

METODE MODERNE DE PLANIFICARE A PROIECTELOR DE CONSTRUCȚII

Nicolae ȚURCANU, doctor, conferențiar

Facultatea Inginerie Economică și Business, Universitatea Tehnică a Moldovei
nicolae.turcanu@emc.utm.md

Ion ALBU, doctor, conferențiar

Facultatea Construcții, Geodezie și Cadastru, Universitatea Tehnică a Moldovei
ion.albu@fcgc.utm.md

Marcela BOTNARU, asistent universitar

Facultatea Inginerie Economică și Business, Universitatea Tehnică a Moldovei
marcela.botnaru@emin.utm.md

Rezumat: *Această lucrare este o sinteză a cercetărilor axate pe studii practice folosind metode moderne de planificare a proiectelor de construcții. Dezvoltatorii trebuie să aplice metodologii moderne și eficiente pentru planificarea proiectelor ce vor permite realizarea avantajelor economice în condiții de incertitudine maximă a pieței de resurse pentru construcții. Explicațiile demonstrate din punct de vedere practic, concluziile și recomandările acestor metode sunt prezentate în conținutul prezentei lucrări.*

Cuvinte cheie: *multi-proiect, resurse de construcții, capital înghețat, durată de execuție, model hibrid - MAG*

Abstract: *This paper is a synthesis of research focused on practical studies using modern methods of planning construction projects. Developers need to apply modern and efficient project planning methodologies that will allow them to achieve economic benefits in conditions of maximum uncertainty of the construction resource market. Practically explained explanations, conclusions and recommendations of these methods are presented in the content of this paper.*

Keywords: *multi-project, building resources, frozen capital, lead time, hybrid model - MAG*

Introducere

Leonhard Euler este considerat a fi părintele teoriei grafurilor, în 1736, într-una dintre scrisorile sale, formulează și propune o soluție la problema celor șapte poduri Königsberg, care a devenit ulterior una dintre problemele clasice ale teoriei grafurilor. Teoria grafurilor a primit un impuls pentru dezvoltare la începutul secolelor XIX și XX, când numărul lucrărilor din domeniul topologiei și combinatoriei, cu care are cele mai strânse legături de rudenie, a crescut brusc. Ca disciplină matematică separată, teoria grafurilor a fost introdusă pentru prima dată în lucrarea matematicianului maghiar Köning în anii 30 ai secolului XX.

Recent, graficele și metodele de cercetare aferente au pătruns aproape toată matematica modernă la diferite niveluri. Graficele sunt folosite în teoria planificării și managementului, teoria programării, sociologie, construcții, economie, biologie și medicină. Ca exemplu, putem lua în considerare utilizarea graficelor în proiectarea caselor, structurilor, cartiere etc. existente sau nou proiectate ce sunt considerate vârfuri, iar drumurile care le leagă, rețelele de inginerie, liniile electrice etc. - ca margini. Utilizarea diferitelor calcule efectuate pe un astfel de grafic permite, găsirea celui mai scurt ocol sau cel mai bun traseu spre rezultat. Teoria grafurilor se dezvoltă rapid, găsind noi aplicații și așteaptă tinerii cercetători. [6]

Planificarea proiectelor este o etapă de bază în ciclul de viață a unei construcție, ce face parte din lanțul activităților din cadrul Managementului de proiect: Studiu de fezabilitate – Proiectare – Planificare – Realizare/Execuție – Încheiere – Punere în exploatare.

Metodele de planificare moderne (MPM) sunt instrumente menite să asigure completivitatea ofertelor de lucrări la nivel de proiect și eficientizarea programelor de producție a firmelor de construcții la nivel de multi - proiect de exemplu planificarea necesarului în materiale pe programul anual al firmei poate conduce la contracte cu discount cu furnizorii și reducerea costurilor la materiale la nivel de ofertă.

