



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00222

(22) Data de depozit: 27/03/2018

(41) Data publicării cererii:
30/07/2018 BOPI nr. 7/2018

(71) Solicitant:
• BOIAN CORIN, STR.CÂMPULUI NR.49,
PITEȘTI, AG, RO

(72) Inventatori:
• BOIAN CORIN, STR.CÂMPULUI NR.49,
PITEȘTI, AG, RO

(74) Mandatar:
INVENTA - AGENȚIE DE PROPRIETATE
INTELECTUALĂ S.R.L.,
BD. CORNELIU COPOSU NR.7, BL.104,
SC.2, AP.31, SECTOR 3, BUCUREȘTI

(54) **PROCEDEU DE ÎMBUNĂȚIRE A CARACTERISTICILOR
FIZICE ALE PĂMÂNTURILOR ARGILOASE, ȘI RAMBLEU
REALIZAT PRIN ACEST PROCEDEU**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de îmbunătățire a caracteristicilor fizice de compactare și rezistență la forfecare ale pământurilor argiloase și la un rambleu realizat cu acest procedeu, procedeu fiind destinat domeniului geotehnic pentru lucrări de construcții de terasamente cu umplutură cum sunt digurile cu diferite roluri, ramblee de drumuri sau adiacente lor, și altele asemenea. Procedeu conform invenției are următoarele etape: se întinde cu utilaje adecvate un strat de pământ argilos cu grosimea cuprinsă între 30...40 cm, se determină gradul de umiditate a pământului și în funcție de acesta se adaugă uniform, pe întreaga suprafață a stratului de pământ argilos, un strat de cenușă uscată de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, cu grosimea cuprinsă între 2...4% procente masice, se amestecă mecanic cele două materiale pentru omogenizare, iar în final se compactează amestecul rezultat prin mai multe treceri cu un compactor tip "picior de oaie" sau cu un cilindru compresor vibrator, numărul de treceri fiind determinate experimental. Rambleul conform invenției este realizat din pământuri argiloase care corespund unor parametri din domeniul granulometric, respectiv conținut de particule fine, indice de plasticitate, umflare liberă și care conțin

cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, într-un procent variabil cuprins între 2...4% procente masice, în funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețete predeterminate.

Revendicări: 5

Figuri: 9

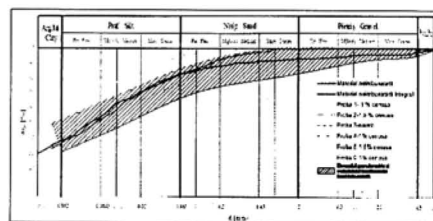


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Procedeu de îmbunătățire a caracteristicilor fizice ale pământurilor argiloase și rambleu realizat prin acest procedeu

18

Invenția este destinată îmbunătățirii caracteristicilor fizice de compactare și rezistență la forfecare ale pământurilor argiloase/argilelor, fiind destinată domeniului geotehnic, în special pentru a putea fi utilizată la lucrări de construcții de terasamente cu umplutură (în rambleu) cum ar fi: diguri cu diferite roluri (protecție contra inundațiilor, de delimitare a unor depozite de deșeuri sau zone protejate, a batalurilor sau iazurilor), ramblee de drumuri sau adiacente lor etc.

Realizarea lucrărilor de terasamente în condiții de calitate, se face cu respectarea prevederilor standardelor și normativelor aplicabile în domeniu, dintre care în continuare se enumeră cele mai importante: Ghid GE 026/97 - Ghid pentru execuția compactării în plan orizontal și înclinat; STAS 8389-82 - Diguri. Condiții de execuție și metode de verificare; STAS 9850-89 - Verificarea compactării terasamentelor; etc..

Invenția se referă la îmbunătățirea pământurilor argiloase prin amestec cu un agent de stabilizare, în vederea utilizării lor pentru lucrări de terasamente. Așa cum a fost arătat mai sus, aceste pământuri, care prezintă plasticități ridicate, activitate mare față de apă, umflări și contracții, sensibilitate la îngheț/dezgheț, rezistențe mecanice scăzute, trebuie îmbunătățite prin amestec cu lianți hidraulici pentru a putea fi utilizate la lucrări de terasamente. De asemenea, o altă problemă este legată de punerea în operă a acestor materiale deoarece deseori au umidități naturale ridicate, mai mari decât cele optime de compactare, ceea ce necesită timp de uscare ridicat. Prin amestec cu lianți hidraulici scade umiditatea pământului, ceea ce le îmbunătățește lucrabilitatea.

Sunt frecvente cazurile în care materialul pământos local, în cazul de față argilele nu întrunesc condițiile de realizare a unor lucrări de terasamente în rambleu de cea mai bună calitate. Totodată în perioade ploioase necesită timp de așteptare în vederea uscării relativ mari ceea ce conduce la întâzieri în graficele de execuție ale lucrărilor.

Se cunoaște un procedeu de îmbunătățire a caracteristicilor mecanice ale pământurilor argiloase (uneori prezentând umflări/contracții la variații de umiditate sau fiind foarte compresibile), aflate în zona unui șantier de construcții, prin amestec în masă a acestora cu diferite adaosuri, dintre care cele mai cunoscute sunt varul sau cimentul. Fiecare dintre acești lianți hidraulici are domeniul său de aplicare și rezultatul amestecului are caracteristici mecanice și/sau de durabilitate diferite. De exemplu, amestecul pământurilor argiloase cu umflări și contracții mari, cu var sau

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI BREVETE
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2018 00222
Data depozit 27-03-2018

17

lianți speciali pe bază de var, are ca rezultat transformări de natură cantitativă și calitativă, prin schimbări în structura internă a pământului și formarea de noi componente ai acesteia, ceea ce duce la îmbunătățirea caracteristicilor mecanice.

