

## TEORIA ORDONANȚĂRII

**Problema 1.** Datele privind desfășurarea activităților unui proiect au fost sistematizate în tabelul alăturat. Se cere:

a) Să se deseneze graficul asociat proiectului evidențiind activitățile critice, să se găsească durata minimă de execuție a proiectului;

b) Să se traseze graficul Gantt la termene minime de începere;

c) Să se determine durata minimă de execuție a proiectului dacă se respectă disponibilurile din cele două resurse  $D_1=4$  și  $D_2=3$ ;

d) Să se traseze și în acest caz graficul Gantt și profilurile resurselor.

Activități	Condiționări	Durate	$R_1$	$R_2$
A	-	5	1	2
B	-	6	2	1
C	-	1	1	1
D	A	2	1	1
E	B,C	4	2	1
F	C	5	2	2
G	D	3	1	1

**Problema 2.** Se dă proiectul alăturat. Cunoscându-se că disponibilul din cele două resurse este de 6 pentru  $R_1$  respectiv 5 pentru  $R_2$  se cere:

- graficul asociat proiectului;
- durata minimă de execuție a proiectului;
- rezervele maxime de timp pentru fiecare activitate;
- graficul Gantt asociat proiectului;
- profilul resursei  $R_2$ ;
- durata minimă de execuție a proiectului în condițiile în care necesarul zilnic din fiecare resursă nu depășește disponibilul acesteia.

Activități	Durate	Dependențe	Resurse	
			$R_1$	$R_2$
A	2	-	3	2
B	3	-	2	1
C	5	-	3	2
D	7	A	2	2
E	6	A	3	1
F	3	C	2	3
G	6	B,E	3	2
H	4	B,E	3	1
I	8	D	2	2
J	2	B,E	3	3
K	2	I,H	2	1
L	7	F,G	3	2

**Problema 3.** Se dă proiectul de mai jos:

Activități	Durate	Dependențe	Resurse	
			$R_1$	$R_2$
A	2	-	2	2
B	3	-	3	3
C	4	-	2	2
D	3	A,B	3	2
E	6	A,C	3	3
F	7	B,C	1	3
G	4	A,B,C	2	4
H	5	E,F,G	1	2
I	6	D,E,F	2	3
J	3	D,E,G	3	2
K	2	D,F,G	2	3
L	8	H,K	3	1

Cunoscându-se că disponibilul din cele două resurse este de 5 pentru  $R_1$  respectiv 6 pentru  $R_2$  se cere:

- graficul asociat proiectului;
- durata minimă de execuție a proiectului;
- rezervele maxime de timp pentru fiecare activitate;
- graficul Gantt asociat proiectului;
- Profilul resursei  $R_2$ ;
- durata minimă de execuție a proiectului în condițiile în care necesarul zilnic din fiecare resursă nu depășește disponibilul acesteia.

**Problema 4.** Să se determine durata minimă de execuție a lucrării reprezentate prin tabelul de mai jos folosind metoda reprezentării activităților prin arce.

Activități	Durate	Dependențe
A <sub>1</sub>	4	-
A <sub>2</sub>	2	-
A <sub>3</sub>	1	A <sub>2</sub>
A <sub>4</sub>	3	A <sub>1</sub>
A <sub>5</sub>	2	A <sub>1</sub>
A <sub>6</sub>	6	A <sub>1</sub> ,A <sub>3</sub>
A <sub>7</sub>	3	A <sub>1</sub> ,A <sub>3</sub>
A <sub>8</sub>	5	A <sub>1</sub> ,A <sub>3</sub>
A <sub>9</sub>	1	A <sub>4</sub>
A <sub>10</sub>	5	A <sub>9</sub>
A <sub>11</sub>	2	A <sub>6</sub>
A <sub>12</sub>	4	A <sub>7</sub>
A <sub>13</sub>	6	A <sub>5</sub>
A <sub>14</sub>	5	A <sub>13</sub>
A <sub>15</sub>	3	A <sub>11</sub>
A <sub>16</sub>	6	A <sub>12</sub> ,A <sub>8</sub>
A <sub>17</sub>	3	A <sub>10</sub>

**Problema 5.** Să se determine durata medie minimă de execuție a lucrării și abaterea medie pătratică de la aceasta dacă pentru fiecare activitate se cunosc trei durate posibile de execuție: durata minimă posibilă  $t_{\min}$ , durata maximă  $t_{\max}$  și durata cea mai probabilă  $t_p$ , toate fiind date în tabelul de mai jos.