Actualmente practicienii pe larg folosesc Microsoft Project 13, 16, 21 – softul principal de planificare a proiectului în baza graficului Gantt/activități pe verticală, lipsit, deocamdată, de posibilitatea optimizării după criteriul durată, a proiectelor cu lanțuri neritnice, datorită urătoarelor situații:

Piața construcțiilor este dominată de firme specializate mici și mijlocii;

Firmele mari dispun de subdiviziuni specializate;

Mărimea, după numărul de muncitori, a firmelor și structurilor specializate este aproximativ constantă;

Cantitatea de procese/volumul lucrărilor pe proiecte/șantiere, ca rezultat al unicității obiectivelor de construcție, este diferită;

Durata proiectelor, proceselor specializate (T), ca rezultat al raportului dintre volumul de muncă variabil (Q) la resursele de muncă constante (O), este o mărime variabilă:

$$T = Q/O = om * timp/om = durată variabilă, \quad (1)$$

Multi – Project – Management. De ce?

Creșterea cerințelor de calitate a managementului de proiect, căutarea soluțiilor de reducere a costurilor de construcție impune digitalizare pentru optimizarea indicatorilor de proiect. Provocările complexe și paralele cu care se confruntă dezvoltatorii de proiecte multidimensionale astăzi pot fi rezolvate eficient de organizațiile tradiționale de consulting specializate multilateral.

Multe companii, se concentrează tot mai mult pe planificarea și controlul întregului peisaj al proiectului de dezvoltare și nu pe proiecte individuale mici - devine necesară o viziune integrată, holistică. Reieșind din cele menționate importanța managementului multi-proiectului (MPM) este în creștere.

Portofoliile, programele și proiectele trebuie să fie aliniate cu obiectivele strategice ale companiei pentru a obține succesul dorit. Control separat al proiectelor individuale limitele de timp fac dificilă alinierea lor cu obiectivele corporative. Datorită lipsei de o abordare holistică, efectele de sinergie nu sunt exploatate, iar disputele privind resursele limitate sunt inevitabile în aceste circumstanțe.

Procesarea simultană a mai multor proiecte necesită transparență în stabilirea priorităților și stadiul tuturor proiectelor pentru a crea o bază clară pentru luarea deciziilor de intervenție timpurie pentru managerul multi-proiect. Însă gestionarea paralelă a mai multor proiecte presupune, de asemenea, riscul de a pierde atenția asupra obiectivului individual al proiectului.

Scopul MPM este de a crește eficacitatea și eficiența lucrărilor complexe de proiect.

Acest lucru se poate realiza cu o combinație adecvată de proiecte printr-o utilizare optimizată a resurselor tehnice, financiare și umane, precum și a coordonării legate de conținut. MPM profesional poate deveni un factor decisiv de succes. [3]

Managementul multi-proiect se referă la selecția, planificarea, controlul cuprinzător și monitorizarea întregului peisaj de proiect al unei companii sau al altei unități organizaționale.

În același timp, sunt luate în considerare potențialele conflicte între proiectele individuale.

Un portofoliu include toate proiectele unei companii, inclusiv cele fără integritate tematică.

În activitatea unei companii de construcții, pot exista mai multe proiecte, care urmează să fie realizate în comun ca parte a unei abordări cu mai multe proiecte sau urmărește un scop comun, unde:

Mai mulți operatori economici, executanți de lucrări, au dreptul de a se asocia și de a depune o singură ofertă;

Antreprenorul general responsabil (liderul asociațiilor / subantreprenorilor) va executa cel puțin 40% din valoarea viitorului contract de achiziții publice de lucrări;

Partenerul responsabil/antreprenorul general devine coordonator de multi-proiect - management.

Scopul general elaborarea modelului de planificare a proiectelor de construcții cu lanțuri neritmice conform cerințelor de optimizare și digitalizare.

Pentru realizarea scopului sunt definite următoarele **Sarcini specifice**:

1. Prezentarea abordărilor de planificare;
2. Prezentarea și analiza metodei de planificare Graficul Gantt / diagrama liniară;
3. Idem, Ciclogramei;
4. Idem, Matricei;
5. Idem, Graficului rețea;
6. Elaborarea modelului hibrid de planificare.

Ipoteză: Modelul hibrid dintre matrice și grafic rețea asigură optimizarea duratei de construcție a proiectelor cu lanțuri neritmice.

