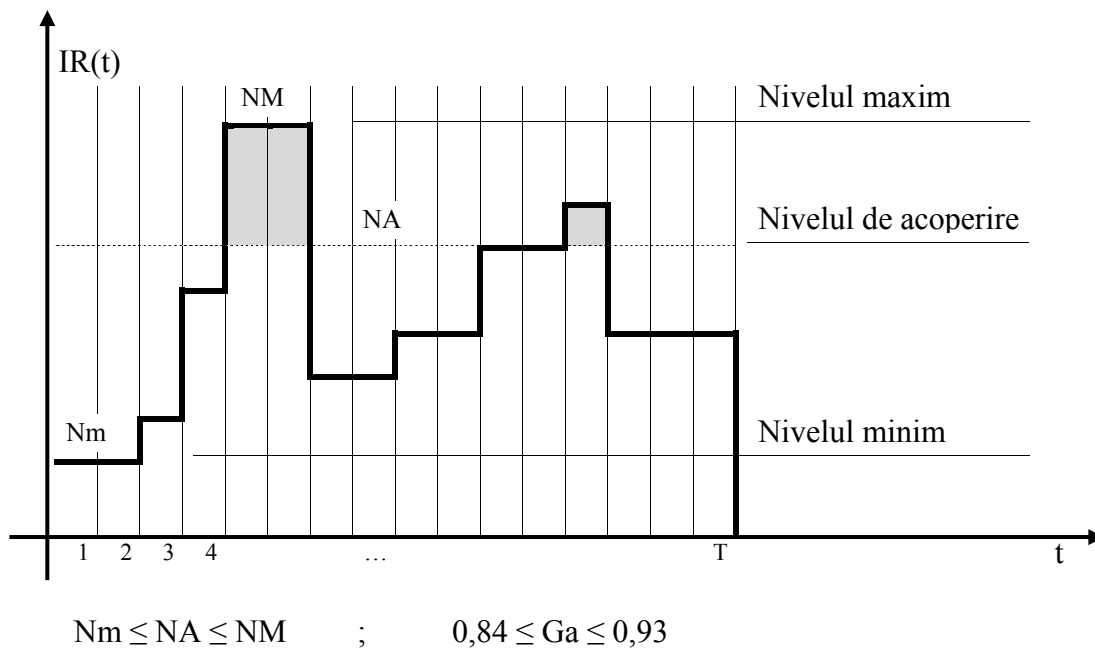
$$S_{fax}, S_{sas} \Rightarrow S_{ta}, \dots$$

Fiecare produs se introduce în tabelul de mai sus, determinându-i-se suprafața necesară de depozitare în funcție de tipul de amenajare de care are nevoie. La sfârșit toate acestea se vor însuma obținând suprafața ocupată cu rezerve și stocuri (S<sub>rs</sub>). Sub tabel se vor calcula toate celelalte suprafețe necesare la nivelul întregului depozit, conform relațiilor 7...13 de mai sus.

### 3.1.2. STABILIREA CONSTRUCȚIILOR TEHNOLOGICE

#### 3.1.2.1. Sectoarele de producție. Dimensionarea stației de betoane și de mortare.

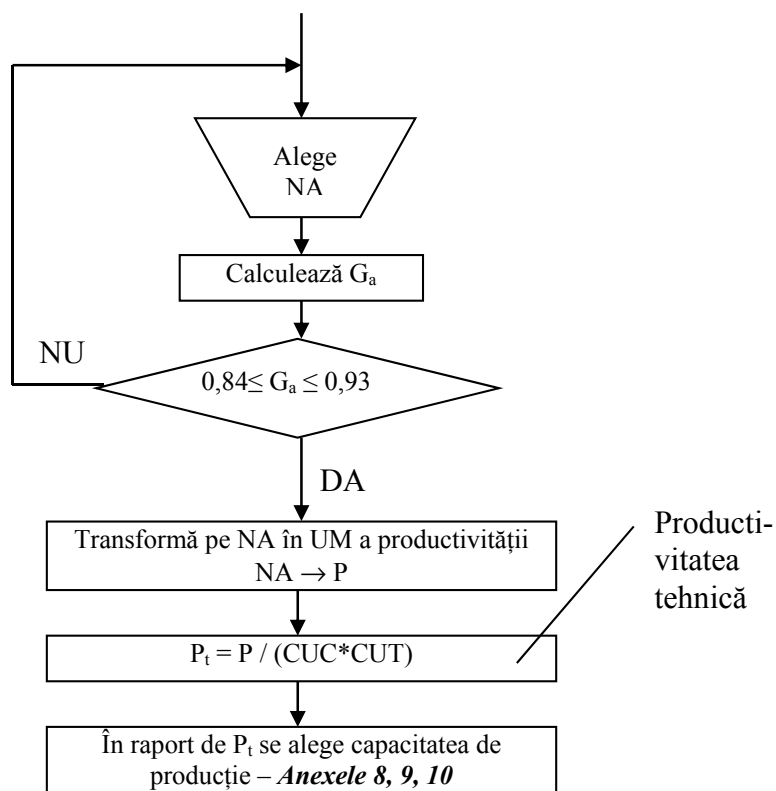
Se utilizează diagramele de semiproduse de la metoda în lanț (diagrama de beton și mortar în stare proaspătă).



$$G_a = \frac{\sum_{t=1}^T IR(t) - \sum_{t=1}^T SUPR(t)}{\sum_{t=1}^T IR(t)}, \text{ în care}$$

$$SUPR(t) = \begin{cases} [IR(t) - N_A] & | \quad IR(t) > N_A \\ 0 & | \quad IR(t) \leq N_A \end{cases}, (t = 1 \dots T)$$

Alegerea capacității de producție se poate face urmând schema logică de mai jos:



unde :

P – Productivitatea teoretică

P<sub>t</sub> – Productivitatea tehnică

CUC – Coeficientul de utilizare a capacității

CUT – Coeficientul de utilizare a timpului de lucru

G<sub>a</sub> – Gradul de acoperire

SUPR(t) – Aria diagramei de deasupra nivelului de acoperire (NA) – (partea hașurată din diagramă).

Se recomandă ca  $CUC * CUT > 0,6$

3.1.3. Norme de suprafață și pierderi admisibile la depozitarea materialelor de construcții<sup>8</sup>

| Nr. crt. | Denumirea materialului  | Tip depozit | UM  | UM/m <sup>2</sup> (As) | Pierderi admisibile în %, (p) | Rulajul normat la aprovizionare pe, (Rul) |          |          |
|----------|---|-------------|-----|------------------------|-------------------------------|---|----------|----------|
|          |   |             |     |                        |                               | CFR                                       | ≤ 100 km | > 100 km |
| 1        | Azbociment plăci  | deschis     | mp  | 50 ÷ 70                | 1,00                          | -   | -        | -        |
| 2        | Azbociment tuburi   | deschis     | ml  | 6 ÷ 15                 | 2,00                          | 50÷75                                     | 20÷30    | 30÷50    |
| 3        | Bitum în butoaie  | deschis     | t   | 1,1÷1,7                | 0,50                          | -   | -        | -        |
| 4        | Bitum în total  | acoperit    | t   | 1,3÷2,0                | 1,00                          | -   | -        | -        |
| 5        | Blocuri de beton și alte materiale prefabricate de forma paralelipipedică | deschis     | mc  | 1,4÷1,8                | 2,00                          | 25÷30                                     | 10÷15    | 20÷25    |
| 6        | Calupuri de lemn  | acoperit    | buc | 1600 ÷ 1800            | 1,50                          | 35÷40                                     | 15÷20    | 25÷30    |
| 7        | Calupuri piatră, pavele   | deschis     | t   | 1,4÷1,6                | 0,50                          | 50÷60                                     | 15÷20    | 25÷30    |
| 8        | Carton asfaltat   | închis      | mp  | 300÷500                | -                             | -   | -        | -        |
| 9        | Cărămizi  | deschis     | buc | 700÷800                | 2,00                          | 15÷20                                     | 5÷10     | 10÷15    |
| 10       | Cărămizi refractare   | acoperit    | t   | 2,5÷3,0                | 2,00                          | -   | -        | -        |
| 11       | Cărbuni de lemn   | acoperit    | t   | 2,0÷2,5                | 1,00                          | 25÷30                                     | 15÷25    | 20÷25    |
| 12       | Cărbuni „de piatră”   | acoperit    | t   | 4,0÷4,6                | 1,00                          | 25÷30                                     | 15÷25    | 20÷25    |
| 13       | Ciment în saci  | închis      | t   | 1,0÷1,2                | 0,85                          | 25÷30                                     | 10÷15    | 20÷25    |
| 14       | Ciment în vrac  | siloz       | t   | 1,0÷1,2                | 2,88                          | 25÷30                                     | 10÷15    | 20÷25    |
| 15       | Confecții metalice  | acoperit    | t   | 0,5÷0,8                | -                             | -   | -        | -        |
| 16       | Covor P.V.C   | închis      | mp  | 150÷200                | -                             | -   | -        | -        |
| 17       | Dale de beton ptr. pavaje   | deschis     | mp  | 8,00÷9,00              | 2,00                          | 25÷30                                     | 10÷15    | 20÷25    |
| 18       | Dulapi și scânduri de brad/fag  | acoperit    | mc  | 1,00÷1,60              | -                             | 35÷40                                     | 15÷20    | 25÷30    |
| 19       | Faianță în plăci  | închis      | mp  | -                      | -                             | -   | -        | -        |
| 20       | Filer de calcar   | închis      | t   | 1,20÷1,70              | 3,00                          | -   | -        | -        |
| 21       | Geamuri   | acoperit    | mp  | 50,0÷60,0              | 5,00                          | -   | -        | -        |
| 22       | Grinzi de lemn  | deschis     | mc  | 1,00÷1,60              | -                             | 35÷40                                     | 15÷20    | 25÷30    |
| 23       | Ipsos în saci   | închis      | t   | 1,20÷1,50              | 0,85                          | 20÷30                                     | 10÷15    | 25÷35    |
| 24       | Lemn rotund   | deschis     | mc  | 1,70÷2,60              | -                             | 35÷40                                     | 15÷20    | 25÷30    |
| 25       | Oțel beton  | deschis     | t   | 2,80÷3,50              | -                             | 50÷75                                     | 20÷30    | 30÷50    |
| 26       | Oțel profilat   | acoperit    | t   | 0,80÷1,40              | -                             | 70÷90                                     | 30÷50    | 50÷70    |
| 27       | Oxigen tehnic   | acoperit    | tub | 6,00÷9,00              | -                             | -   | -        | -        |
| 28       | Parchet   | închis      | mp  | 30,0÷40,0              | -                             | 30÷40                                     | 15÷20    | 25÷30    |
| 29       | Piatră brută  | deschis     | t   | 2,50÷3,50              | 1,00                          | 50÷60                                     | 25÷30    | 35÷40    |
| 30       | Piatră spartă   | deschis     | t   | 2,50÷3,50              | 3,00                          | 15÷20                                     | 5÷10     | 10÷15    |
| 31       | Pânză asfaltată   | închis      | mp  | 250÷300                | -                             | -   | -        | -        |
| 32       | Praf de piatră  | închis      | mc  | 1,50÷2,00              | 3,00                          | -   | -        | -        |
| 33       | Praf de șamotă  | închis      | t   | 1,00÷1,50              | 3,00                          | -   | -        | -        |
| 34       | Prefabricate din beton  | deschis     | mc  | 0,70÷0,90              | 0,50                          | 25÷30                                     | 15÷20    | 20÷25    |

