

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII
DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN**

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea „Politehnica” din Timișoara
în domeniul inginerie civilă
de către

Ing. Cimpoieru Cornel

**Conducător științific
Prof. univ. dr. ing. Marin Marin**

TIMIȘOARA 2009

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea „Politehnica” din Timișoara
în domeniul inginerie civilă
de către

Ing. Cimpoieru Cornel

Conducător științific

Prof.univ.dr.ing. Marin Marin

Referenți științifici

Prof.univ.dr.ing. Paulică Răileanu

Prof.univ.dr.ing. Virgil Haida

Conf.univ.dr.ing. Maria Ștefănică

TIMIȘOARA 2009

CUVÂNT ÎNAINTE

Construcțiile reprezintă actualmente în lume simbolul progresului și al dezvoltării, dovada unor economii puternice, a folosirii eficiente a resurselor obținute prin munca și efectul creator al omului, care se împletesc cu istoria evoluției sale și realizării milenare ca : piramidele, marele Zid Chinezesc, Apeductele Romane și Maure, precum și Catedralele Gotice etc.

Primul material de construcție pe care l-a avut la îndemână omenirea a fost pământul ce constituie și terenul de fundare. Conlucrarea dintre pământ și fundații poate avea diverse aspecte. Fundația transmite terenului de fundare încărcările aduse de construcții, iar comportarea sub sarcină a pământului va determina stabilitatea și deformațiile structurii.

În practica executării construcțiilor apar și situații când, în condițiile unor amplasamente obligatorii, iar din calculul terenului de fundare se arată că soluția de fundare directă, de suprafață, pe un anumit strat nu este posibilă, atunci este obligatoriu să se examineze oportunitatea îmbunătățirii proprietăților pământului din stratul respectiv, astfel încât acesta să îndeplinească condițiile unui teren bun de fundare, sau adaptarea unor sisteme de fundare indirectă.

Datorită acestui fapt există preocupări diverse în rândul specialiștilor din întreaga lume pentru găsirea de soluții noi, moderne și eficiente care să răspundă problematicii ridicată de fundarea indirectă.

Una dintre soluțiile propuse pentru rezolvarea dificultăților ridicate de fundarea la medie adâncime este fundarea pe micropiloți scurți forajați executați pe loc.

În acest sens autorul își propune în teza de doctorat să aducă o contribuție la realizarea fundațiilor indirecte în condiții tehnico-economice avantajoase, de o calitate deosebită, într-un timp scurt și cu economii substanțiale, constând în realizarea fundațiilor pentru zidurile de sprijin pe micropiloți din țevă metalică, executați pe loc prin forare cu instalația de foraj FA – 6,3, montată pe un autoșasiu ROMAN 10.215 FA , de folosință românească.

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

Deoarece autorul a fost implicat în ultimii ani la supravegherea în execuție a unor lucrări de consolidare a terasamentelor drumurilor județene afectate de alunecări de teren, prin realizarea unor ziduri de sprijin fundate direct sau prin intermediul coloanelor tip BENOTO, cu durată de realizare mare, una din soluțiile aplicate a fost realizarea fundațiilor izolate sub zidul de sprijin pe micropiloți din țevă metalică executați pe loc, prin forare cu instalația de foraj F.A – 6,3, montată pe un autoșasiu ROMAN 10.215 F.A., de fabricație românească.

Căutările, frământările permanente, răspunsurile la întrebările ivite pe parcursul execuției fundațiilor cu această metodă la două lucrări aflate în prezent în exploatare, îmbunătățirile aduse tehnologiei de execuție, a echipamentului de lucru, încercarea experimentală efectuată sunt în principal, rezumatul activității autorului, contribuția sa la realizarea fundațiilor pe micropiloți scurți foraj cu instalația de foraj FA - 6,3.

Autorul aduce pe această cale sincere mulțumiri condocătorului științific – domnul profesor doctor inginer MARIN MARIN – pentru atenta și competentă îndrumare, pentru exigența calitativă cerută, pentru ajutorul acordat la pregătirea și elaborarea lucrărilor teoretice și practice.

Mulțumesc, de asemenea, întregului colectiv de la Departamentul de inginerie geotehnică și căi de comunicații terestre de la Facultatea de Construcții și Arhitectură din Timișoara atât pentru îndrumările și recomandările făcute cu ocazia susținerii examenelor și referatelor de doctorat cât și pentru materialul bibliografic pus la dispoziție.

Sincere mulțumiri conducerii și colaboratorilor de la societatea de proiectare SC „MGM PROAR CONS” SRL Tg – Jiu și executantului SC „I.D.P” SA Gorj, pentru baza materială și umană pusă la dispoziție în realizarea consolidării terasamentelor cu ajutorul micropiloților scurți foraj executați pe loc.

Aș vrea să mulțumesc - nu în ultimul rând – familiei mele pentru răbdarea, înțelegerea și sprijinul acordat pe parcursul anilor de documentare și realizarea acestei lucrări.

Timișoara, 2009

ing. Cimpoieru Cornel

CUPRINS

Cuvânt înainte	3
Lista de tabele	9
Lista de figuri	10
Lista de foto	12
Rezumat	14

Capitolul I Caracterizarea generală privind instabilitatea taluzurilor în relația cauzalitate – efect. Caz de studiu: județul Gorj

1.1. Considerații generale, definiții, cauze	19
1.2. Clasificarea alunecărilor de teren	20
1.3. Efectele alunecărilor de teren	25
1.4. Riscul de instabilitate al versanților (cartarea alunecărilor). Hărți de risc	27
1.5. Monitorizarea alunecărilor de teren	28
1.6. Măsuri de prevenire și stabilizare a alunecărilor de teren	32
1.7. Inventarierea și delimitarea alunecărilor de teren de pe teritoriul județului Gorj	34

Capitolul II Aspecte privind îmbunătățirea pământurilor

Generalități	41
2.1. Caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor	43
2.1.1. Caracteristici fizice	43
2.1.2. Caracteristici mecanice	46
2.2. Aspecte teoretice privind compactarea pământurilor	49
2.2.1. Bazele teoretice al compactării	50
2.2.1.a. Înfoierea pământurilor	50
2.2.1.b. Modelul Proctor	53
2.3. Compactarea de suprafață a pământurilor	56
2.3.1. Metode de compactare a pământurilor la suprafață	58
2.3.1.a. Compactarea prin cilindrare	60
2.3.1.b. Compactarea prin batere	60
2.3.1.c. Compactarea prin vibrație	61
2.3.1.d. Compactarea prin metoda combinată	63
2.3.2. Perne din pământ sau din balast	63
2.3.2.a. Perne de pământ compactat	64
2.3.2.b. Perne de balast	68
2.4. Compactarea în adâncime a pământurilor	71
2.4.1. Incursiune în problematica fundării indirecte	71

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR
DE TEREN**

2.4.2. Compactarea cu vibromaiul	73
2.4.3. Compactarea de adâncime cu maiul supergreu	75
2.4.3.a. Tehnologia de compactare cu maiul supergreu	77
2.4.3.b. Caracteristicile compactării	77
2.4.3.c. Concluzii	78
2.4.4. Compactarea de adâncime cu coloane de pământ	78
2.4.4.a. Compactarea de adâncime a pământurilor sensibile la umezire cu coloane de pământ local loessoid	79
2.4.5. Compactarea de adâncime a pământurilor argilo-prăfoase cu coloane de material granular executate prin vibrare sau batere	73 83
2.4.5.a. Compactarea în adâncime executată prin batere	83
2.4.5.b. Coloane de balast realizate prin vibropresare	85
2.4.6. Compactarea de adâncime prin vibroflotare	91
2.4.6.a. Metoda de compactare prin vibroflotare în pământuri necoezive	91
2.4.6.b. Metoda de compactare prin vibroflotare în pământuri coezive Schema tehnologica de realizare a coloanelor prin vibroflotare Principalele avantaje și dezavantaje privind folosirea procedurii de consolidare în adâncime a terenurilor slabe prin vibroflotare	92
2.4.7. Compactarea de adâncime cu nuclee de beton	100
2.4.8. Compactarea de adâncime cu coloane de var	102
2.4.9. Consolidarea de adâncime prin metoda vibroînțepării	104
2.5. Consolidarea de adâncime cu piloți scurți forajți	106
2.5.1. Piloți scurți executați pe loc fără tub metalic	106
2.5.2. Piloți scurți executați pe loc cu tub metalic pierdut	107
2.5.3. Piloți scurți executați pe loc prin forare	107
2.5.3.a. Piloți executați prin forare în uscat	108
2.5.3.b. Piloți scurți executați pe loc	110
Concluzii	110

**Capitolul III. Soluții propuse pentru stabilizarea terenurilor în zona benzii
transportoare TMS - 2 C - Cariera Jilț Sud - Mătășari, Județul Gorj**

3.1. Date generale	112
3.2. Date geologice	113
3.3. Situația din punct de vedere al stabilității	115
3.3.1. Caracterizare hidrogeologică	115
3.3.2. Geomorfologia amplasamentului	117
3.3.3. Structura terenului în amplasamentul studiat și principalele date geotehnice	118
3.4. Evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecare	130
3.4.1. Considerații privind datele geotehnice de calcul	130
3.4.2. Metode de calcul utilizate la proiectare, scenariile de cedare pentru care s-au făcut calcule, criteriile de rezistență și stabilitate urmărite	131
3.4.2.a. Date privind metodele și programele de calcul	132
3.4.2.b. Ipotezele de încărcare și coeficienții de siguranță	134
3.5. Soluții propuse pentru stabilizarea și consolidarea taluzelor din zona studiată	136
3.6. Lucrări propuse a se executa	137
3.6.1. Descrierea lucrărilor propuse	139
3.6.2. Realizarea sirului de piloți forajți	141
3.6.3. Retaluzarea zonei de versant în alunecare	143

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR
DE TEREN**

3.6.4. Realizarea de rigole pentru scurgerea apelor din precipitații	144
3.6.5. Realizarea zidului de sprijin din gabioane din zona caselor de locuit cu pericol de a fi afectate de alunecări de teren	145
3.6.6. Drenarea apelor infiltrate	146
3.6.7. Realizarea rigolei la baza zidului din gabioane	147
3.6.8. Amenajarea zonei de versant alunecat	148
3.6.9. Plantații și însămânțări	150
3.6.10. Foraj dirijat pentru golirea lacului din zona benzii TMS 2d	150
3.7. Concluzii	151
3.8. Soluții noi de prevenire a alunecărilor de teren și de stabilizare prin coborârea pânzei de apă freatică	152
3.8.1. Mod de funcționare	153
3.8.2. Avantajele utilizării drenurilor sifon	154

**Capitolul IV. Studiu de caz – Consolidarea terasamentelor Drumului
Județean DJ 675 C km 5 + 000**

4.1. Generalități	157
4.2. Necesitatea și oportunitatea lucrării	157
4.3. Datele tehnice ale lucrării	158
4.3.1. Suprafața și situația juridică a terenului	158
4.3.2. Caracteristicile geofizice ale terenului de amplasament	158
4.4. Situația existentă	158
4.5. Degradări produse la Dumuri Județene (DJ 675 C)	160
4.6. Descrierea lucrărilor proiectate	161
4.6.1. Coloanele din beton armat și radierul	163
4.6.2. Drenul transversal	165
4.6.3. Dren longitudinal și șanț pereat	166
4.6.4. Execuția drenului spic	169
4.6.5. Refacerea structurii rutiere	169
4.7. Organizarea execuției lucrărilor	169
4.8. Protecția mediului înconjurător	170
4.9. Controlul calității lucrărilor	170
4.10. Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți în coloane metalice betonate în carcase de armătură.	159 171
4.10.1. Descrierea fazelor	172
4.10.2. Instalația de foraj pentru execuția forajelor hidrogeologice	174
4.10.3. Montarea tuburilor metalice	176
4.10.4. Armarea micropiloților	178
4.10.5. Betonarea micropiloților	179
4.10.6. Radierul zidului de sprijin	180
4.10.7. Betonarea radierului și a elevației zidului de sprijin	182
4.11. Materialele utilizate – condiții de betonare	183
4.12. Verificarea calității lucrărilor	184
4.13. Recepția lucrărilor	189
4.14. Contribuția autorului și considerații privind fundarea pe micropiloți scurți forajți cu ajutorul Instalației de Foraj FA – 6,3 C.	191
4.14.1. Considerații generale	191
4.14.2. Efectele alunecărilor de teren	191
4.14.3. Contribuții privind fundarea indirectă	192

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR
DE TEREN**

4.14.4. Consumul de materiale, manoperă și utilaje	195
4.14.5. Durata de execuție și productivitatea muncii	196
4.14.6. Costul global al lucrării	197
4.14.7. Concluzii	198

Capitolul V. Concluzii generale

5.1. Caracterizarea generală privind instabilitatea taluzurilor	201
5.2. Caracteristicile fizico - mecanice ale pământurilor	202
5.3. Aspecte privind compactarea pământurilor	203
5.4. Soluții tehnice propuse pentru stabilizarea terenurilor în zona benzii transportoare TMS 2 – C2 – Cariera Mătășari, județul Gorj.	205
5.5. Fundarea pe micropiloți scurți forajți cu ajutorul instalației de foraj F.A. - 6,3 C.	206
5.6. Soluții pentru coborârea nivelului pânzei de apă freatică.	208
5.7. Contribuții originale	209

Anexa A. Utilaje folosite pentru compactarea pământurilor

1.1. Utilaje folosite pentru compactarea prin cilindrare	210
1.1.1. Rulou compactor static	210
1.1.2. Rulou compactor vibrator tractat	212
1.1.3. Rulou compactor vibrator	214
2. Procedee de compactare prin batere	215
3. Utilaje folosite pentru compactarea prin vibrație	216
3.1. Placă compactoare pășitoare	217
3.2. Maiuri mecanice cu motor cu ardere internă	217
3.3. Maiuri mecanice cu motor electric	219
4. Utilaje folosite pentru compactarea în adâncime a terenurilor	221
4.1. Vibromaiul	221
4.2. Maiul supergreu	222
4.3. Sondeza percutantă	222
4.4. Soneta FRANCHI tip KPF – 22	224
4.5. Vibroflotor	225
4.6. Agregat de vibropresare	227
4.7. Agregat de vibrație tip VUB – IM	228
5. Caracteristicile tehnice ale instalației de foraj F.A.- 63C	229
Bibliografie	235

LISTA CU TABELE

1. Tabel 2.1. Valori informative ale gradului de înfoiere și ale gradului de înfoiere remanentă;
2. Tabel 2.2. Valori orientative ale umidității optime de compactare;
3. Tabel 2.3. Valorile coeficientului „K” în funcție de rigiditate;
4. Tabel 2.4. Valori orientative ale granulozității materialului umpluturilor din perne de balast;
5. Tabel 2.5. Parametrii inițiali ai compactării în funcție de natura materialului și tipul utilajului;
6. Tabel 3.1. Nivel apă la diferite adâncimi;
7. Tabel 3.2. Adâncimea apei freatice în foraje;
8. Tabel 3.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor întâlnite;
9. Tabel 3.4. Caracteristici de deformare ale pământurilor;
10. Tabel 3.5. Rezultatele obținute pentru estimarea stabilității taluzelor;
11. Tabel 3.6. Valorile coeficienților de siguranță corelate cu poziția curbei de depresie și a suprefețelor potențiale de cedare;
12. Tabel 4.1. Fișa de control a cavității micropiloților;
13. Tabel 4.2. Comparație privind durata de execuție a micropiloților.