Activități	$t_{\min}$	$t_p$	$t_{\max}$	Dependențe
A <sub>1</sub>	2	5	8	-
A <sub>2</sub>	2	5	8	-
A <sub>3</sub>	1	2	3	A <sub>2</sub>
A <sub>4</sub>	2	3	4	A <sub>1</sub>
A <sub>5</sub>	1	3	5	A <sub>1</sub>
A <sub>6</sub>	3	6	10	A <sub>1</sub> ,A <sub>3</sub>
A <sub>7</sub>	4	6	7	A <sub>1</sub> ,A <sub>3</sub>
A <sub>8</sub>	3	4	6	A <sub>1</sub> ,A <sub>3</sub>
A <sub>9</sub>	1	2	3	A <sub>4</sub>
A <sub>10</sub>	3	5	6	A <sub>9</sub>
A <sub>11</sub>	2	4	5	A <sub>6</sub>
A <sub>12</sub>	2	4	5	A <sub>7</sub>
A <sub>13</sub>	4	6	11	A <sub>5</sub>
A <sub>14</sub>	4	5	7	A <sub>13</sub>
A <sub>15</sub>	2	5	6	A <sub>11</sub>
A <sub>16</sub>	5	6	9	A <sub>12</sub> ,A <sub>8</sub>
A <sub>17</sub>	2	3	4	A <sub>10</sub>

**Problema 6.** Se consideră acțiunea dată prin tabelul de mai jos, definită de 11 activități pentru care s-au estimat duratele minime și normale de efectuare precum și costul normal și costul maxim implicat de urgentarea executării acțiunii.

Activități	Dependențe	$t_{normal}$	$t_{min}$	$c_{normal}$	$c_{max}$
A <sub>1</sub>	-	20	11	2	11
A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	25	15	12	37
A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> ,A <sub>5</sub>	26	16	15	45
A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub> ,A <sub>7</sub> ,A <sub>9</sub>	8	6	1	11
A <sub>5</sub>	-	36	12	102	174
A <sub>6</sub>	A <sub>1</sub>	9	7	2	14
A <sub>7</sub>	A <sub>6</sub>	50	25	35	60
A <sub>8</sub>	-	36	33	45	48
A <sub>9</sub>	A <sub>8</sub>	40	30	32	52
A <sub>10</sub>	-	22	12	11	24
A <sub>11</sub>	A <sub>10</sub>	45	25	28	68

**Problema 7.** Construcția unei locuințe este compusă din mai multe operații elementare cuprinse în tabelul de mai jos, cunoscându-se pentru fiecare durată și activitățile imediat precedente.

Operații elementare	Durate	Operații imediat anterioare
Procurarea unui teren (PT)	3	-
Obținerea autorizației de construcție (OA)	0,5	PT
Procurarea materialelor de construcție (PM)	7	OA
Angajarea constructorilor (AC)	1	OA
Organizarea șantierului (OS)	0,5	AC
Săparea fundației (SF)	4	OS
Mortar pentru zidărie (MZ)	1	SF,CT
Construcția zidurilor (CZ)	6,5	SF,CT
Construcția tocurilor pentru ferestre și uși (CT)	2	PM
Montarea tocurilor (MT)	1	SF,CT
Acoperișul (A)	10	MZ,CZ,MT
Tăvănirea camerelor (TC)	3	A
Instalația electrică (IE)	1,5	A
Instalațiile sanitare (IS)	1,5	A
Tencuirea exterioară (TE)	3	A
Tencuirea interioară (TI)	4	TC,IE,IS
Pardoseala (P)	4	TI
Zugrăvirea și vopsirea (ZV)	3	P
Construcția ușilor și cercevelor (CU)	10	SF,CT
Montarea ușilor și cercevelor (MU)	1	CU
Recepția lucrării (RL)	0,5	TE,ZV,MU

Se cere:

- Să se construiască graful G asociat lucrării (CPM sau MPM);
- Să se găsească drumul critic și durata minimă de execuție a proiectului;
- Să se găsească timpii minimi și maximi de începere și de terminare a activităților;
- Să se calculeze rezervele de timp pentru fiecare activitate;
- Să se deseneze graficul Gantt asociat.

