

MODELAREA LUCRĂRILOR DE CONSOLIDARE FOLOSIND SOFTURI PERFORMANTE DE PROIECTARE

Ștefan HORON ¹⁾, Rareș BOGDAN ²⁾

Rezumat

Pentru o reducere a costurilor lucrărilor de consolidare și pentru a putea urmări atent situațiile critice din orice punct al traseului, se impune o modelare spațială corespunzătoare a lucrărilor de consolidare prin utilizarea unor programe de calcul performante.

Lucrarea de față prezintă metode de utilizare complementară a unor softuri de modelare spațială și calcul de stabilitate pentru obținerea unor performanțe sporite.

Cuvinte cheie: **modelare spațială, structuri de consolidare, ARD**

Abstract

To obtain cost reduction for consolidation works and to closely monitor critical situations at any point of the route, requires a proper spatial modeling of the consolidation works by using advanced computer programs.

This paper presents methods for complementary using of spatial modeling and stability calculation software for achieving high performance.

Key words: **spatial modeling, consolidation structures, ARD**

Principiul metodei

De multe ori în practica proiectării drumurilor se întâlnesc situații în care datorită unor factori perturbatori apar deformații ale terasamentului drumurilor pentru care se impun lucrări de consolidare. Acestea fac parte din categoria unor lucrări speciale care necesită rigurozitate și acuratețe în stabilirea parametrilor care intră în calculul stabilității terasamentelor.

În general lucrările de consolidare conduc la costuri foarte mari, acestea putând fi limitate doar printr-o analiză spațială corespunzătoare a terenului de fundare, a terenului amenajat, a nivelului apelor subterane. Corectitudinea acestor date influențează în mod direct rezultatele calculelor de stabilitate a terasamentului și costurile totale ale lucrărilor.

De cele mai multe ori apare necesitatea de a interpola între profilele geotehnice realizate pe baza forajelor, fapt care se poate realiza numai prin modelarea spațială a stratificației terenului, interpolarea pe trei direcții fiind dificil a se realiza prin alte metode.

Modelarea spațială a structurilor geotehnice se face introducând în mediul CIVIL3D, AUTOCAD sau BRICSCAD puncte în zonele de schimbare a stratificației geotehnice. În

1) drd. ing. Ștefan HORON - doctorand la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, inginer proiectant SC DRUMEX SRL

2) ing. Rareș BOGDAN - inginer proiectant SC DRUMEX SRL

funcție de necesitate se poate realiza o corelare între AutoCAD sau BricsCAD și Civil3D, exportând suprafețele 3D și aliniamentele în format XML.

Punctele vor fi entități 3D, având ca și coordonate plane, coordonatele forajelor din planul de situație, iar ca poziție verticală, cotele straturilor calculate în valori absolute față de cota absolută a execuției forajului geotehnic.

Pentru fiecare strat, punctele vor fi introduse în layere denumite sugestiv cu numele stratului pe care-l reprezintă

Cu ajutorul punctelor se creează suprafețe triangulate pentru fiecare dintre straturile geotehnice și pentru nivelul apelor subterane, care este de obicei un factor important în apariția deformațiilor terasamentelor.

În mediul ARD (Advanced Road Design) se creează modelul 3D al proiectului și se adaugă ca afișare suprafețele create pentru stratificația geotehnică, având astfel posibilitatea de a cunoaște în permanență poziția proiectului față de nivelul fiecărui strat.

La plotare se vor genera secțiuni în orice punct dorit de pe axul drumului, afișându-se forma terenului și modelul proiectat al drumului cu toate elementele specifice și stratificația geotehnică.

Aceste secțiuni vor sta la baza calculelor de stabilitate a terenului și a evaluării împingerii care se exercită asupra lucrărilor de consolidare proiectate.

Exemplu practic:

Având dat un plan de situație cu poziția forajelor geotehnice s-au realizat modele digitale pentru terenul natural și pentru stratificația terenului.