LISTA DE FIGURI

1. Figura 1. 1. Schematizarea desprinderilor de blocuri;
2. Figura 1. 2. Schematizarea versanților predispuși la instabilitate prin basculare;
3. Figura 1. 3. Schematizarea mecanismelor de alunecare roto-translaționale și elementale caracteristice;
4. Figura 1. 4. Schematizarea mecanismelor de alunecare laterală;
5. Figura 1. 5. Schița producerii unor alunecări de tip curgere noroioasă;
6. Figura 1. 6. Schema static-digitală de stocarea a datelor din înclinometrie;
7. Figura 1. 7. Schema de culegere și centralizare a datelor;
8. Figura 1. 8. Harta cu localitățile afectate de alunecări;
9. Figura 2. 1. Curba de compactare în funcție de umiditate;
10. Figura 2. 2. Curba de compactare în funcție de permeabilitate;
11. Figura 2. 3. Utilaj de batere pentru compactări de suprafață;
12. Figura 2. 4. Dependența gradului de îndesare I_p de presiunea statică P ;
13. Figura 2. 5. Vibromaiul;
13. Figura 2. 6. Instalația de compactare cu maiul greu;
14. Figura 2. 7. Compactarea cu maiul supergreu;
15. Figura 2. 8. Dispunerea în plan a coloanelor de pământ;
16. Figura 2. 9. Excavator echipat cu berbec;
17. Figura 2.10. Dispozitivul pentru realizarea coloanelor din balast;
18. Figura 2.11. Ordinea de execuție a coloanelor din balast;
19. Figura 2.12. Tehnologia de execuție a coloanelor;
20. Figura 2.13. Executarea coloanelor de material granulat prin vibroflotare;
21. Figura 2.14. Deformarea coloanelor de material granulat executate în pământuri moi;
22. Figura 2.15. Amplasarea punctelor de vibroflotare în rețea triunghiulară;
23. Figura 2.16. Realizarea coloanelor prin vibroflotare;

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR
DE TEREN**

24. Figura 2.17. Ansamblu vibrator și coloane prelungitoare;
25. Figura 2.18. Consolidare în teren necoeziv și coeziv;
26. Figura 2.19. Compoziția granulometrică a pământurilor necoezive vibroîndesabile, vibroînlocuibile;
27. Figura 2.20. Eficiența vibroflotării în funcție de granulizitatea terenurilor;
28. Figura 2.21. Compactare cu nuclee din beton;
29. Figura 2.22. Verificarea compactării cu nuclee din beton;
30. Figura 2.23. Executarea coloanelor de pământ stabilizat cu var;
31. Figura 2.24. Etapele tehnologice de realizare a piloților forajați în uscat fără tubaj
32. Figura 2.25. Fazele de execuție a piloților vibropresați;
33. Figura 3. 1. Diagrame de variație c, w, θ -pentru foraj nr.1;
34. Figura 3. 2. Diagrame de variație c, w, θ -pentru sondaj nr.1;
35. Figura 3. 3. Diagrame de variație c, w, θ -pentru sondaj nr.7;
36. Figura 3. 4. Profil geologic cu suprafețele de alunecare;
37. Figura 3. 5. Profil 1-1: Ipoteza nedrenant-situația actuală-static;
38. Figura 3. 6. Profil 1-1: Ipoteza nedrenant-situația actuală-dinamic;
39. Figura 3. 7. Profil 1-1: Ipoteza drenant-soluție propusă-dinamic;
40. Figura 3. 8. Plan de situație-lucrări propuse a se executa;
41. Figura 3. 9. Profil longitudinal prin foraj dirijat;
42. Figura 3.10. Secțiune transversală prin puțul drenant;
43. Figura 3.11. Armare piloți forajați;
44. Figura 3.12. Profil longitudinal al canalului de scurgere ape pluviale;
45. Figura 3.13. Zid din gabioane și rigola de scurgere;
46. Figura 3.14. Rigola de scurgere de la baza gabioanelor;
47. Figura 3.15. Amenajare platforme (terase);
48. Figura 3.16. Schema de amplasare a drenurilor sifon;
49. Figura 3.17. Detaliu sas automatic;
50. Figura 3.18. Cămine de vizitare;
51. Figura 4. 1. Plan amplasare lucrări executate;
52. Figura 4. 2. Secțiune transversală prin micropiloți forajați pe loc;
53. Figura 4. 3. Profil longitudinal prin drenul transversal;
54. Figura 4. 4. Dren longitudinal;
55. Figura 4. 5. Drenul spic – secțiune transversală;

56. Figura 4. 6. Armarea micropiloților;

57. Figura 4. 7. Armare radier;

LISTA CU FOTO

1. Foto 1. 1. Alunecări de maluri prin ravenă în satul Seciuri;
2. Foto 1. 2. Alunecare teren pe DC29 în satul Ruget;
3. Foto 1. 3. Alunecare de teren în satul Racoți – Tismana;
4. Foto 1. 4. Alunecare în zona BT Cărbune – Seciuri;
5. Foto 1. 5. Alunecare pe DJ675C în satul Seciuri;
6. Foto 1. 6. , Foto 1. 7. Degradări produse la locuința în satul Bulbuceni;
7. Foto 1. 8. Alunecări de maluri în satul Seciuri;
8. Foto 1. 9. Alunecare de maluri în satul Racoți;
9. Foto 1.10. Alunecare de maluri sat Roșia de Amaradia;
10. Foto 1.11. Pierdere stabilitate versant Roșia de Amaradia;
11. Foto 1.12. Pierdere stabilitate terasament DC675C;
12. Foto 1.13. Pierderea stabilității versantului în zona locuințelor – Roșiuța;
13. Foto 1.14. Pierderea stabilității versantului în zona locuințelor – Peștișani;
14. Foto 1.15. Deplasarea și pierderea echilibrului și stabilității versanților – com. Logrești;
15. Foto 1.16. Deplasarea și pierderea echilibrului și stabilității versanților – com. Bustuchin;
16. Foto 1.17. Alunecare și rostogolire teren la baza versanților – Roșiuța;
17. Foto 1.18. Alunecare și rostogolire teren la baza versanților – Roșia de Amaradia;
18. Foto 1.19. Curgeri de pământ sat Bulbuceni, com Căpreni;
19. Foto 1.20. Curgeri de pământ sat Roșia Jiu, com Fărcășești;
20. Foto 1.21. , Foto 1.22. Curgeri de pământ com. Bustuchin;

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR
DE TEREN

21. Foto 1.23. Pierderea stabilității terasamentelor pe DC29 Ruget
22. Foto 1.24. Pierderea stabilității terasamentelor pe D673A Tg.Jiu-Țicleni;
23. Foto 4. 1. Alunecări de teren în zona DJ675C, km 5+00;
24. Foto 4. 2. Degradări la DJ675C, km 5+00, Dumbrăveni-Bobu;
25. Foto 4. 3. Pregătirea platformei de lucru;
26. Foto 4. 4. Instalația de foraj FA-6,3C;
27. Foto 4. 5. Forarea găurilor cu instalația de foraj FA-6,3CȘ
28. Foto 4. 6. Pregătirea tuburilor metalice;
29. Foto 4. 7. Introducerea tuburilor metalice în găurile de foraj;
30. Foto 4. 8. In jectarea tuburilor cu lapte de ciment;
31. Foto 4. 9. Armarea și betonarea radierului;
32. Foto 4.10. Armarea radierului, betonarea radierului și a elevației zidului;
33. Foto 4.11. Betonare radier;
34. Foto 4.12. Betonare elevație zid de sprijin;
35. Foto 4.13. Refacere sistem rutier la drum;
36. Foto 4.14. Șant pereat;

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

Rezumat

Lucrarea tratează problematica complexă privind abordarea unor procedee tehnice de consolidare a alunecărilor de teren. Fără pretenția unei abordări exhaustive a acestui domeniu, fundamental în ingineria civilă, obiectul principal al acestei teze de doctorat este de a investiga și dezvolta aplicarea unor metode de consolidare a alunecărilor de teren și îmbunătățire a pământurilor, care au ca rezultat transformări de natură cantitativă, prin modificarea doar a raporturilor între fazele componente ale pământului (crește ponderea fazei solide); este cazul celor mai multe dintre metodele de compactare, de suprafață sau în adâncime, a pământurilor.

Prima contribuție se referă la soluții de proiectare propuse în vederea executării lucrărilor de consolidare a terasamentelor din zona localității Mătășari, care în urma alunecărilor de teren produse pot afecta rezistența și stabilitatea locuințelor din zonă, precum și a benzilor transportoare de steril și cărbune. În cea de a doua situație, contribuția autorului tratează propuneri de soluții privind executarea lucrărilor pentru îmbunătățirea terenului de fundare a zidului de sprijin în

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

vederea consolidării terasamentului drumului județean afectat de alunecările de teren.

Capitolul I : Sunt evidențiate numeroasele procese de declanșare a alunecărilor de teren în județul Gorj, din cauza precipitațiilor deosebit de abundente, care au afectat multe localități însoțite de degradări însemnate produse la locuințe, drumuri județene și comunale, școli, unități de cult, sisteme de alimentare cu apă etc.

Pină la această dată în evidența Inspectoratului Județean pentru Situații de Urgență sunt nominalizate 44 localități afectate de diferite tipuri de alunecări (surpări, tasări, rostogoliri sau alunecări propriu-zise), care au pus în pericol 352 locuințe și anexe gospodărești, 2 biserici, 5 școli, 35 drumuri județene, 43 drumuri comunale și 271 ha teren agricol.

Capitolul II: Aspecte privind îmbunătățirea pământurilor - prezintă sintetic studiul pământurilor în legătură cu diferite lucrări ingineresti. Astfel pământul este materialul care formează terenul de fundare, iar conlucrarea dintre acesta și fundație poate avea diferite aspecte.

În prezenta lucrare se face trecerea în revistă a proprietăților fizice și mecanice ale pământurilor, respectiv : densitatea, greutatea volumivă, granulozitatea, porozitatea, capacitatea de îndesare, umiditatea, permeabilitatea, plasticitatea, compresibilitatea, capacitatea portantă, coeficientul de pat, modulul de deformație, rezistența la taiere etc.

Tot în acest capitol sunt prezentate, în detaliu aspectele teoretice privind compactarea pământurilor, reprezentând un proces de îmbunătățire a caracteristicilor fizico – mecanice, prin care se caută să se marească numărul de contacte dintre granule, în urma redistribuirii și pătrunderii granulelor mai mici în spațiile dintre granulele mai mari, prin reducerea golurilor la minimum posibil și eliminarea unei anumite cantități din apa liberă, sub acțiunea unor forțe exterioare aplicate asupra pământului și are ca rezultat creșterea densității acestuia.

Prin compactare (îndesare mecanică) pământul primește o anumită deformție, de natură remanentă, ireversibilă, compactare care trebuie realizată în condiții de calitate.

Capitolul III: Soluții propuse pentru stabilizarea terenului în zona benzii transportoare TMS – 2 C, cariera Jilț Sud – Mătășari. În acest capitol sunt analizate

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

principalele soluții tehnice de proiectare pentru rezolvarea problemelor de îmbunătățire a terenului, manifestate în zona de locuințe din localitatea Mătășari. În baza studiului și forajelor executate în zona respectivă, se precizează cauza declanșării fenomenului de alunecare, respectiv înmuierea rocilor argiloase ale formațiunilor deluviale datorită apei care este cantonată în orizontul acvifer alcătuit din prafuri nisipoase argiloase, orizont plasat la partea superioară a versantului.

Astfel, pe baza constatărilor făcute pe teren, a rezultatelor analizelor de stabilitate efectuate în cadrul acestui studiu și ținând cont de structura geologică identificată prin foraje, se propune ca principală măsură ce trebuie executată cât mai curând posibil, drenarea apelor infiltrate în masa de pământ prin proiectarea și realizarea unui sistem de drenaj amplasat în amonte de zona afectată în prezent de alunecări. Pentru estimarea stabilității la alunecare a fost folosit programul cunoscut sub denumirea de SLOPE/W-5, un produs soft care folosește teoria echilibrului limită pentru rezolvarea problemelor de stabilitatea taluzelor naturale.

De asemenea, având în vedere faptul că marea majoritate a alunecărilor de teren se produc ca urmare a acțiunii simultane a mai multor factori, însă esențial este faptul ca ele sunt asociate perioadelor cu precipitații abundente, în cuprinsul tezei de doctorat, este ilustrată tehnologia de creștere a siguranței la alunecare a pantelor (taluzuri, versanți) prin coborârea pânzei de apă freatică, utilizând drenurile tip sifon.

Capitolul IV : Studiu de caz privind consolidarea terasamentului drumului județean DF 675 C – km 5 + 000, sat Dumbrăveni, com. Crasna, jud. Gorj. Alunecarea de teren, care a generat pierderea stabilității în textura sistemului sol – teren, a afectat structura drumului respectiv prin scufundarea (tasarea) infrastructurii zonei caraosabile, degradarea suprastructurii prin ruperea îmbrăcămintei asfaltice în profil transversal și longitudinal, deteriorarea rigolelor de scurgere a apei, toate acestea făcând ca circulația pe sectorul afectat să se desfășoare cu mare dificultate.

Pentru rezolvarea acestor probleme, în conținutul lucrării este ilustrată tehnologia de execuție a lucrărilor de consolidare prin folosirea metodei cu micropiloți scurți foraj pe loc cu ajutorul instalației de foraj FA – 6,3 C.

Este prezentat fluxul tehnologic al execuției lucrărilor care cuprinde următoarele faze specifice: executarea platformei de lucru; forarea, introducerea

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

tubului metalic, armarea și betonarea piloților; săparea, cofrarea, armarea și betonarea radierului și execuția elevației zidului de sprijin.

Având în vedere importanța lucrărilor de consolidare din punct de vedere calitativ, în cuprinsul cap. IV, sunt evidențiate verificările efectuate la diferite stadii fizice, pe tot parcursul realizării acestora, este înserată și activitatea desfășurată pentru efectuarea recepției la terminarea lucrărilor, conform HGR nr.272/1994, facându-se mențiunea îndeplinirii tuturor condițiilor de execuție și calitate impuse de proiect și caietele de sarcini.

De asemenea, tot în acest capitol este evidențiată contribuția autorului și considerațiile privind fundarea zidului de sprijin al terasamentului alunecat al drumului județean, utilizând metoda micropiloților scurți forajați pe loc cu instalația de foraj FA – 6,3 C.

Această tehnologie se distinge prin simplitatea și ușurința execuției, prin accesibilitatea utilajului la poziție, prin productivitatea muncii, calitatea piloților obținuți, prin avantajele tehnico-economice pe care le are. Trebuie menționat faptul că Instalația de Foraj FA – 6,3 C, prezentată pe larg în conținutul tezei, este ușor de găsit la societăți cu astfel de activități din județul Gorj, nu necesită costuri mari, este ușor de transportat la punctele de lucru. Echipamentul de lucru are o manevrabilitate deosebită, este ușor, cu toate subansamblele montate pe utilaj, nu sunt necesare alte mijloace pentru transportul accesoriilor, nu necesită personal suplimentar de manevre și lucru, decât mecanicul deservent. Având în vedere faptul că eficiența economică este un element definitoriu al activității de construcții, considerăm că alegerea acestei soluții optime de fundare pentru un zid de sprijin, în condițiile concrete ale terenului, s-a făcut în urma unei analize temeinice, a mai multor variante de fundare posibil de aplicat, variante în cadrul cărora a fost analizată și aplicată soluția de fundare pe micropiloți scurți forajați executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, soluție ce poate înlocui variantele de fundare directă de adâncime medie a zidului de sprijin sau fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați.