Malaxarea pământului *in situ* (*soil mixing*) asigură amestecarea particulelor de pământ cu lianți precum varul sau cimentul, sub formă uscată sau de suspensie, cu ajutorul unor dispozitive mecanice. Liantul se întărește în timp, și conduce la sporirea rezistenței și a rigidității terenului. În cazul aplicării metodei la pământuri nisipoase, se obține și o reducere a permeabilității.

Se cunoaște de asemenea că, pe lângă var și ciment, care sunt cei mai utilizați lianți hidraulici, mai există și alte materiale ce pot fi utilizate ca agenți de stabilizare. Dintre cele mai utilizate materiale în procesul de stabilizare ca liant unic sau în amestec cu alte materiale se pot enumera: cenușa vulcanică, bentonita, silica fume, bitum, zgură de furnal măcinată etc. Acești agenți de stabilizare sunt adăugați fie sub formă uscată, fie sub formă de suspensie, în diferite proporții, aceste specificații fiind stabilite pe baza studiului parametrilor mecanici și al comportării diverselor amestecuri prin intermediul încercărilor complexe de laborator.

Se mai cunoaște că industrializarea rapidă a multor țări a dus la generarea unor mari cantități de deșuri care în prezent pun multiple probleme de mediu, iar aceasta a determinat promovarea de strategii tematice privind dezvoltarea durabilă și în cea privind prevenirea și reciclarea deșeurilor. Unele dintre aceste deșuri au un potențial mare de reutilizare în diferite industrii sau lucrări de construcții, inclusiv în domeniul Ingineriei Geotehnice. Astfel Long et al (2009), citat de Basu & Puppala (2015) consideră că există șapte zone în care Ingineria Geotehnică poate contribui la creșterea durabilă dintre care menționăm: managementul deșeurilor legat de dezvoltarea și reabilitarea infrastructurii, iar în acest sens, Basu et al (2012) citează printre temele de interes reutilizarea deșeurilor în structurile geotehnice și tehnici de îmbunătățire a pământurilor inovante și eficiente din punct de vedere energetic.

În acest sens, se cunoaște că cenușa zburătoare (cenușa de termocentrală) fiind un material puzzolanic, poate fi folosit ca agent de stabilizare unic sau poate fi folosit în amestec cu alte materiale, cum ar fi varul sau cimentul pentru îmbunătățirea pământurilor.

Cokca (2001) a studiat efectul cenușilor zburătoare asupra proprietăților pământurilor expansive realizate prin amestec de bentonită și caolin în laborator. El a concluzionat că cenușa zburătoare poate fi folosită ca agent stabilizator pentru îmbunătățirea pământurilor expansive.

De asemenea, Sharma și Shivapullaiah (2011) au studiat comportarea pământurilor stabilizate cu cenuși zburătoare și zgură de furnal și au concluzionat faptul că adaosul de zgură cu și fără cenușă zburătoare și var are o influență semnificativă asupra caracteristicilor geotehnice ale pământului.

Din literatura de brevete, se cunoaște invenția CN102561134 (B), publicată pe 29.05.2013 cu titlul "Metoda de compactare a umpluturii de rambleu sub o argilă roșie cu limită de lichid/umiditate ridicată în funcție de conținutul de umiditate de echilibru - *Compaction method for embankment filling under high liquid limit red clay according to equilibrium moisture content*". Metoda conform invenției cuprinde următoarele etape: determinarea conținutului de umiditate în echilibru al argilei roșii cu limită de lichid/umiditate ridicată într-o secțiune de construcție, printr-o metodă de explorare prin foraj; calcularea densității uscate de echilibru, prin intermediul unei metode standard de testare a compactării grele; evaluarea proprietăților de aplicare a umpluturilor; și efectuarea de construcții de umplere și compactare a unui substrat de argilă roșie cu limită de lichid ridicată conform cerințelor standard cu +/- 2% din conținutul de umiditate de echilibru, care servește drept conținut de umiditate de control al compactării substratului de argilă roșie cu limită de lichid ridicată, și cu o densitatea uscată de control al compactării, care nu este mai mică decât 0,95 din densitate uscată de echilibru.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este îmbunătățirea caracteristicilor fizice, în special cele de compactare și rezistența la forfecare ale pământurilor argiloase folosind ca agent de stabilizare unui deșeu disponibil, în vederea utilizării acestora pentru lucrări de construcții/terasamente.

Procedeele de îmbunătățire a caracteristicilor fizice de compactare și a celor mecanice de rezistență la forfecare ale pământurilor argiloase rezolvă problema tehnică prin aceea că acesta cuprinde: amestecarea pământurilor argiloase cu cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, în procent variabil cuprins între 2% și 4% în unități de masă, funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețete predeterminate, amestecul realizându-se *in situ* în următoarea secvență de pași tehnologici:

- se întinde cu utilaje adecvate un strat de pământ argilos cu o grosime de 30 – 40 cm,
- se determină gradul de umiditate a pământului argilos,
- se adaugă uniform, pe întreaga suprafață a stratului de pământ argilos, cenușă uscată de electrofiltru, în procentul corespunzător gradului de umiditate a pământului argilos, determinat,

- se amestecă mecanic cele două materiale pentru omogenizare,
- se estimează un număr necesar de treceri de compactare, care de regulă se determină pe un poligon experimental sau pe baza experienței existente,
- se compactează stratul de amestec rezultat prin mai multe treceri cu un compactor tip „picior de oaie”, numărul de treceri efectiv fiind determinat experimental, pe pistă, prin determinarea gradului de compactare după numărul de treceri necesar estimat și compararea cu gradul de compactare impus.

Rambleu conform invenției realizat din pământuri argiloase cu agenți de îmbunătățire a caracteristicilor fizice, obținute conform procedurii de îmbunătățire a caracteristicilor de compactare și a celor mecanice de rezistență la forfecare ale pământurilor argiloase, și care conține cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, într-un procent variabil cuprins între 2 % și 4%, în unități de masă, funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețele predeterminate.