<sup>8</sup> M. Rafiroiu ș.a. Îndrumător de proiectare – Organizarea și conducerea întreprinderilor de construcții, Timișoara, 1980

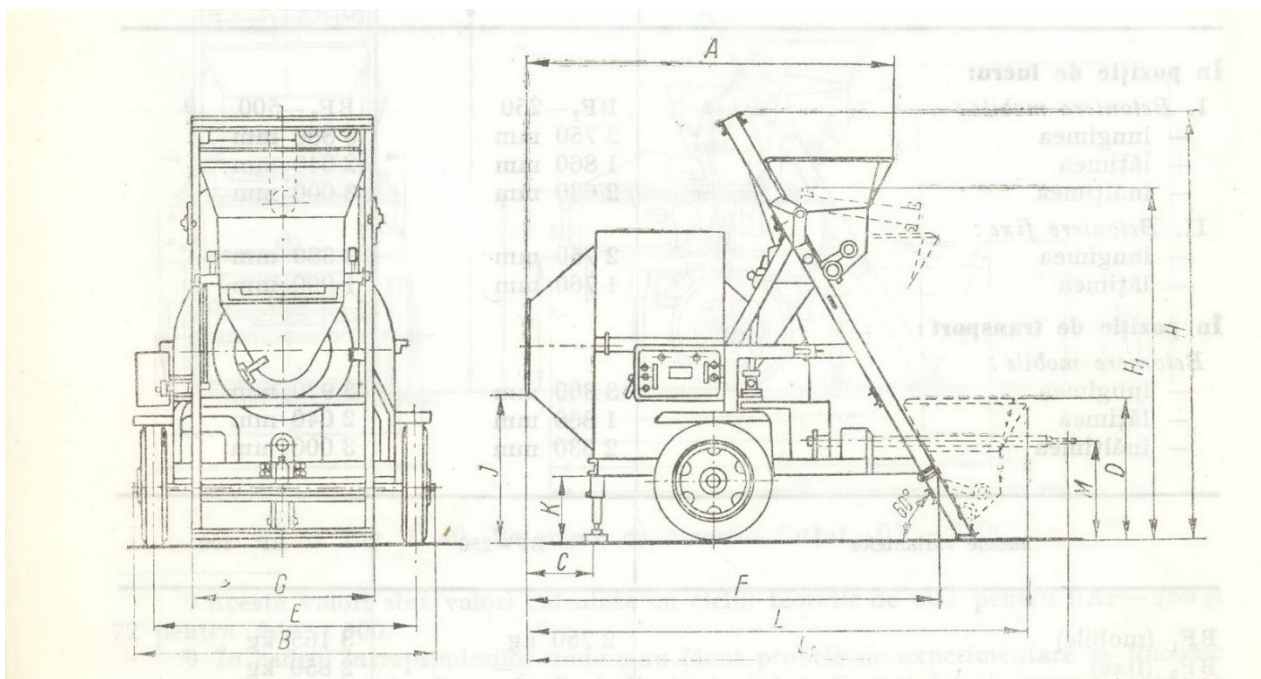
| Nr. crt. | Denumirea materialului            | Tip depozit | UM  | UM/m <sup>2</sup> (As) | Pierderi admisi-<br>bile în<br>%, (p) | Rulajul normat la<br>aprovizionare pe, ( <i>Rul</i> ) |             |             |
|----------|-----------------------------------|-------------|-----|------------------------|---------------------------------------|---|-------------|-------------|
|          |                                   |             |     |                        |                                       | CFR   | ≤ 100<br>km | > 100<br>km |
| 35       | Produse de balastieră             | deschis     | mc  | 1,00÷3,50              | 2,00                                  | 50÷60   | 20÷25       | 25÷30       |
| 36       | Rogojini din materiale izolatoare | închis      | mc  | 0,80÷1,20              | 3,5                                   | -   | -           | -           |
| 37       | Rumeguș de lemn                   | închis      | t   | 0,40÷0,60              | 3,0                                   | -   | -           | -           |
| 38       | Sârmă de orice fel                | acoperit    | t   | 0,80÷1,40              | -                                     | -   | -           | -           |
| 39       | Suspensie de bitum                | acoperit    | t   | 0,40÷0,60              | 0,50                                  | -   | -           | -           |
| 40       | Tablă de oțel                     | deschis     | t   | 1,40÷1,80              | -                                     | 50÷75   | 20÷30       | 30÷50       |
| 41       | Tablă de plumb                    | închis      | t   | 4,50÷5,00              | -                                     | -   | -           | -           |
| 42       | Tâmplărie de lemn                 | acoperit    | mp  | 6,00÷8,00              | -                                     | -   | -           | -           |
| 43       | Traverse beton sau lemn           | deschis     | buc | 8,00÷10,00             | -                                     | 70÷90   | 35÷50       | 50÷70       |
| 44       | Tuburi din beton                  | deschis     | ml  | 9,00÷12,00             | 1,0                                   | 25÷30   | 15÷20       | 20÷25       |
| 45       | Tuburi din fontă                  | deschis     | ml  | 14,00÷18,00            | 0,50                                  | 50÷75   | 25÷35       | 35÷50       |
| 46       | Țevi pentru construcție           | acoperit    | t   | 0,40÷1,20              | -                                     | 45÷60   | 20÷30       | 30÷45       |
| 47       | Țigle profilate, coame            | deschis     | buc | 300÷500                | 1,50                                  | -   | -           | -           |
| 48       | Var bulgări                       | închis      | t   | 1,60÷2,20              | 2,40                                  | 25÷30   | 10÷15       | 20÷25       |
| 49       | Var pastă (în groapă)             | deschis     | t   | 1,50÷3,00              | 2,40                                  | 25÷30   | 10÷15       | 20÷25       |
| 50       | Vopsele în bidoane                | închis      | t   | 1,00÷1,20              | -                                     | -   | -           | -           |
| 51       | Zgură de furnal                   | deschis     | t   | 3,40÷3,80              | 4,00                                  | -   | -           | -           |
| 52       | Zgură de locomotivă               | deschis     | t   | 3,00÷3,40              | 4,00                                  | -   | -           | -           |
| 53       | Materiale feroase de magazie      | închis      | t   | 2,00÷2,20              | -                                     | -   | -           | -           |
| 54       | Materiale lemnoase de magazie     | închis      | t   | 0,50÷0,60              | -                                     | -   | -           | -           |
| 55       | Materiale pulverulente            | închis      | t   | 0,40÷0,80              | -                                     | -   | -           | -           |
| 56       | Materiale mărunte                 | închis      | t   | 0,20÷0,50              | -                                     | -   | -           | -           |
| 57       | Unelte, scule, etc.               | închis      | t   | 100÷200                | -                                     | -   | -           | -           |

### 3.1.4. Betoniere cu cădere liberă<sup>9</sup> BL<sub>2</sub> – 250 de 250 l și BL<sub>2</sub> – 500 de 500 l

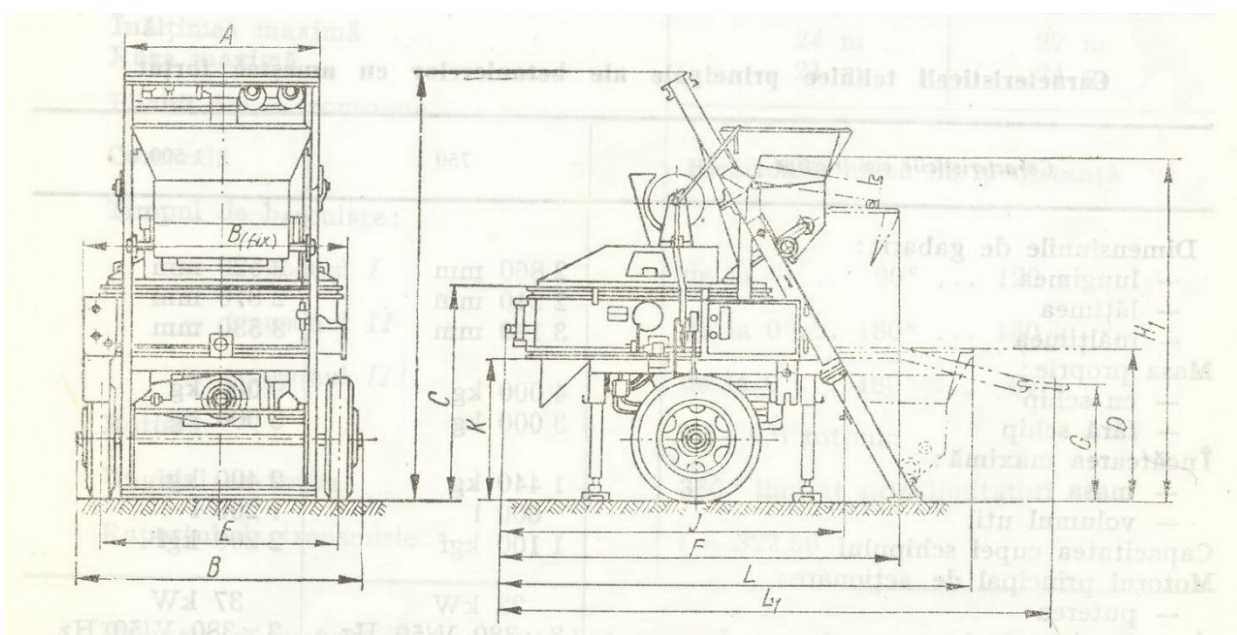
| Caracteristici                                    | UM          | Varianta              |                       |
|---|-------------|-----------------------|-----------------------|
|   |             | BL <sub>2</sub> – 250 | BL <sub>2</sub> – 500 |
| Capacitatea tobei (amestec uscat)                 | l           | 250                   | 500                   |
| Capacitatea cupei de încărcare                    | mc          | 0,36                  | 0,54                  |
| <b>Productivitatea practică (medie)</b>           | <b>mc/h</b> | <b>4,2</b>            | <b>8,4</b>            |
| Turația tobei de amestecare                       | rot/min     | 17                    | 14                    |
| Motorul electric pentru rotirea tobei             |             |                       |                       |
| - puterea   | kW          | 3                     | 4                     |
| - turația   | rot/min     | 1450                  | 1450                  |
| - tensiunea                                       | V           | 3×380/220             | 3×380/220             |
| Motorul electric pentru ridicarea schipului       |             |                       |                       |
| - puterea   | kW          | 4                     | 4                     |
| - turația   | rot/min     | 1450                  | 1450                  |
| - tensiunea                                       | V           | 3×380/220             | 3×380/220             |
| - dozarea apei                                    |             | Prin contor           | Prin contor           |
| Diametrul racordului de apă                       | mm          | 20                    | 32                    |
| Tensiunea circuitelor de comandă                  | V           | 24                    | 24                    |
| Trenul de rulare                                  |             |                       |                       |
| - numărul roților cu pneuri                       | buc         | 2                     | 2                     |
| - dimensiunile pneurilor                          | țol         | 7,50×16               | 34×7                  |
| - ecartamentul                                    | mm          | 1820                  | 2000                  |
| - viteza maximă de transport (în stare remorcată) | km          | 20                    | 20                    |
| Dimensiunile de gabarit                           |             |                       |                       |
| În poziție de lucru                               |             |                       |                       |
| - lungimea  | mm          | 2810                  | 2825                  |
| - lățimea   | mm          | 2100                  | 2340                  |
| - înălțimea                                       | mm          | 3000                  | 3175                  |
| În poziție de transport                           |             |                       |                       |
| - lungimea  | mm          | 3755                  | 4157                  |
| - lățimea   | mm          | 2100                  | 2340                  |
| - înălțimea                                       | mm          | 2500                  | 2650                  |
| Masa  | kg          | 1540                  | 2330                  |

