

ASPECTE PRIVIND UTILIZAREA PĂMÂNTULUI ARMAT ÎN SISTEM TEXTOMUR LA REALIZAREA UNEI PISTE DE SKI

ASPECTS USING REINFORCED SOIL WITH TEXTOMUR ON A SKI SLOPE

Drd. ing. Oana Colț, Prof.dr. ing. Anghel Stanciu, Prof.dr. ing. Nicolae Boțu
Universitatea Tehnică “Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Construcții

REZUMAT. Textomur-ul este o tehnică de armare a pământului cu ajutorul geosinteticilor (geotextile sau geogrid). Deosebirea acestui sistem de celelalte tehnici de armare a pământului constă în modul de realizare a paramentului, prin utilizarea de prefabricate metalice. Articolul prezintă, ca studiu de caz, utilizarea sistemului Textomur la realizarea „Pistei de ski de coborâre femei” pentru Campionatul Mondial din 2009, în stațiunea montană Val d’Isere, departament Savoie, Franța, cu referire la proiectarea și execuția lucrării. În finalul articolului se vor face referiri și asupra defectelor apărute pe timpul execuției și a cauzelor care le-au determinat.

ABSTRACT. Textomur system is a method of soil reinforcing using geosynthetics (geotextiles or geogrids). The main difference from other techniques of soil reinforcing consists in performing the facing of the wall, using metallic formwork. The paper presents, as a case study, the usage of Textomur system in the construction of the “Descendent ski slope for women” for World Championship 2009, in the mountain resort Val d’Isere, district Savoie, France, regarding the design and construction. In the end the paper presents the structural defects that developed during construction and causes of their occurrence.

1. Introducere

De la descoperirea Pământului armat de către Henri Vidal în 1963, tehnicile de ranforsare a pământului, a rambleelor, pentru construcția zidurilor de sprijin, a taluzurilor cu pante foarte mari au cunoscut o dezvoltare considerabilă.

În prezent tehnicile de armare a pământului pot fi clasificate în funcție de tipul de ranforsare (liniară, bidimensională, tridimensională), după modul de interacțiune dintre pământ și incluziuni sau după gradul de extensibilitate a incluziunilor în raport cu pământul (extensibile, inextensibile).

Ca metode de execuție varietatea metodelor de realizare a pământului armat este dată de utilizarea diferitelor tipuri de armături (metalice, geosintetice, geogrid) sau de parament (blocuri prefabricate din beton, structuri metalice, geogridle întoarse sau geosintetice).

Din categoria pământului armat cu geosintetice face parte și sistemul Textomur, tehnică utilizată în deosebi în Franța. Deosebirea acestui sistem de celelalte tehnici de armare a pământului cu geosintetice constă în modul de realizare a paramentului, prin utilizarea prefabricatelor metalice.

În contextul în care Franța este organizatoarea Campionatului Mondial din 2009 și având în vedere inexistența în stațiunea montană Val d’Isere, departament Savoie a unei piste de ski realizată la nivelul actualelor cerințe, s-a impus construcția unei noi piste de ski, care a făcut obiectul unei proiect complex de amenajare, ranforsare și vegetalizare a versantului muntos Solaize la o altitudine cuprinsă între 2025 și 2050m, în aval de pista existentă. Panta medie a versantului situat în dreptul acestui proiect este cuprinsă între 30 și 40°.

2. Considerații geologice și geotehnice

Studiile geotehnice și geologice efectuate au pus în evidență existența următoarelor straturi [3]:

- aluviuni de pantă, pe o înălțime cuprinsă între 2 și 5m, la limita de stabilitate;
- morene argiloase subconsolidate foarte compacte, cu înălțimi cuprinse între 4 și 7m;
- un substrat cuarțos mai mult sau mai puțin alterat, caracterizat de presiuni limită medii de 4MPa. Acest strat se întâlnește local și se întrerupe brusc, ca urmare probabil a prezenței unei falii.

Caracteristicile geotehnice ale pământului din amplasament, furnizate prin studiile geotehnice elaborate sunt :

- pentru aluviunile de pantă:
 - greutatea volumică - $\gamma_h = 19 \text{ kN/m}^3$;
 - unghiul de frecare internă - $\phi = 35^\circ$;
 - coeziunea - $c = 0$.
- pentru morena compactă:
 - greutatea volumică - $\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$;
 - unghiul de frecare internă - $\phi = 35^\circ$;
 - coeziunea - $c = 0$

Atât în suprafață cât și în adâncime nu se observă prezența apelor subterane. Totuși este posibilă o circulație a apei la suprafața terenului sau în stratul de suprafață pe perioada topirii zăpezii.