Datorită avantajelor pe care le oferă utilizarea acestei soluții capabile să înlăture dificultățile tehnico-economice generate de condițiile dificile de teren, soluția de fundare pe micropiloți scurți forajați executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, poate fi o soluție tehnică de viitor utilizată pentru consolidarea terasamentelor

CONTRIBUȚII LA STUDIUL UNOR TEHNOLOGII DE CONSOLIDARE A ALUNECĂRILOR DE TEREN

tuturor construcțiilor afectate de alunecările de teren, sau terenuri dificile de fundare.

Capitolul V : Concluzii generale - prezintă principalele concluzii rezultate în urma studiilor efectuate în lucrare, fiind evidențiate principalele contribuții ale autorului la elaborarea tezei de doctorat.

Sintetic, lucrarea conține următoarele contribuții :

- Monitorizarea și evidențierea pagubelor produse de alunecările de teren, respectiv degradări în structura de rezistență a unor imobile - clădiri de locuit și pierderea echilibrului inițial al masivului de pământ din infrastructura căilor de comunicații terestre din județul Gorj.

- Sistematizarea și sintetizarea datelor din literatura de specialitate, privind soluțiile tehnice pentru îmbunătățirea terenurilor dificile de fundare, urmărindu-se creșterea dimensiunii acestora;

- Studiu de caz și soluții tehnice pentru consolidarea terenurilor afectate de alunecări pe drumul județean DJ 675 C, comuna Crasna și stabilitatea terenurilor în zona benzii transportoare TMS 2-C, zona Jilț – Mătășari, județul Gorj;

- Conceperea și elaborarea unei tehnologii de execuție pentru lucrări de consolidare cu micropiloți forajați pe loc cu instalația de foraj FA – 6,3 C;

- Coordonarea studiilor de teren, proiectarea și urmărirea punerii în aplicare a soluțiilor de stabilizare a terenurilor cu potențial de alunecare din zona benzii de transport TMS 2-C și consolidarea drumului județean DJ 675 C;

- Efectuarea unor analize comparative din punct de vedere tehnico – economic a soluției concepute și aplicate cu tehnologii existente, punând în evidență superioritatea acesteia;

- Urmărirea comportării în exploatare a soluțiilor concepute, proiectate și realizate pentru consolidarea terasamentelor drumului județean DJ 675 C.

Anexa A : Utilaje folosite pentru compactarea mecanică de suprafață și în adâncime a pământurilor, în vederea îmbunătățirii proprietăților fizice și mecanice ale acestora, prin utilizarea diferitelor procedee tehnice.

CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ

1.1.Considerații generale, definiții, cauze.

Ca procese de degradare a solului și terenului, asociate sau independente proceselor de eroziune, o largă răspândire pe terenurile în pantă, o au alunecările de teren. Alunecările de teren fac parte, alături de inundații și cutremurele de pământ, din categoria catastrofelor naturale, sau **hazarde naturale**, care pot produce importante pagube materiale sau chiar și pierderi de vieți omenești. Spre deosebire însă de cutremure sau inundații, alunecările de teren pot fi, în unele cazuri, mai ușor de prevăzut și de controlat.

Alunecările de teren (*landslides* în engleză) reprezintă procese de deplasare spontane, naturale, a maselor de pământ de-a lungul versanților, spre piciorul versanților sau taluzurilor, ca urmare a pierderii echilibrului inițial al masivului de pământ respectiv. Spre deosebire de procesele de eroziune hidrică, unde **apa** reprezintă factorul determinant, **alunecările** sau **deplasările/porniturile de teren** sunt o consecință în primul rând a **acțiunii forțelor gravitaționale**, apa, ca agent motor, având în general un rol secundar. Dintre factorii care "permit" forțelor de gravitație să depășească rezistența (stabilitatea) masivului de pământ alunecător fac parte: gradul de saturare în apă, accentuarea pantelor versanților datorită eroziunii sau a unor intervenții antropice neadecvate (săpături, drumuri, construcții – suprasarcini etc.), alternarea îngheț-dezghet, mișcări tectonice, erupții vulcanice etc.

Prin urmare, din cauza numeroșilor factori provocatori, naturali sau antropici, alunecările de teren nu fac distincție de zonă sau de starea socială: ele se

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**

produc atât în zonele dezvoltate cât și în cele sărace, urbane sau rurale. Creșterea intensității și frecvenței precipitațiilor, asociată cu creșterea rapidă a populației și extinderea zonelor locuite, contribuie la mărirea pericolului de producere a alunecărilor de teren.

Alunecările de teren presupun trecerea versantului sau a taluzului de la o stare de echilibru la una de instabilitate, fiind provocate fie de modificarea forțelor interne sau externe care acționează asupra versantului sau a masivului de pământ, fie de înrăutățirea caracteristicilor de rezistență a pământului din corpul versantului sau taluzului. Există numeroși factori care pot determina schimbările menționate, așa cum au fost enumerați mai sus, dar rolul cel mai important îl au însă factorii naturali (condițiile hidro-meteorologice, procesele geomorfologice sau chiar cele tectonice), la care se adaugă, din ce în ce mai frecvent, acțiunile antropice necontrolate (despăduriri masive sau utilizarea necorespunzătoare a versanților). Trebuie precizat încă de la început că **marea majoritate a alunecărilor se produc ca urmare a acțiunii simultane a mai multor factori**, însă esențial este faptul că ele sunt asociate/specifice perioadelor cu precipitații abundente sau topirii bruște ale zăpezii, care contribuie la producerea inundațiilor [10, 81].

1.2. Clasificarea alunecărilor de teren

Realizarea unui sistem unitar de clasificare a alunecărilor de teren este dificilă întrucât se referă la fenomene care nu se repetă în mod absolut identic, sunt caracterizate de cauze, mișcări și morfologii diferite și implică materiale genetic diferite.

Se cunosc în literatura de specialitate numeroase criterii de clasificare a alunecărilor, cel mai frecvent întâlnite fiind: cauzele producerii, tipul de bază al mișcărilor de alunecare, caracterul general al mișcării, vârsta, dezvoltarea suprafeței de alunecare în raport cu structura geologică a versantului, adâncimea și poziția planului de alunecare, caracteristicile de modelare a suprafeței masei alunecătoare, suprafața afectată și poziția alunecărilor pe versant (*după ISPIF București, 1973*).

Se prezintă în continuare câteva tipuri de alunecări clasificate după primele două criterii, respectiv după cauze și tipul de mișcare a maselor de pământ.

În funcție de aportul și acțiunea combinată a apei și forței de gravitație, deplasările de teren se împart în două mari categorii, și anume:

Clasificarea alunecărilor de teren

- I) deplasări de teren în care rolul declanșator îl are aproape în exclusivitate forța gravitațională, dezechilibrele inițiale ale maselor de pământ producându-se ca urmare a deteriorării stabilității versanților. Din această categorie fac parte următoarele procese:

a) surpările (deplasări ale maselor de pământ pe verticală);

b) tasările (deplasări ale maselor de pământ tot pe verticală, dar de amplitudini mici);

c) rostogolirile (deplasări ale maselor de-a lungul versanților).

- II) deplasări de teren în care rolul declanșator îl au simultan apa și forța gravitațională

= **alunecări propriuzise**. Sunt cele mai frecvent întâlnite, în special pe terenurile predominant agricole cu pante mari, cu alternanțe de strate cu diferite permeabilități și înclinare în sensul pantei; ridică de fapt cele mai mari probleme.

După tipul mișcării care definește mișcarea alunecării ca distribuție a masei alunecătoare, sunt recunoscute 5 tipuri distincte de mișcări, astfel:

a) Căderile de blocuri - reprezintă efectul alterării superficiale urmate de desprinderi de pământ, rocă, material deluvial, fără a se semnala însă alunecări propriu-zise. Impactul blocurilor asupra drumurilor poate produce degradări majore ale infrastructurii și suprastructurii acestora. (figura 1.1);

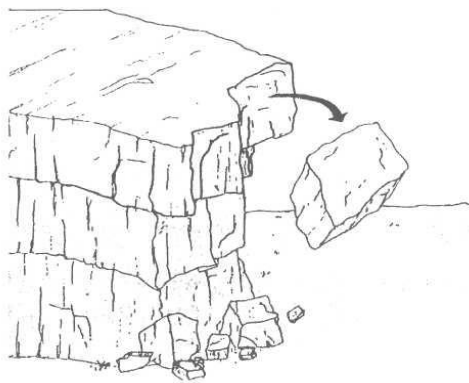


Fig. 1.1. a) Schematizarea desprinderilor de blocuri; b) Desprinderi de blocuri masive, SUA, 1970

b) Basculările sunt caracteristice versanților abrupti sau în depozitele de loess sau din roca stratificată orizontal și fisurată vertical care, în urma unor

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**

eroziuni la piciorul versantului, suferă desprinderi masive prin răsturnare spre aval. Cedarea nu se produce prin depășirea rezistenței la forfecare, ci prin depășirea rezistenței la întindere. Sunt caracteristice versanților de tip faleză și malurilor foarte abrupte - chiar verticale și înalte ale cursurilor de apă, în special la viituri mari, când curenții puternici subminează baza malului. (figura 1.2a).

O situație relativ similară (dar nu avem de a face cu basculări, ci cu alunecări de maluri) se întâlnește și în cazul formațiunilor de eroziune în adâncime – ravene, torenți – de regulă cu adâncimi mari și maluri abrupte, formate în terenuri cu alternanțe de strate geologice cu permeabilități diferite, (foto nr.1.1).

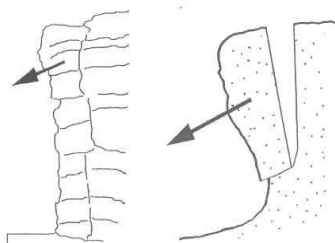


Fig. 1.2a) Schematizarea versanților predispuși la instabilitate prin basculare



Foto nr. 1.1 Alunecări de maluri prin ravenă în satul Seciuri /2006

d) Alunecările rotaționale reprezintă fenomene de pierdere a stabilității versanților prin depășirea rezistenței la forfecare în pământuri, fiind caracteristice în general mediilor cvasiomogene nefisurate. Sunt cel mai frecvent întâlnite și produc pagubele cele mai mari (foto nr.1.2 și 1.3).

Versanții naturali din materiale coezive, umpluturile din pământ sau anrocamente, depozitele de deșeuri pot suferi astfel de instabilități (figura 1.3);

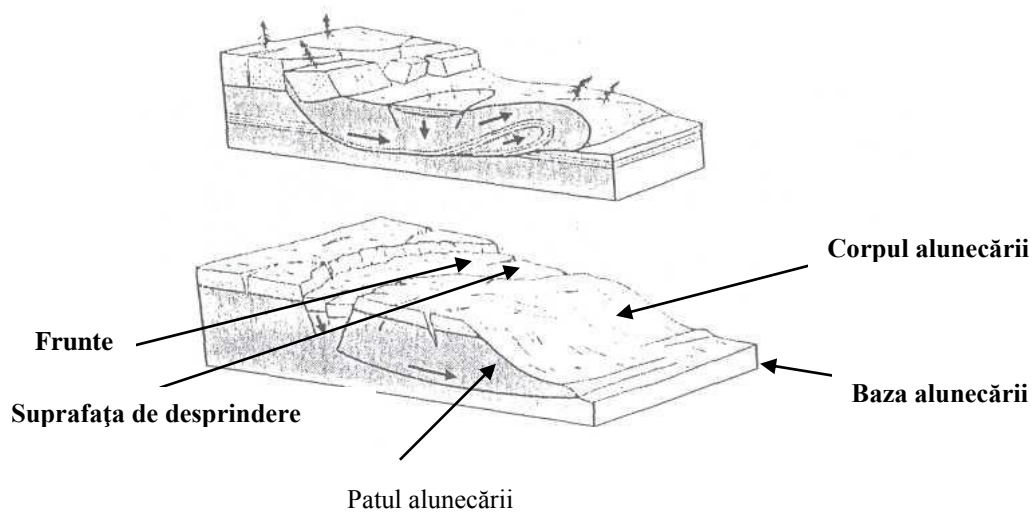


Fig. 1.3. Schematizarea mecanismelor de alunecare roto-translaționale și elementele caracteristice



Foto nr.1.2 Alunecare teren pe DC 29,satul în satul Ruget – 2005



Foto nr.1.3 Alunecare teren, Racotți – Tismana - 2006

d) Alunecările laterale (subsidente) reprezintă fenomene de pierdere a stabilității pe suprafețe mult extinse comparativ cu adâncimea suprafeței de cedare. Paleta acestora este foarte mică, instabilitatea fiind generată mai degrabă de cedarea unui strat moale din profunzime însoțită de fragmentarea și subsidența stratului superficial în masa instabilă, decât din considerente de pantă, respectiv de gravitație (figura 1.4).

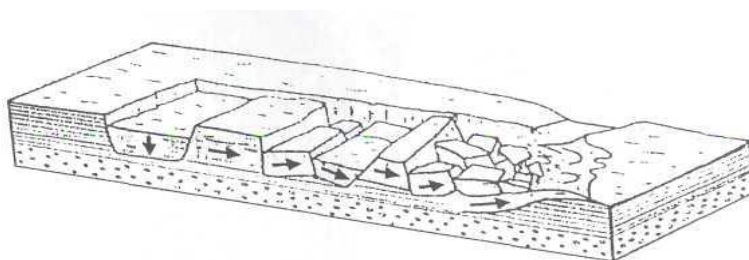


Fig. 1.4. Schematizarea mecanismelor de alunecare laterale

De remarcat faptul că mecanismul este complet diferit de cel al alunecărilor rotaționale, deși identificările de suprafață sunt foarte asemănătoare. Apariția acestor instabilități necesită existența unui strat mai rigid deasupra unui strat mai moale care își poate pierde ușor instabilitatea și consistența. Terenurile loessoide afectate de prăbușirea structurii, ca urmare a ridicării nivelului freatic sau fenomenele de lichefiere în profunzime, sunt câteva situații care pot conduce la astfel de instabilități.

e) Curgerile de pământ sau rocă sunt fenomene de instabilitate în care materialul ajunge la o comportare fluido-vâscoasă. Cauza principală a acestui tip de alunecări noroioase o constituie textura preponderent nisipoasă a sistemului sol-teren pe fondul unor precipitații abundente, în general de durată mare, care saturează la maximum terenul până la stratul impermeabil, care constituie planul de alunecare (figura 1.5). Zonele în care s-au produs incendii de păduri sau cele în care au avut loc intervenții antropice necorespunzătoare asupra terenurilor nisipoase cu pante mari, conducând la distrugerea masivă a vegetației, sunt în general zone vulnerabile la producerea curgerilor noroioase pe durata și după ploile torențiale.