Planificarea proiectului de construcție, include:

- ✓ Stabilirea obiectivelor (general și specifice), scopului și strategiei;
- ✓ Decompoziția structurală a proiectului;
- ✓ Stabilirea relațiilor logice între activități/proiecte;
- ✓ Planificarea calendaristică a activităților;
- ✓ Planificarea resurselor.

Abordări de planificare a proiectelor:

- ✓ Work Breakdown Structure (WBS);
- ✓ Consecutivă / succesivă / în serie;
- ✓ Simultană / în paralel;
- ✓ Mixtă / în lanț / în flux;
- ✓ Combinată.

Pentru construcții se recomandă metoda în lanț / flux, care, prin specializare, conduce la calitate și eficientizare. Principul metodei constă în determinarea succesivă a influențelor factorilor asupra modificării fenomenului analizat.

Metoda substituției în lanț se aplică și pentru măsurarea influenței factorilor asupra modificării sau unui proces economic atunci când între factori și fenomenul analizat există o relație de tip funcțional exprimată sub forma de produs sau raport.

Metoda în lanț - divizarea cantității/volumului de lucrări pe sectoare și execuția acestora de formații specializate, este prezentată în figura 1.

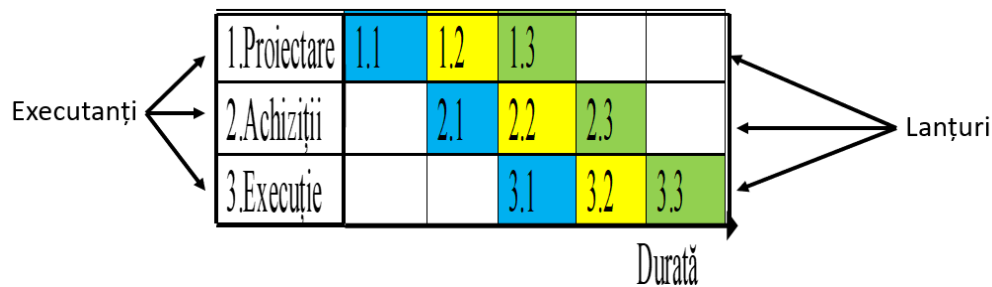


Figura 1. Metoda în lanț



Figura 2. Lanțul "Infrastructură", șantier or. Stockholm, Suedia



Figura 3. Lanțul suprastructură, șantier or. Stockholm, Suedia

Principii de bază în planificarea Proiectelor de Construcții:

Concordanța – corelația între cerințele proceselor/lucrărilor și mijloacele / resursele necesare (cantitatea și calitatea);

Continuitatea – lucrul neîntrerupt în timp și spațiu a formațiilor și/sau utilajelor;

Sincronizarea - ocuparea la maximum a sectoarelor cu front de lucru.

Știința planificării proiectelor este procesul de căutare a principiilor care se respectă și a metodelor care se aleg.

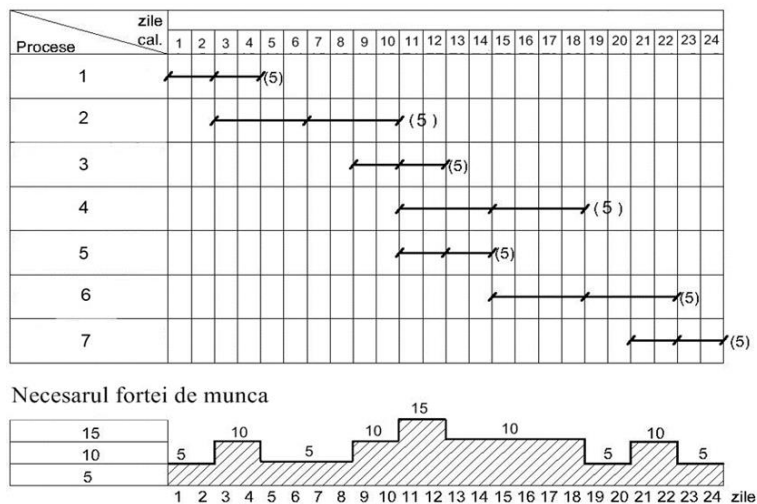


Figura 4. Graficul Gantt: 7 procese; 5 și 6 – în paralel

Sursa: [4]

Cumulativ bugetul proiectului poate fi reflectat modificând scara până la 200 mii lei (fig. 5). Această valoare se va obține în ultima zi de realizare a proiectului.

