

# REZOLVĂRI STATISTICE ALE PROBLEMELOR LEGATE DE MECANIZAREA LUCRĂRILOR DE TERASAMENTE

Profesor universitar, dr. hab. Andriuță MIRCEA

Universitatea Tehnică a Moldovei

*Rezumat; Proiectarea și executarea lucrărilor de terasamente prevede rezolvarea problemelor practice legate de alegerea setului de mașini pentru săparea și transportarea pământului spre locul destinație. Problemele considerate se rezolvă în baza materialelor normative și recomandărilor din agendele tehnice elaborate în anii 80-90 a secolului trecut de colaboratorii instituțiilor abilitate din fost-a URSS și adoptate la condițiile locale de instituțiile respective din Republică. Însă în condițiile actuale utilizarea acestor materiale este dificilă din mai multe cauze. De aceea materialele existente necesită completare și actualizare. În lucrare se prezintă rezultatele studiului consacrat rezolvării unor probleme practice din domeniu în baza analizei polifactoriale a informației existente și a rezultatelor studiilor anterioare exercitate de autor.*

**Cuvinte cheie:** terasamente, excavator, autobasculantă.

## 1. Introducere

La proiectarea lucrărilor de terasamente este foarte importantă rezolvarea corectă a problemelor legate de argumentarea alegerii tipodimensiunilor și numărului mașinilor de săpat și a mijloacelor de transport.

Alegerea mașinilor de săpat și a mijloacelor de transport se exercită conform indicațiilor din normative și agende în funcție de: volumul lucrărilor și termenul de execuție a lor; categoria terenurilor după excavabilitate; parametrii mașinilor și distanțele transportării solurilor spre la locurile de descărcare în haldă sau în edificii.

Analiza materialelor normative în vigoare [1,2,3] arată, că la utilizarea lor se ivesc dificultăți din mai multe cauze:

**-o mare parte din informația prezentată în aceste materiale este inutilă**, fiindcă mașinile, la care ea se referă, nu se mai produc;

-în perioada de timp trecut de la elaborarea materialelor vizate **au apărut tipuri și tipodimensiuni noi de mașini**, mai ales de producție occidentală, care nu figurează în agendele noastre;

**-prezentarea în aceste agende a informației numerice în formă tabelară** limitează posibilitatea utilizării ei numai pentru anumite condiții și mașini cu caracteristici tehnice și tehnologice concrete;

**-pentru principalul utilaj tehnologic al setului de mașini de terasamente – excavatorul ciclic – parametru determinant al tipodimensiunii**, în locul capacității cupei, în  $m^3$ , a **devenit masa excavatorului, în tone** [4]. Și această schimbare s-a produs pe dreptate, fiindcă excavatoarele ciclice de aceeași masă se echipează, de mai mult timp, **cu cupe de diverse capacități**: 3 (producătorii din Federația Rusă), 5 (Promex Brăila – România), 6 (firma franceză Poclain), 7 (firma americană Caterpillar) și 13-14 (firma germană Liebherr). De menționat, că o rezolvare a problemei alegerii cupei raționale a excavatorului ciclic în funcție de masa lui și categoria terenului excavat, a fost propusă în lucrarea recentă [5].

Cele expuse demonstrează, că materialele considerate necesită actualizare și completare, iar metodele de argumentare a alegerii mașinilor - perfecționare.

Mai jos se prezintă rezultatele rezolvării unor probleme practice din rândul celor menționate.

## 2. Determinarea capacității raționale de sarcină a autobasculantei pentru lucrul eficient cu excavatorul ciclic

Pentru rezolvarea, în formă generală, a problemei alegerii capacității raționale de sarcină a autobasculantei, în funcție de capacitatea cupei excavatorului și distanța transportării pământului excavat, vom utiliza, considerând-o absolut veridică (e publicată cu referința la SniP III-8 76), informația (colonițele 2,3 și 4, tab.1) privind corelația parametrilor mașinilor considerate, extrasă din agenda tehnică [1, tab.4.26].

Capacitatea rațională de sarcină a autobasculantei, din [1] și cea calculată cu relația (1).