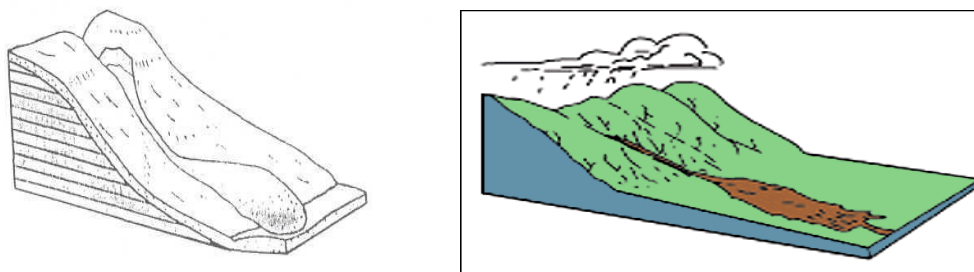


Fig. 1.5. Schița producerii unei alunecări de tip curgere noroioasă (după USGS)

Efectele alunecărilor de teren

Această comportare necesită acumularea unei importante cantități de apă în masivul de pământ sau deluviu urmată de o rupere bruscă și o alunecare care se transformă ulterior în curgere pe măsură ce avansează și acumulează material. Excesul de apă, ce le dă acest caracter de curgere, le face să se situeze la tranziție între alunecări de teren și viituri, fiind studiate în general cu ajutorul modelelor din mecanica rocilor.

Sunt caracteristice în general instabilităților în deluvii suprasaturate, deluvii de mică grosime, pe pat impermeabil și pante mari, sau, terenurilor tropicale reziduale puternic alterate supuse precipitațiilor extreme.

Pământurile, coezive sau nu, care sunt predispuse la instabilități de tip rotațional, suferă alunecări translationale atunci când planul de alunecare nu poate fi atât de profund din considerente stratigrafice. De asemenea, majoritatea alunecărilor în versanții de rocă se produc pe un sistem de fisuri preexistent, care, de regulă este plan, ceea ce conduce la translații.

Modelarea instabilităților din această categorie este cea mai comodă prin faptul că suprafețele de rupere sunt în general cunoscute sau mai ușor de prognozat.

Trebuie înțeles că încadrarea unei instabilități într-una din categoriile menționate mai înainte este posibilă, dar nu neapărat și utilă deoarece nu în foarte multe cazuri aceste instabilități pot prezenta elemente comune mai multor categorii.

1.3. Efectele alunecărilor de teren.

Alunecările de teren produc afectează și produc pagube însemnate diferitelor obiective socio-economice, proprietăților publice sau private, rănirea sau chiar moartea persoanelor. De exemplu, pot fi afectate sistemele de alimentare cu apă, canalizare, iazurile piscicole, păduri și alte folosințe, baraje și acumulări, căi de comunicație etc., dar și unele dintre cele mai prețioase monumente culturale ale lumii. Sunt citate astfel, în literatura de specialitate, monumente culturale de referință pentru istorie, cum sunt: Valea Regilor cu mormintele faraonilor din Egipt; Palatul regelui Hua din Lishan, China, construit în timpul dinastiei Tang (618-907), precum și fortăreața incașilor de pe vârful Machu Picchu, din Peru, care pot fi afectate de alunecări de teren (*Sursa: <http://earthobservatory.nasa.gov>*).

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**

Dintre dezastrelor naturale, alunecările de teren ocupă locul al VII-lea în ce privește victimele produse, după furtuni/uragane, inundații, secete, erupții vulcanice și temperaturi extreme, ajungând în medie la 800-1000 de vieți pierdute în fiecare din ultimii 20 ani (1993-2002). În medie, cca 940 de victime umane au fost înregistrate anual din cauza alunecărilor de teren în perioada menționată, majoritatea victimelor înregistrându-se în Asia

Efectele economice negative ale alunecărilor de teren includ: costurile reparațiilor obiectivelor avariate, întreruperea căilor de transport, costuri medicale în cazul rănilor, precum și costuri indirecte, cum ar fi producerea de inundații, pierderea unei părți a lemnului din pădurile alunecate, sau efecte asupra pisciculturii. Disponibilitatea apei, cantitativ și calitativ, poate fi de asemenea afectată negativ. Studiile geotehnice și proiectele de stabilizare a zonelor cu potențial ridicat la alunecare sunt de asemenea foarte costisitoare.

Degradarea construcțiilor, a peisajului și scoaterea din circuitul agricol, temporar sau definitiv, a unor mari suprafețe de teren, reprezintă tot efecte negative ale alunecărilor asupra mediului, acestea fiind evidențiate și în localități din județul Gorj, respectiv la obiective miniere, la drumuri, la locuințe etc. (foto nr.1.4, 1.5, 1.6).



**Foto nr. 1.4 Alunecare în zona
B.T.Cărbune, Seciuri – 2005**



**Foto nr.1.5 Alunecare pe DJ 675 C
în satul Seciuri - 2005**



Foto nr.1.6 Degradări produse la locuința din satul Bulbuceni, în anul 2005

1.4. Riscul de instabilitate a versanților (cartarea alunecărilor de teren). Hărți de risc

În vederea prevenirii sau reducerii la minimum a pagubelor produse de alunecările potențiale de teren, sunt necesare studii detaliate privind riscurile producerii acestora, finalizate prin elaborarea hărților de risc. Aceasta este o operațiune ce poate fi încadrată în categoria cartării alunecărilor de teren. Hărțile de risc prezintă un mare interes pentru planurile de dezvoltare a unor investiții în zonele cu potențial la alunecare. Sunt necesare a fi elaborate chiar până la nivel de localități care prezintă risc potențial la alunecări (la scări mari) sau la nivelul fiecărui județ în parte, sub forma unor hărți de risc privind producerea hazardelor naturale – alunecări de teren, cutremure, inundații (la scări mai mici), cu finanțare de la și sub coordonarea MTCT.

Hărțile de risc se recomandă a fi realizate la scara 1:5000, delimitându-se următoarele unități privind riscurile naturale:

- terenuri cu instabilitate evidentă;
- terenuri cu instabilitate potențială;
- terenuri sensibile;
- terenuri stabilizate prin vegetație.

Din punct de vedere al necesității proiectării și execuției lucrărilor antierozionale (terase în trepte, drumuri tehnologice, construcții hidrotehnice) pe un anumit teritoriu, se recomandă utilizarea următoarei clasificări privind oportunitatea amenajării terenurilor în pantă care prezintă risc natural:

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**

- amenajări interzise – lucrările sunt foarte costisitoare și au o fiabilitate redusă;
- nu se recomandă amenajări deoarece lucrările sunt dificile;
- amenajări posibile;
- amenajări realizabile;
- nu sunt necesare amenajări.

În cazul construcțiilor rurale ar trebui eliberate autorizații numai pentru cazurile când nu sunt necesare amenajări, sau, numai după efectuarea amenajărilor din categoria celor realizabile.

1.5. Monitorizarea alunecărilor de teren.

Dacă până în anul 1990 fenomenul alunecărilor de teren a făcut parte din preocupările institutelor de studii și proiectări din diverse domenii (construcții, energetică, extractiv-minier etc.), informațiile obținute fiind cuprinse în diverse rapoarte locale, în prezent, în țara noastră, sub coordonarea MTCT, s-au elaborat documentații sub formă de ghiduri și metodologii cu un caracter mai mult sau mai puțin general, acestea referindu-se la probleme teoretice sau practice (ex. "Ghidul privind macrozonarea teritoriului României din punct de vedere al riscului la alunecări de teren"). Ministerele de profil, precum MTCT, MMGA, MAPDR, au conlucrat pentru completarea legislației în domeniu, un rol definitoriu revenind "Legii privind aprobarea planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a V-a. Zone de risc natural". Premergător apariției legii, problematica alunecărilor de teren și a întocmirii hărților de risc a fost atinsă prin prevederile Regulamentului general de urbanism (H.G. 525/96), care în art. 10 cuprindea obligația delimitării în fiecare județ a zonelor expuse la hazarde naturale, în special la alunecările de teren.

Tot pe linia reducerii riscurilor de producere a hazardelor naturale, ar mai trebui menționat aici că România a semnat cu Banca Internațională pentru Reconstrucție și Dezvoltare (BIRD), la 26 mai 2004, Acordul de Împrumut nr. 4736 RO pentru finanțarea „Proiectului de diminuare a riscurilor în cazul producerii calamităților naturale și pregătirea pentru situații de urgență”, Ministerul Mediului și

Monitorizarea alunecărilor de teren

Gospodăririi Apelor fiind unul dintre beneficiarii acestui împrumut. Implementarea proiectului revine Administrației Naționale "Apele Române".

Dintre cele patru mari componente ale proiectului, **componenta C se referă la Diminuarea riscului inundațiilor și alunecărilor de teren**, revenind Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor (MMGA) și va fi implementată prin Administrația Națională „Apele Române”. Obiectivul acestei componente este să diminueze riscul și vulnerabilitatea la inundații în zonele critice din România, de a spori siguranța barajelor de dimensiuni mari și mici, astfel încât aceste construcții să funcționeze la parametri proiectați, și de **a cartografia și modela riscul la alunecările de teren în România** în vederea reducerii pierderilor și furnizării mijloacelor necesare unei sistematizări îmbunătățite a terenurilor.

Necesitatea de a supraveghea/urmării/monitoriza o zonă cu potențial de alunecare rezultă din corelația a două categorii de rezultate/informații/date:

- declanșarea, magnitudinea, viteza și volumul de rocă antrenat în mișcare (extindere laterală și pe adâncime);

- probabilitatea producerii, vulnerabilitatea zonei și cuantificarea riscului la alunecare pentru a decide asupra prevenirii instalării unei situații de urgență, respectiv de reducere a riscului inițial estimat.

Monitorizarea comportării versanților intervine ca o componentă multifuncțională în reducerea riscului alunecărilor de teren prin obiectivele specifice din perspectiva cărora operează :

- stabilirea variației acelor parametri geotehnici care influențează semnificativ valoarea factorului de siguranță pe profilele stratigrafice identificate pentru analiza stabilității amplasamentului studiat, fie prin înregistrări directe, fie prin calcul invers;

- identificarea inițierii unei instabilități pe baza deplasărilor înregistrate la senzorii de mișcare din sistemul de monitorizare instalat în zona de interes;

- identificarea adâncimii suprafeței de cedare, direcției, vitezei de deplasare și mărimii masei de pământ alunecătoare;

- înregistrarea deplasărilor/deformațiilor unor lucrări de intervenție realizate asupra masei de pământ potențial instabile cu scopul de a reduce riscul producerii/activării unei alunecări de teren în zona de interes;

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**

- declanșarea unor sisteme de avertizare atunci când se înregistrează deplasări/deformații ale unor construcții din clasa de importanță mare și cu regim de funcționare permanent amplasate în zone cu risc mare la alunecare.

Monitorizarea unei zone de interes trebuie proiectată în așa fel încât să corespundă unei anumite cinematici a instabilității, unor anumite cauze, volume de rocă, unui anumit interval de supraveghere și unei anumite securități asupra componentelor individuale în procesul de măsurare (ca intervale de încredere asupra parametrilor supuși urmăririi).

Având în vedere elementele de risc – sănătatea/viața persoanelor, respectiv pagubele materiale, ca rezultat direct sau indirect al unei instabilități în zona de interes, declanșarea unei alarme ca urmare a depășirii unor praguri de deplasări/viteze de deplasare a unor volume de rocă implică decizii la nivel local, regional sau național care vizează :

- oprirea temporară sau închiderea unei activități desfășurate parțial sau total în zona de interes (sector de drum, pod, baraj, cale ferată, tunel, proces industrial);

- limitarea utilizării unui obiectiv din zona de interes /circulație deviată/reducere de viteză/limitare a benzilor de circulație sau a orelor de acces;

- creșterea nivelului de protecție prin lucrări de intervenție de tipul : pompe de evacuare/drenare, lucrări de consolidări, aparare pasivă sau de ranforsare;

- evacuarea parțială sau totală a populației din zona afectată;

- lansarea anunțului public de pericol în zonă.

Pentru ca impactul unor asemenea măsuri să nu creeze consecințe grave asupra elementelor expuse riscului la alunecare din zona de interes, este ideală proiectarea sistemului pe mai multe niveluri de alertă, asociate cu măsuri progresive de reducere a riscului.

Instrumentarea unui amplasament presupune proiectarea și instrumentarea unui program de urmărire, înregistrare și urmărire în timp real a comportării unei zone de interes desemnată cu risc mediu, mare și foarte mare de alunecare. În esență, un sistem de monitorizare a comportării unei zone potențial instabilă reprezintă un suport decizional inteligent pentru managementul alunecărilor de teren, folosind în modul cel mai evoluat tehnologii GIS (Geographical Information System) și medii integrate de analiză (Business Intelligence), consecința fiind ca rolul intuiției asupra depășirii unui prag de alarmă este unul redus.

Monitorizarea alunecărilor de teren

Rezultatele unui program de monitorizare, care urmează a fi folosite pentru diferite tipuri de analiză, sunt identificate prin :

- nivelul de precipitații pe amplasament;
- nivelul apei subterane pe întregul areal al amplasamentului;
- adâncimea suprafeței de alunecare;
- elemente cinematice privind deplasarea masei alunecătoare.

Componentele unui sistem de monitorizare ale comportării unui versant potențial alunecător se regăsesc în prezentarea schematică din figura 1.7.

Pe plan internațional, cercetătorii de la USGS – Programul de Alunecări de teren, monitorizează continuu alunecările de teren și zonele deluroase selectate pentru a învăța mai mult despre procesele fizice ale alunecărilor sau controlul deplasării maselor de pământ. Monitorizarea este esențială în prognozarea și stabilirea comportării alunecărilor și a cărui tip de ploaie poate produce un număr mare de alunecări. Pentru unele site-uri, cele mai recente măsurători sunt furnizate on-line, în sistem automatizat.

Pentru monitorizarea alunecărilor de teren există în prezent, pe plan mondial, diverse instrumente care măsoară deplasările în interiorul masivelor de rocă (înclinometru vertical pentru monitorizarea deplasărilor laterale și a deformațiilor, care se poate conecta direct la o stație digitală – figura 1.6), temperatura și presiunea apei în pori, nivelul pânzei freatice, presiunea de stress, deformațiile laterale, tasările etc.

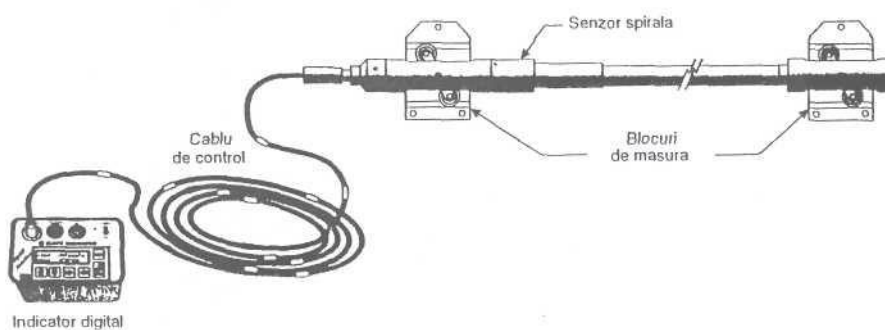


Fig. 1.6. Schema static digitală de stocare a datelor din înclinometrie (după GEOTEC S.A.)

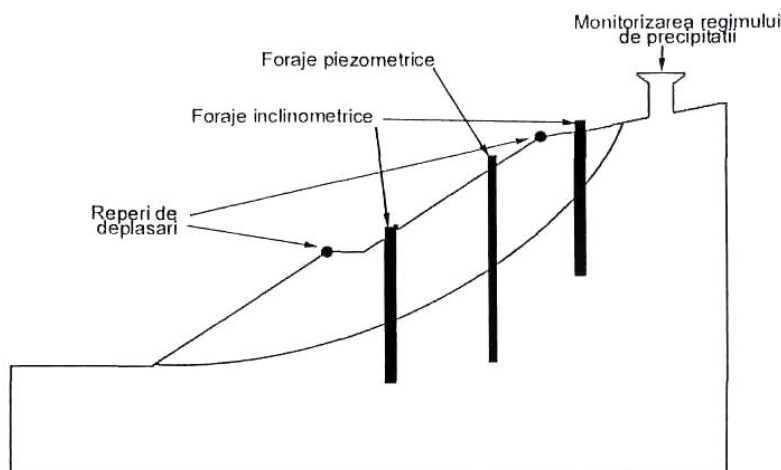


Fig. 1.7. Schema de culegere și centralizare a datelor

1.6. Măsurile de prevenire și stabilizare a alunecărilor de teren.

Prin amenajarea terenurilor alunecătoare se urmărește corectarea, reducerea sau chiar înlăturarea influenței unor factori cauzali sau condiționali ai alunecărilor, în scopul asigurării condițiilor de ameliorare și valorificare a terenurilor degradate prin alunecări.

