

PROIECTAREA UNUI TERASAMENT ARMAT LA BAZĂ CU MATERIALE GEOSINTETICE PE UN TEREN SLAB DE FUNDARE

DESIGNING OF AN REINFORCED EMBANKMENT WITH GEOSINTHETICS MATERIALS OVER A SOFT FOUNDATION SOIL

Mihai RĂDULESCU, Liviu TALOȘ, Dan ENĂCHESCU
SC Consitrans SRL, SC Geostud SRL, SC Geostud SRL

REZUMAT. În articol se prezintă o soluție de proiectare a unui terasament armat cu materiale geosintetice pentru un tronson de drum situat pe un teren slab de fundare.

ABSTRACT. This article presents a design solution for a reinforced embankment with geosynthetic materials over a soft foundation soil.

1. Introducere

În proiectarea structurilor de pământ armat cu geosintetice se are în vedere parametrii mecanici ai terenului, a materialelor din care este formată structura de rezistență, sarcinile maxime de încărcare și geometria sistemului. Se va ține cont și de faptul că materialele geosintetice au în general o alungire la rupere de 12% pe când pământul își pierde stabilitatea la deplasări mai mari de 3÷5%. Eforturile care acționează trebuie să fie superioare celor care asigură un factor de siguranță min 1,5.

Din aceste condiții rezultă metodele de calcul a structurilor armate care constau în principiu din determinarea efortului de întindere și preluarea lui de către elementele din materiale geosintetice. Una din aplicațiile folosirii materialelor geosintetice în construcția de drumuri este ridicarea capacității portante a terenului suport.

Pentru prezentul articol s-a urmărit proiectul „Lărgire DN5 București Giurgiu” având ca scop consolidarea terasamentelor cu utilizarea materialelor geosintetice.

Zona în studiu se află la confluența râurilor Neajlov și Câlniștea caracterizată prin prezența unui teren mlăștinos, inundabil și care conține cantități însemnate de părți organice. Rambleul drumului vechi era fundat pe această masă de turbă și la trecerea camioanelor grele, deformațiile terasamentului erau vizibile.

2. Caracterizarea geologică a terenului de fundare

Zona în studiu se află la confluența râurilor Neajlov și Câlniștea și aparține luncii inundabile a Raului Neajlov, albiei minore și luncii inundabile a pârâului Câlniștea.

Studiul geotehnic a pus în evidență următoarea succesiune litologică:

- formațiuni aluvionare recente puțin consolidate reprezentate printr-un amestec eterogen de nisip argilos, nisip prăfos, argile prăfoase, cu consistenta redusă, cenușii negricioase, cu resturi de materii organice, care le clasifică ca pământuri mârloase, grosimea acestora variind în domeniul 1.3m ÷ 2.7 m;

- formațiuni necoezive reprezentate prin nisipuri mijlocii și grosiere cu pietriș și pietriș cu nisip, ce formează un orizont situat între adâncimile 1.5 – 3.5 m și 4.6 – 6.3 m;
- formațiunile coezive situate sub aluviunile grosiere fiind formate din: argile, argile grase, argile marnoase, marne argiloase și subordonat argile prăfoase, argile prăfos – nisipoase și argile nisipoase. În cadrul acestui complex argilos au fost puse în evidență intercalații nisipoase, între adâncimi 12 – 14.7 m (pod Neajlov) și 8.0 – 12.0 m (podul Calnisteia), unde apar în alternanță cu argile marnoase.

Consistența pământurilor argiloase din cadrul complexului descris este în domeniul plastic – vârtos. Intercalațiile nisipoase prezintă în general înțesare ridicată $ID = 70\%$.

În această zonă se evidențiază prezența stratului argilos prăfos nisipos mârșos (turbos), material considerat de tip 4 f conform STAS 2914/84. Pe baza studiului geotehnic și a prevederilor STAS 1709/2-90 se menționează că materialul din stratul de fundare se încadrează la categoria „foarte sensibile la îngheț – dezgheț - tipul P4, P5.

În această situație se impunea atât nefolosirea materialelor în umpluturi cât și nerămânerea lor în terenul de fundare, motiv pentru care s-a propus pernă de balast.