<sup>9</sup> S. Pop, S. Tologea, ș.a. Îndrumătorul constructorului, vol. I, Ed Tehnică, București, 1981





Betoniere cu cădere liberă de 250 l capacitate (BL<sub>2</sub> – 250)



Betoniere cu amestec forțat de 250 l (BF<sub>1</sub> – 250)

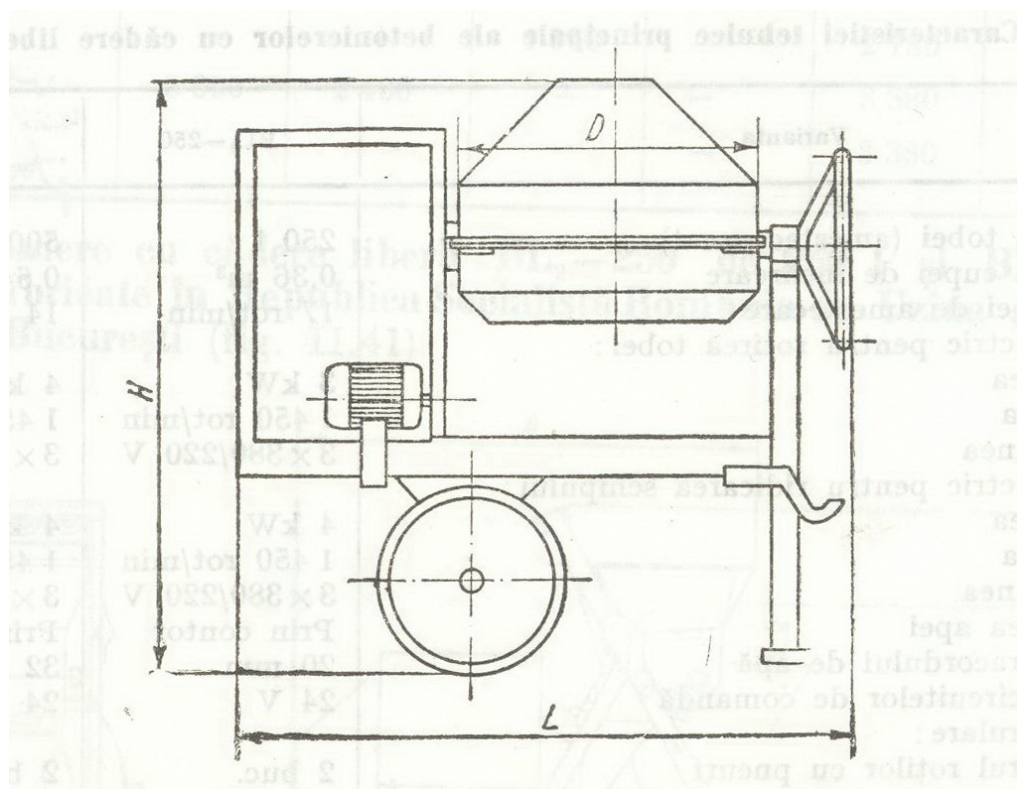
3.1.5. Betoniere cu amestec forțat<sup>10</sup> BF<sub>1</sub> – 250 de 250 l și BF<sub>1</sub> – 500 de 500 l

| Caracteristici                                    | UM          | Varianta              |                       |
|---|-------------|-----------------------|-----------------------|
|   |             | BF <sub>1</sub> – 250 | BF <sub>1</sub> – 500 |
| Capacitatea tobei (amestec uscat)                 | l           | 250 l                 | 500 l                 |
| <b>Productivitatea practică (medie)</b>           | <b>mc/h</b> | <b>5,25</b>           | <b>10,50</b>          |
| Turația axului cu palete                          | rot/min     | 36                    | 36                    |
| Motorul electric al axului cu palete              |             |                       |                       |
| - puterea   | kW          | 10                    | 17                    |
| - turația   | rot/min     | 1.450                 | 1.450                 |
| - tensiunea                                       | V           | 3×380/220             | 3×380/220             |
| Motorul electric pentru ridicarea schipului       |             |                       |                       |
| - puterea   | kW          | 3                     | 4                     |
| - turația   | rot/min     | 1440                  | 1440                  |
| - tensiunea                                       | V           | 3×380/220             | 3×380/220             |
| Dozarea apei                                      |             | -                     | Prin contor           |
| Diametrul racordului de apă                       | mm          | 32                    | 32                    |
| Tensiunea circuitelor de comandă                  | V           | 24                    | 24                    |
| Trenul de rulare (variante BF <sub>1</sub> )      |             |                       |                       |
| - numărul roților cu pneuri                       | buc         | 2                     | 2                     |
| - dimensiunile roților cu pneuri                  | țol         | 34×7                  | 34×7                  |
| - ecartamentul                                    | mm          | 1.550                 | 1.700                 |
| - viteza maximă de transport (în stare remorcată) | km/h        | 20                    | 20                    |
| Dimensiunile de gabarit                           |             |                       |                       |
| În poziție de lucru                               |             |                       |                       |
| <i>I. Betoniere mobile, BF<sub>1</sub> :</i>      |             |                       |                       |
| - lungimea  | mm          | 2.750                 | 3.380                 |
| - lățimea   | mm          | 1.860                 | 2.040                 |
| - înălțimea                                       | mm          | 2.630                 | 3.000                 |
| <i>II. Betoniere fixe, BF<sub>2</sub> :</i>       |             |                       |                       |
| - lungimea  | mm          | 2.750                 | 3.380                 |
| - lățimea   | mm          | 1.760                 | 1.900                 |
| În poziție de transport                           |             |                       |                       |
| <i>Betoniere mobile :</i>                         |             |                       |                       |
| - lungimea  | mm          | 3.300                 | 3.920                 |
| - lățimea   | mm          | 1.860                 | 2.040                 |
| - înălțimea                                       | mm          | 2.630                 | 3.000                 |
| Masa  |             |                       |                       |
| <i>Betoniere mobile, BF<sub>1</sub> :</i>         | kg          | 2.750                 | 3.165                 |
| <i>Betoniere fixe, BF<sub>2</sub> :</i>           | kg          | -                     | 2.850                 |

<sup>10</sup> Se execută în două variante : BF<sub>1</sub> – mobile pe pneuri, BF<sub>2</sub> – fixe.

## 3.1.6. Betoniera cu cădere liberă U – 100 M de 100 l

| Caracteristica                                  | UM          | U – 100 M   |             |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Capacitatea tobei de amestecare                 | l           | 100         |             |
| <b>Productivitatea practică (medie)</b>         | <b>mc/h</b> | <b>1,00</b> |             |
| Turația arborelui de antrenare                  | rot/min     | 233         |             |
| Turația tobei de amestecare                     | rot/min     | ≈ 22        |             |
| Diametrul maxim al tobei                        | mm          | 700         |             |
| Motorul electric de acționare                   |             | Varianta I  | Varianta II |
| - tipul   |             | monofazic   | trifazic    |
| - puterea                                       | kW          | 0,55        | 0,60        |
| - tensiunea                                     | V           | 220         | 220/380     |
| - turația                                       | rot/min     | 1290        | 1350        |
| Dimensiunile de gabarit în poziție de transport |             |             |             |
| - lungime                                       | mm          | 1575        |             |
| - lățime  | mm          | 845         |             |
| - înălțime                                      | mm          | 1430        |             |
| Greutatea constructivă                          | kg          | 135         |             |



Betonieră cu cădere liberă U – 100 – M de 100 l capacitate

## 3.1.7. Caracteristicile geometrice ale betonierelor:

| Caracteristica       | DIMENSIUNEA [mm] |       |                 |       |                 |       |                   | Observații |
|----------------------|------------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------------------|------------|
|                      | AMESTEC FORȚAT   |       |                 |       | CĂDERE LIBERĂ   |       |                   |            |
|                      | BF <sub>1</sub>  |       | BF <sub>2</sub> |       | BL <sub>2</sub> |       | U – 100 - M       |            |
|                      | 250 l            | 500 l | 250 l           | 500 l | 250 l           | 500 l | 100 l             |            |
| <b>A</b>             | 1.250            | 1.400 | 1.250           | 1.400 | 2.500           | 2.730 | -                 |            |
| <b>B</b>             | 1.860            | 2.040 | 1.760           | 1.900 | 2.100           | 2.340 | 845 <sup>11</sup> |            |
| <b>C</b>             | 1.450            | 1.580 | -               | -     | 330             | 500   | -                 |            |
| <b>D</b>             | 850              | 1.080 | -               | -     | -               | 1.030 | 700               |            |
| <b>E</b>             | 1.550            | 1.700 | -               | -     | 1.820           | 2.000 | -                 |            |
| <b>F</b>             | 2.300            | 2.800 | 2.300           | 2.800 | 2.665           | 3.075 | -                 |            |
| <b>G</b>             | 750              | 825   | -               | -     | 1.250           | 1.400 | -                 |            |
| <b>H</b>             | 2.630            | 3.000 | -               | -     | 3.000           | 3.175 | 1.430             |            |
| <b>H<sub>1</sub></b> | 2.300            | 2.400 | -               | -     | 2.500           | 2.650 | -                 |            |
| <b>J</b>             | 1.950            | -     | 1.950           | -     | 1.050           | 1.150 | -                 |            |
| <b>K</b>             | 950              | -     | -               | -     | 420             | 490   | -                 |            |
| <b>L</b>             | 2.750            | 3.380 | 2.750           | 3.380 | -               | 2.825 | 1.575             |            |
| <b>L<sub>1</sub></b> | 3.300            | 3.920 | -               | -     | 3.755           | 4.175 | -                 |            |
| <b>M</b>             | -                | -     | -               | -     | 693             | 720   | -                 |            |