La baza stabilirii soluțiilor și schemelor de amenajare trebuie să stea cunoașterea pentru fiecare suprafață cu alunecări, sau cu potențial la alunecare, a factorilor cauzali sau condiționali și a importanței social-economice a obiectivelor periclitare de alunecările respective. În general, la stabilirea și aplicarea diferitelor măsuri de prevenire și combatere a alunecărilor se recomandă o abordare interdisciplinară a problemei între diferiți specialiști (agronomi, hidrologi, geotehnicieni, hidrotehnicieni etc. – proiectanți și executanți) deoarece, inevitabil, pe parcursul aplicării soluțiilor, de cele mai multe ori se impune o adaptare rapidă în funcție de evoluția procesului.

Clasificarea metodelor de prevenire și combaterea a alunecărilor de teren are un caracter general, fiecare măsură sau metodă poate avea efecte multiple și, în general, acestea se aplică în complex, pentru a se obține efectul maxim.

Măsuri de prevenire și stabilizare a alunecărilor de teren

Problema stabilirii măsurilor pentru prevenirea și combaterea alunecărilor de teren, a soluțiilor și schemelor de amenajare a acestora - în cazul în care ele s-au produs deja, este foarte disputată. Au fost elaborate în acest sens numeroase teorii, care se pot grupa în două mari direcții de abordare, în special în funcție de momentul de aplicare, și anume:

- instituirea unor restricții privind realizarea construcțiilor în zonele cu pericol potențial la alunecare, evitarea suprasarcinilor, a săpăturilor, a tăierilor de arbori etc., dar și lucrări de desecare-drenaj și evacuare a apei din zona cu pericol la alunecare precum și măsurile fitoameliorative; tot aici intră și lucrările hidrotehnice de susținere a masivelor de pământ cu pericol la alunecare și consolidare a bazei versanților: ziduri de sprijin, contrabanchete, ancoraje, utilizarea materialelor geosintetice - geogriile pentru armarea pământurilor afectate de alunecări, soluții care **constituie măsuri de prevenire** și rezolvă problema din punct de vedere naturalist;

- **o rezolvare pur tehnică, post-alunecare, sau măsuri de combatere a efectelor alunecărilor și valorificare**, care urmăresc prin diferite construcții să înlăture efectele procesului și să reintroducă rapid suprafețele afectate în circuitul economic (modelare-nivelare-înierbare, refacerea terasamentelor distruse, condolidări de maluri, filtre inverse, desecare-drenaj și evacuare a apei de pe terenurile alunecate etc.).

Folosind terminologia curentă, măsurile de prevenire și combatere a alunecărilor de teren pot fi clasificate ca fiind: măsuri structurale și măsuri nonstructurale.

În ce privește avertizarea populației cu privire la producerea alunecărilor de teren, trebuie avut în vedere că acestea sunt în general evenimente izolate care se produc de cele mai multe ori fără o avertizare-alarmare prealabilă.

Cu toate acestea, locuitorii care trăiesc în zonele cu risc potențial ridicat la alunecare, trebuie să fie precauți, în special în perioadele cu precipitații abundente sau topiri a zăpezilor, sau, după producerea unor incendii masive de păduri. În astfel de momente, dacă nu au fost deja făcute avertizări prin posturile locale de radio sau televiziune, locuitorii ar trebui singuri să ia decizia de evacuare a zonei, înainte de producerea iminentă a evenimentului.

1.7. Inventarierea și delimitarea alunecărilor de teren de pe teritoriul județului Gorj.

Județul Gorj, cu mai mult de 500 de ani de atestare documentară, este situat în partea de sud – vest a României, pe cursul mijlociu al râului Jiu, în nordul regiunii Oltenia.

Suprafața județului Gorj este de 5602 m², cu o populație stabilită în anul 2004, de 394.570 locuitori, distribuiți după cum urmează : 168.395 în mediul urban și 226.175 în mediul rural, marea majoritate (98,75 %) fiind de naționalitate română și de religie ortodoxă.

Teritoriul județului Gorj este structurat în 70 unități administrativ – teritoriale compus din : 9 orașe (Tg-Jiu, Motru, Tismana, Rovinari, Bumbești-Jiu, Novaci, Tg-Cărbunești, Țicleni, Turceni) din care 2 municipii (Tg-Jiu-Motru) și 61 comune care au în subordine 427 sate.

Gorjul reprezintă o străveche vatră de istorie, primele dovezi ale existenței și activității omului datând de peste 1.500.000 de ani, după cum atestă descoperirile arheologice din zona Dănciulești, Baia de Fier (Peștera Muierilor și Peștera Pârcălabului), Borošteni (Peștera Cioarei), Curtișoara, Săcelu, Tg-Cărbunești, Urdari.

Numeroasele descoperiri arheologice, printre care cele de la Vierșani – Jupânești, Schela – Gornăcelu, Bălești – Ceauru, Săulești, Vârtopu – Ciuperceni, Preajba, atestă existența unei intense activități economice pe teritoriul județului Gorj în Epoca Fierului, sec. V – II î.Hr.

Rețeaua hidrografică a județului Gorj are ca element principal râul Jiu, ce străbate județul de la nord la sud, având ca principali afluenți : Motru, Tismana, Șușița, Bistrița, Amaradia, Gilortul. Alte râuri importante ce parcurg teritoriul județului sunt Oltețul și Cerna.

Rețeaua de drumuri a județului constă din 380 km drumuri naționale și 1.544 km drumuri județene, iar îmbunătățirea infrastructurii acestora este cuprinsă în programe de dezvoltare economică și socială.

Cele 44 localitățile nominalizate din județul Gorj, afectate de alunecările de teren, în perioada 2005 – 2006 (Seciuri, Roșia de Amaradia, Bustuchini, Berlești, Roșița – Motru. Seuca – Peștișani, Căpreni, Dănești, Ruget, Albeni, Runcu, Bumbești Jiu și altele) , sunt prezentate în figura 1.8.

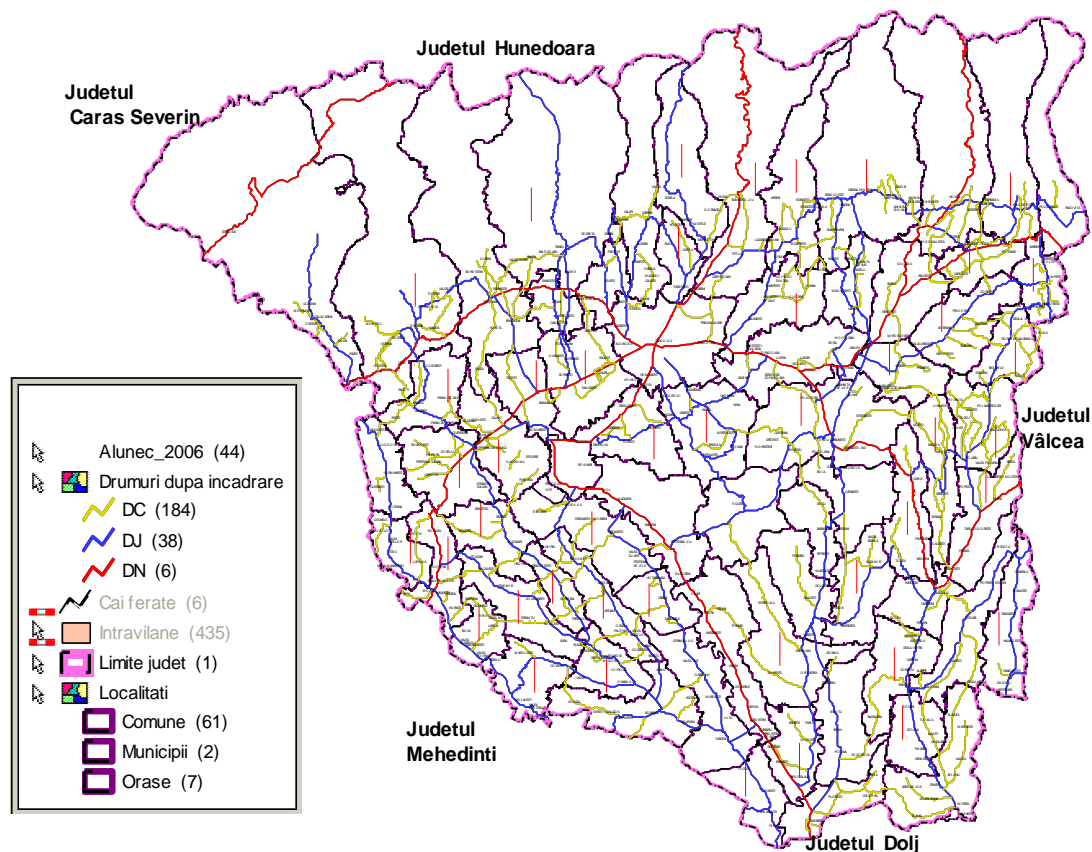


Fig.1.8 HARTA CU LOCALITĂȚILE AFECTATE DE ALUNECĂRI DE TEREN ÎN ANUL 2006

Situația pagubelor produse de alunecările de teren în localitățile menționate este: 124 persoane evacuate, afectate 352 locuințe și anexe gospodărești, 2 biserici, 5 școli, 35 drumuri județene, 43 drumuri comunale și 271 ha teren agricol.

Alunecările de teren au fost generate în principal de acțiunea simultană a doi factori foarte importanți ,APA și FORȚA GRAVITAȚIONALĂ.

Din punct de vedere al criteriilor de clasificare a alunecărilor, pe teritoriul județului Gorj, se regăsesc aproape toate categoriile de deplasări de teren:

- **Alunecări de maluri** întâlnite pe ravene și torenți de regulă cu adâncimi mari unde versanții sunt alcătuiți din alternanța de strate geologice cu permeabilități diferite (foto nr.1.7, 1.8, 1.9 și 1.10).

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**



Foto nr.1.7



Foto nr.1.8

Alunecări de maluri în satul Seciuri, județul Gorj - 2005



**Foto nr.1.9 Alunecare de maluri în
satul Racoți – Tismana / 2006.**



**Foto nr.1.10 Alunecare de maluri în
satul Seciuri -Roșia de Amaradia / 2006**

În astfel de cazuri se recomandă realizarea unor lucrări transversale, care prin aterisamentul creat în amonte să susțină masivul de alunecare, și a unor lucrări de apărare a malurilor supuse acțiunii curenților puternici de apă creați de viituri.

- **Alunecări rotaționale** - generate de pierderea stabilității versanților prin depășirea rezistenței la forfecare în pământuri, unde cantitățile mari de apă au determinat alunecarea unor masive de pământ, care pun în pericol stabilitatea căilor de acces, și a folosințelor agricole (foto nr.1.11, 1.12, 1.13 și 1.14)

Inventarierea și delimitarea alunecărilor de teren de pe teritoriul județului Gorj



Foto nr.1.11: Com Roșia de Amaradia Foto nr.1.12 : Drum Județean 675 C
Pierdere stabilitate versant și terasament drum județean

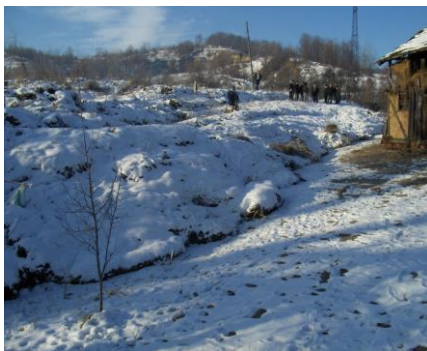


Foto nr.1.13 : Roșiuța - Motru-2005 Foto nr.1.14 : Peștișani (Seuca) - 2005
Pierderea stabilității versantului în zona locuințelor

Se observă că planurile de alunecare nu sunt foarte profunde din considerente stratigrafice ,așa încât realizarea unor lucrări de drenaj cu evacuarea controlată a surplusului de apă din stratele permeabile , ar putea rezolva parțial această problemă.

- **Basculările**, deplasări de teren caracteristice versanților de tip faleză și malurilor foarte abrupte ale cursurilor de apă, generate de depășirea rezistenței la întindere în urma acțiunii curenților puternici, care subminează baza malului (foto nr.1.15, 1.16, 1.17, 1.18).

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**



Foto nr.1.15 Com.Logrești - 2006

Foto nr.1.16 Com.Bustuchini - 2006

Deplasarea și pierderea echilibrului și stabilității versanților



Foto nr.1.17 Roșița – Motru - 2005

Foto nr.1.18 Roșia de Amaradia – 2005

Alunecări de teren și rostogolire teren la baza versanților

Se recomandă realizarea unor lucrări de apărare a malurilor, supuse acțiunii curenților puternici de apă creați de viituri, în scopul menținerii stabilității terasamentului căilor de acces.

- **Curgerile de pământ**- caracteristica zonelor în care au avut loc intervenții antropice necorespunzătoare prin distrugerea vegetației, având drept cauză principală saturarea stratelor superioare datorită cantităților mari de apă, până la stratul impermeabil, care formează planul de alunecare (foto nr.1.19, 1.20, 1.21 și 1.22).



Foto nr.1.19 Com. Căpreni -2006



Foto nr.1.20 Sat Roșia Jiu – 2005



Foto nr.1.21



Foto nr.1.22

Curgeri de pământ : Com. Bustuchini, județul Gorj – 2006

Se recomandă stabilizarea acestor terenuri prin plantări de specii forestiere capabile să fixeze straturile superioare caracterizate printr-o textură preponderent nisipoasă, precum și realizarea unei rețele de drenaj, care să asigure eliminarea excesului de apă în mod controlat către emisari naturali.

- **Alunecările laterale** (subsidente) reprezintă fenomene de pierdere a stabilității pe suprafețe mult extinse comparativ cu adâncimea suprafeței de cedare. Paleta acestora este foarte mică, instabilitatea fiind generată mai degrabă de cedarea unui strat moale din profunzime însoțită de fragmentarea și subsidența stratului superficial în masa instabilă, decât din considerente de pantă, respectiv de gravitație (foto nr.1.23, 1.24).

**CAP.I. CARACTERIZAREA GENERALĂ PRIVIND INSTABILITATEA TALUZURILOR ÎN
RELAȚIA CAUZALITATE – EFECT STUDIU DE CAZ : JUDEȚUL GORJ**



Foto nr.1.23 DC 29 Ruget - 2005



**Foto nr.1.24 DJ 673 A Tg.Jiu –
Țicleni -2006**

**Pierderea echilibrului și stabilității terasamentelor
din infrastructura drumurilor.**

De remarcat faptul ca în perimetrele amenajate cu lucrări de îmbunătățiri funciare ,în pofida fondurilor relativ reduse alocate în ultimii ani pentru întreținerea și repararea obiectivelor existente, nu s-au înregistrat fenomene de alunecare, ceea ce trebuie să atragă atenția asupra importanței deosebite pe care o are activitatea de îmbunătățiri funciare în conservarea bunului cel mai de preț pe care îl avem – PĂMÂNTUL.