Prin utilizarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- Scăderea umidității naturale a pământului argilos și apropierea acesteia de umiditatea optimă de compactare
- Creșterea lucrabilității materialului pentru realizarea de ramblee,
- Scăderea moderată a plasticității și a umflării libere a materialului
- Creșterea moderată a rezistenței la forfecare a materialului,
- realizarea unor lucrări de cea mai bună calitate, cheltuielile fiind reduse cu 70%-90% față de metodele actuale

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 – 9 care reprezintă:

- Fig.1, o curba de compactare (curba Proctor), pentru pământul argilos luat în considerație;
- Fig.2, grafic reprezentând domeniul granulometric al argilelor potențial a fi îmbunătățite;
- Fig.3, digramă indicând variația procentului de argilă și a caracteristicilor de plasticitate;
- Fig.4, diagrama evoluției umflării libere, în procente;
- Fig.5, diagrama evoluției umflării libere, prin valoarea de bleu de metilen;
- Fig.6, diagrama creșterii rezistenței la compresiune monoaxială;
- Fig.7, care ilustrează valorile parametrilor rezistenței la forfecare;
- Fig.8, Umidități naturale și optime în funcție de procentul de cenușă și
- Fig.9, Greutăți volumice în stare uscată determinate pe teren și maxime în funcție de procentul de cenușă.

14

Procedeul de îmbunătățire a caracteristicilor fizice de compactare și a celor mecanice de rezistență la forfecare ale pământurilor argiloase, conform invenției, constă în amestecarea unor pământuri argiloase care corespund unor parametri - în special: domeniul granulometric/conținut de particule fine, indice de plasticitate, umflare liberă, cu cenușă de electrofiltru de termocentrale pe cărbune într-un procent variabil cuprins între 2% și 4% în unități de masă, funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețete predefinite.

Rețetele au fost predefinite în laborator și pe piste experimentale în teren, și în esență au relevat, așa cum se va arăta în continuare, că la o umiditate mai mare a argilei se adaugă 4 % cenușă. Implicit, la o umiditate mai mică, doar 2 % cenușă. Tipul de argila la care se poate aplica aceasta rețeta predefinită este caracterizat prin parametri evidențiați de fig.1,2,3,4 și 5. Rețeta se verifică prin laborator și piste experimentale în teren, urmărindu-se atingerea parametrilor: rezistenței la compresiune monoaxială, rezistenței la forfecare, umidități naturale și optime, greutate volumice în stare uscată din domeniile de variație ilustrate în fig.6,7,8 și 9.

Prin folosirea cenușei de electrofiltru de termocentrale pe cărbune ca agent de stabilizare se îmbunătățesc parametri fizici ai pământurilor argiloase, specifice multor zone, prin obținerea unei compactări superioare în faza de execuție a lucrărilor de terasamente în rambleu (de exemplu diguri), rezultatul constând în realizarea unor lucrări de cea mai bună calitate, cheltuielile fiind reduse cu 70%-90% față de metodele actuale. Îmbunătățirea caracteristicilor fizice, în special cele de compactare și rezistența la forfecare ale pământurilor argiloase folosite în vederea utilizării acestora pentru lucrări de construcții/terasamente.

Pentru definitivarea caracteristicilor pământului ce urmează a fi pus în operă (în cazul de față argile/pământuri argiloase) se procedează la un program de investigații de laborator în baza cărora se determina:

- curba (domeniul) granulometrică (granulometric);
- densitatea materialului (schelet);
- umiditatea;
- limite de plasticitate;
- parametri de forfecare (ϕ , c);

- parametrii de compactare optimi (încercarea Proctor), care definește densitatea maxima în stare uscată (ρ_d) corespunzătoare umidității optime de compactare (W_{opt})

În faza de execuție a lucrărilor de terasamente, calitatea acestuia este verificată pe șantier pe piste experimentale.

Calitatea compactării pământului se stabilește prin verificarea gradului de compactare (D), după cum urmează:

$$D = \frac{\rho_d}{\rho_{d \max}} \times 100 < \% >$$

unde:

- ρ_d = densitatea medie în stare uscată determinată probe prelevate din situ, din pământul compactat în lucrarea de terasamente
- $\rho_{d \max}$ = densitatea maxima în stare uscată determinată în laborator prin metoda Proctor, pentru același tip de pământ

Cu referire la fig. 1 care prezintă o curba Proctor pentru pământul argilos luat în considerație. Se observă că, pentru a obține o compactare cât mai bună, domeniul de variație al umidității optime este foarte mic, fiind cuprins între 17 – 19%.

Pentru controlul umidității se procedează la:

- adăugarea de apă, înainte de compactare, atunci când materialul are umiditatea sub valoarea optimă;
- uscarea materialului sau adăugarea de „aditivi” atunci când umiditatea depășește umiditatea optima determinată;

În prezent, pentru micșorarea umidității, ca aditivi, sunt folosiți în diverse proporții varul și cimentul. Domeniul granulometric al argilelor potențial a fi îmbunătățite este prezentat în fig. 2

- Materialul luat în considerație este definit ca o argila prăfoasă cu elemente granulare rare, cu plasticitate mare ($I_p = 30\%$) și umflare liberă $U_L < 110\%$
- Parametrii rezistenței la forfecare au valori de ordinul $\sigma = 18-19$, $c = 70-80$ KPa
- $\rho_d < 1,7 \text{ g/cm}^3$, $W_{opt} = 18\%$

Controlul gradului de compactare se poate face cu ajutorul uneia din următoarele metode: recoltarea probelor din corpul terasamentului executat și determinarea densității efective în stare uscată, ρ_{def} , a umidității efective, w , care vor fi apoi



raportate la parametri optimi de compactare rezultați din încercări efective Proctor (densitatea maximă în stare uscată, ρ_{dmax} și umiditatea optimă de compactare, w_{oc}). Pentru determinarea densității efective a stratului compactat se pot folosi și metode indirecte precum metoda izotopilor radioactivi; încercarea statică cu placa; încercarea dinamică cu placa; sondaje cu penetrometrul; sondaje cu presare. Aceste metode trebuie inițial calibrate.