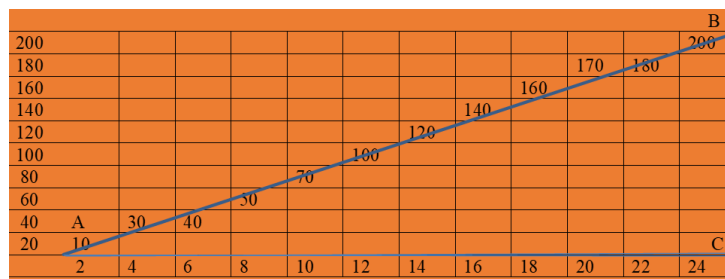


Figura 5. Graficul necesarului în resurse financiare pentru realizarea proiectului

Sursa: [4]

Valoarea capitalului înghețat pe perioada planificată a proiectului din figura 5, este dată de suprafața triunghiului ABC.

$$\text{Capital înghețat} = \text{Bani} * \text{Timp} = \text{suprafața ABC}, \quad (2)$$

Capital înghețat – minim – criteriu agregat de evaluare a proiectelor. [4]



Figura 6. Construcție – capital înghețat

Regulamentul privind achizițiile publice de lucrări prevede ca criteriile de evaluare a ofertelor:

- 1) Oferta cea mai avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic;
- 2) Cel mai mic preț.

În cazul aplicării criteriului „oferta cea mai avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic”, oferta stabilită ca fiind câștigătoare este oferta care întrunește punctajul cel mai mare, rezultat din aplicarea unui algoritm de calcul. Algoritmul de calcul prevăzut se aplică în baza utilizării unor criterii variate de evaluare a ofertei, în funcție de specificul fiecărui contract, cum ar fi: termenul de execuție, calitatea oferită, ciclul de viață, alte elemente considerate semnificative pentru evaluarea ofertelor, precum și prețul. [1]

Contractele de lucrări atribuite în scopul realizării unei investiții sânt considerate contracte de achiziții publice de lucrări, dacă valoarea estimată a lucrărilor de construcție-montaj reprezintă cel puțin 20% din valoarea totală estimată a investiției respective și a căror realizare face parte din obiectivul contractului respectiv. [1]

Consecințele lipsei în practica legislativă privind Achizițiile Publice a criteriului „minimum capital înghețat”, conduc la durate de construcții nejustificat de mari, de 30 – 40 de ani, fig.6.

Rezultate

Unul din principalele criterii de planificare a proiectelor de construcții este durata proiectului, iar pentru determinarea acestui indicator vom folosi „Matricea” – model de optimizare a duratei de construcție în baza schimbării ordinii de includere a sectoarelor în lanț, cu: 4 procese (Pi); și cu 3 sectoare (Si).

S/P	P1	P2	P3	P4
S1	0	8	6	16
	4	1	3	1
	4	9	9	17
S2	4	9	9	17
	5	2	4	1
	9	9	11	13
S3	9	11	13	18
	2	1	5	2
	11	12	18	20

Procesele 2 și 3 se realizează în paralel

S/P	P1	P2	P3	P4
S1	0	9	4	13
	4	1	3	1
	4	10	7	14
S3	4	10	7	14
	2	1	5	2
	6	11	12	16
S2	6	11	12	16
	5	2	4	1
	11	13	16	17

Consecutivitatea realizării: S1 – S3 – S2

Figura 7. Matricea de optimizare a duratei de construcție

În urma calculelor efectuate când procesele 2 și 3 se realizează în paralel durata proiectului va fi: T = 20 zile. Dacă vom schimba ordinea sectoarelor pentru activități S1 – S3 – S2, atunci vom obține: Durata proiectului va fi: T = 17 zile.