Datorită costurilor în general foarte mari pe care le implică rezolvarea acestor situații trebuie avut în vedere necesitatea efectuării unui monitoring atent, care să clasifice în mod obiectiv prioritățile, în vederea abordării la execuție a unor scheme de amenajare capabile să îndeparteze pericolul pe care îl reprezintă fenomenul de alunecare asupra obiectivelor socio-economice din zonele afectate.

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Generalități

Construcțiile reprezintă actualmente în lume simbolul progresului și al dezvoltării, dovada unor economii puternice, a folosirii eficiente a resurselor obținute prin munca și efectul creator al omului, care se împletesc cu istoria evoluției sale și realizării milenare ca piramidele, marele Zid Chinezesc, Apeductele Romane și Maure, precum și Catedralele Gotice [42].

Primul material de construcție pe care l-au avut la îndemână oamenii a fost pământul, cu ajutorul căruia s-au realizat construcții îndrăznețe, dar limitate ca dimensiuni și performanțe datorită caracteristicilor fizico-mecanice ale acestui material natural.

Un reviriment s-a produs în primele decenii ale secolului XX prin constituirea Geotehnicii ca știință, ceea ce a permis ca pământul, material considerat ca primordial de antici, să devină cu adevărat material de construcții și să deschidă era construirii barajelor din materiale locale, structuri de o complexitate deosebită, care dețin în acest moment recordul de înălțime, dar și de subtilitate și abilitate inginerească în concepția și realizarea lor [18].

Pământurile sunt formațiuni de origine sedimentară provenite din dezagregarea fizică și alterarea chimică a unor categorii de roci (magmatice, sedimentare, metamorfice) sub acțiunea factorilor fizici, chimici sau biologici. Pământul este o rocă care acoperă cea mai mare parte a uscatului de pe scoarța terestră [20, 21, 22].

Studiul pământurilor în legătură cu diferite lucrări ingineresti constituie obiectul disciplinei denumite **Mecanica pământurilor sau Geotehnica** [62]

Pământurile sunt sisteme complexe alcătuite din trei faze :

- solidă (reprezentată prin scheletul mineral);

- lichidă (prezentă prin apa din pori);
- gazoasă (aerul – uneori în amestec cu alte gaze – existent în pori).

Faza solidă constituie baza tuturor proprietăților specifice ale pământurilor.

În geologie, noțiunea de rocă cuprinde toate formațiunile care alcătuiesc scoarța terestră, iar geotehnica procedează la o diferențiere a rocilor în :

- roci compacte;
- roci dezagregate sau pământuri.

În conformitate cu clasificarea prevăzută în STAS 1243/74, pământurile sunt alcătuite din fragmente de roci minerale, necoezive sau coezive, precum și din roci cu conținut organic.

Fragmentele minerale sau macroagregatele care formează faza solidă a pământurilor pot fi separate sub acțiunea unei presiuni ușoare sau a apei.

Dimpotrivă, componentele minerale care alcătuiesc formațiunile cuprinse în categoria rocilor compacte, sunt legate între ele prin forțe de coeziune importante, desfacerea agregatului mineral neputând avea loc decât sub acțiunea unor solicitări mecanice însemnate.

Rocile compacte se împart în roci stâncoase și roci semistâncoase : rocile stâncoase sunt stabile în apă, practic incompresibile și au rezistența la compresiune minimă, în stare saturată, de 50 daN/cm²; rocile semistâncoase se pot înmuia sau dizolva parțial sub acțiunea apei, iar în stare saturată pot prezenta rezistențe la compresiune sub 50 daN/cm².

Diversitatea și dificultatea problemelor pe care le studiază Geotehnica derivă atât din caracterul complex al pământurilor cât și din multitudinea de situații în care acestea pot interveni la lucrările de construcții.

Pământul este materialul care formează terenul de fundare. Conlucrarea dintre pământ și fundații poate avea diverse aspecte. Fundația transmite terenului de fundare încărcările aduse de construcții, iar comportarea sub sarcină a pământului va determina stabilitatea și deformațiile structurii.

Pământul constituie materialul de construcție pentru realizarea barajelor, digurilor și rambleelor, lucrări solicitate de presiunea apei pe care o rețin, fapt pentru care se vor studia acele proprietăți ale pământului, astfel ca acesta să poată fi folosit ca material de construcție în aceste lucrări.

Pământul poate constitui o solicitare asupra sprijinirilor, zidurilor de sprijin, palplanelor etc, lucrări care se execută pentru asigurarea stabilității unui mal vertical.

În practica executării construcțiilor apar și situații când, în condițiile unor amplasamente obligatorii, iar din calculul terenului de fundare (verificarea la starea limită de deformare sau la starea limită de capacitate portantă) se arată că soluția de fundare directă, de suprafață, pe un anumit strat nu este posibilă, atunci este obligatoriu să se examineze oportunitatea îmbunătățirii proprietăților pământului din stratul respectiv, astfel încât acesta să îndeplinească condițiile unui teren bun de fundare [42].

2.1. Caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor

Pământul este o acumulare de particule solide minerale, produse prin degradarea fizică sau mecanică a rocilor, care pot conține sau nu materii organice [42].

Pământurile, în general sunt compuse din trei faze:

- faza solidă, alcătuită din scheletul mineral ;
- faza lichidă (apa), care umple total sau parțial golurile dintre granule;
- faza gazoasă, formată în primul rând din aer, care umple golurile neocupate în faza lichidă.

Dacă lipsește faza lichidă, pământul este uscat, iar dacă toate golurile sunt umplute cu apă, pământul este saturat.

În funcție de proporția în care intră cele trei faze în compoziția unui pământ, de mărimea granulelor și de modul de asociere a elementelor componente rezultă diversele tipuri de pământuri, precum și caracteristicile fizico mecanice ale acestora.

2.1.1. Caracteristici fizice.

Densitatea pământului ρ , reprezintă raportul dintre masa pământului umed și volumul acestuia : $\rho = m/V$ (g/cm³).

Când pământul este saturat cu apă se obține densitatea pământului în stare naturală ρ_{nat} , iar când pământul este uscat, avem densitatea pământului în stare uscată ρ_d .

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Densitatea scheletului p_s , reprezintă raportul între masa particulelor solide dintr-o cantitate de pământ și volumul propriu al acestor particule (fără goluri).

Greutatea volumică γ , este raportul între greutatea pământului umed și volumul acestuia (inclusiv golurile);

$$\gamma = G / V \text{ (kN/m}^3\text{)} \quad (2.1)$$

Granulozitatea reprezintă repartiția procentuală a particulelor de pământ, după mărimea lor, iar cunoașterea acestei repartiții este necesară pentru clasificarea și caracterizarea pământurilor.

Fracțiunea granulară este definită de ansamblul de particule care au dimensiuni cuprinse într-un interval dat (dimensiunea caracteristică este considerată diametrul d al particulei considerată ipotetic sferică). Normele românești (STAS 1243-88) stabilesc următoarele fracțiuni granulare :

- argila sub 0,005 mm;
- praf 0,005 – 0,05 mm;
- nisip 0,05 – 2 mm;
- pietriș 2 – 20 mm;
- balast 0,5 – 20 mm;
- bolovăniș 20 – 200 mm;
- blocuri peste 200 mm.

Determinarea granulozității se realizează uzual prin două metode, conform STAS 1913/5-85, respectiv :

- metoda cernerii - pentru particule mai mari de 0,06 mm;
- metoda sedimentării - pentru particule mai mici de 0,06 mm

Reprezentarea grafică a compoziției pământurilor în funcție de granulozitate se face, obișnuit, prin histogrană, curba de frecvență, reprezentarea ternară sau prin curba granulometrică.

Cunoscându-se rezultatul analizei granulometrice, reprezentat grafic sub forma unei curbe de granulozitate, se poate aprecia cât de uniform sau neuniform este un pământ, cu ajutorul **coeficientului de neuniformitate U_n** (pământuri bune pentru terasamente $U_n > 7$).

$$U_n = d_{60}/d_{10} \quad (2.2)$$

în care : d_{60} - este diametrul corespunzător la 60 % din particule;

d_{10} - este diametrul corespunzător la 10 % din particule

După valorile lui U_n pământurile se pot clasifica astfel (STAS 1243-88) :

Caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor

- foarte uniforme $U_n < 5$;
- uniforme $U_n (6 - 15)$;
- neuniforme $U_n > 15$.

Cunoașterea compoziției granulometrice a pământurilor este utilă în următoarele cazuri :

- când este necesară clasificarea pământurilor;
- pentru determinarea gradului de sensibilitate la îngheț (gelevitate);
- pentru definirea materialelor folosite ca filtre;
- în scopul corectării granulozității unui pământ greu compactibil;
- realizării unor amestecuri de pământuri.

Porozitatea n , este definită prin raportul dintre volumul golurilor V_{gol} și volumul total al pământului V_{tot} :

$$n = V_{gol} / V_{tot} (\%) \quad (2.3)$$

Indicele porilor, e , este raportul între volumul golurilor dintr-o cantitate de pământ și volumul particulelor solide V , din acea cantitate :

$$e = V_{gol} / V \quad (2.4)$$

$$n = e / 1 + e ; e = n / 1 - n \quad (2.5)$$

Capacitatea de îndesare C_i , este proprietatea pământurilor nisipoase de a-și micșora volumul prin rearanjarea particulelor solide, aceasta se calculează cu relația :

$$C_i = e_{max} - e_{min} / e_{min} \quad (2.6)$$

în care :

- e_{max} este indicele porilor unui pământ necoeziv în starea cea mai afinată
- e_{min} indicele porilor în starea cea mai îndesată.

Umiditatea w , este raportul între masa apei m_w , conținută în porii unei cantități de pământ și masa particulelor solide din acea masă, m .

$$W = m_w / m \times 100 (\%) \quad (2.7)$$

Permeabilitatea este proprietatea unor pământuri de a permite circulația apei libere printre golurile particulelor solide, sub acțiunea câmpului gravitațional.

După legea lui Darcy, viteza apei prin pământ se poate exprima prin relația

$$V = k \times I ; \quad \text{in care :} \quad (2.8)$$

K = coeficient de permeabilitate

I = gradientul hidraulic

Plasticitatea este proprietatea pământurilor coezive de a se deforma ireversibil sub acțiunea forțelor exterioare, fără variația volumului și fără apariția unor discontinuități în masa lor.

Indicele de plasticitate I_p , determină domeniul de comportare plastică a pământurilor și se calculează cu relația :

$$I_p = W_L - W_P \quad (2.9)$$

Pentru lucrările de terasamente se recomandă ca pământurile să aibă :

$$I_p < 30 \% \text{ și } W_L < 60 \%$$

Indicele de consistență exprimă starea relativă de consistență a pământurilor față de cele două limite de plasticitate W_L și W_P , se determină cu relația

$$I_c = \frac{W_L - W}{W_L - W_P} = \frac{W_L - W}{I_p} \quad (2.10)$$

2.1.2. Caracteristici mecanice.

Compresibilitatea (modul cum se tasează un pământ) este proprietatea unui pământ de a-și micșora volumul său sub acțiunea unei presiuni, a variațiilor de temperatură și umiditate, precum și a greutateii proprii.

Compresibilitatea se determină cu ajutorul unui aparat numit *Edometru*. În urma eliminării apei din pori și reducerea corespunzătoare a volumului porilor, sub efectul încărcării care comprimă pământul, se produce o consolidare a terasamentelor:

-la nisipuri timpul de consolidare a terasamentelor este foarte mic, deoarece evacuarea apei din pori este rapidă;

-la prafuri și argile din cauza permeabilității lor reduse, timpul de consolidare este mai mare, tasările producându-se în timp mai îndelungat.

Indicele de capacitate portantă (C.B.R.), caracterizează capacitatea portantă a unui pământ.

Valorile C.B.R. determinate în laborator pentru câteva materiale curențe :

- macadam	90 – 150 %;
- piatră spartă	80 – 120 %;
- pietriș	40 – 80 %;
- nisip argilos	25 – 40 %;
- argilă prăfoasă	5 – 15 %;
- argilă plastică	1 – 5 %.

Coeficientul de pat sau modulul de reacție K, este un indice convențional, definit ca raportul între presiunea unitară, exercitată pe suprafața terasamentelor prin intermediul unei plăci rigide cu diametrul $D = 75$ cm și tasarea corespunzătoare t .

$$K = p / t \text{ (daN/cm}^2\text{)} \quad (2.11)$$

Modulul de deformare liniară, E_d , este caracteristica de deformabilitate a pământului și reprezintă raportul dintre presiunea unitară, p , transmisă pe teren de placa de încărcare și tasarea relativă, λ , a suprafeței de încărcare

$$E_d = \alpha p / \lambda \quad (\text{daN/cm}^2\text{)} \text{ unde :} \quad (2.12)$$

α - este un coeficient care variază în funcție de forma în plan, de rigiditatea plăcii de încărcare și de natura pământului cercetat;

p - presiunea specifică transmisă pe teren de placa de încărcare;

λ - tasarea relativă care se determina astfel :

$$\lambda = l / D \text{ unde :} \quad l \text{ este tasarea reală;}$$

D = diametrul plăcii de încărcare.

Modulul de elasticitate al pământului reprezintă limita raportului dintre variația presiunii aplicate pe placa de încărcare, Δ_p și variația deformației elastice corespunzătoare, Δ_e :

$$E = \Delta_p / \Delta_e \times D \text{ (daN/cm}^2\text{)} \quad (2.13)$$

Rezistența la taiere, τ , reprezintă efortul unitar tangențial maxim, dintr-o secțiune a pământului, în momentul ruperii prin forfecare după acea secțiune :

$$\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \phi \text{ (k.Pa)} \quad (2.14)$$

unde :

c - este coeziunea pământului

σ - efortul unitar normal pe suprafața de rupere ϕ - unghiul de frecare interioară a pământului.

Problema îmbunătățirii proprietăților fizico-mecanice ale diferitelor categorii de pământuri se pune și la executarea unor lucrări de terasamente, la care ca material de construcție se folosește pământul (rambleu de cale ferată și drumuri, diguri, baraje etc.).

De asemenea în cazul unor construcții hidrotehnice sau hidroameliorative (baraje, diguri etc.) sunt necesare lucrări de îmbunătățire a calității terenului de fundare, mai ales pentru reducerea permeabilității acestora.

Punerea în operă în corpul lucrării a pământului adus din carieră implică în mod necesar aplicarea metodelor de îmbunătățire a calității acestuia [51].

Principalele modificări care se urmăresc prin aplicarea diferitelor procedee de îmbunătățire a pământurilor sunt :

- reducerea compresibilității;
- creșterea rezistenței la forfecare;
- micșorarea permeabilității;
- eliminarea sensibilității la umezire;
- reducerea potențialului de contracție umflare;
- micșorarea gelivității.

Alegerea metodei de îmbunătățire a caracteristicilor fizico-mecanice se face în funcție de natura pământului și de modificarea urmărită a acestuia, de grosimea stratului de pământ supus îmbunătățirii, de materialele și utilajele de care se dispune, etc.

Aplicarea unor procedee de îmbunătățire a pământurilor are ca rezultat transformări de natură cantitativă, prin modificarea doar a raporturilor între fazele componente ale pământului (crește ponderea fazei solide); este cazul celor mai multe dintre metodele de compactare, de suprafață sau în adâncime, a pământurilor.