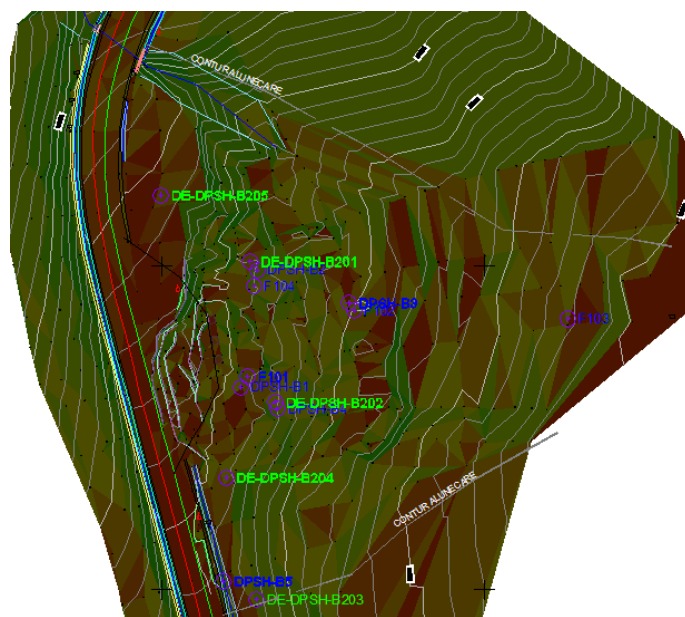


Fig.1 Crearea modelului 3D al terenului cu evidențierea alunecărilor

Amplasamentul este pe un drum național în zonă de deal, cu declivități de 5÷6%.

Drumul are trei benzi de circulație, una pe sensul de coborâre și două benzi pe sensul de urcare. Pe partea dreaptă a drumului există o platformă de parcare.

În zonă s-a produs un fenomen de instabilitate a versantului, care a afectat și drumul. Alunecarea s-a produs datorită prezenței în stratificația terenului a unui mâl curgător care apare de-a lungul drumului până la adâncimea de 4.0–6.0m. Nivelul apelor subterane a fost interceptat la 3.0÷4.0m de la cota terenului natural, având caracter puternic ascensionar.

În amonte de zona alunecată (în lungul DN) există un podeț a cărui descărcare ajunge în amonte de zona alunecată, iar datorită infiltrațiilor în corpul terasamentului favorizează evoluția alunecărilor de teren.

Pe terenul din aval de drum s-au produs denivelări pronunțate generând stagnarea apelor din precipitații și infiltrarea lor în terasament, fapt care de asemenea favorizează evoluția alunecărilor de teren.

Lucrările care s-au proiectat constau din:

- lucrări de sprijinire;
- sisteme de drenaj;
- lucrări de sistematizare a terenului din aval pentru a evita stagnarea apelor;
- pereerea canalului de evacuare a apelor din podeț;
- refacerea terasamentelor drumului pe zonele pe care s-au produs alunecări;
- refacerea structurii rutiere pe zonele alunecate.

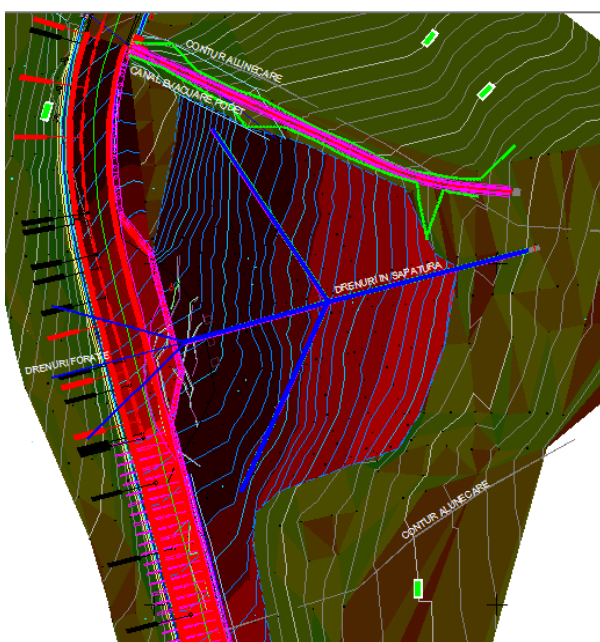


Fig.2 Modelul 3D al proiectului realizat prin ARD

Pentru lucrările de sprijinire s-a ales ca și soluție realizarea unui front de piloți $\varnothing 1000$, $L=12.0m$ din beton armat așezați pe un singur rând, legați la partea superioară cu o grindă radier.

În zona în care din investigațiile geotehnice a rezultat un plan de alunecare la 7.0m adâncime, piloții au fost dispuși la 2.0m interax cu ancoraje active autoperforante $L=24m$. Ancorajele s-au prevăzut cu înclinarea de 30° față de orizontală.