Lucrarea proiectată se situează însă la marginea laterală a unei zone de alunecare profundă (o grosime a alunecării mai mare de 10m), și pentru aceasta au fost prevăzute pe anumite sectoare lucrări de reabilitare de tip bulonare și pământ armat.

3. Descrierea lucrării

Pentru sectorul ce a necesitat ranforsări de tip pământ armat, pista este realizată în principal în rambleu, cu înălțimi cuprinse între 2,20m și 4,67m, peste cota terenului natural. Ținând cont de prezența unor pante naturale mari și de înălțimea taluzului proiectat, a fost necesară realizarea unei susțineri în avalul rambleului.

Astfel taluzul aval a fost executat cu o panta de 65° prin construcția unui masiv de pământ armat de tip Textomur cu parament vegetal. Înălțimea medie a paramentului este cuprinsă între 3,25 și 5,85m.

3.1. Textomur cu parament vegetal

Particularitatea sistemului de armare Textomur o constituie paramentul, realizat din prefabricate metalice cu rol de cofraje pierdute. Prezența acestora facilitează realizarea feței văzute a masivului ranforsat la înclinarea prescrisă și totodată alinierea corectă a armăturilor geosintetice. Elementele de fațadă Textomur au o lungime de aproximativ 4,75 m și pentru realizarea lor se utilizează oțel cu diametru de 6 și 8 mm. Înălțimea unui strat este aproximativ de 60 – 65 cm ea putând însă varia în funcție de necesitățile proiectului. Unghiul de pliere a cofrajelor, respectiv unghiul de înclinare a paramentului poate varia între 40° și 90° .

În cazul Textomur-ului cu parament vegetal se utilizează cofraje sudate din oțel. Pentru asigurarea vegetalizării, pe interiorul cofrajului se dispune un geotextil de vegetalizare. După poziționarea acestui material geotextil se realizează umplutura, iar imediat în vecinătatea paramentului pe o lățime de aproximativ 30 cm această umplutură se face cu pământ vegetal

(figura 1). Prezența geotextilului de vegetalizare și a umpluturii de pământ vegetal permite formarea în decurs de câțiva ani a unei păături vegetale la fața văzută a paramentului. În cazul acestui tip de parament închiderea la partea superioară se face prin plierea ultimului strat de cofraj și rambleerea la pantă pe înălțimea dorită.

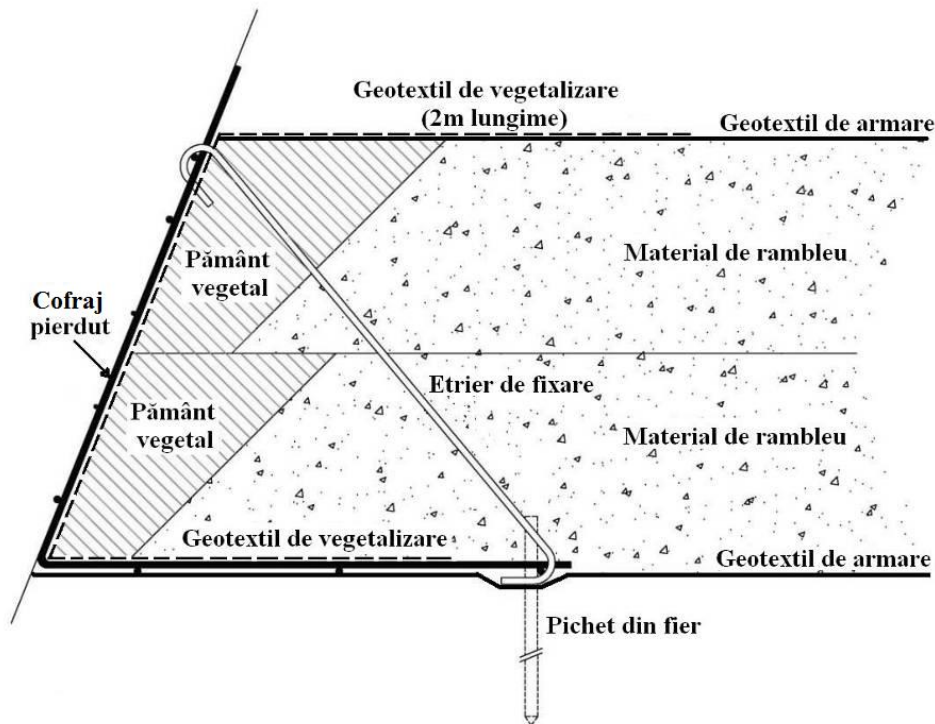


Figura 1. Structura Textomur cu parament vegetal

Acest tip de Textomur se utilizează în deosebi la realizarea rampelor de debleu sau rambleu în lungul căilor de comunicații (figura 2). Dezavantajul acestui tip de parament este posibilitatea de corodare rapidă a cofrajului metalic.