Prin aplicarea altor procedee se conduce la modificări care sunt de natură atât cantitative cât și calitative, prin schimbări în structura intimă a pământului sau formarea de noi componenți ai structurii – este cazul procedeelor bazate pe : amestecarea pământurilor cu diferite materiale, injectarea în pământ a unor substanțe, folosirea de agenți termici etc.

După natura proceselor pe care le implică și caracterul lucrărilor, metodele de îmbunătățire a pământului se pot clasifica în :

- metode fizice (mecanice, termice, electrice);
- metode chimice (injectarea de substanțe chimice sau amestecuri);
- metode fizico – chimice;
- metode biologice;
- metode biochimice.

2.2. Aspecte teoretice privind compactarea pământurilor

În practică, la realizarea construcțiilor, nu întotdeauna pământul natural are caracteristici favorabile realizării unor fundații în condiții de stabilitate și apare necesară îmbunătățirea acestora printr-o acțiune mecanică. La realizarea unor construcții de pământ, proprietățile fizico – mecanice sunt înrăutățite prin săpare, diverse manipulări și apoi nivelare, caracteristicile pământului care ajunge la locul de punere în operă nu mai sunt ca cele ale pământului natural. Pentru a deveni un material bun de construcție, cu caracteristici favorabile, cunoscute și uniforme, este necesară realizarea operațiunii de compactare [33,34].

Executarea barajelor de pământ, a digurilor și rambleelor la canale, a terasamentelor rutiere și în general a umpluturilor, presupune o compactare avansată, cu utilaje de mare randament și un control riguros în toate fazele de execuție.

Compactarea reprezintă un proces fizico-chimic prin care se caută să se mărească numărul de contacte dintre granule, în urma redistribuirii și pătrunderii granulelor mai mici în spațiile dintre granulele mai mari, prin reducerea golurilor la minimum posibil și eliminarea unei anumite cantități din apa liberă. Această operație se produce sub acțiunea unor forțe exterioare aplicate asupra pământului și are ca rezultat creșterea densității acestuia.

Lucrul mecanic folosit pentru compactare se consumă, în cea mai mare parte, pentru învingerea coeziunii și a frecării dintre granule.

Prin compactare, pământurile își îmbunătățesc proprietățile fizico-mecanice.

Astfel, micșorarea volumului de goluri duce la creșterea densității și la reducerea permeabilității și a absorbției de apă, la sporirea punctelor de contact dintre granule, și prin aceasta, la sporirea stabilității și creșterea capacității portante a pământului respectiv.

Prin compactare, pământul trebuie să primească o anumită deformație, de natură remanentă, ireversibilă, iar aceasta trebuie realizată în condiții tehnice și de calitate, astfel în anumite situații se poate întâmpla ca :

- o compactare insuficientă poate duce, sub acțiunea combinată a traficului și a factorilor climatici, la degradarea terasamentelor prin tasări ulterioare neuniforme;

- o compactare exagerată este de asemenea dăunătoare, întrucât, sub acțiunea ulterioară a umidității de exploatare este urmată de creșterea neregulată a volumului pământului, ceea ce poate conduce apoi la degradarea terasamentelor.

2.2.1. Bazele Teoretice ale Compactării.

Prin compactare se înțelege îndesarea pe cale mecanică, ca urmare a compactării pământului, ce are ca rezultat micșorarea volumului de goluri. Volumul pământului este redus pe seama micșorării părții V_g , în această situație cresc greutatea volumice, iar caracteristicile mecanice și hidrodinamice se îmbunătățesc [33].

În cazul pământurilor necoezive această îndesare se realizează prin reorientarea particulelor, care se produce prin învingerea frecării dintre ele și, în mai mică măsură, prin striviri locale la punctele de contact.

În pământuri coezive, îndesarea se produce prin ruperea legăturilor dintre particule, urmată de reorientare precum și de încovoierea și distorsiunea particulelor și a stratelor de apă legată care le înconjoară.

Volumul de goluri se reduce pe seama porilor neocupați de apă. Dacă pământul ar fi saturat și ar lucra ca un sistem închis, adică fără posibilitatea de îndepărtare a apei, compactarea nu ar fi posibilă.

Starea de saturare, reprezintă deci limita teoretică pentru compactarea unui pământ, indiferent de umiditatea lui inițială.

2.2.1.a. Înfoierea pământurilor.

În vederea realizării unor construcții de pământ, materialul se exploatează din gropi de împrumut sau cariere. Materialul, care în stare naturală are greutatea volumică γ , sub efectul operațiilor de săpare, încărcare, descărcare și nivelare, va ocupa un volum mai mare, respectiv se *înfoiază*, iar greutatea volumică considerată pe un volum mare de pământ-scade, *noua greutate în stare volumică* se notează cu γ_g . În felul acesta se poate defini un *grad de înfoiere* :

$$i = \gamma / \gamma_g, \text{ raport care este întotdeauna supraunitar.}$$

Noțiunea de înfoiere se aplică numai la volume mari de pământ, deși natura fizică a procesului este diferită. La pământurile necoezive înfoierea se manifestă ca o reducere relativ uniformă a gradului de îndesare, deci ca o afânare în masă.

La pământuri coezive plastice are loc o desfacere în macroelemente de diverse dimensiuni, dintre cele mai mari, bulgării își păstrează structura intactă, spațiul dintre macroelemente însă este format din goluri mari, care împreună cu microporii din elemente, alcătuiesc sistemul de pori ai pământului înfoiat. Cu cât pământul înfoiat conține o proporție mai mare de bulgări, cu atât gradul de înfoiere este mai mare.

Referitor la acest fenomen, argilele compactate, rocile semistâncoase și rocile stâncoase se sparg în elemente ce își păstrează structura compactă, iar prin așezarea lor neregulată se creează un volum mare de goluri mari.

Un pământ înfoiat (γ_g) pus în grămadă (echivalent cu realizarea unei construcții de pământ fără compactare), se va îndesa în timp, sub acțiunea greutateii proprii, a factorilor atmosferici și a sarcinilor exterioare, dobândind o greutate volumică în stare de înfoiere remanentă γ_r' .

Raportând această nouă greutate volumică la cea naturală se definește gradul de înfoiere remanentă :

$$i_r = \gamma_g / \gamma_g' - \text{valoare supraunitară}$$

Valori informative ale celor două grade de înfoiere, care diferă în funcție de natura pământului, de umiditate, dispozitivul de tăiere, de modul de manipulare al materialului, etc. sunt prezentate în tabelul nr.2.1[42].

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Tabel nr.2.1

Denumirea materialului	Grad înfoiere „i”	Grad înfoiere remanentă „i _r ”
Nisip și nisip argilos	1,08 - 1,17	1,01 - 1,02
Pietriș mic și mijlociu Loess plastic vârtos Argilă nisipoasă și nisip argilos	1,14 - 1,28	1,02 - 1,05
Turbă și sol vegetal	1,20 - 1,30	1,03 - 1,04
Argilă grasă plastic moale Loess tare Argilă nisipoasă tare	1,24 - 1,30	1,04 - 1,07
Prundiș și bolovăniș Argilă compactă tare	1,26 - 1,32	1,06 - 1,05
Roci semistâncoase	1,33 - 1,37	1,11 - 1,15
Roci stâncoase	1,36 - 1,50	1,10 - 1,30

Un material înfioat sau cu înfoiere remanentă nu poate forma o construcție de pământ, în această situație sunt periculoase în special umpluturile de pământuri coezive plastice, la care golurile mari dintre macroelemente pot provoca tasări mari și neuniforme, lichefierii, înnoroirii și curgeri, curgeri concentrate ale apei prin căi preferențiale etc.

Comportarea slabă a construcțiilor de pământ executate în trecut se datorează exclusiv punerii în operă a materialului în stare înfioată, fără luarea măsurilor tehnice de compactare.

Pentru ca pământul să devină un material bun de construcție, el trebuie compactat, adus la greutatea volumică în stare compactată γ''_g . Analog cu gradul de înfoiere, expresiile, $i = \gamma / \gamma_g$ și $i_r = \gamma_g / \gamma''_g$, se definește gradul de compactare.

Raportând greutatea volumică în stare compactată la greutatea volumică în stare naturală se definește indicele de compactare :

$$c = \gamma / \gamma''_g$$

Prin mijloacele moderne de compactare aplicate, de multe ori pământul ajunge la o îndesare sau compactare superioară celor din natură, astfel că $c < 1$, în orice caz însă, prin compactare trebuie realizată o calitate mai bună decât cea corespunzătoare înfioierii remanente, astfel că între indicii definiți există inegalitatea:

$$c < i_r < i$$

Acești indici se utilizează în calculele tehnologice, fiind necesari pentru evaluarea volumelor de pământ și a numărului de utilaje. Fundamentarea teoretică a procesului de compactare face abstracție de structura pământului în carieră și în timpul lucrului, având ca premisă obținerea unui material de construcții de calitate optimă.

2.2.1.b. Modelul Proctor.

Compactarea este procesul prin care particulele de pământ, sub acțiunea unui lucru mecanic, suferă o reorganizare, în urma căreia are loc diminuarea volumului de goluri și creșterea contactelor dintre componentele scheletului mineral.

Condițiile de care depinde obținerea unei compactări ridicate :

- la același lucru mecanic, de metoda de compactare folosită;
- aplicarea aceleiași metode de compactare și la un lucru mecanic egal;
- compactarea obținută variază în raport cu umiditatea pământului.

Compactarea cea mai mare corespunde unei anumite umidități, cunoscută sub denumirea de *umiditate optimă*, pentru care densitatea aparentă a pământului, în stare uscată este maximă.

Aceste două caracteristici :

- densitatea aparentă maximă în stare uscată γ_d ;
- umiditatea optimă w_{opt} .

reprezintă *optimul de compactare* a unui pământ, în raport cu lucrul mecanic aplicat și cu metoda de compactare folosită.

Influența umidității este pusă în evidență prin încercări în dispozitivul de laborator Proctor.

Determinarea optimului de compactare în condiții de laborator, în țara noastră se face pe baza prevederilor STAS 1913 – 83, prin încercările Proctor normal și Proctor modificat.

Prin încercările de laborator și teoria Proctor se bazează ipoteza că pentru compactarea pământului este necesară producerea unui lucru mecanic și transmiterea lui directă asupra pământului.

Aparatura de laborator se compune dintr-un mai și un cilindru. Maiul este dispozitivul cel mai simplu de producere a lucrului mecanic, greutatea G , ridicată la

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

înălțimea H_1 și lăsată să cadă vertical pe suprafața pământului de „n” ori transmite un lucru mecanic de compactare egal cu :

$$L = n G H_1. \quad (2.15)$$

Lucru mecanic specific de compactare λ va fi :

$$\lambda = L / V = n G H_1 / A h \quad \text{daN/cm}^2, \text{ daJ/cm}^2 \quad (2.16)$$

unde V este volumul de pământ compactat.

În funcție de valoarea lucrului mecanic specific de compactare se deosebesc două tipuri de încercări :

- Proctor standard cu $\lambda = 6 \text{ daJ/cm}^2$;
- Proctor modificat cu $\lambda = 2,7 \text{ daJ/cm}^2$.

Prima metodă se utilizează la studiul compactării terasamentelor de drumuri și căi ferate, iar metoda a doua la studiul compactării pământului pentru construcții ca baraje, diguri, perne etc.

Încercarea de laborator se face pe pământ uscat în aer și lipsit de bulgări mari. Pământul se umezește, se omogenizează și se introduce în cilindru, unde este așezat în 3 sau 5 straturi, compactate succesiv prin batere cu maiul.

Volumul V este complet umplut cu pământ la umiditatea cunoscută „ w_1 ”, volumul V , va fi format din trei faze așa cum este reprezentat în fig.nr.2.1.[42,23]

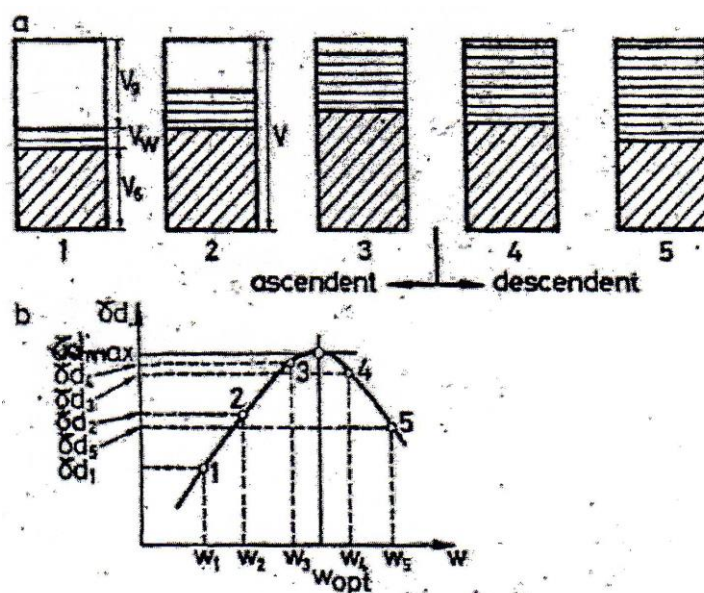


Fig. nr. 2.1. Curba de compactare

Operația se repetă pe același pământ, umezit cu o nouă cantitate de apă ($w_2 > w_1$); compactarea făcându-se la același lucru mecanic. În volumul V intră o cantitate mai mare de pământ.

La a treia repetare, cu $w_3 > w_2 > w_1$, rezultatele variază în același sens, deci V_g s-a micșorat fiind aproape nul; V_w și V_s prezintă o creștere și ca urmare $\gamma_3 > \gamma_2 > \gamma_1$.

La a patra repetare, cu $w_4 > w_3 > w_2 > w_1$, volumul ocupat de aer nu se mai poate micșora, în pământ au rămas numai bule, aer oclus care este închis între peliculele de apă. Cum totuși umiditatea este mărită înseamnă că V_w a crescut față de etapa anterioară, iar V_s trebuie să scadă. Greutatea volumică γ_4 prezintă o scădere față de γ_3 , însă această scădere este redusă, deoarece locul solidului a fost ocupat de apă. În continuare la un $w_5 > w_4$, pământul rămâne aproape saturat, V_w crește, V_s scade și greutatea volumică prezintă o ușoară scădere. Proctor a înlocuit greutatea volumică ale pământului umed $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$, cu greutatea volumică ale pământului uscat $\gamma_{d1}, \gamma_{d2}, \gamma_{d3}, \dots$.

Acestea din urmă ($\gamma_{d1}, \gamma_{d2}, \gamma_{d3}, \dots$) prezintă o creștere până la w_3 , după care prezintă o scădere la fel de accentuată. Rezultatele compactării din laborator sunt trecute într-un sistem de axe rectangulare $\gamma_d - w$, așa cum se vede în fig. nr.1.1.

Curba obținută se numește *curba de compactare*, care prezintă un maxim bine conturat, iar coordonatele acestuia:

- greutatea volumică uscată : γ_{dmax} ;
- umiditatea optimă de compactare : w_{opt} ;

sunt *indicii de compactare ai pământului* pentru un γ dat.

Curba de compactare se compune din două ramuri:

- ramura ascendentă, pentru $w < w_{opt}$;
- ramura descendentă, pentru $w > w_{opt}$;

care sunt separate de punctul de maxim.

În procesul de compactare, umiditatea are rolul de lubrifiant, reducând frecarea dintre componentele scheletului mineral și înlesnind astfel reșezarea lor într-o structură mai compactă.