S/P	P1	P2	P3	P4
S3	0	9	4	12
	2	1	5	2
	2	10	9	14
S1	2	10	9	14
	4	1	3	1
	6	11	11	15
S2	6	11	11	15
	5	2	4	1
	11	13	15	16

Consecutivitatea realizării: S3 – S1 – S2

S/P	P1	P2	P3	P4
S3	0	8	2	11
	2	1	5	2
	2	9	7	13
S2	2	9	7	13
	5	2	4	1
	7	11	11	14
S1	7	11	11	14
	4	1	3	1
	11	12	14	15

Consecutivitatea realizării: S3 – S2 – S1

Figura 8. Matricea de optimizare a duratei de construcție

Organizarea activităților pe sectoare în ordinea S3 – S2 – S1, asigură durata minimă de 15 zile, ceea ce permite o reducere a duratei T cu 25% (5/20).

Pentru planificarea calendaristică a necesarului de resurse pentru construcții: financiare, umane, tehnice și materiale se recomandă varianta cu durata minimă de execuție a lucrărilor de construcție

montaj (15 zile) abținută când ordinea sectoarelor este S3 – S2 – S1, să fie adusă la forma graficului liniar.

MAG reprezintă un model hibrid **MA**trice + **G**rafic rețea, iar în figura 9, prezentăm topologia graficului MAG, care nu include activități fictive.

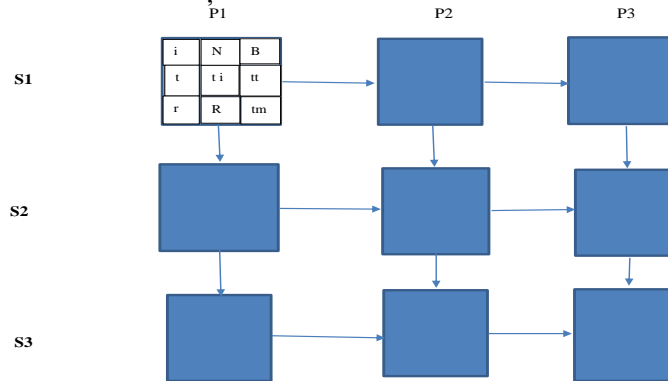


Figura 9. Topologia graficului MAG

Legenda MAG

i – cod proces / activitate;

B – buget;

N – număr muncitori;

t – termen minim de pornire;

ti – durată proces;

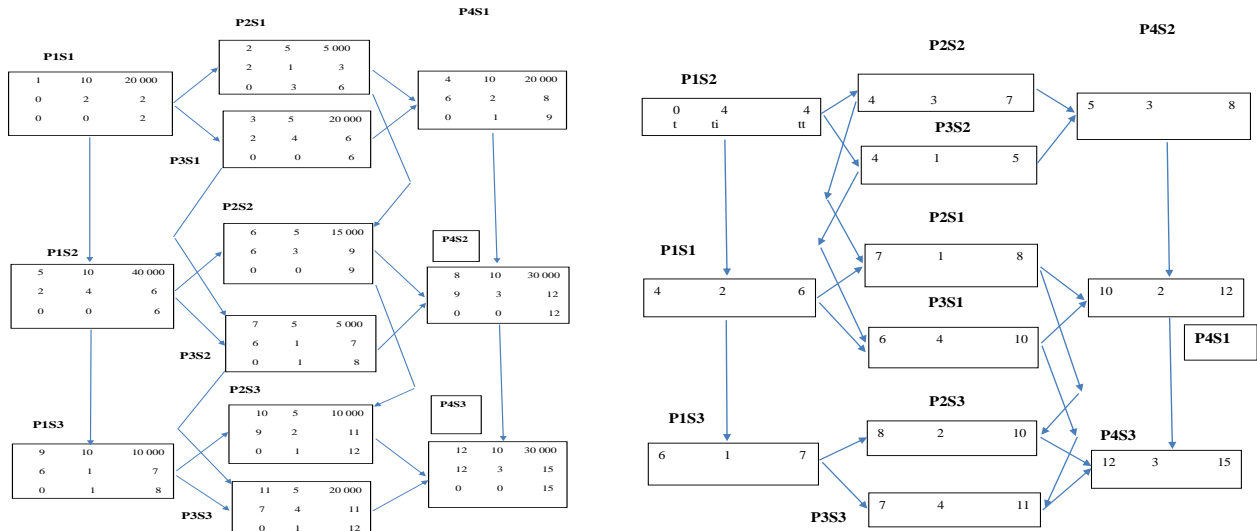
tt – termen minim de terminare; $tt = t + ti$;

r – rezerva liberă / individuală; $r = tt - t - ti$;