<sup>11</sup> Lățimea de gabarit nu apare în schemă

### 3.1.8. Alte tipuri de betoniere :

## Betoniera LIMEX 125/165/190 L LS



### **Betoniera LIMEX 125L LS (coroana si pinion fonta)**

Motor monofazic 220-230 V, 50 Hz  
Putere 700W / S1 = (6-25%) , 2,6 A  
Număr rotații motor 2650 min<sup>-1</sup>  
Număr rotații cuva 28/min  
Clasa protecție II Grad de protecție IP44

Volum cuva betoniera 130 L ± 5%  
Nivel zgomot Lwp 85 dB  
Nivel zgomot Lwa 70 dB  
Material coroana: fonta  
Dimensiuni pachet 795 mm x 670 mm x 665 mm  
Dimensiuni asamblata 1140 mm x 720 mm x 1340 mm  
Greutate 48 Kg

**Informații utile betoniera 125L:** cantitate material 12 Kg ciment (1/4 saci).

**Atenție!** Coroana si pinionul betonierei nu se ung cu ulei sau vaselina iar pentru întreținere este necesar ca imediat după utilizare sa fie bine curățate si spălate cu apa

### **Betoniera LIMEX 165L LS (coroana si pinion fonta)**

Motor monofazic 220-230 V, 50 Hz

Putere 700W / S1 = (6-25%) , 2,6 A

Număr rotații motor 2650 min<sup>-1</sup>

Număr rotații cuva 28/min

Clasa protecție II

Grad de protecție IP44

Volum cuva 165 L ±5%

Nivel zgomot Lwp 85 dB

Nivel zgomot Lwa 70 dB

Material coroana: fonta

Dimensiuni pachet 835 mm x 795 mm x 705 mm

Dimensiuni asamblata 1240 mm x 790 mm x 1370 mm

Greutate 55,2 Kg

**Informații utile betoniera 165L:** cantitate material 25 Kg ciment (1/2 saci).

**Atenție!** Coroana si pinionul betonierei nu se ung cu ulei sau vaselina iar pentru întreținere este necesar ca imediat după utilizare sa fie bine curățate si spălate cu apa.

### **Betoniera LIMEX 190L LS (coroana si pinion fonta)**

Motor monofazic 220-230 V, 50 Hz

Putere 850W / S1 = (6-25%) , 3,9 A

Număr rotații motor 2720 min<sup>-1</sup>

Număr rotații cuva 28/min

Clasa protecție II

Grad de protecție IP44

Volum cuva 190 L ± 5%

Nivel zgomot Lwp 85 dB

Nivel zgomot Lwa 70 dB

Material coroana: fonta

Dimensiuni pachet 770 mm x 790 x 780 mm

Dimensiuni asamblata A x B x C: 1240 mm x 790 mm x 1450 mm

Greutate 56,2 Kg

**Informații utile betoniera 190L:** cantitate material 38 Kg ciment (3/4 saci).

**Atenție!** Coroana si pinionul betonierei nu se ung cu ulei sau vaselina iar pentru întreținere este necesar ca imediat după utilizare sa fie bine curățate si spălate cu apa.

## Betoniera 260/320L 230V P/320L 380V P



### Betoniera 260L 230V P

Dimensiuni gabarit

Înălțime X lățime X lungime min.(D1) X lungime max.(D2) - 1500 X 1150 X 1650 X 2200 mm

Înălțimea încărcăturii 1.100 mm

Înălțimea descărcăturii 520 mm

Cantitatea de lucru 150 dm<sup>3</sup>

Rotațiile tamburului betonierei 28 rot/min

**Productivitatea : 2,4 m<sup>3</sup>/h**

Greutate 200 Kg

Motor electric tip Sg904S

Putere 1,5 kW

Rotații 1.415 rot/min

Clasa protecție IP54

Tensiune 230 V

Frecvența 1/50 Hz

Nivel zgomot 87 dBA

### **Betoniera 320L 230V P**

Dimensiuni gabarit

Înălțime X lățime X lungime min.(D1) X lungime max.(D2) - 1600 X 1150 X 1650 X 2200 mm

Înălțimea încărcăturii 1.300 mm

Înălțimea descărcare 550 mm

Cantitatea de lucru 200 dm<sup>3</sup>

Rotațiile tamburului betonierei 28 rot/min

**Productivitate : 3 m<sup>3</sup>/h**

Greutate 240 Kg

Motor electric tip Sg904S

Putere 1,5 kW

Rotații 1.415 rot/min

Clasa protecție IP54

Tensiune 230 V

Frecvența 1/50 Hz

Nivel zgomot 87 dBA

### **Betoniera 320L 380V P**

Dimensiuni gabarit

Înălțime X lățime X lungime min.(D1) X lungime max.(D2) - 1600 X 1150 X 1650 X 2200 mm

Înălțimea încărcăturii 1300 mm

Înălțimea descărcării 550 mm

Cantitatea de lucru 200 dm<sup>3</sup>

Rotațiile tamburului betonierei 28 rot/min

**Productivitate : 3 m<sup>3</sup>/h**

Greutate 240 Kg

Motor electric tip Sg904S

Putere 1,5 kW

Rotații 1.415 rot/min

Clasa protecție IP54

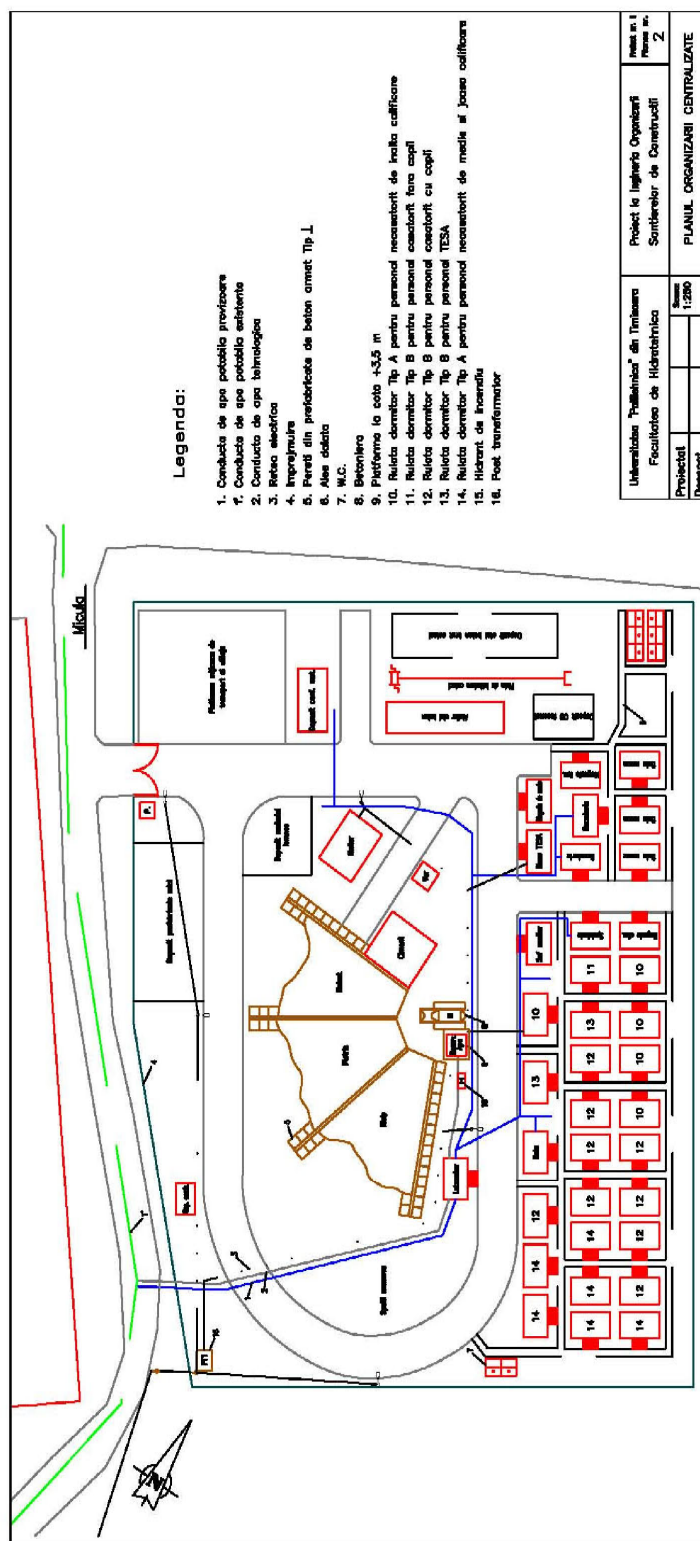
Tensiune 380 V

Frecvența 1/50 Hz

Nivel zgomot 87 dBA



### 3.2. PLANȘA ORGANIZĂRII DE ȘANTIER ȘI LA OBIECT



## 4. APLICAȚII

### 4.1 PROBLEMA 1 - METODA DRUMULUI CRITIC (MDC)

#### I. Enunț

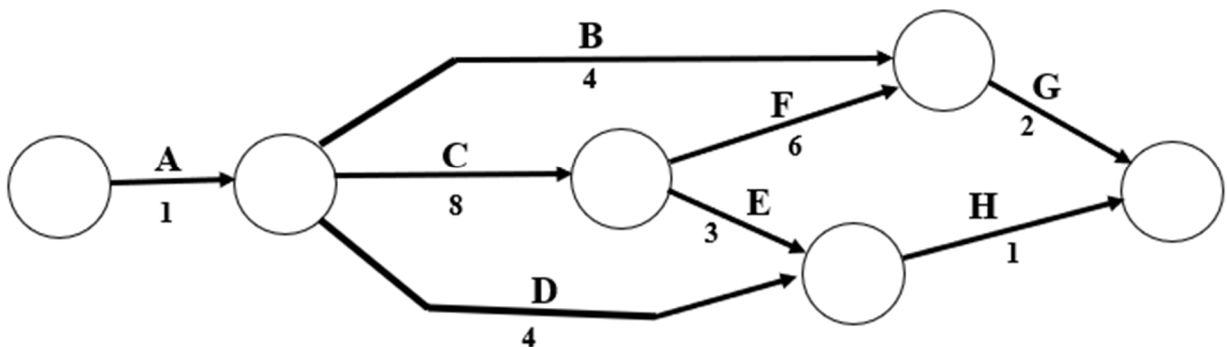
Să se programeze cu metoda drumului critic, varianta CPM, execuția în timp a unei lucrări a cărei listă de activități este dată în tabelul alăturat. Se cere :