Figura 2. Lucrarea realizată în Franța cu textomur vegetal

4. Principii de proiectare

Calculul de proiectare constă în a determina tensiunile de serviciu din masivul de pământ armat, la nivelul armăturilor considerate fixate de parament și a verifica condiția de rezistență a armăturilor.

Pentru dimensionarea lucrărilor din pământ armat în sistem Textomur se utilizează programul de calcul Cartage, dezvoltat de către Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.) în anul 1985, care urmează metoda echilibrului limită, cu coeficienți de siguranță parțiali. Ruperea se consideră după suprafețe circulare, corespunzătoare metodei Bishop [2].

Prin acest calcul de proiectare se justifică lungimile de armături necesare și repartiția acestora pe înălțimea masivului în funcție de tipul de armătură aleasă (geotextile sau geogridurile) și de rezistența sa.

Pentru calculul de stabilitate internă s-a utilizat profilul cel mai defavorabil (figura 3). Pentru acest profil înălțimea masivului ranforsat este de 5,85m corespunzătoare a 9 nivele de cofraj pierdut Textomur. Tocmai pentru a realiza calculul de stabilitate în situația cea mai defavorabilă nu s-a luat în considerare existența unei umpluturi la piciorul masivului ranforsat cu o înălțime de 2 m [3].

Deasupra masivului de susținere, taluzul are o înălțime de 6m și o pantă de 34° . Pentru calcule se consideră o suprasarcină de 10kPa.

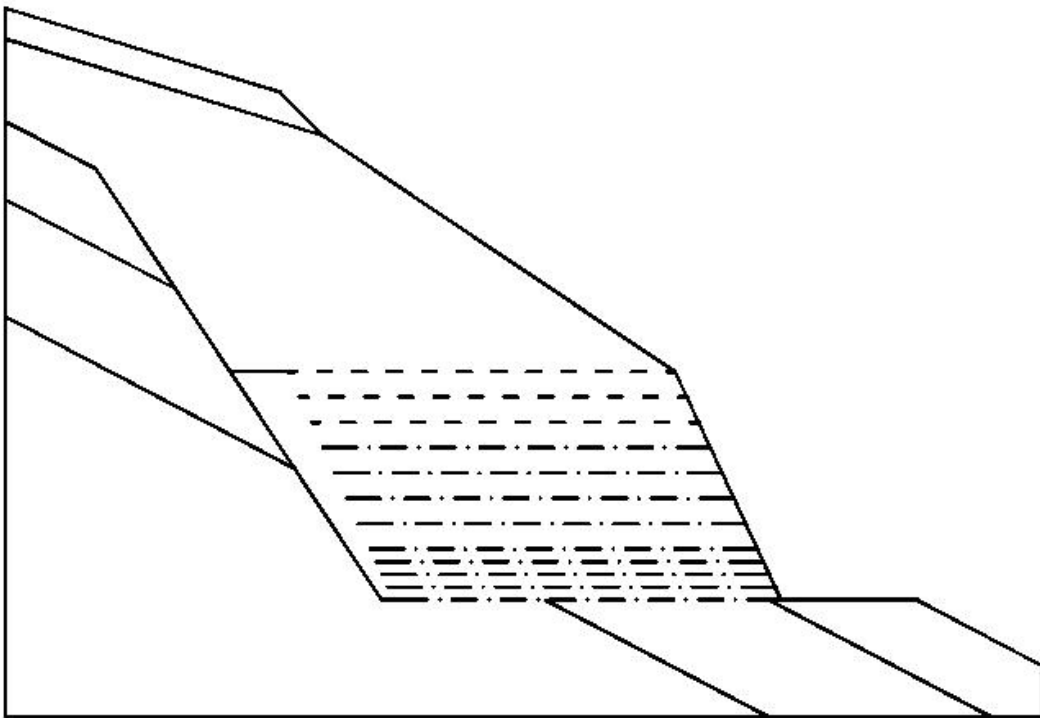


Figura 3. Schema de bază pentru calculul de stabilitate

Pentru realizarea umpluturii masivului ranforsat s-a utilizat pământul local, rezultat în urma săpăturilor de debleu, iar pentru calcul s-a propus utilizarea următoarelor valori:

- greutatea volumică – $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$;
- unghiul de frecare internă - $\phi = 35^\circ$;
- coeziunea - $c = 0$.