3. Caracteristicile lucrării

Pentru rambleul de pământ ce trebuie consolidat se consideră următoarele caracteristici geotehnice:

- Coeziunea efectivă – $C_{ef} = 10-15$ kPa
- Unghiul de frecare internă - $\varphi = 20 - 25^\circ$
- Indicele de consistență – $I_c = 0.65$
- Modulul inițial de deformare la nivelul terenului – $E_0 = 6 - 10$ MPa

Caracteristicile geometrice ale rambleului sunt ilustrate în următorul profil transversal:

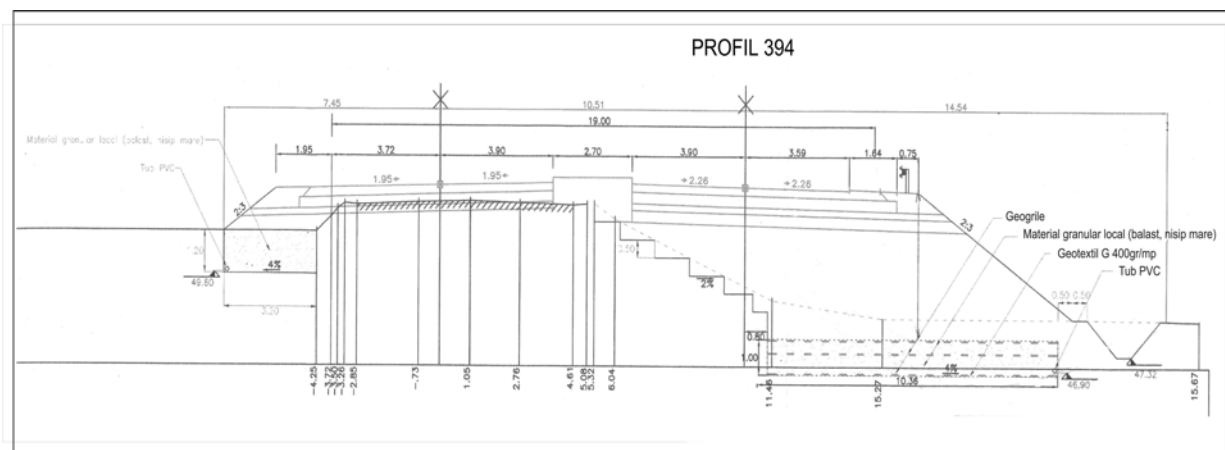


Figura 1. Profil transversal caracteristic.

4. Calcul

Ținând cont de condițiile locale: procurarea de materiale locale, posibilitățile de aprovizionare, costuri și nu în ultimul rând de dotarea constructorului, s-a ales următoarea soluție:

Pernă de balast cu grosimea de 1m, armată cu geogrilă.

La dimensionarea pernei de balast s-a folosit metoda Girout - Noirai și metoda propusă în standardul BS 8006/1995.

Metoda Girout Noirai

Calculul grosimii pernei de balast

$$h_0 = \frac{125(\log N - 294(r - 0,075))}{C_u^{0,63}} \approx 98 \text{ cm}$$

unde:

N - numărul de treceri (osii);
r - deformația patului;
C_u - coeziunea nedrenată.

Calculul pernei de balast cu geogrilă

$$(\pi + 2)c_u = \frac{P}{2(B + 1,8h_q)(L + 1,8h_q)}$$

unde:

$$B = \sqrt{1,44 \frac{P}{p}}$$

P - sarcina pe osie
p - presiunea în cauciuc
C_u - coeziunea ne drenată
h_q - grosimea pernei de balast

$$h_q = 0,77 \text{ m}$$

Se adoptă grosimea pernei de balast 1 m.

Metoda BS 8006/1995

Determinarea împingerii preluate de geogrilă

$$P_g = 0,5k_a (f_{fs} \gamma h + 2f_q w_s) H$$

$$P_{\text{cap}} \text{ geogrilă la } 5\% \text{ deformație: } P_{\text{cap}} = \frac{P_q}{2}$$

$$\text{Numărul de geogrilă: } N = \frac{P_q}{P_{\text{cap}}}$$

unde:

f_{fs} - factorul de siguranță aplicat greutatei specifice;
w_s - suprasarcina uniform distribuită la partea superioară a structurii;
φ - unghiul de frecare reziduală al terasamentului;
k_a - coeficient de deformare laterală;
γ - greutate specifică aparentă;
p - sarcina preluată de o geogrilă;
p_g - împingere laterală;
H - înălțimea rambleului;

În urma acestor calcule a rezultat un necesar de 3 geogriile cu rezistența la întindere de 20 kN. La diverse încărcări și calități de materiale vor rezulta în consecință diferite mărci și straturi de geogriile.