Numărul necesar de treceri de compactare pentru gradul de compactare dorit/impus, se determină de preferință pe un poligon experimental sau, atunci când este cazul, pe baza experienței existente.

Astfel, conform rezultatelor experimentale ilustrate de fig.2, domeniul granulometric al argilelor potențial a fi îmbunătățite prin procedeul conform invenției trebuie să fie cuprins între:

- argilă 30 – 50%
- praf 35%
- nisip, 15 – 17 %
- pietriș, 0 – 18%

Cu referire la fig.3, care arată variația procentului de argilă și a caracteristicilor de plasticitate, încercările de laborator și de teren, realizate pe un material de tip argilă prăfoasă cu nisip, pietriș și rar bolovăniș, cu 83% parte fină, cu plasticitate mare ($I_p = 30\%$), umflare liberă $U_L = 110\%$ și indicele de activitate după Skempton, $I_A = 0.83$ (activitate redusă) în stare naturală. După amestec (în laborator și pe teren) cu 2 - 5 % cenușă de electrofiltru de termocentrale pe cărbune, încercările au arătat, așa cum se vede în fig.3, că prin amestecul cu 3 – 5% cenușă menționată, procentul de particule fine < 0.002 mm se reduce cu maximum 4 %, iar indicele de plasticitate cu maximum 2 %. Este reprezentat modul în care se modifică procentul de particule argiloase (< 0.002 mm) și caracteristicile de plasticitate (w_L – limita superioară de plasticitate, w_P – limita inferioară de plasticitate, $I_p = w_L - w_P$ – indicele de plasticitate. Valorile au fost determinate pe amestecuri realizate în laborator cu 3, 4 și 5% cenușă și sunt comparate cu metode tradiționale de amestecare cu var sau ciment.

Astfel, conform rezultatelor experimentale ilustrate de fig.3, indicele de plasticitate al argilelor potențial a fi îmbunătățite prin procedeul conform invenției trebuie să fie de circa 30%.

Cu referire la fig.4, este reprezentată variația umflării libere U_L a probei de pământ argilos neîmbunătățit și a celor îmbunătățite prin amestec în laborator cu 3, 4 și 5 % cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, comparativ cu valorile obținute prin metodele tradiționale de amestec cu var sau ciment.

În plus, fig. 4 ilustrează și compararea reducerii activității argilei după amestecul cu cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune în diverse procente, precum și în urma amestecului argilei cu alți agenți de stabilizare sau combinații ale acestora.

Reducerea activității argilei este vizibilă și prin valoarea de bleu de metilen, așa cum este ilustrat în fig.5. Este reprezentată variația valorii de bleu de metilen, ca expresie a activității față de apă a probei de pământ argilos neîmbunătățit și a celor îmbunătățite prin amestec în laborator cu 3, 4 și 5 % cenușă, comparativ cu valorile obținute prin procedeele tradiționale de amestecare cu var sau ciment.

Astfel, conform rezultatelor experimentale ilustrate de fig.4 și 5, variația umflării libere U_L al argilelor potențial a fi îmbunătățite prin procedeul conform invenției trebuie să fie cuprins în ceea ce privește:

- variația umfl. liberăe U_L , între... 100 -120%
- valorii de bleu de metilen, între 70 – 80%

Rețeta se verifică prin laborator și piste experimentale în teren, urmărindu-se atingerea parametrilor: rezistenței la compresiune monoaxială, rezistenței la forfecare, umidități naturale și optime, greutate volumice în stare uscată din domeniile de variație ilustrate în fig.6,7,8 și 9.

Cu referire la fig. 6, este reprezentată variația valorii rezistenței la compresiune monoaxială a probei de pământ neîmbunătățit și a celor îmbunătățite prin amestec în laborator cu 3, 4 și 5 % cenușă, comparativ cu valorile obținute prin metodele tradiționale de amestecare cu var sau ciment.

Cu referire la fig. 7, sunt reprezentate valorile parametrilor rezistenței la forfecare (ϕ - unghi de frecare internă și c – coeziune) pe proba de pământ neîmbunătățit și a celor îmbunătățite prin amestec în laborator cu 3, 4 și 5 % cenușă, comparativ cu valorile obținute prin metodele tradiționale de amestecare cu var sau ciment.

Cu referire la fig. 8, Sunt prezentate valorile umidităților determinate pe teren față de umiditățile optime de compactare (determinate pe aceleași materiale puse în operă) pentru poligoanele experimentale.

Cu referire la fig. 9, sunt prezentate valorile greutăților volumice în stare uscată determinate pe teren față de valorile maxime Proctor (determinate pe aceleași materiale puse în operă) pentru poligoanele experimentale.

Referitor la etapa de compactare, într-o variantă de realizare, procedeul prevede pentru compactarea stratului de amestec de pământ cu cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, folosirea unui cilindru (rulou) compresor vibrator.

Într-o altă variantă de realizare, procedeul prevede folosirea unui cilindru (rulou) compresor vibrator prevăzut și cu aparatură pentru verificarea gradului de compactare, astfel încât nu mai este necesară etapa estimării numărului necesar de treceri de compactare. În acest caz se efectuează numărul de treceri necesar pentru atingerea gradului de compactare impus, al amestecului de pământ argilos cu cenușă de electrofiltru de termocentrală.

Prin utilizarea acestui procedeu, parametrii fizici ai argilei se îmbunătățesc după cum urmează:

- parametrii rezistenței la forfecare, cresc, și în special coeziunea care crește de la cca 70-80 KPa la cca 100-110 KPa , cu cca 40%;
- umiditatea optimă de compactare crește cca 1-2%;
- indicele de plasticitate scade cu cca 2%;
- umflarea liberă se reduce cu cca 10%.

Procedeul propus se poate aplica cu ușurință la toate lucrările de terasamente în rambleu, de exemplu diguri. Dintre destinațiile utilizării digurilor se enumera:

- diguri de delimitare a depozitelor de deșeurile solide menajere, industriale;
- diguri de delimitare a depozitelor de deșeurile lichide (bataluri);
- diguri de apărare împotriva inundațiilor.