Nr. crt	Distanța transportării solului, D, km	Capacitatea cupei excavatorului, q, în m <sup>3</sup>	Capacitatea Q, a autobasculantei, recomandată în [1]	Capacitatea autobasculantei Q, calculată cu relația (1)
1	1	0,65	7	6,55
2	1	1,6	10	11,9
3	1	4,6	27	24
4	2	0,65	10	8,14
5	2	1,6	18	14,8
6	2	4,6	27	29,7
7	3	0,65	10	9,23
8	3	1,6	18	16,77
9	3	4,6	40	33,7
10	5	0,65	10	10,84
11	5	1,6	18	19,7
12	5	4,6	40	39,6

Informația din colonițele 2, 3 și 4 a tabelului 1 s-a prelucrat după un program special, care a permis elaborarea relației pentru determinarea capacității raționale de sarcină a basculantei Q, în t, în funcție de capacitatea cupei excavatorului ciclic q, în m<sup>3</sup>, și distanța transportării solului săpat D, în km, de forma:

$$Q = e^{2,1651} \cdot D^{0,3126} \cdot q^{0,6618} \quad (1)$$

Rezultatele calculelor numărului necesar de autobasculante pentru lucrul eficient cu excavatoarele ciclice înzestrate cu cupe de capacitățile 0,65; 1,6 și 4,6 m<sup>3</sup> prezentate în ultima coloniță a tab.1, arată, cele mai mari diferențe de valori s-au evidențiat în rândurile 5 (17,77%) și 9 (15,66%). Conform cunoscutei clasificării a rezultatelor studiilor statistice, în cinci clase, elaborate de prof. L. Baron [6], rezultatele studiilor cu devieri de 10...20% se apreciază ca fiind de clasa a doua de precizie.

Din punct de vedere statistic relația (1) se caracterizează cu coeficientul de corelare multiplă R = 0,92362 și devierea relativă medie a rezultatelor calculelor de la cele indicate în tab.1,  $\varepsilon = 0,11$ , ceiace afirmă, că relația elaborată descrie cu înalt grad de precizie corelarea dintre parametrii luați în considerație.

Astfel, în rezultatul analizei polifactoriale a unui masiv restrâns de enformație oficială, a s-a elaborat o relație universală pentru determinarea capacității de sarcină a autobasculantei pentru lucrul cu excavator cu cupă de orice capacitate, în limitele de până la 4...5 m<sup>3</sup>, (ceiace cuprinde practic toate tipodimensiunile de excavatoare utilizate actualmente în Republică, și distanță arbitrară de transportare pământului.

### 3. Determinarea numărului necesar de basculante pentru lucrul cu anumit excavator ciclic

Pentru rezolvarea acestei probleme, în formă generală, se va utiliza informația din publicația prof. Iu. Beliacov [2, tab. 2.16] prezentată în tabelul 2.

Tabelul 2.

Numărul recomandat și cel calculat de autobasculante pentru lucrul cu excavatorul ciclic

Nr. crt.	Distanța D a transportării solului, km	Capacitatea Q a autobasculantei, t	Capacitatea q, a cupei excavatorului, m <sup>3</sup>	Numărul N de basculante: din[2] / calculat cu relația (2)
1	1	6	0,65	4/4,45
2	1	11	1,25	5/4,41
3	1	26	4,6	5/5,5
4	2	6	0,65	6/6,3
5	2	11	1,25	6/6,2
6	2	26	4,6	7/7,7
7	3	6	0,65	7/7,7
8	3	11	1,25	8/7,6
9	3	26	4,6	9/9,4
10	5	6	0,65	10/9,9
11	5	11	1,25	11/9,8
12	5	26	4,6	13/12,1

În rezultatul prelucrării informației din [2] s-a obținut relația de regresie de forma:

$$N = e^{2,9447} \cdot Q^{-0,6649} \cdot q^{0,6036} \cdot D^{0,4933} \quad (2)$$

Analiza vizuală a datelor din ultima coloniță a tabelului 2 arată, că rezultatele calculelor cu această relație se deosebesc de datele inițiale nesemnificativ.

Coeficientul corelației multiple în acest caz constituie  $R = 0,93$ , iar devierea relativă medie a rezultatelor calculelor  $\varepsilon = 0,0768$ , ceiace demonstrează o înaltă veridicitate a relației și o precizie înaltă a rezultatelor calculelor.

#### 4. Numărul necesar de cicluri ale excavatorului pentru încărcarea autobasculantei

Pentru rezolvarea acestei probleme se va analiza informația din [2, tab.2.14.], care reprezintă recomandăția privind numărul  $n$  de cupe cu pământ necesare pentru încărcarea unei autobasculantei de capacitatea  $Q$ , în t, în funcție de capacitatea cupei,  $q$ , în  $m^3$  și de categoria pământului după excavabilitate  $K$ , prezentată în tab.3.