- Alcătuirea graficului rețea,
- Calculul termenelor caracteristice ale activităților,
- Calculul rezervelor de timp ale activităților,
- Stabilirea traseului drumului critic,
- Transpunerea rezultatelor în graficul GANTT,
- Trasarea diagramei de efective
- Calculul coeficientului de aplatizare,  $C_a$ .

| Nr. crt. | Activitatea | Activitatea precedentă | $d_i$ | $e_i$ |
|----------|-------------|------------------------|-------|-------|
| 1        | A           | -                      | 1     | 2     |
| 2        | B           | A                      | 4     | 3     |
| 3        | C           | A                      | 8     | 2     |
| 4        | D           | A                      | 4     | 4     |
| 5        | E           | C                      | 3     | 4     |
| 6        | F           | C                      | 6     | 3     |
| 7        | G           | B, F                   | 2     | 5     |
| 8        | H           | D, E                   | 1     | 2     |

#### II. Etape de elaborare

- Alcătuirea graficului rețea:



- Calculul termenelor caracteristice ale activităților

#### Legendă:



-  $t_i^0$ , Termenul minim al activității (momentul cel mai devreme la care un eveniment **poate** avea loc);



-  $t_i^1$ , Termenul maxim al activității (momentul cel mai târziu la care un eveniment **trebuie** să aibă loc)

Reguli practice:- **prin convenție:**

- Termenul minim inițial al unei lucrări este zero:

$$t_1^0 = 0$$

- Termenul minim de terminare a unei lucrări este egal cu termenul maxim de terminare a aceleași lucrări.

$$t_n^1 = t_n^0$$

- **termenele minime** ale evenimentelor se calculează:

- de la stânga la dreapta;
- de-a lungul tuturor drumurilor posibile între evenimentul inițial al lucrării și evenimentul respectiv;
- adunând la termenul minim inițial al unei lucrări duratele tuturor drumurilor posibile dintre evenimentul inițial și evenimentul respectiv
- alegând durata drumului de lungime (durată) maximă.

*Exemplu:*

Calculul termenului minim în nodul 5:

|    |
|----|
| 15 |
|----|

$$t_5^0 = \max((t_2^0 + d_{25}); (t_3^0 + d_{35})) = \max((1 + 4); (9 + 6)) = \max(5; 15) = 15$$

- **termenele maxime** ale evenimentelor se calculează:

- de la dreapta spre stânga;
- de-a lungul tuturor drumurilor posibile între evenimentul final al lucrării și evenimentul respectiv;
- scăzând din termenul maxim al evenimentului final al lucrării, duratele tuturor drumurilor posibile dintre evenimentul respectiv și evenimentul final;
- alegând durata drumului de lungime (durată) minimă.

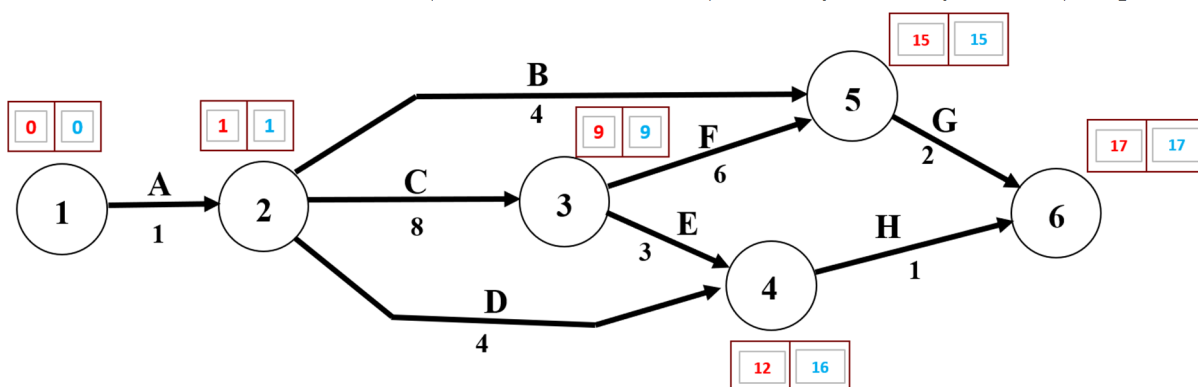
*Exemplu:*

Calculul termenului maxim în nodul 3:

|   |
|---|
| 9 |
|---|

$$t_3^1 = \min((t_4^1 - d_{34}); (t_5^1 - d_{35})) = \min((16 - 3); (15 - 6)) = \min(13; 9) = 9$$

Calculul termenelor minime și maxime ale activităților, conform Graficului rețea (pct. a)



c. Calculul rezervelor de timp ale activităților,  
Definirea rezevelor:

Rezerva totală ( $R_t^{ij}$ ):  $R_t^{ij} = t_j^l - t_i^0 - d_{ij}$ ; Rezerva liberă ( $R_l^{ij}$ ):  $R_l^{ij} = t_j^0 - t_i^0 - d_{ij}$

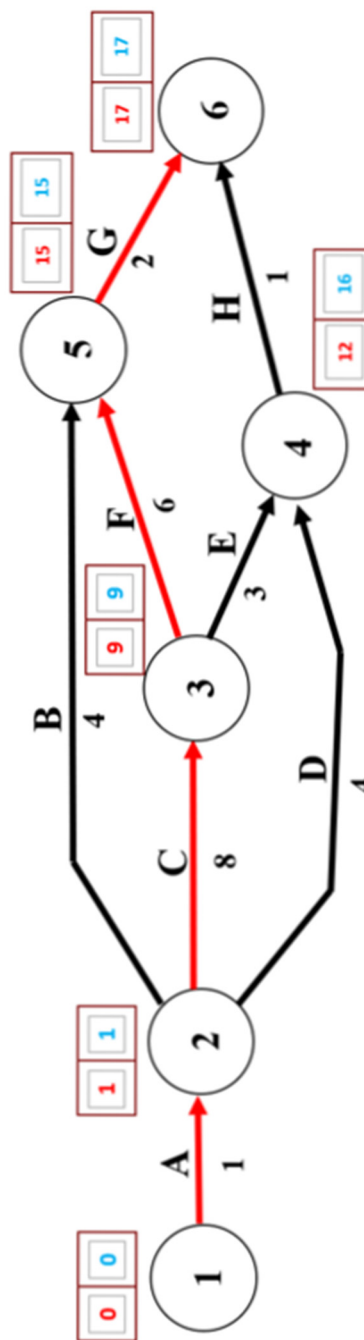
Rezerva intermediară ( $R_i^{ij}$ )  $R_i^{ij} = t_j^1 - t_i^1 - d_{ij}$

Rezerva independentă (sigură) ( $R_s^{ij}$ )  $R_s^{ij} = t_j^0 - t_i^1 - d_{ij}$

Tabel 1: – Calculul Rezervelor de timp ale activităților

| Nr. Crt.  | Acti-<br>vita-<br>tea | Acti-<br>vita-<br>tea<br>Precedenta | $d_i$ | $e_i$ | VMA =<br>$d_i^+ e_i$ | Acti-<br>vita-<br>tea<br>(i-j) | Termenele<br>caracteristice |         |         |         | Calculul rezervelor de timp             |   |   |   | Observații |  |
|-----------|-----------------------|-------------------------------------|-------|-------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---|---|---|---|------------|--|
|           |                       |                                     |       |       |                      |                                | $t_i^0$                     | $t_i^1$ | $t_j^0$ | $t_j^1$ | $R_{s_i}^{ij} = t_j^0 - t_i^1 - d_{ij}$ | $R_{i_i}^{ij} = t_j^1 - t_i^1 - d_{ij}$ | $R_{l_i}^{ij} = t_j^0 - t_i^0 - d_{ij}$ | $R_{t_i}^{ij} = t_j^1 - t_i^0 - d_{ij}$ |            |  |
| 1         | 2                     | 3                                   | 4     | 5     | 6                    | 7                              | 8                           | 9       | 10      | 11      | 12=11-8-4                               | 13=10-8-4                               | 14=11-9-4                               | 15=10-9-4                               | 16         |  |
| 1         | A                     | -                                   | 1     | 2     | 2                    | 1-2                            | 0                           | 0       | 1       | 1       | 0                                       | 0                                       | 0                                       | 0                                       | CRITICA    |  |
| 2         | B                     | A                                   | 4     | 3     | 12                   | 2-5                            | 1                           | 1       | 15      | 15      | 10                                      | 10                                      | 10                                      | 10                                      | NECRITICA  |  |
| 3         | C                     | A                                   | 8     | 2     | 16                   | 2-3                            | 1                           | 1       | 9       | 9       | 0                                       | 0                                       | 0                                       | 0                                       | CRITICA    |  |
| 4         | D                     | A                                   | 4     | 4     | 16                   | 2-4                            | 1                           | 1       | 12      | 16      | 11                                      | 7                                       | 11                                      | 7                                       | NECRITICA  |  |
| 5         | E                     | C                                   | 3     | 4     | 12                   | 3-4                            | 9                           | 9       | 12      | 16      | 4                                       | 0                                       | 4                                       | 0                                       | NECRITICA  |  |
| 6         | F                     | C                                   | 6     | 3     | 18                   | 3-5                            | 9                           | 9       | 15      | 15      | 0                                       | 0                                       | 0                                       | 0                                       | CRITICA    |  |
| 7         | G                     | B,F                                 | 2     | 5     | 10                   | 5-6                            | 15                          | 15      | 17      | 17      | 0                                       | 0                                       | 0                                       | 0                                       | CRITICA    |  |
| 8         | H                     | D,F                                 | 1     | 2     | 2                    | 4-6                            | 12                          | 16      | 17      | 17      | 4                                       | 4                                       | 0                                       | 0                                       | NECRITICA  |  |
| VMA TOTAL |                       |                                     |       |       |                      | 88                             |                             |         |         |         |   |   |   |   |            |  |

d. Stabilirea traseului drumului critic

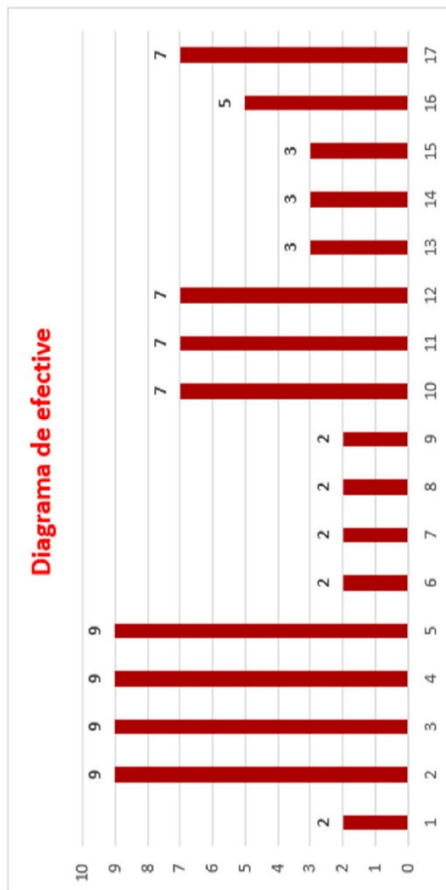


e. Transpunerea rezultatelor în graficul GANTT, Tabel 2: – Transpunerea rezultatelor în eșalonare de tip Gantt:

| Nr. Crt. | Activitatea | Activitatea Precedenta | d <sub>i</sub> | e <sub>i</sub> | VMa | i-j | R <sub>t</sub> | R <sub>t</sub> | R <sub>t</sub> | R <sub>t</sub> | R <sub>s</sub> | Observatii | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|-------------|------------------------|----------------|----------------|-----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1        | A           | -                      | 1              | 2              | 2   | 1-2 | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | CRITICA    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2        | B           | A                      | 4              | 3              | 12  | 2-5 | 10             | 10             | 10             | 10             | 10             | NECRITICA  | 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3        | C           | A                      | 8              | 2              | 16  | 2-3 | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | CRITICA    | 3 | 3 | 3 | 3 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4        | D           | A                      | 4              | 4              | 16  | 2-4 | 11             | 7              | 11             | 7              | 7              | NECRITICA  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5        | E           | C                      | 3              | 4              | 12  | 3-4 | 4              | 0              | 4              | 0              | 4              | NECRITICA  | 4 | 4 | 4 | 4 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6        | F           | C                      | 6              | 3              | 18  | 3-5 | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | CRITICA    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7        | G           | B,F                    | 2              | 5              | 10  | 5-6 | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | CRITICA    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8        | H           | D,F                    | 1              | 2              | 2   | 4-6 | 4              | 4              | 4              | 0              | 0              | NECRITICA  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| TOTAL    |             |                        |                |                |     |     |                |                |                |                |                |            | 2 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

f. Trasarea diagramei de efective T,

| Legenda | ACT. CRITICA         |
|---------|----------------------|
|         | ACTIVITATE NECRITICA |
|         | REZERVA TOTALA       |
|         | REZERVA LIBERA       |



Notă:  
 În eșalonarea activităților în grafic de tip Gantt se vor evidenția: Activitățile critice/neveritice; Rezervele totale și Rezervele libere.

d. Calculul coeficientului de aplatizare,  $C_a$ .

$$C_a = \frac{VMA}{D_p \times R_{max}} = \frac{88}{17 \times 9} = 0.575$$

|                            |                                      |              |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Durata programata          | <b>D<sub>p</sub></b>                 | <b>17</b>    |
| Resursa maxima efectiva    | <b>R<sub>max</sub><sup>eff</sup></b> | <b>9</b>     |
| Volum munca efectiv        | <b>VMA</b>                           | <b>88</b>    |
| Coeficientul de Aplatizare | <b>C<sub>a</sub></b>                 | <b>0,575</b> |

## 4.2 PROBLEMA 2, a „TRANSPORTURILOR”:

### I. Noțiuni introductive (teoretice):

#### a. Definiții:

*Problema optimizării repartizării produselor* (materiale de construcție, prefabricate, etc.) de la mai mulți furnizori ai aceluiași produs,  $k$ , la mai mulți consumatori poate identifica o soluție prin optimizarea distanțele de transport, întrucât acestea influențează în mod direct creșterea costurilor (materialelor).

Problema „transporturilor” = Procedul matematic prin care se rezolvă o astfel de problemă.

#### b. Notatii:

$k$  – materialul / produsul de repartizat de la furnizori la consumatori;

$D_i$  - disponibilul din materialul  $k$  la furnizorul  $F_i$ ;

$N_j$  - necesarul din materialul  $k$  la consumatorul  $C_j$ ;

$e_{ij}$  – costul de transport, al materialului  $k$ , de la furnizorul  $F_i$  la consumatorul  $C_j$ ;

$x_{ij}$  – cantitatea de material  $k$  transportată de la furnizorul  $F_i$  la consumatorul  $C_j$ .

Notă:

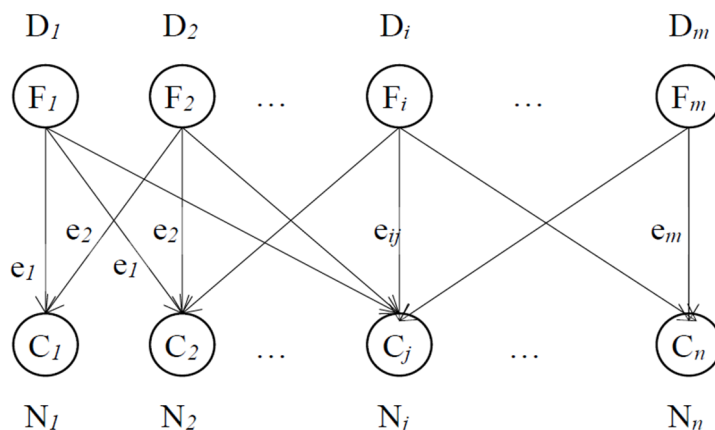
În cazul problemei enunțată mai jos:

- Consumatorii (C) = Șantierele (S);

- Furnizorii (F) = Balastierele (B);

- Materialul  $k$  = balast.

#### c. Schema generală de repartizare pentru un produs oarecare $k$ :



#### d. Algoritmii de calcul cer:

-  $D_i$  să fie perfect definite;

-  $N_j$  să fie și ele bine cunoscute;

- "costurile de transport",  $e_{ij}$ , să fie și ele bine cunoscute.

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m D(i) = D_T \\ \sum_{j=1}^n N(j) = N_T \end{array} \right\} ; D_T = N_T$$

#### e. Forma generală a unei probleme de transport:

$$\min( Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n e_{ij} \times x_{ij} )$$

f. Restricții:

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq N(j) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq D(i) \end{array} \right\} ; \quad x_{ij} \geq 0$$

- $N_j$  să fie și ele bine cunoscute;
- "costurile de transport",  $e_{ij}$ , să fie și ele bine cunoscute.

g. Situații posibile:

- i) Dacă în realitate  $D_T < N_T$  se introduce un furnizor fictiv ( $F_f$ ) cu o cantitate disponibilă fictivă:
  - $D_f = N_T - D_T$ ,
  - iar valorile  $e_{ij} = \infty$  ( $\square$ ) $i,j$ .
- ii) Dacă în realitate  $D_T > N_T$  se introduce un consumator fictiv ( $C_f$ ) al cărui necesar fictiv este:
  - $N_f = D_T - N_T$ ,
  - iar valorile  $e_{ij} = 0$  ( $\square$ ) $i,j$ .

h. Algoritm de rezolvare (METODA VOGEL) – reguli de bază:

1. Principala metodă pentru obținerea unei soluții de bază este **metoda VOGEL** (metoda diferențelor), care se bazează pe o matrice de calcul;
2. Un consumator trebuie să fie satisfăcut pe cât posibil de un singur furnizor.
3. Rândul sau coloana se aleg în funcție de **cea mai mare diferență** existentă pe rânduri sau coloane. În cazul în care există mai mult de un rând sau o coloană cu diferență maximă, se alege rândul sau coloana cu elementul cel mai mic ( $e_{ij}$ ).
4. Căsuța din rând sau coloană se alege în funcție de **cea mai mică valoare a elementelor,  $e_{ij}$** , din rândul sau coloana respectivă.
  - a. Dacă există două valori minime egale, se alege aceea căreia - în coloana sau rândul respectiv - îi corespunde diferența reciprocă maximă.
  - b. Dacă și valorile diferențelor reciproce respective sunt egale, se alege elementul cu flux maxim, adică elementul (căsuța) care asigură cel mai mare transfer de la un furnizor la un consumator.
  - c. Dacă și acestea sunt egale, repartiția se poate face prin oricare din cele două (sau mai multe) căsuțe.
5. În căsuță se înscrie cantitatea cea mai mică dintre  $N(j)$  și  $D(i)$ .
6. În restul căsuțele din coloana  $j$  sau rândul  $i$  (după caz) se înscriu valori  $x_{ij} = 0$ , iar coloana sau rândul respectiv se consideră eliminat(ă) din matrice.
7. În căsuța corespunzătoare celui mai mare dintre  $N(j)$  sau  $D(i)$  se scade valoarea "veche" cu cantitatea alocată.
8. Operațiile continuă până când toate căsuțele sunt ocupate cu valori  $x_{ij} \geq 0$ .

Definiții:

*Diferență* = rezultatul scăderii dintre valoarea cea mai mică și valoarea imediat următoare ca mărime, de pe rândul sau coloana respectivă. Dacă două valori minime sunt egale între ele, diferența este nulă.

*Diferența reciprocă* = dacă diferența maximă se află pe linie, atunci în coloana corespunzătoare căsuței alese se citește *diferența reciprocă*, și invers.

## **II. Enunț**

Să se rezolve problema de transporturi alăturată.

Se cere :

- I. Determinarea unei soluții inițiale de bază,
- II. Îmbunătățirea acesteia folosind metoda conturilor poligonale.



| Furnizori (F)        | Disponibil (D <sub>i</sub> ) | Consumatori (C)      | Necesar (D <sub>j</sub> ) | Costuri unitare |          |          |   |
|----------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|----------|----------|---|
| B1                   | 10000 m <sup>3</sup>         | S1                   | 15000 m <sup>3</sup>      | <b>F</b>        | <b>C</b> |          |   |
| B2                   | 20000 m <sup>3</sup>         | S2                   | 25000 m <sup>3</sup>      |                 |          | S1 S2 S3 |   |
| B3                   | 40000 m <sup>3</sup>         | S3                   | 25000 m <sup>3</sup>      |                 |          |          |   |
|                      |                              |                      |                           | <b>B1</b>       | 1        | 1        | 3 |
|                      |                              |                      |                           | <b>B2</b>       | 5        | 3        | 2 |
| <u>D<sub>t</sub></u> | 70000 m <sup>3</sup>         | <u>N<sub>t</sub></u> | 65000 m <sup>3</sup>      | <b>B3</b>       | 4        | 4        | 3 |

### III. Etape de rezolvare – I (Determinarea unei soluții inițiale de bază).

- Calculul disponibilului total:  $D_t = 10000 + 20000 + 40000 = 70000$  (m<sup>3</sup>);
  - Calculul necesarului total:  $N_t = 15000 + 25000 + 25000 = 65000$  (m<sup>3</sup>);
  - Identificarea situației existente:  $D_T > N_T$  (situația ii), prin urmare se va introduce un **consumator fictiv (C<sub>f</sub>)**, cu **necesarul fictiv (N<sub>f</sub>)**:
    - $N_f = D_T - N_T = 5.000$  m<sup>3</sup>,
    - pentru care toate costurile de transport  $e_{ij} = 0$ .
  - d. Rezolvare:
- **Pasul 1:** Reprezentarea (transpunerea) problemei în formă matricială:

| Consumatorul<br>Furnizorul | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> | S <sub>f</sub> | Diferențe | Disponibil    |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------------|
| <b>B<sub>1</sub></b>       | $e_{11}=1$     | $e_{12}=1$     | $e_{13}=3$     | $e_{1f}=0$     |           | 10.000        |
| <b>B<sub>2</sub></b>       | $e_{21}=5$     | $e_{22}=3$     | $e_{23}=2$     | $e_{2f}=0$     |           | 20.000        |
| <b>B<sub>3</sub></b>       | $e_{31}=4$     | $e_{32}=4$     | $e_{33}=3$     | $e_{3f}=0$     |           | 40.000        |
| <b>Diferențe</b>           |                |                |                |                |           |               |
| <b>Necesar</b>             | 15.000         | 25.000         | 25.000         | 5.000          |           | <b>70.000</b> |