5. Rezultate

În urma calculelor de stabilitate internă pentru profilul cel mai defavorabil, necesarul de armătură este:

- 5 armături geotextile cu rezistența la întindere de 300kN/m, ancorate la 10m și dispuse la o distanță pe verticală de 0,325m ;
- 4 armături geotextile cu rezistența la întindere de 200kN/m, ancorate la 10,0m și la o distanță pe verticală de 0,65m.
- 3 armături geotextile cu rezistența la întindere de 100kN/m, ancorate la 10,0m și poziționate la o distanță pe verticală de 0,65m

Având în vedere că masivul se execută în trepte, deasupra zidului de susținere inferior se execută un al doilea masiv, de dimensiuni mai reduse, pentru care necesarul de armătură s-a stabilit la:

- 2 armături geotextile cu rezistența de 200kN/m, ancorate la 5m și dispuse la o distanță pe verticală de 0,65m ;
- 4 armături geotextile, cu o rezistență la întindere de 100kN/m, ancorate la 5,0m și la o distanță pe verticală de 0,65m.

Vom preciza însă faptul că în final calculele s-au realizat pentru mai multe profile, care corespund altitudinilor diferite de realizare a lucrării, astfel încât necesarele de armătură diferă în funcție de profil.

Un profil transversal pentru lucrarea propusă este prezentat în figura 4.