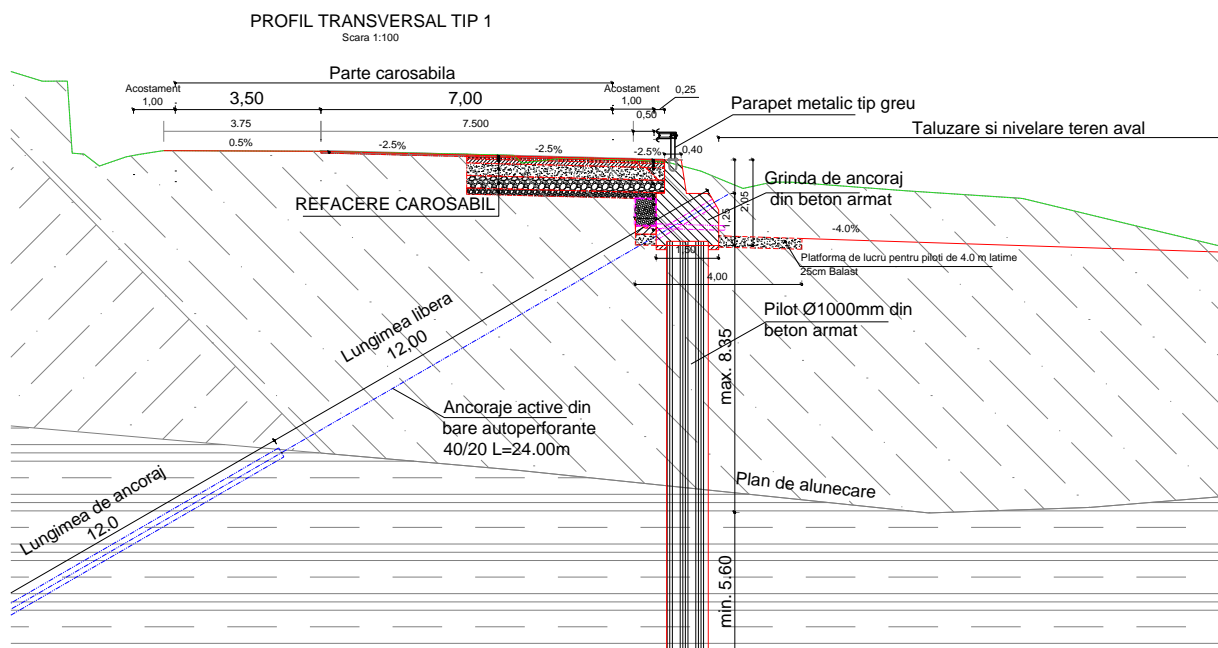


Fig.3 Lucrări de consolidare cu piloți ancorați

În zonele în care alunecările s-au manifestat la adâncimi de $4.0 \div 6.0m$ adâncime de la nivelul platformei drumului, s-au prevăzut piloți din beton armat $L=12m$, la $2.0 \div 3.0m$ interax, fără ancoraje.