**Problema 8.** Să se determine durata medie minimă de execuție a unei lucrări și abaterea medie pătratică de la aceasta dacă pentru fiecare activitate se cunosc: durata minimă posibilă  $t_{\min}$ , durata maximă  $t_{\max}$  și durata cea mai probabilă  $t_p$ , toate fiind date în tabelul de mai jos:

Activități	$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_p$	Dependențe
A <sub>1</sub>	1	3	2	-
A <sub>2</sub>	2	5	3,5	-
A <sub>3</sub>	4	7	5,5	-
A <sub>4</sub>	3	6	3,5	A <sub>1</sub>
A <sub>5</sub>	4	7	5,5	A <sub>1</sub>
A <sub>6</sub>	2	5	3,5	A <sub>2</sub>
A <sub>7</sub>	2	6	4	A <sub>2</sub>
A <sub>8</sub>	3	8	5,5	A <sub>3</sub> ,A <sub>4</sub> ,A <sub>6</sub>
A <sub>9</sub>	4	8	6,5	A <sub>3</sub> ,A <sub>4</sub> ,A <sub>6</sub>
A <sub>10</sub>	1	4	2	A <sub>3</sub> ,A <sub>4</sub> ,A <sub>6</sub>
A <sub>11</sub>	0,5	5	1,5	A <sub>5</sub>
A <sub>12</sub>	5	8	6	A <sub>11</sub> ,A <sub>8</sub>
A <sub>13</sub>	1	3,5	2,5	A <sub>7</sub> ,A <sub>9</sub>
A <sub>14</sub>	1	4	3	A <sub>10</sub> ,A <sub>13</sub>

Care sunt activitățile critice?

**Problema 9.** Să se determine durata medie minimă de execuție a unei lucrări și abaterea medie pătratică de la aceasta dacă pentru fiecare activitate se cunosc: durata minimă posibilă  $t_{\min}$ , durata maximă  $t_{\max}$  și durata cea mai probabilă  $t_p$ , toate fiind date în tabelul de mai jos:

Activități	$t_{\min}$	$t_{\max}$	$t_p$	Dependențe
A	1	3	2	-
B	2	5	3	-
C	4	6	5	A,F
D	3	5	4,5	A,F
E	2	4	2	A,F
F	2	6	4	B
G	1	3	2,5	B
H	5	7	6	B
I	4	6	5,5	C,G
J	8	10	9	C,G
K	3	4	3,5	C,G
L	4	6	5	D,H,I,O
M	6	8	7	D,H,I,O
N	2	4	2	D,H,I,O
O	2	5	3	E
P	0,5	3	2	E
R	2	4	2	L,P
S	3	5	4,5	L,P
T	2	3,5	3	J,M,R,U
U	3	4	3,5	K,N
V	2	5	2,5	K,N

Care sunt activitățile critice?

**Problema 10.** O lucrare este caracterizată de tabelul de mai jos.

Activități	Durate	Dependențe
A	120	-
B	180	A
C	3	B
D	30	B
F	90	B
G	240	C,D
H	180	F,G
I	30	J,H
J	240	F,G
K	360	J,H
L	240	J,H

Să se determine:

- graful asociat folosind metoda reprezentării activităților prin noduri.
- durata minimă de execuție a lucrării;
- drumul și activitățile critice;
- rezervele de timp ale activităților

**Problema 11.** O lucrare este caracterizată de tabelul de mai jos:

Activități	Durata	Dependențe
A	8	-
B	13	-
C	9	-
D	9	A
E	6	A
F	4	A
G	7	B,F
H	9	C
I	6	C
J	10	C
K	10	B,F
L	9	B,F
M	6	B,F
N	5	E,K
O	3	D
Q	13	H,M,R
P	8	E,K
R	3	E,K
S	8	H,M,R
T	4	J,N,S
U	4	H,M,R
V	5	L,O,P,U
X	5	H,M,R
Y	17	I,Q,T
W	13	V,X,Z
Z	6	I,Q,T

Să se determine:

- graful asociat folosind metoda reprezentării activităților prin arce.
- drumul și activitățile critice;
- momentele importante ale desfășurării acțiunii și timpii limită ai acestora;
- rezervele de timp ale activităților.
- graful condensat asociat, dacă nu pot fi neglijate activitățile P și S.

**Problema 12.** O lucrare este caracterizată de tabelul de mai jos:

Activități	Durata	Dependențe
A	2	-
B	3	A
C	1,5	B
D	4	C
E	5	A
F	8	A
G	0,5	F
H	6	D,E,G
I	2	H
J	3	I
K	1	H
L	3	K
M	2	K
N	1	J
O	3,5	J
P	1	J
Q	2	L,N
R	1	M
S	6	M
T	5	P,Q,R
U	6	O
V	4,5	O
W	7	S,T,V

Să se determine:

- graful asociat, folosind metoda reprezentării activităților prin noduri.
- durata minimă de execuție a lucrării;
- drumul și activitățile critice;
- Graful condensat asociat, considerând că activitatea M prezintă o importanță deosebită.