R – idem, totală;

tm – termen maxim de terminare; (tm pentru ultima activitate este egal cu tt; pentru celelalte activități se calculează pornind de la ultima activitate, împotriva săgeților, după formula $tm, i-1 = \min(tm - ti)$;

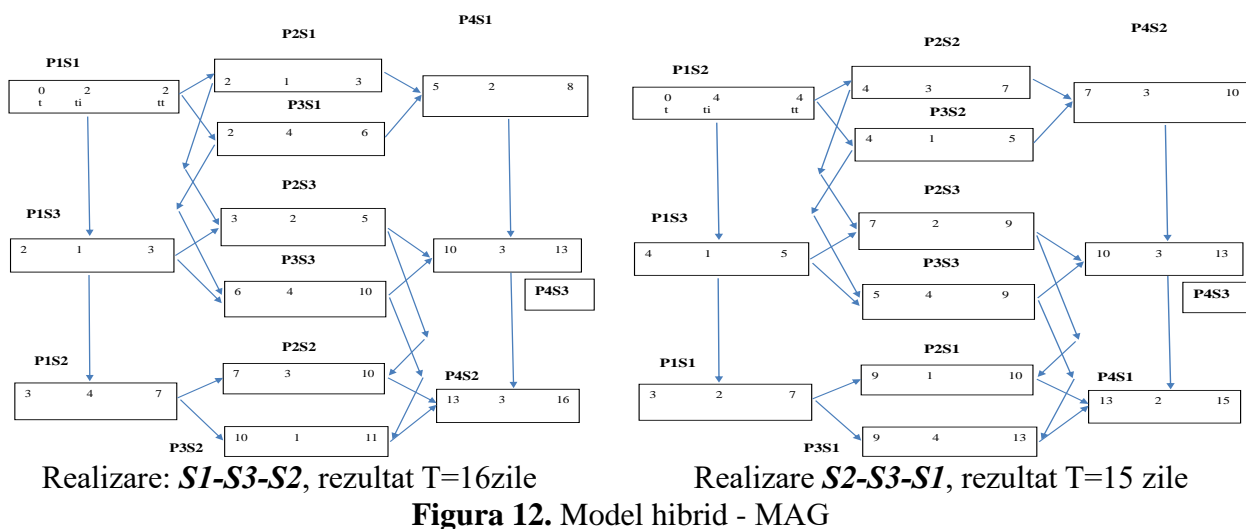
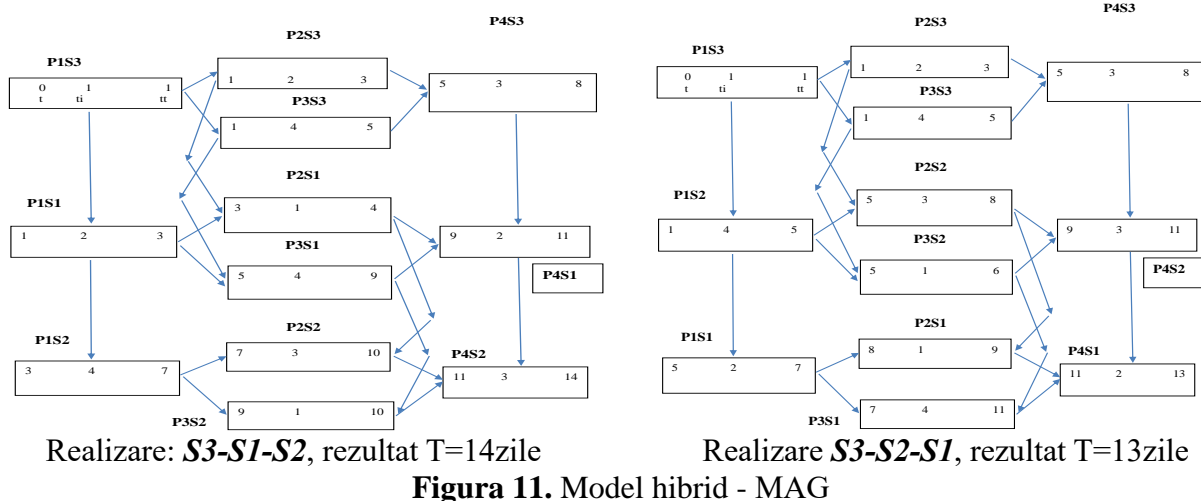
$R = tm - t - ti$.