Astfel, execuția propriu-zisă a digului se face prin realizarea următorilor pași:

- decaparea și îndepărtarea solului vegetal;
- întinderea cu buldozerului a primului strat de argila de 30-40 cm grosime;
- adăugarea uniformă a cenușii (max. 4% funcție de umiditatea argilei);
- amestecul celor 2 materiale prin discuri;
- compactarea stratului rezultat prin trecere cu compactor tip „picior de oaie”;
- repetarea succesivă a celor 4 pași anteriori până la atingerea cotei de proiect a coronamentului digului;
- profilarea finală a taluzelor aval și amonte ale digului;
- realizarea protecției pe taluze și a straturilor pentru circulație pe coronament.

Invenția se referă, de asemenea și la un rambleu realizat din pământuri argiloase cu agenți de stabilizare a caracteristicilor fizice folosind cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, conform procedurii descris mai sus. Astfel, rambleul este realizat din pământuri argiloase care corespund unor parametri - în special: domeniul granulometric/conținut de particule fine, indice de plasticitate, umflare liberă și care conțin cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, în procent variabil cuprins între 2% și 4% în unități de masă, funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețete predefinite.

Următoarele revendicări sunt destinate să acopere exemplele de realizarea prezentate în descriere precum și modificările și variantele echivalente, evidente pentru o persoană de specialitate în domeniu.



REVENDICĂRI:

1. Procedul de îmbunătățire a caracteristicilor fizice de compactare și a celor mecanice de rezistență la forfecare ale unor pământuri argiloase, care corespund unor parametri - în special: domeniul granulometric/conținut de particule fine, indice de plasticitate, umflare liberă, utilizate în domeniu construcțiilor prin amestecarea acestora cu agenți de stabilizare, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde: amestecarea pământurilor argiloase cu cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, în procent variabil cuprins între 2 % de pana la 4% în unități de masă, funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețete predeterminate, amestecul realizându-se *in situ* în următoarea secvență de pași tehnologici:

- se întinde cu utilaje adecvate un strat de pământ argilos cu o grosime de 30 – 40 cm;
- se determină gradul de umiditate a pământului argilos,
- se adaugă uniform, pe întreaga suprafață a stratului de pământ argilos, cenușă uscată de electrofiltru, în procentul corespunzător gradului de umiditate a pământului argilos, determinat;
- se amestecă mecanic cele două materiale pentru omogenizare;
- se estimează un număr necesar de treceri de compactare, care de regulă se determină pe un poligon experimental sau pe baza experienței existente .
- se compactează stratul de amestec rezultat prin mai multe treceri cu un compactor tip „picioar de oaie”, numărul efectiv de treceri fiind determinat experimental, pe pistă, prin determinarea gradului de compactare după numărul de treceri necesar estimat și compararea cu gradul de compactare impus.

2. Procedu ca la revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că** pentru compactarea amestecului de pământ argilos cu cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune se realizează prin folosirea unui cilindru compresor vibrator.

3. Procedu ca la revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că** simultan cu compactarea amestecului de pământ argilos cu cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune se realizează și verificarea gradului de compactare, determinându-se astfel numărul de treceri suficiente.

4. Procedeu ca la revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că**, pentru construirea unui dig, după decaparea și îndepărtarea solului vegetal, înălțarea digului până la atingerea cotei de proiect a coronamentului, se realizează în următoarele etape :

- se întinde cu buldozerul un prim strat de pământ argilos de 30-40 cm grosime, pământ argilos care corespunde unor parametrii - în special: domeniul granulometric/conținut de particule fine, indice de plasticitate, umflare liberă,

- se determină gradul de umiditate a pământului argilos,

- se adaugă uniform, pe întreaga suprafață a stratului de pământ argilos, cenușă uscată de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, în procentul corespunzător gradului de umiditate a pământului argilos, determinat,

- se amestecă mecanic cele două materiale pentru omogenizare,

- se estimează un număr necesar de treceri de compactare, care de regulă se determină pe un poligon experimental sau pe baza experienței existente,

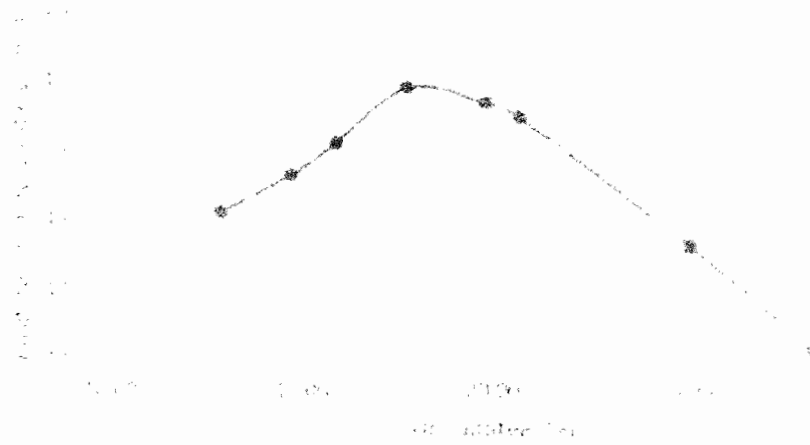
- se compactează stratul de amestec rezultat prin mai multe treceri cu un compactor tip „picioar de oaie”, numărul de treceri efectiv fiind determinat experimental, pe pistă, prin determinarea gradului de compactare după numărul de treceri necesar estimat și compararea cu gradul de compactare impus,

- repetarea succesivă a celor 4 pași anteriori până la atingerea cotei de proiect a coronamentului digului,

urmate de profilarea finală a taluzelor aval și amonte ale digului și de realizarea protecției pe taluze și a straturilor pentru circulație pe coronament.