**Problema 13.** Realizarea structurii de rezistență a unei construcții presupune efectuarea activităților prevăzute în tabelul de mai jos:

Operații elementare	Durate	Operații imediat anterioare
Organizarea șantierului –etapa 1(OS1)	11	-
Organizarea șantierului –etapa 2(OS2)	14	-
Săpături (S)	9	OS1
Evacuarea pământului (EP)	6	S
Turnarea betonului în fundații (TB)	4	S
Confecționarea panourilor pentru cofraje (CP)	4	OS1
Montare cofraj (MC)	5	TB,CP
Fasonarea armăturii (FA)	8	OS1
Montarea armăturii (MA)	5	OS2,MC,FA
Turnarea betonului (TB)	4	MA
Întărirea betonului (IB)	16	TB
Decofrarea (D)	3	IB

Să se determine:

- graful asociat, folosind metoda reprezentării activităților prin arce.
- durata minimă de execuție a lucrării;
- drumul și activitățile critice;
- rezervele maxime de timp ale activităților;
- graficul Gantt asociat.

**Problema 14.** Se consideră proiectul din tabelul de mai jos, în care se consideră că dependențele dintre activități sunt de tipul "început-început", timpii de așteptare fiind dați în coloana 4.

Activități	Dependențe	Durate	Așteptări	Necesar
A <sub>1</sub>	-	5	-	4
A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	2	$t_{12} = 2$	2
A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	4	3	5
A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>	3	2	1
A <sub>5</sub>	A <sub>2</sub>	2	1	6
A <sub>6</sub>	A <sub>2</sub>	5	2	3
A <sub>7</sub>	A <sub>3</sub> ,A <sub>6</sub>	4	3;4	3
A <sub>8</sub>	A <sub>3</sub> ,A <sub>7</sub>	6	3;5	4
A <sub>9</sub>	A <sub>3</sub> ,A <sub>8</sub>	2	2;2	6
A <sub>10</sub>	A <sub>4</sub>	3	2	2
A <sub>11</sub>	A <sub>4</sub>	4	3	5
A <sub>12</sub>	A <sub>5</sub> ,A <sub>9</sub>	6	2;2	3

Se cere:

- drumul critic și termenele de începere și terminare a activităților;
- Graficul Gantt și profilul resursei al cărui necesar pe activități este trecut în coloana 5;
- Să se analizeze proiectul în condițiile unui disponibil al resursei de 8.
- Să se facă nivelarea resursei

**Problema 15.** Se consideră proiectul din tabelul de mai jos:

Activități	Dependențe	Durate	Durate la t = 11
A	-	5	0
B	A	4	0
C	B	2	0
D	B	3	2
E	D	5	5
F	C	4	4
G	D	9	9
H	F	8	9
I	H	7	8
J	I,G	5	5
K	F	4	3
L	K	3	2
M	J,L	1	1

Se cere:

- drumul critic și termenele de începere și terminare a activităților;
- După 11 unități de timp se constată că, din cauza unor factori neprevăzuți, unele din duratele activităților s-au modificat, devenind cele din coloana 4. Să se actualizeze programul temporal al proiectului.

**Problema 16.** Datele privind desfășurarea activităților unui proiect au fost sistematizate în tabelul alăturat. Se cere:

Activități	Condiționări	Durate	$R_1$	$R_2$
A	-	3	3	4
B	A	5	2	4
C	A,B	4	3	5
D	B	5	3	2
E	D	7	2	3
F	C,D	6	0	4

e) Să se deseneze graful asociat proiectului evidențiind activitățile critice, să se găsească durata minimă de execuție a proiectului;

f) Să se traseze graficul Gantt la termene minime de începere;

g) Să se determine durata minimă de execuție a proiectului dacă se respectă disponibilurile din cele două resurse  $D_1=5$  și  $D_2=6$ ;

h) Să se traseze și în acest caz graficul Gantt și profilurile resurselor.

**Problema 17.** Datele privind desfășurarea activităților unui proiect au fost sistematizate în tabelul alăturat.

Activități	Condiționări	Durate
A	-	12
B	-	10
C	A	8
D	A	4
E	B,D	12
F	C,E	10
G	F	5
H	F	5
I	H	10

Se cere:

a) Să se deseneze graful asociat proiectului evidențiind activitățile critice;

b) Să se găsească durata minimă de execuție a proiectului;

c) Să se traseze graficul Gantt la termene minime de începere;

**Problema 18.** Se consideră două proiecte date prin tabelele de mai jos:

Proiectul  $P_1$

Activități	Condiționări	Durate
A1	-	2
B1	A1	1
C1	A1	5
D1	A1	3
E1	B1	1
F1	B1	4
G1	C1	8
H1	D1	2
I1	E1	3
J1	F1,G1,H1	8
K1	I1,J1	2