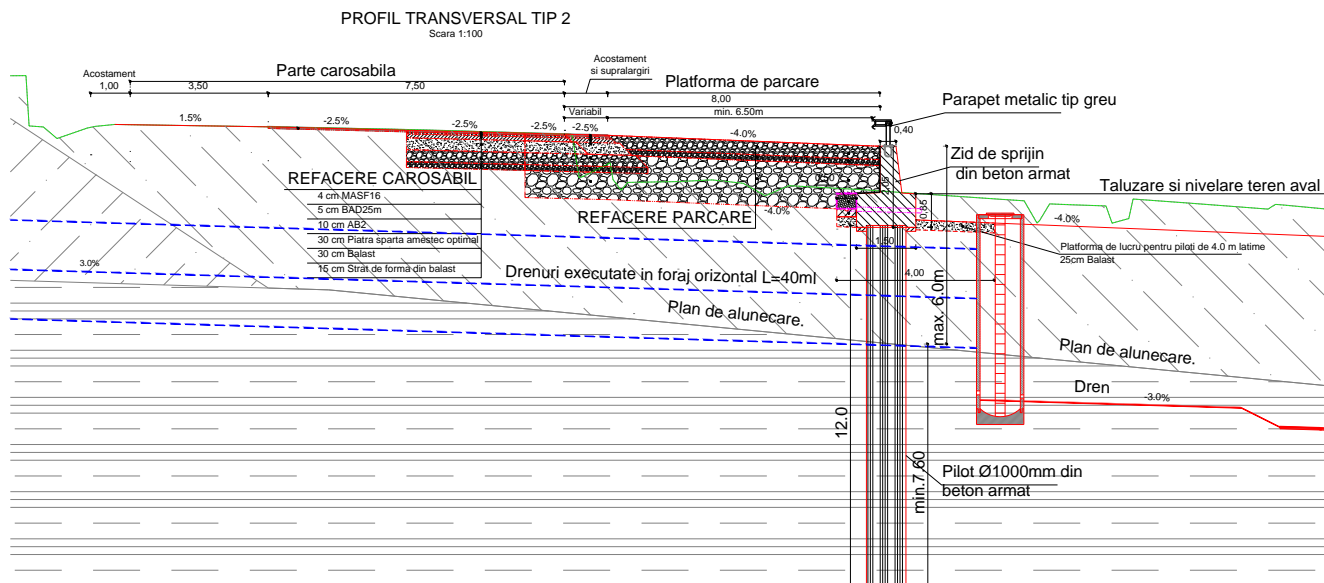


Fig.4 Lucrări de consolidare cu piloți neancorați și drenaje suborizontale

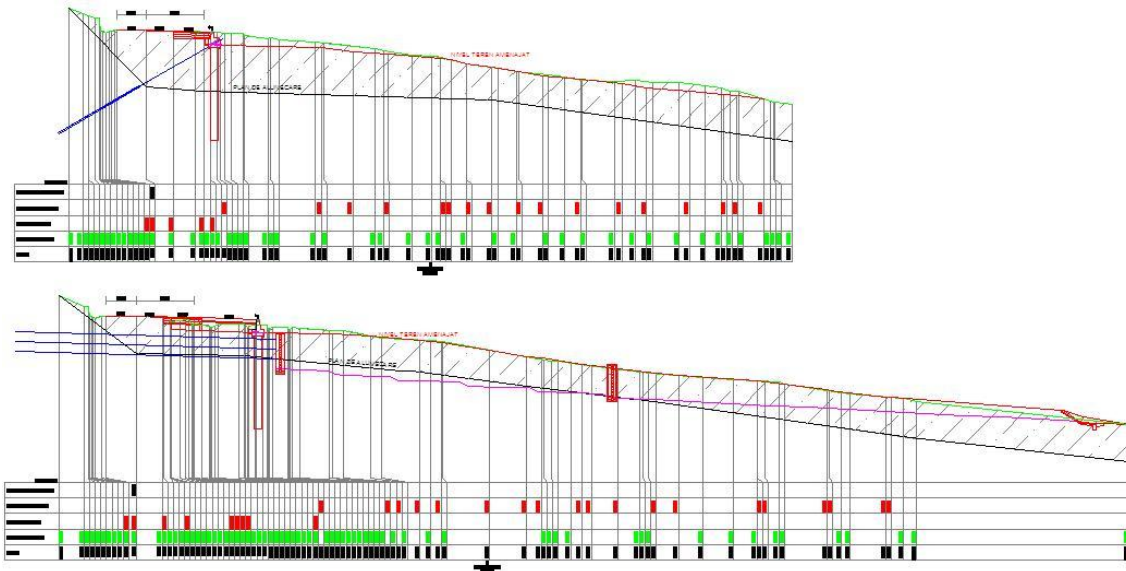


Fig.6 Profiluri de sistematizare realizate integral prin ARD

În calculele de stabilitate a terenului s-a stabilit poziția planului de alunecare și s-a evaluat împingerea care se manifestă asupra fronturilor de sprijin.

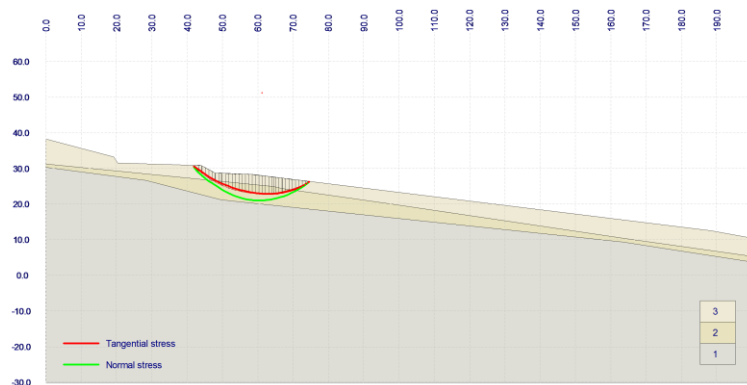


Fig.7 Evaluarea alunecărilor de teren

S-a calculat apoi cu metoda ITO-MATSUI distanța maximă dintre piloți pentru a evita curgerea pământului printre piloți. Din calcule a rezultat o distanță maximă de 3,22m.