5. **Rambleu** realizat din pământuri argiloase cu agenți de stabilizare a caracteristicilor fizice, prin aplicarea procedurii de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** acesta este realizat din pământuri argiloase care corespund unor parametrii - în special: domeniul granulometric/conținut de particule fine, indice de plasticitate, umflare liberă și care conțin cenușă de electrofiltru de termocentrală pe cărbune, în procent variabil cuprins între 2% și 4% în unități de masă, funcție de umiditatea pământului argilos, conform unei rețete predefinite.

Curba Proctor Pamant



$W_{opt} = 18.0\%$
 $\rho_{opt} = 1.70 \text{ g/cm}^3$

Fig. 1

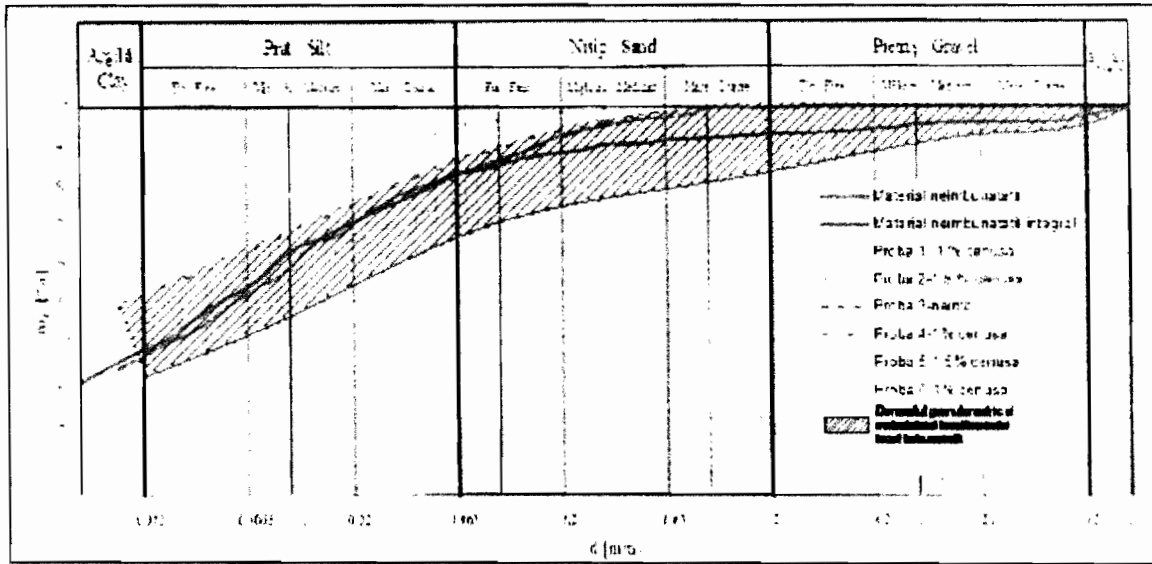


Fig. 2