- **Pasul 2:** Calculul primelor diferențe:

| Consumatorul<br>Furnizorul | S <sub>1</sub>     | S <sub>2</sub>     | S <sub>3</sub>     | S <sub>f</sub>     | Diferențe | Disponibil |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|------------|
| B <sub>1</sub>             | e <sub>11</sub> =1 | e <sub>12</sub> =1 | e <sub>13</sub> =3 | e <sub>1f</sub> =0 | 0         | 10.000     |
| B <sub>2</sub>             | e <sub>21</sub> =5 | e <sub>22</sub> =3 | e <sub>23</sub> =2 | e <sub>2f</sub> =0 | 1         | 20.000     |
| B <sub>3</sub>             | e <sub>31</sub> =4 | e <sub>32</sub> =4 | e <sub>33</sub> =3 | e <sub>3f</sub> =0 | 1         | 40.000     |
| Diferențe                  | 3                  | 2                  | 1                  | 0                  |           |            |
| Necesar                    | 15.000             | 25.000             | 25.000             | 5.000              |           | 70.000     |

- **Pasul 3:** Analiza diferențelor și alegerea celei mari diferențe rezultate: *pe linia sau coloana pe care s-a găsit cea mai mare diferență se alege celula cu cel mai mic e<sub>ij</sub>*, în cazul nostru e<sub>11</sub>:

| Consumatorul<br>Furnizorul | S <sub>1</sub>     | S <sub>2</sub>     | S <sub>3</sub>     | S <sub>f</sub>     | Diferențe | Disponibil |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|------------|
| B <sub>1</sub>             | e <sub>11</sub> =1 | e <sub>12</sub> =1 | e <sub>13</sub> =3 | e <sub>1f</sub> =0 | 0         | 10.000     |
| B <sub>2</sub>             | e <sub>21</sub> =5 | e <sub>22</sub> =3 | e <sub>23</sub> =2 | e <sub>2f</sub> =0 | 1         | 20.000     |
| B <sub>3</sub>             | e <sub>31</sub> =4 | e <sub>32</sub> =4 | e <sub>33</sub> =3 | e <sub>3f</sub> =0 | 1         | 40.000     |
| Diferențe                  | 3                  | 2                  | 1                  | 0                  |           |            |
| Necesar                    | 15.000             | 25.000             | 25.000             | 5.000              |           | 70.000     |

- **Pasul 4:** alocarea unei cantități celulei în care s-a găsit cel mai mic  $e_{ij}$ , respectiv se va alocă celulei ( $e_{11}$ ) cea mai mică valoare dintre Disponibilul  $D_1$  și Necesarul  $N_1$ , adică 10.000:

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                      | $S_2$           | $S_3$           | $S_f$           | Diferențe | Disponibil             |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|------------------------|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>10.000       | $e_{12}=1$<br>0 | $e_{13}=3$<br>0 | $e_{1f}=0$<br>0 | 0         | 0<br><del>10.000</del> |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$                 | $e_{22}=3$      | $e_{23}=2$      | $e_{2f}=0$      | 1         | 20.000                 |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$                 | $e_{32}=4$      | $e_{33}=3$      | $e_{3f}=0$      | 1         | 40.000                 |
| Diferențe                  | 3                          | 2               | 1               | 0               |           |                        |
| Necesar                    | 5.000<br><del>15.000</del> | 25.000          | 25.000          | 5.000           |           | 70.000                 |

-Prin această alocare, disponibilul balastierei  $B_1$  devine 0, iar necesarul la șantierul  $S_1$  devine 5.000.

-Întrucât  $D_1=0$  șantierele  $S_2$ ,  $S_3$  și  $S_f$  nu vor mai putea primi balast de la balastiera  $B_1$ , drept urmare vom avea :  $x_{11}=10.000$ ,  $x_{12}=0$ ,  $x_{13}=0$  și  $x_{1f}=0$ .

-Pentru că  $D_1$  devine 0 linia  $B_1$  iese din „joc”, iar problema se va relua de la pasul 2, dar fără linia  $B_1$ .

- **Pasul 5 (2a):** calculul noilor diferențe:

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                      | $S_2$           | $S_3$           | $S_f$           | Diferențe | Disponibil             |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|------------------------|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>10.000       | $e_{12}=1$<br>0 | $e_{13}=3$<br>0 | $e_{1f}=0$<br>0 | 0         | 0<br><del>10.000</del> |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$                 | $e_{22}=3$      | $e_{23}=2$      | $e_{2f}=0$      | 1, 1      | 20.000                 |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$                 | $e_{32}=4$      | $e_{33}=3$      | $e_{3f}=0$      | 1, 1      | 40.000                 |
| Diferențe                  | 3, 1                       | 2, 1            | 1, 1            | 0, 0            |           |                        |
| Necesar                    | 5.000<br><del>15.000</del> | 25.000          | 25.000          | 5.000           |           | 70.000                 |

- **Pasul 6 (3a):** analiza diferențelor și alegerea celei mari diferențe rezultate:

-Pe linia sau coloana pe care s-a găsit cea mai mare diferență se alege celula cu cel mai mic  $e_{ij}$  :

-Se observă că valoarea  $e_{ij}$  cea mai mare este 1 și se găsește la toate noile diferențe calculate:

- **Analiza liniilor:**

- **analizăm linia  $B_2$**  de unde rezultă că cel mai mic  $e_{ij}$  este 2 în celula (23);
- pe **linia  $B_3$**  cel mai mic  $e_{ij}$  este 3 în celula (33), deci mai mare decât cel anterior, drept urmare reținem în continuare pe cel mai mic, adică **celula (23)**;

- **Analiza coloanelor:**

- **pe coloana  $S_1$**  valoarea  $e_{ij}$  cea mai mică, dintre cele rămase, este cea din celula (31) care este mai mare decât valoarea din **celula (23)**, care va rămâne în continuare valoare de referință.
  - **pe coloana  $S_2$**  valoare  $e_{ij}$  cea mai mică este 3 care, de asemenea, este mai mare decât valoarea din **celula (23)**,
  - **pe coloana  $S_3$**  găsim  $e_{ij}=2$ , **deci tot celula (23)** va rămâne în continuare valoare de referință.
- Deci următoarea celulă în care se va face distribuția este (23).

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                      | $S_2$           | $S_3$           | $S_f$           | Diferențe | Disponibil             |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|------------------------|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>10.000       | $e_{12}=1$<br>0 | $e_{13}=3$<br>0 | $e_{1f}=0$<br>0 | 0         | 0<br><del>10.000</del> |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$                 | $e_{22}=3$      | $e_{23}=2$      | $e_{2f}=0$      | 1,1       | 20.000                 |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$                 | $e_{32}=4$      | $e_{33}=3$      | $e_{3f}=0$      | 1,1       | 40.000                 |
| Diferențe                  | 3,1                        | 2,1             | 1,1             | 0,0             |           |                        |
| Necesar                    | 5.000<br><del>15.000</del> | 25.000          | 25.000          | 5.000           |           | 70.000                 |

- **Pasul 7 (4a):** alocarea unei cantități celulei în care s-a găsit cel mai mic  $e_{ij}$ , respectiv se va aloca *celulei* (23) cea mai mică valoare dintre Disponibilul  $D_2$ , 20000 și Necesarul  $N_3$ , 250000, respectiv 20.000:

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                      | $S_2$           | $S_3$                      | $S_f$           | Diferențe | Disponibil             |
|----------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------|------------------------|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>10.000       | $e_{12}=1$<br>0 | $e_{13}=3$<br>0            | $e_{1f}=0$<br>0 |           | 0<br><del>10.000</del> |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$<br>0            | $e_{22}=3$<br>0 | $e_{23}=2$<br>20.000       | $e_{2f}=0$<br>0 | 1,1       | 0<br><del>20.000</del> |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$<br>0            | $e_{32}=4$<br>0 | $e_{33}=3$<br>0            | $e_{3f}=0$<br>0 | 1,1       | 40.000                 |
| Diferențe                  | 3,1                        | 2,1             | 1,1                        | 0,0             |           |                        |
| Necesar                    | 5.000<br><del>15.000</del> | 25.000          | 5.000<br><del>25.000</del> | 5.000           |           | 70.000                 |

- Prin această alocare disponibilul balastierei  $B_2$  devine 0, iar necesarul la șantierul  $S_3$  devine 5.000.
- Întrucât  $D_2=0$  șantierele  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  și  $S_f$  nu vor mai putea primi balast de la balastiera  $B_2$ , drept urmare vom avea :  $x_{21}=0$ ,  $x_{22}=0$ ,  $x_{23}=20.000$  și  $x_{2f}=0$ .
- Pentru că  $D_2$  devine 0, și linia  $B_2$  iese din „joc”, iar problema ar trebui să se reia de la pasul 2 dar fără liniile  $B_1$  și  $B_2$ .
- Observăm că pe în grupul furnizorilor, singurul viabil rămâne  $B_3$  cu linia asociată; în această situație, distribuția pe linia sau coloana rămasă în „joc” se va face în ordinea crescătoare a valorii  $e_{ij}$ .