Proiectul  $P_2$

Activități	Condiționări	Durate	$R_1$	$R_2$
A2	-	5	1	2
B2	-	6	2	1
C2	-	1	1	1
D2	A	2	1	1
E2	B,C	4	2	1
F2	C	5	2	2
G2	D	3	1	1
H2	D,E,F	3	3	2

Se cere:

a. Să se traseze grafurile asociate celor două proiecte;

b. Să se găsească drumurile critice și activitățile critice din fiecare proiect;

c. Să se afle rezervele de timp ale fiecărei activități;

d. Să se construiască graful integrat al celor două proiecte știind că activitatea D2 poate începe doar după 15 unități de timp de la începerea activității C1 iar K1 este condiționată de D2;

e. Pentru proiectul P2 să se găsească durata minimă de execuție dacă disponibilurile din cele două resurse sunt 4 respectiv 3. Să se deseneze graficul Gantt și profilurile resurselor.

**Problema 19.** Construirea unei secții a unei uzine presupune efectuarea activităților prevăzute în tabelul de mai jos:

Operații elementare	Durate	Operații imediat anterioare
Întocmirea proiectului de execuție (PE)	60	-
Comanda, execuția și livrarea utilajului tehnologic (UT)	160	-
Exproprieri (E)	20	-
Comanda, execuția și livrarea utilajului energetic (UE)	140	-
Organizarea generală a șantierului (O)	30	E
Studierea proiectului de execuție (S)	10	PE
Executarea construcțiilor și a instalațiilor –etapa1 (CO1)	10	O,S
Executarea construcțiilor și a instalațiilor –etapa2 (CO2)	70	CO1
Completarea rețelelor electrice exterioare (R)	55	UE,O
Montajul utilajului tehnologic (M)	28	UT,CO2
Probe tehnologice (PT)	12	R,M
Restul lucrărilor de construcții, instalații și finisaj (F)	28	UT,CO2

Să se determine:

- graful asociat, folosind metoda reprezentării activităților prin arce.
- durata minimă de execuție a lucrării;
- drumul și activitățile critice;
- rezervele maxime de timp ale activităților;
- graficul Gantt asociat.

**Problema 20.** Se consideră proiectele date prin tablele de mai jos:

Proiectul A

Activități	Condiționări	Durate
A <sub>1</sub>	-	3
A <sub>2</sub>	-	4
A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	8
A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	4
A <sub>5</sub>	A <sub>2</sub>	6
A <sub>6</sub>	A <sub>3</sub>	7
A <sub>7</sub>	A <sub>2</sub> ,A <sub>4</sub>	6
A <sub>8</sub>	A <sub>5</sub>	1
A <sub>9</sub>	A <sub>6</sub>	2
A <sub>10</sub>	A <sub>5</sub> ,A <sub>6</sub> ,A <sub>7</sub>	5
A <sub>11</sub>	A <sub>5</sub> ,A <sub>6</sub> ,A <sub>7</sub> ,A <sub>8</sub>	3

Proiectul B

Activități	Condiționări	Durate
B <sub>1</sub>	-	10
B <sub>2</sub>	-	6
B <sub>3</sub>	-	7
B <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	11
B <sub>5</sub>	B <sub>2</sub>	8
B <sub>6</sub>	B <sub>3</sub>	9
B <sub>7</sub>	B <sub>4</sub>	1
B <sub>8</sub>	B <sub>5</sub>	1
B <sub>9</sub>	B <sub>5</sub>	3
B <sub>10</sub>	B <sub>6</sub>	5
B <sub>11</sub>	B <sub>7</sub> ,B <sub>8</sub>	1
B <sub>12</sub>	B <sub>9</sub> ,B <sub>10</sub>	1
B <sub>13</sub>	B <sub>11</sub> ,B <sub>12</sub>	3

Se cere:

- Să se traseze grafurile asociate celor două proiecte;
- Să se găsească drumurile critice și activitățile critice din fiecare proiect;
- Să se afle termenele și rezervele de timp ale fiecărei activități;

- 
- d. Să se construiască graful integrat al celor două proiecte știind că activitățile  $A_8$  și  $A_{10}$  sunt condiționate de activitatea  $B_4$  iar  $B_{13}$  este condiționată de activitățile  $A_9, A_{10}, A_{11}$  și să se găsească drumul critic în acesta și noile termene ale activităților;
  - e. Să se construiască graful condensat asociat grafului integrat dacă se consideră că activitatea  $A_6$ , deși nu este critică, prezintă o importanță deosebită.