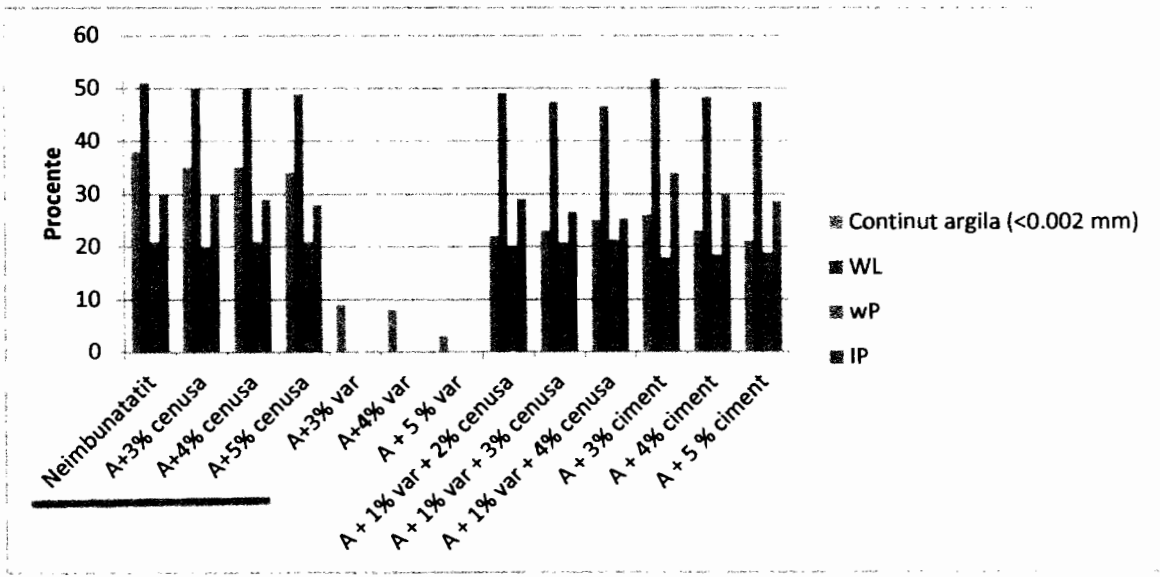


Fig.3

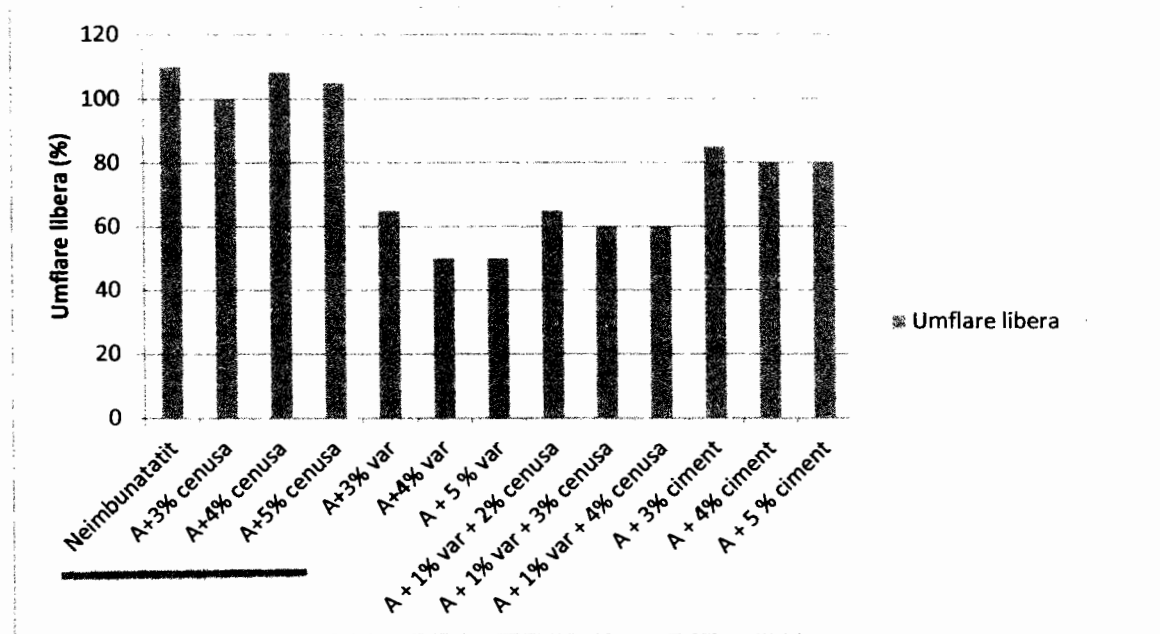


Fig.4

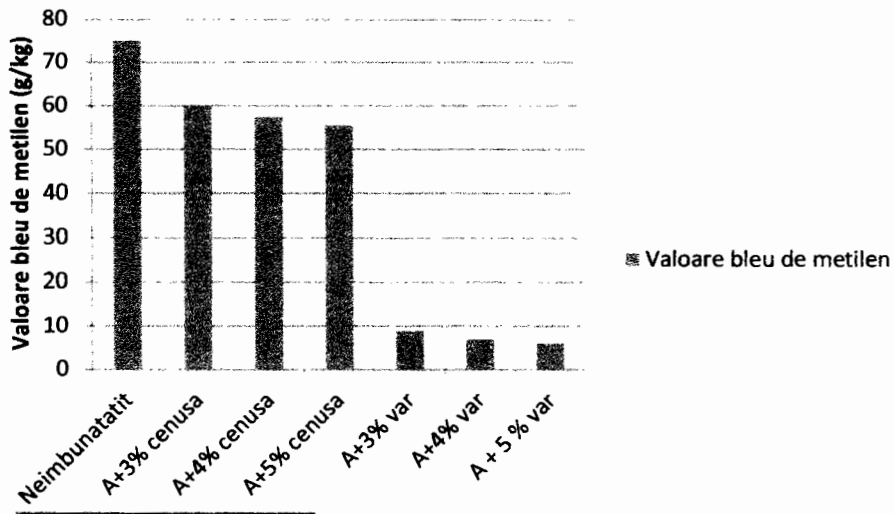


Fig.5

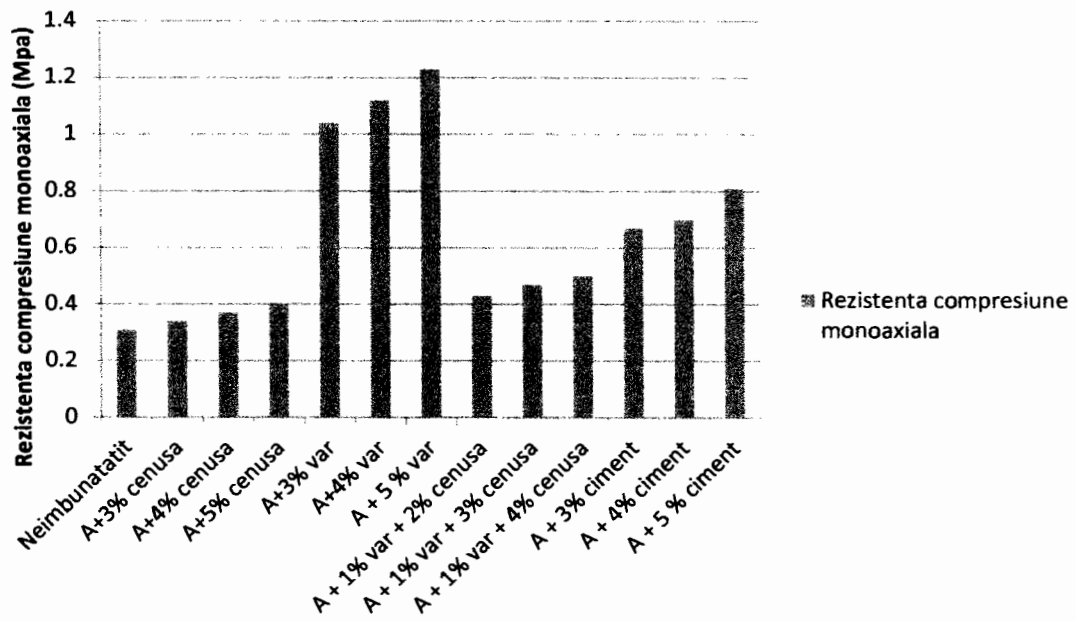


Fig.6

Handwritten signature

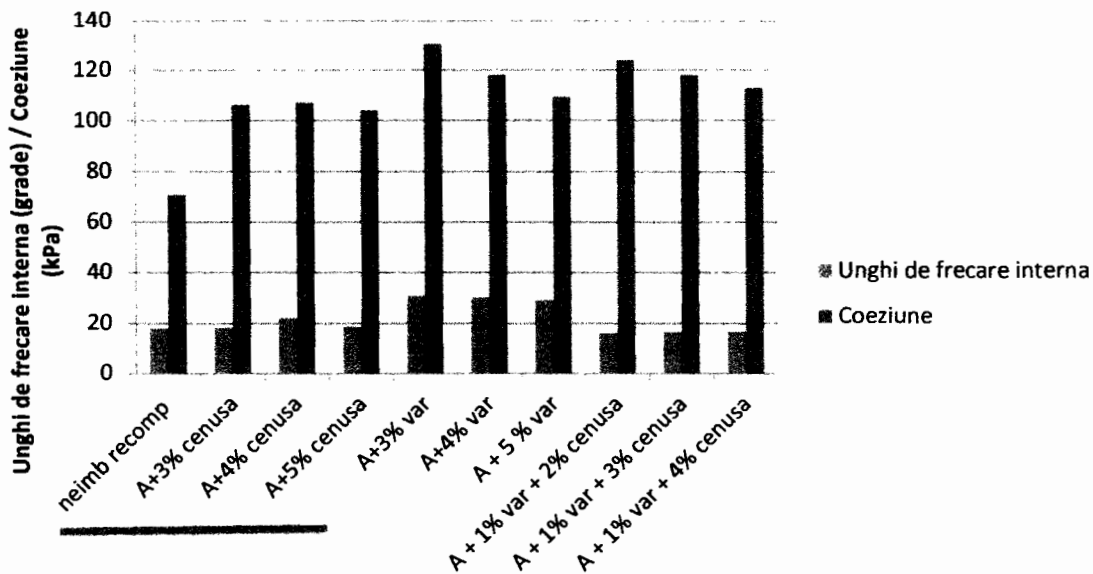


Fig.7

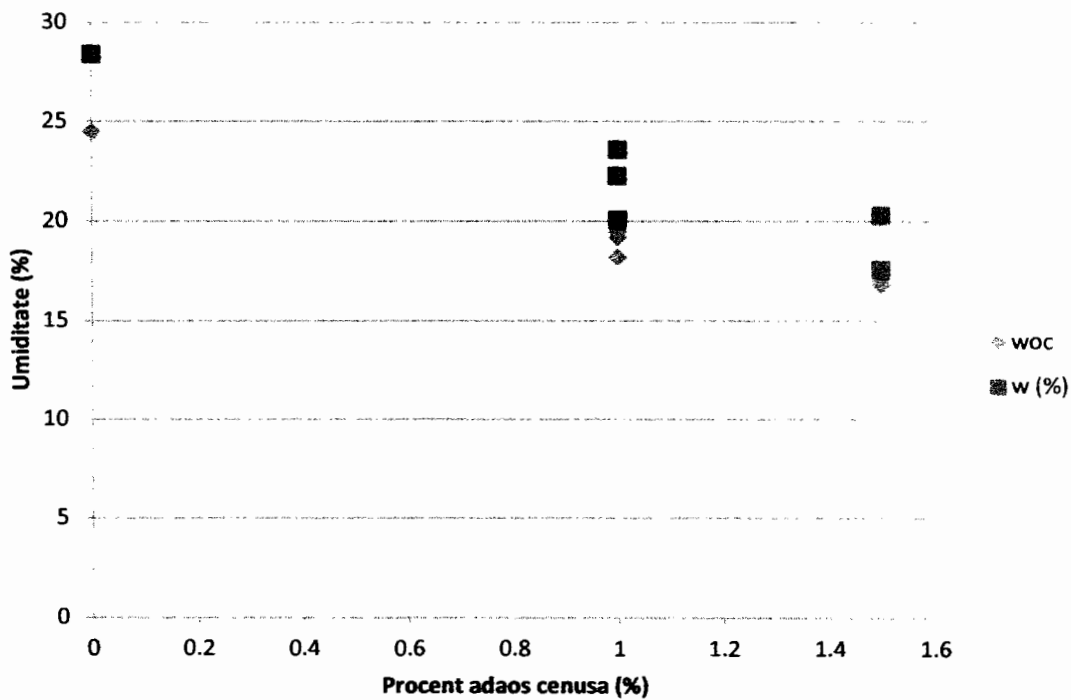


Fig.8

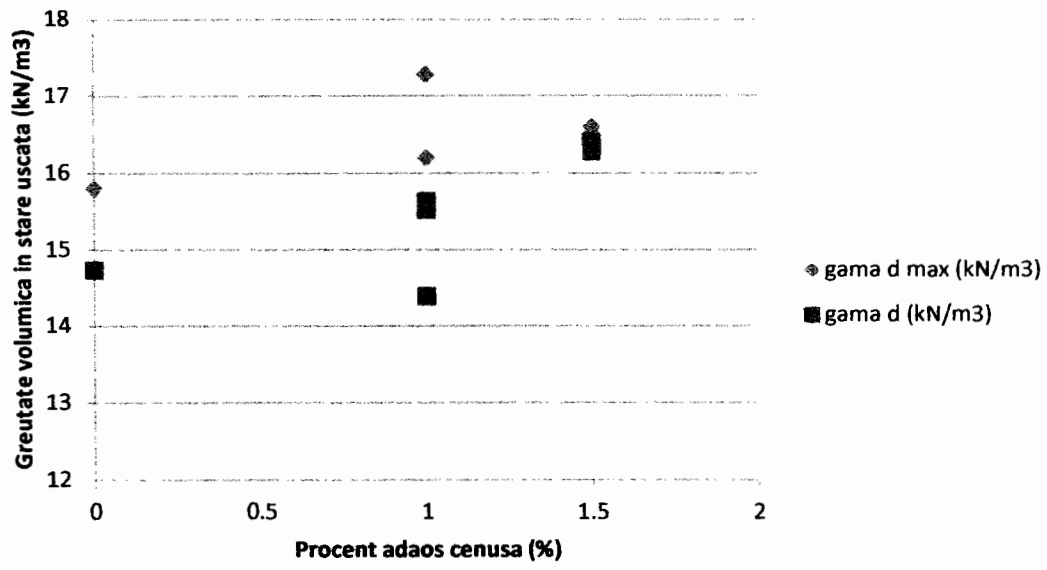


Fig.9