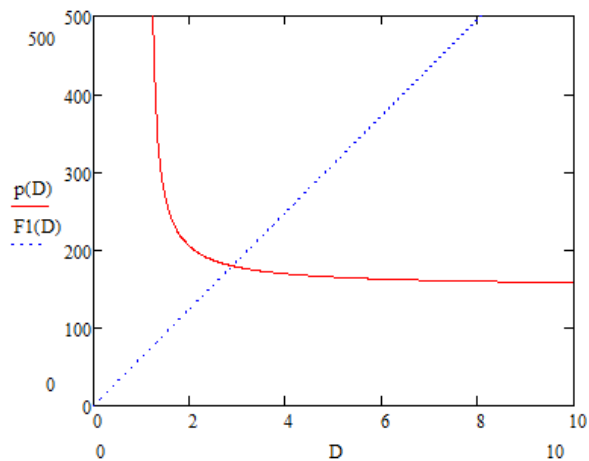


Fig.8 Calculul distanței maxime între piloți cu metoda ITO-MATSUI

S-au stabilit astfel schemele statice de încărcare a piloților, respectiv pentru piloții ancorați și pentru piloții din zona fără ancoraje. Distanța dintre piloți rezultată din calculul static astfel încât să nu fie depășit momentul capabil din piloți este de 2.0m. Pe zona din amonte, unde alunecările nu au ajuns încă la drum și un posibil plan de alunecare este la mai puțin de 4m adâncime, piloții s-au dispus la 3m interax.

În urma calculului static a rezultat un moment încovoietor de $\sim 2200 \text{ kNm}$ pentru piloții ancorați, cu plan de alunecare la 7.0m și de $\sim 1600 \text{ kNm}$ pentru piloții neancorați, cu plan de alunecare la 4.0–6.0m adâncime.

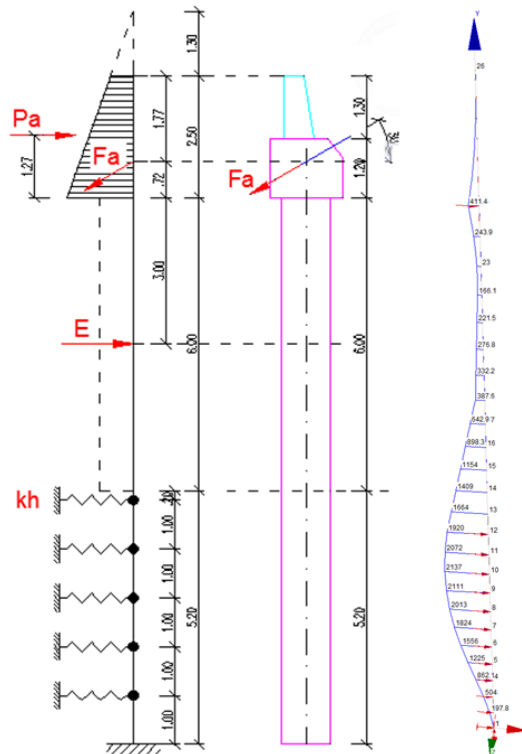


Fig.9 Schema de calcul a piloților ancorați

Având soluțiile de consolidare definitive, acestea s-au poziționat pe profilul longitudinal generat din ARD. Pe profilul longitudinal au fost inițial afișate prin ARD în mod automat nivelul proiectat al drumului, nivelul acostamentelor care va coincide cu nivelul superior al radierului de sprijinire, nivelul terenului alunecat și nivelul terenului de fundare.

S-a putut verifica astfel, pentru fiecare pilot în parte, dacă adâncimea de încastrare corespunde cu adâncimea minimă de încastrare luată în calcul pentru fiecare soluție în parte.