Tabelul 3

Numărul de cupe ale excavatorului necesare pentru încărcarea unei basculante

Nr. Crt.	Capacitatea basculantei $Q$ , în t	Capacitatea cupei excavatorului $q$ , în $m^3$	Categoria solului după excavabilitate, $K$	Numărul $n$ de cupe necesare pentru încărcarea unei basculante: onform [2] - conform relației (3)
1	3,5-4	0,65	I-II	6 – 6,1
2	3,5-4	0,65	III-IV	5 – 5,5
3	3,5-4	0,65	V-VI	7 – 5, 2
4	3,5-4	1,0	I-II	4 – 4,0
5	3,5-4	1,0	III-IV	3 – 3, 6
6	3,5-4	1,0	V-VI	4 – 3,4
7	3,5-4	1,25	I-II	4 – 3,2
8	3,5-4	1,25	III-IV	3 – 2,9
9	3,5-4	1,25	V-VI	3 – 2,8
10	6,0	0,65	I-II	9 – 8,4
11	6,0	0,65	III-IV	7 – 7,6
12	6,0	0,65	V-VI	8 – 7,2
13	6,0	1,0	I-II	5 – 5,5
14	6,0	1,0	III-IV	5 – 5,0
15	6,0	1,0	V-VI	4 – 4,8
16	10,0	1,25	I-II	7 – 6,3
17	10,0	1,25	III-IV	6 – 5,7
18	10,0	1,25	V-VI	5 – 5,4
19	10,0	1,6	I-II	5 – 5,0
20	10,0	1,6	III-IV	5 – 4,5
21	10,0	1,6	V-VI	4 – 4,3
22	10,0	2,0	I-II	4 – 4,0
23	10,0	2,0	III-IV	4 – 3,6
24	10,0	2,0	V-VI	3 – 3,5

Prelucrarea informației din tabelul 3 a permis elaborarea relației de regresie pentru determinarea numărului necesar de cupe de excavator pentru încărcarea unei basculante de forma:

$$n = e^{0,5457} \cdot Q^{0,6756} \cdot q^{-0,9647} \cdot K^{-0,1152} \quad 3)$$

Relația (3) se caracterizează cu coeficientul de corelare multiplă  $R = 0,898$  și devuerea medie relativă a rezultatelor calculelor  $\varepsilon = 0,1006$ .

Analiza informației din ultima coloniță a tab. 3 arată, că devierea medie relativă a rezultatelor calculelor efectuate cu relația (3) de la datele tabelare constituie circa 10%.. Însă analiza datelor ultimei colonițe, ținând cont de categoria solurilor săpate (penultima coloniță), arată, că rezultatele calculate cu (3) sunt mai aproape de realitate. De exemplu, este absolut clar, că numărul recomandat de șapte cupe indicat în rândul trei al ultimei colonițe este greșit (nu se poate încărca într-o basculant mai multe cupe de categoria a

șasea, decât de categoria întâea). Este, posibil, o eroare mecanică, care s-a scăpat cu vederea la tipografie. În celelalte rânduri ale ultimei coloane atât datele inițiale, cât și rezultatele calculate par să fie absolut logice și, desigur, mai precise, ceea ce afirmă, că relația (3) poate fi utilizată pentru calcule inginerești.

## 5. Constații și concluzii

Analiza a materialelor normative și agendelor tehnice, în baza cărora se rezolvă problemele practice legate de proiectarea și executarea lucrărilor de terasamente, a demonstrat ele necesită actualizare și generalizare.

În baza analizei polifactoriale, cu metode moderne, a informației existente privitoare la un număr restrâns de excavatoare și mijloace de transport s-au elaborat modele matematice, care permit rezolvarea, cu precizie suficientă pentru calculele inginerești, a problemelor legate de alegerea capacității raționale a autobasculantei și a numărului necesar de basculante pentru lucrul eficient cu excavatorul de orice capacitate a cupei. S-a elaborat, de asemenea, relația veridică pentru determinarea numărului de cupe de excavator, necesare pentru încărcarea autobasculantei cu pământ de orice categorie după excavabilitate.

Relațiile elaborate au permis generalizarea informației din agendele tehnice existente, ceea ce va ușura rezolvarea problemelor vizate și vor fi utile pentru inginere și pentru studenții facultăților de construcții din țara noastră și din alte țări, la care-s în vigoare aceleași standarde.

## Bibliografie

1. A.K. Reish și a. Zemlyany'e raboty'. Spravochnic stroitelya. M. Stroiizdat, 1984, 320 pag.
2. Iu.I. Bely'cov și a. Zemlyany'e raboty'. M.:Stroiizdat, 1990, 271 pag.
3. ENIR. Sbornic E2. Vy'p.1. Mechanizirovanny'e i ruciny'e raboty'. M.:GOSSTROI SSSR., 1988, 224 pag.
4. Volcov D. și a.Stroitel'ny'e mashiny' i sredstva maloj mexanizacii.:Moscova, „ACADEMIA”, 2008, 478 pag.
5. Andriuță M. Stabilirea parametrilor cupelor de excavator pe baza modelelor statistice. București, revista de UNELTE și ECHIPAMENTE, nr.2, 2010, pag. 53-60.
6. BARON L.. O tochinosti osnovny'x tehnologhicescikh pocazatelei i injenerny'ch raschyotov v processe doby'chi rud. Izd. AN. SSSR, OTN. N9, 1951.