Matrice, realizare S1-S2-S3, rezultat T=15zile

Realizare S2-S1-S3, rezultat T=15zile

Figura 10. Model hibrid - MAG



În rezultatul calculelor efectuate, varianta de organizare a realizării activităților pe sectoare în ordinea următoare: S3-S2-S1, conduce la durata minimă de construcție T = 13 zile, iar realizare: **S1-S3-S2**, durată maximă de T=16zile. Planificarea corectă va conduce în cazul dat la o economie de circa 19 %. [(16-13)/16*100]

Concluzii:

Companiile moderne de construcții trebuie să aplice metode de planificare a proiectelor deoarece resursele de construcții disponibile sunt limitate pentru realizarea concomitentă a mai multor proiecte;

Graficul Gantt și ciclograma sunt modele simple de planificare, ușor de înțeles și de transformat în modele mai performante – matrice și grafic rețea. Dezavantajul lor constă în utilizarea preponderentă a calcului manual și dificultăți de utilizare în condiții de modificare a programului de producție;

Matricea dispune de avantajul optimizării duratei de construcție în baza schimbării ordinii de includere a sectoarelor în lanț. Dezavantajele sunt aceleași ca și ale graficului Gantt și ciclogramei;

Graficul rețea înlătură neajunsurile modelelor precedente. Este un model informatic, dar este lipsit de avantajul matricei. Topologia graficului rețea include și activități fictive ce conduce la creșterea volumului operațiilor de calcul;

Modelul hibrid MAG înlătură neajunsurile modelelor precedente și dispune de performanțele matricei și a graficului rețea. Ipoteza de cercetare s-a confirmat.

Bibliografie:

1. Regulamentul privind achizițiile publice de lucrări (Hotărârea Guvernului nr.669 din 27 mai 2016) https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=92992&lang=ro
2. Microsoft Project - Решение для управления проектами. <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/project/project-management-software?market=ru>
3. Multi-Project-Management. https://www.passcon.de/whitepaper/Multi-Project-Management_EN_v1.pdf
4. Metode de evaluare și selectare a proiectelor în afaceri imobiliare. <http://cris.utm.md/handle/5014/703>
5. Cadrul metodologic pentru evaluarea proiectelor și programelor de cercetare-dezvoltare în R.Moldova. Elaborat de Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale al Academiei de Științe a Moldovei. Conducător de proiect CUCIUREANU, Gh. - 54 p.; Disponibil: <http://idsi.md/infoscience>, accesat 19.04.22
6. Lucrări de cercetare de proiectare „teoria graficelor”. <https://eurodomik.ru/ro/montazh/start-v-nauke-proektno-issledovatel'skaya-rabota-teoriya-grafov.html>
7. SAVIN, V., GHÎȚU, V. Managementul proiectelor. Monitorizarea și evaluarea proiectelor. Bălți: ADR Nord, 2013, 128 p.
8. POSTĂVARU, N., BADIU, C. IONAȘCU, Gh. Management în construcții. - București: Conpress, 2012. - 846 p.
9. HAGIU, V. Managementul execuției proiectelor de construcție. - Iași: Editura Dosoitei, 2003. - 280 p.
10. ПИНТО, Дж.К.. Управление проектами / Перев. с англ. Под ред. В.Н. Фунтова. - СПб.: Питер, 2004. – 464 с.

Articolul a fost realizat în cadrul proiectului de cercetare nr. 20.80009.0807.34 „Sporirea valorii patrimoniului cultural din Republica Moldova”.