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                                      | $S_2$                  | $S_3$                                      | $S_f$                 | Diferențe | Disponibil   |
|----------------------------|--|------------------------|--|-----------------------|-----------|--|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>10.000                       | $e_{12}=1$<br>0        | $e_{13}=3$<br>0                            | $e_{1f}=0$<br>0       |           | 0<br><del>10.000</del>   |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$<br>0                            | $e_{22}=3$<br>0        | $e_{23}=2$<br>20.000                       | $e_{2f}=0$<br>0       | 1,1       | 0<br><del>20.000</del>   |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$<br>5.000                        | $e_{32}=4$<br>25.000   | $e_{33}=3$<br>5.000                        | $e_{3f}=0$<br>5.000   | 1,1       | 0<br><del>5.000</del><br><del>10.000</del><br><del>35.000</del><br><del>40.000</del> |
| Diferențe                  | 3,1  | 2,1                    | 1,1  | 0,0                   |           |  |
| Necesar                    | 0<br><del>5.000</del><br><del>15.000</del> | 0<br><del>25.000</del> | 0<br><del>5.000</del><br><del>25.000</del> | 0<br><del>5.000</del> |           | 70.000   |

- **Pasul 8:** Soluția finală:

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                           | $S_2$                  | $S_3$                           | $S_f$                 | Diferențe | Disponibil   |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------|--|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>10.000            | $e_{12}=1$<br>0        | $e_{13}=3$<br>0                 | $e_{1f}=0$<br>0       | 0         | 0<br><del>10.000</del>   |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$<br>0                 | $e_{22}=3$<br>0        | $e_{23}=2$<br>20.000            | $e_{2f}=0$<br>0       | 1,1       | 0<br><del>20.000</del>   |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$<br>5.000             | $e_{32}=4$<br>25.000   | $e_{33}=3$<br>5.000             | $e_{3f}=0$<br>5.000   | 1,1       | 0<br><del>5.000</del><br><del>10.000</del><br><del>35.000</del><br><del>40.000</del> |
| Diferențe                  | 3,1                             | 2,1                    | 1,1                             | 0,0                   |           |  |
| Necesar                    | 0<br><del>5.000</del><br>15.000 | 0<br><del>25.000</del> | 0<br><del>5.000</del><br>25.000 | 0<br><del>5.000</del> |           | 70.000   |

- **Pasul 9:** Valoarea funcției obiectiv este:

$$Z_0 = 1 \times 10.000 + 2 \times 20.000 + 4 \times 5.000 + 4 \times 25.000 + 3 \times 5.000 = 185.000 - \text{unități.}$$

### III. Etape de rezolvare – II (optimizarea soluției inițiale prin metoda conturilor poligonale):

#### Definiție:

Un *contur* este un poligon ale cărui laturi unesc centrele unor căsuțe (trebuind să fie întotdeauna unele după celelalte) urmărindu-se condiția ca unul dintre colțurile poligonului să se găsească într-o căsuță cu cantitatea egală cu zero, toate celelalte trebuind să se găsească în căsuțe cu cantități diferite de zero.

Dintre toate conturile posibile sunt interesante doar acelea care au la colțuri o singură căsuță cu  $x_{ij} = 0$ , toate celelalte căsuțe având  $x_{ij} > 0$ .

#### Reguli de bază:

1. Se alege unul dintre conturi;
2. Se marchează colțurile conturilor cu semne "+" sau "-", alternativ, începând cu semnul "+" în colțul din căsuța cu  $x_{ij} = 0$ ;
3. Se caută cea mai mică valoare  $x_{ij}$  dintre căsuțele cu semnul "-". Se notează valoarea respectivă cu  $x_{ij}^{\ominus}$ ;
4. Se scade  $x_{ij}^{\ominus}$  din toate căsuțele ce au semnul "-", iar apoi se adună în căsuțele cu semnul "+";
5. Se obține astfel o nouă matrice și se calculează funcția obiectiv  $Z_1$  corespunzător matricei noi.
6. Dacă  $Z_1 < Z_0$ , se consideră noua matrice ca bază, se formează noi conturi și problema se reia de la început. Operațiile se repetă până la epuizarea tuturor conturilor optimizabile.

## Optimizarea soluției de bază prin metoda conturilor poligonale:

| Consumatorul<br>Furnizorul | $S_1$                                      | $S_2$                                     | $S_3$                                      | $S_f$                 | Diferențe | Disponibil   |
|----------------------------|--|---|--|-----------------------|-----------|--|
| $B_1$                      | $e_{11}=1$<br>0<br><del>10.000</del>       | $e_{12}=1$<br>10.000<br>0                 | $e_{13}=3$<br>0                            | $e_{1f}=0$<br>0       | 0         | 0<br><del>10.000</del>   |
| $B_2$                      | $e_{21}=5$<br>0                            | $e_{22}=3$<br>0                           | $e_{23}=2$<br>20.000                       | $e_{2f}=0$<br>0       | 1,1       | 0<br><del>20.000</del>   |
| $B_3$                      | $e_{31}=4$<br>15.000<br><del>5.000</del>   | $e_{32}=4$<br>15.000<br><del>25.000</del> | $e_{33}=3$<br>5.000                        | $e_{3f}=0$<br>5.000   | 1,1       | 0<br><del>5.000</del><br><del>10.000</del><br><del>35.000</del><br><del>40.000</del> |
| Diferențe                  | 3,1  | 2,1                                       | 1,1  | 0,0                   |           |  |
| Necesar                    | 0<br><del>5.000</del><br><del>15.000</del> | 0<br><del>25.000</del>                    | 0<br><del>5.000</del><br><del>25.000</del> | 0<br><del>5.000</del> |           | 70.000   |

Valoarea funcției obiectiv este:

$$Z_1 = 1 \times 10.000 + 2 \times 20.000 + 4 \times 15.000 + 4 \times 15.000 + 3 \times 5.000 = 185.000,- \text{ unități.}$$

**Concluzii:**

- După cum se observă  $Z_0 = Z_1$ , ceea ce înseamnă că poate fi păstrată oricare dintre cele două soluții.
- Dacă pentru toate conturile se găsește  $Z_1 > Z_0$ , înseamnă că soluția inițială de bază obținută este optimă.
- În cazul unei matrice foarte mari, calculul soluției optime devine excesiv de laborios. De aceea este necesar să se găsească, printr-un procedeu oarecare, conturile susceptibile de a conduce la optimizare.
- În acest sens se poate folosi metoda distributivă modificată.

## BIBLIOGRAFIE

1. P. Alan, *Ingineria organizării șantierelor de construcții*, Editura EUROBIT, 2000, Timișoara.
2. M. Rafiroiu ș.a., *Îndrumător de proiectare – Organizarea și conducerea întreprinderilor de construcții*, Timișoara, 1980.
3. Suportul de curs: *MANAGEMENTUL ȘI ORGANIZAREA ÎNTREPRINDERILOR DE CONSTRUCȚII*, Autor Conf. dr. ing. P. ALAN (disponibil în Campusul Virtual, UPT, la Disciplina aferentă).
4. Suportul de curs: *ORGANIZAREA ȘANTIERELOR DE CONSTRUCȚII*, Autor Conf. dr. ing. P. ALAN (disponibil în Campusul Virtual, UPT, la Disciplina aferentă).
5. Suportul de lucrări: *Managementul și organizarea lucrărilor de construcții - CAIET DE LUCRĂRI*, Autor Conf. dr. ing. P. ALAN.
6. Indicatoare de norme de deviz (Exemple).



## CUPRINS

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
|            | Prefață.....   | 5         |
| <b>1</b>   | <b>Conținut PROIECT - Repartizarea lucrărilor pe semestre și săptămâni.....</b>                    | <b>7</b>  |
|            | <b>PARTEA A II-a</b>   |           |
| <b>2</b>   | <b>CAPITOLUL C. PROGRAMAREA EXECUȚIEI LUCRĂRILOR.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2.1</b> | <b><i>C1. METODA GANTT</i>.....</b>  | <b>9</b>  |
| 2.1.1      | Etape de elaborare.....  | 9         |
| 2.1.2      | ANEXA 1. Dimensionarea grupurilor de utilaje.....  | 12        |
| 2.1.3      | ANEXA 2. Necesarul de mijloace de transport.....   | 13        |
| 2.1.4      | ANEXA 3. Formații optime.....  | 14        |
| 2.1.5      | ANEXA 4. Norme de timp pentru transportul materialelor cu autovehicule..                           | 19        |
| 2.1.6      | ANEXA 5. Norme de timp pentru transportul materialelor cu roaba.....                               | 19        |
| 2.1.7      | ANEXA 6. Norme de timp pentru încărcări-descărcări materiale.....                                  | 20        |
| 2.1.8      | Exemplu de planificare cu ajutorul metodei GANTT.....  | 21        |
|            | 1. Enunț.....  | 21        |
|            | 2. Lista de activități.....  | 21        |
|            | 3. Eșalonarea calendaristică.....  | 22        |
|            | 4. Diagrama de resurse.....  | 22        |
|            | 5. Rezolvarea aplicației cu ajutorul programului Microsoft Project.....                            | 23        |
| <b>2.2</b> | <b><i>C2. METODA DRUMULUI CRITIC</i>.....</b>  | <b>28</b> |
| 2.2.1      | Etape de elaborare.....  | 28        |
| 2.2.2      | Exemplu de planificare cu MDC.....   | 32        |
|            | 1. Enunț.....  | 32        |
|            | 2. Lista de activități.....  | 32        |
|            | 3. Graficul rețea. Calculul termenelor evenimentelor.....  | 33        |
|            | 4. Calculul rezervelor de timp ale activităților.....  | 33        |
|            | 5. Transpunerea în graficul calendaristic de tip GANTT.....  | 34        |
|            | 6. Rezolvarea aplicației cu ajutorul programului Microsoft Project.....                            | 35        |
|            | 7. Alte rapoarte obținute cu Microsoft Project.....  | 37        |
| <b>2.3</b> | <b><i>C3. METODA ÎN LANȚ</i>.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>3</b>   | <b>CAPITOLUL D. ORGANIZAREA DE ȘANTIER ȘI LA OBIECT.....</b>                                       | <b>45</b> |
| <b>3.1</b> | <b><i>ELEMENTE DE BAZĂ</i>.....</b>  | <b>45</b> |
| 3.1.1      | Calculul suprafețelor de depozitare a materialelor principale.....                                 | 45        |
| 3.1.1.1    | Schema logică a determinării suprafeței totale pentru depozitare.....                              | 45        |
| 3.1.1.2    | Calculul suprafețelor de depozitare.....   | 46        |
| 3.1.2      | Stabilirea construcțiilor tehnologice necesare și a amplasamentelor acestora pe platformă.....     | 48        |
| 3.1.3      | ANEXA 7. Norme de suprafață și pierderi admisibile la depozitarea materialelor de construcții..... | 50        |
| 3.1.4      | ANEXA 8. Betoniere cu cădere liberă BL2 – 250 de 250 l și BL2 – 500 de 500 l.....                  | 52        |
| 3.1.5      | ANEXA 9. Betoniere cu amestec forțat BF1 – 250 de 250 l și BF1 – 500 de 500 l.....                 | 54        |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1.6 | ANEXA 10. Betoniera cu cădere liberă U – 100 M de 100 l..... | 55 |
| 3.1.7 | Caracteristicile geometrice ale betonierelor.....            | 56 |
| 3.1.8 | Alte tipuri de betoniere.....                                | 61 |
| 3.2   | <b>Planșa organizării de șantier și la obiect</b> .....      | 56 |
| 4     | <b>APLICAȚII</b> .....                                       | 62 |
| 4.1   | PROBLEMA 1 - METODA DRUMULUI CRITIC (MDC).....               | 62 |
| 4.2   | PROBLEMA 2, a „TRANSPORTURILOR”.....                         | 67 |
|       | <b>Bibliografie</b> .....                                    | 76 |





ISBN 978-606-35-0468-6