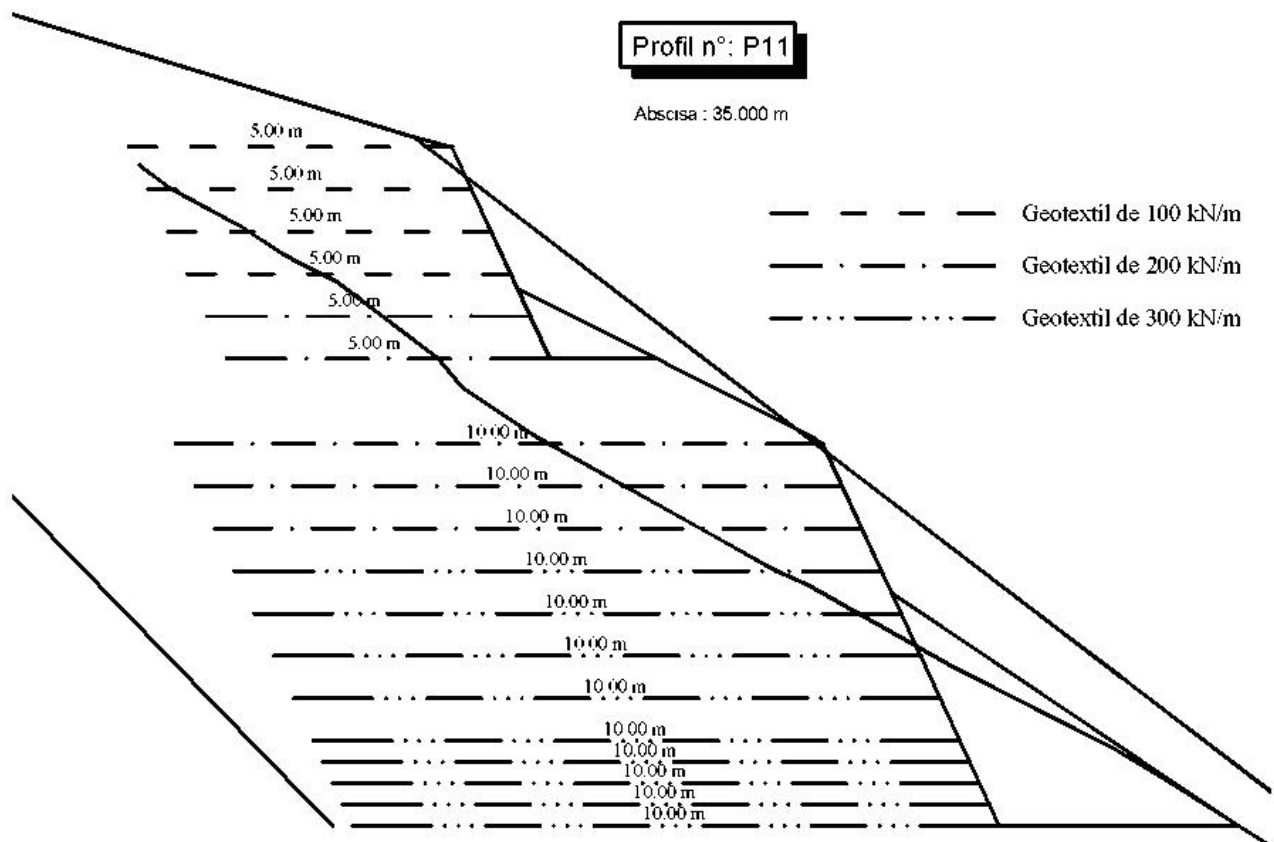


Figura 4. Profil transversal al lucrării cu dispunerea armăturilor

6. Drenarea apelor

Pentru asigurarea drenării apelor de infiltrație din topirea zăpezilor sau cele pluviale se va realiza un strat drenant în spatele masivului ranforsat, cu o grosime de 50cm, formată din materiale drenante concasate (figura 5).

Apele astfel drenate vor fi captate de un dren de picior, având un diametru de 300mm, iar apoi eliminate printr-o rețea de drenuri dispuse în lateralul lucrării (figura 6).



Figura 5. Realizarea stratului drenant



Figura 6. Montarea drenului

7. Defecte pe timpul execuției

Execuția acestei lucrări de ranforsare s-a desfășurat pe perioada lunilor septembrie – octombrie 2006. În această perioadă au existat și câteva zile ploioase, ce au dăunat considerabil condițiilor de punere în operă. În acest sens problema principală a fost creșterea umidității materialului de rambleu. Deoarece se dorea finalizarea lucrării în timpul prescris, lucrările au fost demarate imediat după încetarea ploilor, nepermițând astfel o evacuare a apelor pluviale infiltrate în rambleu.



Figura 7. Creșterea umidității materialului de umplură



Figura 8. Deteriorări ale cofrajelor datorate compactării insuficiente

Acest deficit a dus la imposibilitatea compactării straturilor de umplură la gradul de compactare prescris. În timp, datorită uscării pământului, s-au înregistrat tasări ale pământului ce au determinat o deteriorare a cofrajelor metalice, prin flambaj spre exterior (figura 9), acest lucru nepunând însă în pericol stabilitatea lucrării (figura 10).



Figura 9. Finalizarea masivului de Textomur

8. Etape de execuție

Punerea în operă a unui masiv de pământ armat de tip Textomur este caracterizată de un montaj simplu în straturi succesive cu grosimi cuprinse între 0,60 – 0,70m. Etapele de execuție sunt următoarele :

- pregătirea stratului de bază prin nivelare și compactare;
- pozarea startului de armătură cu rol de rezistență;
- montarea cofrajului metalic (figura10.);



Figura 10. Pozarea cofrajului metalic

- așezarea geotextilului de vegetalizare;
- umplerea zonei frontale cu pământ vegetal;
- realizarea umpluturii în două straturi de aproximativ 0,30m și compactarea lor;
- realizarea sistemului de drenare în spatele masivului;
- reluarea etapelor până la realizarea înălțimii de proiectare.

9. Concluzii

Structurile armate cu geosintetice au devenit din ce în ce mai mult o alternativă la zidurile de sprijin clasice, fiind de asemenea și o soluție viabilă pentru stabilizarea alunecărilor, protecția pantelor sau crearea de rambleuri și debleuri în construcțiile de drumuri.

Prin faptul că eforturile transmise terenului nu sunt foarte mari, sistemul Textomur poate fi utilizat atât în zone cu terenuri bune de fundare, dar și în zone în care capacitatea terenului de a prelua eforturi este mai redusă.

Bibliografie

1. A. Stanciu, I. Lungu – „Fundatii I – Fizica și mecanica pământurilor”, Editura Tehnică, București, 2006;
2. Cartage – manual de utilizare , L.C.P.C, 1985;
3. Proiect tehnic și detalii de execuție - „Championnat du monde 2009 - Val d’Isère - Proiect piste de descente dames”, Geonove, Franța;
4. A. Stanciu, O. Colț, I. Lungu – “Design of reinforced soil works – Textomur structures – based on the computer program Cartage”, - Computational Civil Engineering 2007, International Symposium, Iași, România, May 25, 2007.