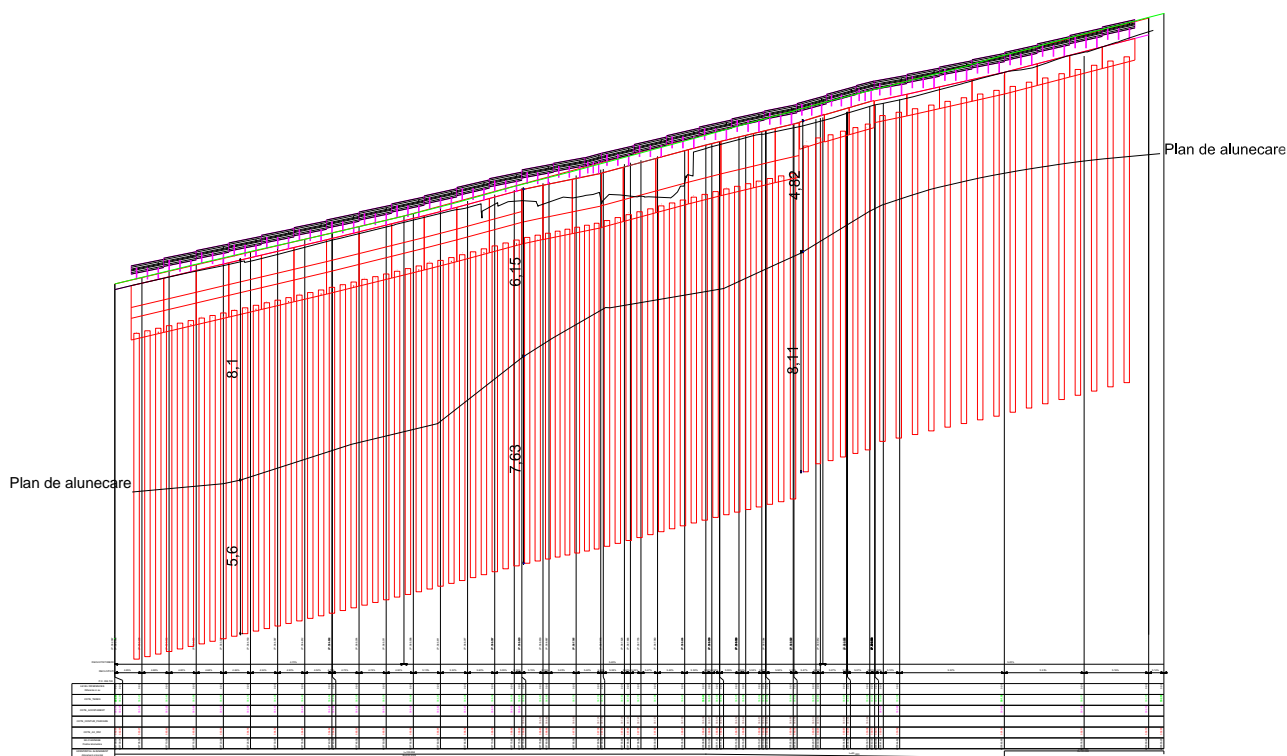


Fig.10 Profil longitudinal din ARD și elevație lucrări de consolidare

Concluzii:

Pentru a putea urmări atent situațiile critice care pot să apară la proiectarea lucrărilor de consolidare și pentru a putea eficientiza costul final al lucrărilor, se impune modelarea spațială a terenului amenajat, corelat în orice punct cu condițiile de fundare.

Bibliografie

- [1] *Revista de Drumuri și Poduri* – “Modelarea alunecărilor de teren cu ARD”, Silviu Tegzeșiu – SC CADSIL SRL
- [2] *Note de curs – Advanced Road Design*, ing. Florin Balcu - Australian DC S.R.L.
- [3] *Note de curs –Advanced Road Design*,ing. Răzvan Campean -VIA LOGIQ S.R.L.
- [4] Nicoleta Rădulescu, Horațiu Popa, Aurelian Munteanu, *Fundații. Îndrumător de proiectare*. Univesitatea Tehnică de Construcții București - Matrix Rom București (2000).
- [5] Sanda Manea, Ion Antonescu, Loretta Comeagă, Laurențiu Jianu, *Indrumător pentru proiectul de geotehnică și fundații*, Universitatea Tehnică de Construcții București (1998)
- [6] Tomito Ito, Tamotsu Matsui, *Methods to estimate lateral force acting on stabilizing piles*, Japanese Society of Soil and Foundation Engineering, vol. 15, no. 4, dec. 1975.
- [7] Robert Y. Liang, Wassel Al Bodour, *Analysis Method for Drilled Shafts Stabilized Slopes Using Arching Concept*, Annual Transportation Research Board Meeting in Washington, DC, 2010
- [8] Seyhan Firat, Mehmet Sarıbiyık, Erkan C, *Lateral load estimation from visco-plastic mud-flow around cylindrical row of piles*, Faculty of Technical Education, Department of Structure, Geotechnical Division, Sakarya University, Esentepe Campus, 54187 Sakarya, Turkey 2005
- [9] EUROCODE 7 - Geotechnical Design 1997
- [10] STAS 3300/1 - 85 - Teren fundare, principii de calcul