Stabilitatea rotațională

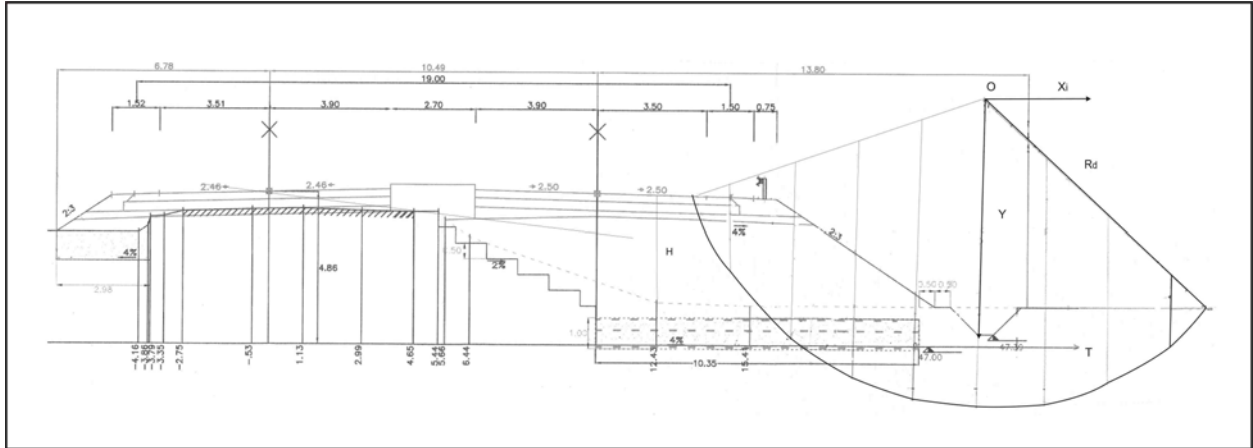


Figura 2. Analiza de stabilitate prin metoda cercului de alunecare

Moment de instabilitate $\sum w_i \sin \alpha_i \times R_D$

Moment de stabilitate $\sum w(1 - x_i) \sin \alpha_i + T \times y_i$

Unde:

w_i - greutatea specifică a fâșiei analizate;

T - forța de întindere a armăturii;

Rezultă un necesar de 4 geogriile .

5. Tehnologia de execuție

Suprafața de teren prevăzută în proiect a fi îmbunătățită se decapează de terenul vegetal și se nivelează asigurându-se pante de scurgere către un emisar (dren sau șanț). Pe suprafața astfel amenajată se așterne un strat de geotextil cu funcție de separare filtrare; așternerea este recomandabilă a se face paralel cu axa drumului. Suprapunerea fâșiilor de geotextil se face pe 10-15 cm, sensul de suprapunere va fi același cu sensul de împrăștiere al straturilor următoare cu scopul de a nu dezvelii rostul (se ține cont și de direcția vântului).

Fixarea geotextilului precum și a grilei se poate face cu ancore de oțel beton sau saci umpluți cu balast.

Urmează așternerea geogriilei biaxiale care poate prelua efortul după două direcții, suprapunerea geogriilelor este de 25 cm pentru a putea prelua și transmite eforturile de tracțiune.

Se continuă așternerea de material drenant în straturi de 25 cm până se atinge cota din planșa de execuție, după care se așterne al doilea strat de geogriile biaxială.

Operațiile de întindere a materialelor geosintetice se vor executa la temperaturi pozitive peste +10°C, materialul drenant nu va conține bulgări de gheață, argilă sau alte materiale, de asemenea nu va fi pus în operă cu o umiditate mai mare decât umiditatea optimă de compactare.

Dacă peste cota superioară a pernei de balast urmează un strat de material granular nu se mai interpune filtrul de geotextil, iar în caz că umplutura se execută cu materiale argiloase, pentru a

feri contaminarea materialului drenant, peste acesta se va pune un strat de geotextil cu mărimea porilor dimensionați corespunzător.

În partea cea mai de jos a pernei se va instala un tub de colectare cu perforații de 50 cm²/ml din PVC Φ 100 mm cu panta de scurgere asigurată pentru a nu transforma perna de balast într-un rezervor de apă aflat în corpul terasamentului.

Verificarea calității lucrărilor

În timpul execuției se va efectua un control permanent asupra calității lucrărilor verificându-se (la fiecare 1000 mp):

- amplasamentul la cota de fundare;
- gradul de compactare al terenului din săpătura de fundație, conform prevederilor din proiect;
- grosimea stratului realizat în urma compactării;
- montarea fiecărui rând de geogriile respectiv geotextile pe toată lungimea lui și paralelismul dintre rânduri;
- verificarea poziției pernei atât în plan cât și la cota la care este executată;
- verificarea calității geogriile /geotextilului;
- verificarea capacității portante după ranforsarea terasamentelor.

Se va controla respectarea condițiilor tehnice privind realizarea umpluturii, verificându-se periodic granulozitatea materialului și gradul de compactare realizat.

6. Concluzii

1. Condițiile locale destul de severe au impus găsirea unor soluții moderne de înaltă performanță care să asigure atât creșterea capacității portante a terenului de fundare cât și stabilitatea generală a lucrării;
2. Folosirea geogriilelor și geotextilelor la execuția pernei de balast asigură obținerea coeficientului de stabilitate proiectat, facilitează folosirea unor materiale locale ca materiale de umplură și un ritm înalt de execuție;
3. tehnologiile folosite la lucrările de consolidare folosesc la maximum spațiul existent și se încadrează armonios în natură.

Bibliografie

1. BS 8006/1995 Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills
2. Lărgire DN5 București Giurgiu - Consitrans (2005)