Dacă umiditatea scade sub valoarea optimă, frecarea dintre particulele de pământ crește, ca urmare, la același lucru mecanic se va obține o îndesare mai redusă și în consecință, o densitate în stare uscată mai mică.

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Când umiditatea pământului crește peste valoarea optimă, compactarea scade sub valoarea maximă, deoarece o parte din lucru mecanic de compactare aplicat este consumat de apa din pori, apa este un lichid practic incompresibil.

Ramura descendentă a curbei de compactare este determinată de starea aproape saturată a pământului.

În sistemul de coordonare γ_d-w , poate fi exprimată analitic și reprezentată grafic prin curba de saturație ($S_r = 1$).

Caracteristica esențială care exprimă aptitudinea de compactare a unui pământ este permeabilitatea.

Astfel, nisipurile grosiere și pietrișurile se compactează bine, chiar dacă se află în stare saturată, aceasta se explică prin permeabilitatea lor ridicată, urmare căreia sub acțiunea solicitărilor mecanice apa este expulzată din pori.

Spre deosebire de pământurile necoezive, pământurile coezive la care apa există în pori, chiar la un grad de umiditate subunitar, ea nu poate fi eliminată sub acțiunea de scurtă durată ce se manifestă la compactare (curba de compactare în funcție de permeabilitate), fig. nr.2.2.

Indicii de compactare prezintă o variație logică cu natura pământurilor, așa cum se arată prin familiile de curbe de compactare, corelate cu compoziția granulometrică.

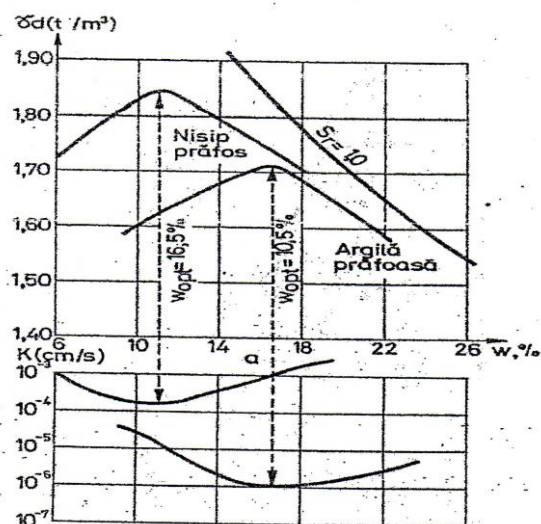


Fig. nr. 2.2. Curbe de compactare în funcție de permeabilitate

Compactarea de suprafață

Aplicând un lucru mecanic specific de compactare $\lambda = \text{constant}$, pământurile nisipoase ajung la greutate volumică uscată maxim $\gamma_{d_{\max}}$ mai ridicată, umiditatea optimă de compactare fiind mai redusă.

Valori orientative ale umidității optime de compactare, evaluate pe baza granulozității pământurilor sunt prezentate în tabelul nr.2.2.

Tabel nr.2.2

Denumirea pământului	W_{opt} (%)	
	Proctor standard	Proctor modificat
Argilă grasă	20 - 25	15 - 20
Argilă	16 - 23	12 - 18
Argilă prăfoasă	16 - 22	12 - 17
Argilă nisipoasă	14 - 20	10 - 16
Argilă prăfoasă nisipoasă	16 - 18	12 - 14
Praf argilos	14 - 18	10 - 14
Praf argilos nisipos	12 - 16	9 - 12
Praf	13 - 16	10 - 12
Praf nisipos	11 - 16	8 - 12
Nisip argilos	13 - 16	10 - 13
Nisip prăfos	11 - 16	8 - 11
Nisip	8 - 11	6 - 8
Pietriș	4 - 8	3 - 6
Balast	2 - 6	2 - 5

2.3. Compactarea de suprafață.

Prin această categorie de lucrări se înțelege compactările executate cu scopul ridicării gradului de îndesare, respectiv a greutății specifice aparente a pământurilor în stare naturală și mai ales a pernelor de grosimi relativ mici.

Aceste compactări depind calitativ și cantitativ atât de caracteristicile utilajului, precum și de caracteristicile geotehnice ale pământului [34].

Realizarea unor lucrări de pământ în umplutură reprezintă un proces complex, ale cărei faze principale sunt :

*Alegerea materialului de umplutură;

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

- *Excavarea și transportul materialului de umplură;
- *Așternerea materialului pe suprafața amplasamentului;
- *Compactarea materialului;
- *Controlul calității compactării.

Realizarea lucrărilor de umplură a pământurilor comportă execuția următoarelor faze de execuție :

- materialul de umplură se alege dintre pământurile aflate în zonă, pe baza unor studii de teren și laborator, care trebuie să permită o comparație între diferitele cariere posibile, precum și îndeplinirea următoarelor criterii :

- *posibilitățile de compactare cu utilajele terasiere existente;
- *îndesarea maximă care se poate obține prin compactare;
- *caracteristicile de drenare;
- *caracteristicile de deformabilitate și de rezistență după punerea în operă.

- excavarea pământului din carieră se realizează, de regulă, cu mijloace mecanizate : excavatoare, dragline, screpere etc. Materialul este transportat din carieră la locul de punere în operă cu autobasculante, cu benzi transportoare sau, mai rar, pe calea ferată.

- la alegerea sistemului de transport trebuie să se țină seama de specificul lucrării. Astfel, banda transportoare nu este indicată atunci când sunt de transportat simultan mai multe materiale diferite. Dacă materialele din diferite surse trebuie amestecate la punerea în operă transportul cu mijloace auto este mai indicat, proporțiile putând fi stabilite în funcție de numărul de autobasculante cu care se execută transportul.

- așternerea materialului pe suprafața amplasamentului depinde de mijlocul cu care s-a făcut transportul. De obicei se formează depozite temporare, din care materialul este împrăștiat cu buldozere sau screpere.

- dacă materialul este prea umed ($w > w_{opt}$) trebuie fărâmițat și lăsat să-și piardă umiditatea prin evaporare. Fărâmițarea este necesară și dacă materialul conține bulgări prea mari pentru a putea fi compactat.

- dacă pământul este prea uscat ($w < w_{opt}$), cantitatea necesară de apă, ținând cont și de evaporare, se adaugă cu o instalație de irigare prin aspersiune.

Compactarea materialului de umplură constituie etapa cea mai importantă a lucrării de pământ.

Compactarea de suprafață

Alegerea mijlocului de compactare și eficiența acestuia depind de natura pământului pus în operă. Astfel, în pământuri necoezive, la care compactarea se realizează în principal pe seama reorientării particulelor, presiunea statică nu este foarte eficace, întrucât particulele se împănăază una în cealaltă și se opun deformării.

Vibrațiile, șocurile pot reduce acest efect de împănare și deci ajută la compactare.

În pământuri coezive, reorientarea și distorsiunea particulelor și a învelișului de apă legată se obțin prin aplicarea unei forțe care trebuie să fie suficient de mare pentru a învinge legăturile dintre particule.

În acest caz, vibrațiile și șocurile sunt ineficiente, deoarece efectul dinamic sporește coeziunea pământului.

Pentru a obține o eficiență maximă, forța de compactare trebuie să fie suficient de mare pentru a distorsiona particulele și a le deplasa una față de cealaltă, dar fără a atinge mărimea care să producă forfecarea pământului.

În pământurile necoezive rezistența este mare atunci când posibilitățile de deformare laterale sunt limitate. De aici rezultă necesitatea aplicării forței de compactare pe o arie cât mai mare.

În pământurile coezive, rezistența depinde de porozitate și de umiditate și este practic independentă de posibilitățile de deformare laterală.

Având în vedere aceste considerații practice se desprind următoarele concluzii :

- în pământurile necoezive (pietrișuri, nisipuri) pentru o compactare eficientă sunt necesare o forță moderată cu suprafața de aplicare mare, sau vibrații și șocuri;
- în pământurile argiloase și prăfoase, compactarea eficientă necesită presiuni mai mari pentru pământul uscat decât pentru cel umed, suprafața pe care se aplică efortul de compactare nefiind semnificativă.

2.3.1. Metode de compactare a pământurilor la suprafață.

Îmbunătățirea pământurilor pe cale mecanică la suprafață se poate realiza prin următoarele procedee de compactare [42] :

- a/Compactarea prin cilindrare.
- b/Compactarea prin batere.

c/Compactarea prin vibrare.

d/Compactarea prin metoda combinată.

2.3.1.a. Compactarea prin cilindrare.

Pentru compactarea prin cilindrare a straturilor de 15...20 cm, se folosesc cilindri compactori autopropulsați sau remorcați. Greutatea acestor cilindri variază între 50 KN (de tip ușor); 80 KN (de tip mediu); 100...150 KN (de tip greu). Caracteristic pentru eficacitatea cilindrului compactor este presiunea pe unitatea de lungime a rulourilor, cuprinsă între 50 și 120 daN/cm.

În cazul compactării unor straturi din pământ în grosime de 25...30 cm, se folosesc cilindri compactori picior de oaie, care prin presiunea lor specifică mai mare, ca și prin acțiunea de frământare a pământului, produc o îndesare mai pronunțată.

Folosirea lor este indicată îndeosebi la pământuri argiloase. Picioarele acestor cilindrii, la prima trecere se înfig complet în pământ. Pe măsură ce se efectuează mai multe treceri, picioarele se vor înfige mai puțin. Dacă nu se realizează acest lucru, înseamnă că cilindrul este prea greu și trebuie schimbat.

Se consideră bună acea compactare la care, pentru ultima trecere, picioarele de oaie se înfig în pământ numai 3...5 cm.

Pentru remorcarea cilindrilor, forța de tracțiune a tractorului se ia de 1/4...2/5 din greutatea cilindrului compactor.

2.3.1.b. Compactarea prin batere.

Procedeul de compactare prin batere constă fie din batere cu maiul din lemn (metodă veche, în general abandonată), fie prin folosirea unui mai metalic sau din beton armat cu greutatea de 20...30 KN. Acest mai se ridică la înălțimea de 2..4 m, cu ajutorul unei macarale, și este lăsat apoi să cadă liber. Înălțimea de cădere și numărul de lovituri se stabilesc în funcție de natura pământului și după grosimea stratului.

Această metodă prezintă avantaje și prin aceea că nu este necesar un front larg de lucru sau depozitarea materialului să se facă în straturi subțiri.

Un dezavantaj al acestei metode este efectul dăunător pentru construcțiile aflate în vecinătate, iar pentru evitarea degradării fundațiilor sau a altor elemente de construcție care se află în contact cu pământul supus baterii, trebuie luate măsuri

Compactarea de suprafață

de păstrare a unei anumite distanțe de construcțiile respective, în funcție de puterea utilajului de compactat.

Pentru compactarea unor volume mai mici de umplutură se folosește maiul pneumatic, care are o productivitate de 50 mp / h. Cu acest mai se pot compacta straturi cu grosimi de 20 – 30 cm. Schema echipamentului de lucru este prezentată în fig. nr.2.3.

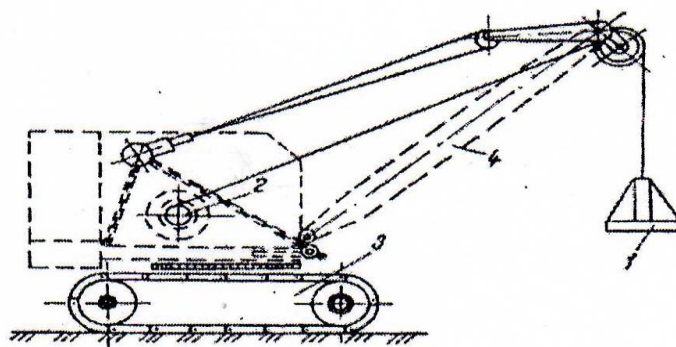


Fig. nr. 2.3. Utilaj de batere pentru compactări de suprafață
1 - mai; 2 - troliu; 3 - utilaj purtător; 4 - lumânare de manevră

Tot pentru compactarea prin batere se mai folosesc și maiuri de compactare tip broască, acționate de un motor cu explozie.

Pentru pământurile argiloase, la care îndesarea necesită un interval de timp mai lung, dictat de eliminarea apei și care depășește durata necesară eliminării apei în cantitatea necesară pentru a obține îndesarea corespunzătoare intensității acțiunii exterioare, se intercalează straturi de nisip și pietriș, care accelerează eliminarea apei din pământ.

2.3.1.c. Compactarea prin vibrare.

Acest procedeu se folosește în mod curent pentru pământurile nisipoase, iar mijlocul cel mai eficient de compactat îl constituie folosirea vibratoarelor. Prin vibrare, forțele de frecare dintre granule scad, iar granulele se pot așeza într-o stare mult mai compactă. Practic s-a constatat că efectul vibrației este mult mărit prin saturarea nisipului cu apă, aceasta contribuind la înlăturarea coeziunii aparente.

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Vibrațiile folosite sunt generate de obicei cu ajutorul a doi excentrici, care se rotesc în sens contrar, cu o anumită turație. În cazul unei cuplări corespunzătoare, excentricii pot genera vibrații unidirecționale, în particular verticale.

În ceea ce privește mașinile vibratoare, ele se caracterizează, în afară de frecvența vibrațiilor f și de amplitudinea A , și prin următoarele caracteristici de bază:

- greutatea agregatului G , în daN;
- momentul excentricităților M_{exc} , în daN.cm;
- suprafața plăcii de compactare S în cm.

Concluziile care se desprind pe baza încercărilor experimentale, care sunt utile pentru practica compactării nisipurilor prin vibrație :

- pentru compactarea nisipului la un grad de compactare mediu, chiar și în cazul unei uniformități a nisipului, se constată că timpul de 40 s este suficient pentru vibrație (la un raport $\eta = \omega^2 / 2 = 4,5$);
- efectul vibrației pentru aceeași adâncime este în funcție de presiunea statică, crescând odată cu aceasta (fig.2.4);

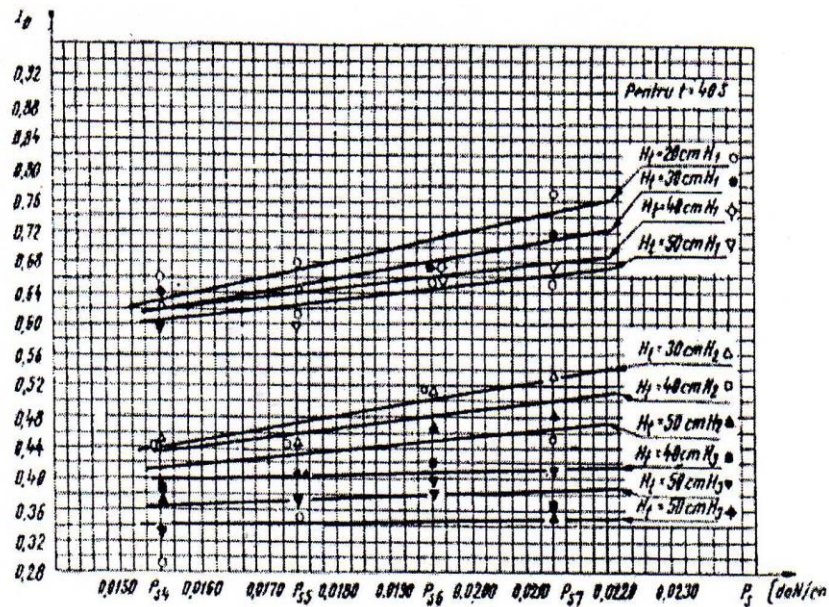


Fig. nr. 2.4. Dependența gradului de îndesare I_p de presiunea statică P_s executată de placa vibrantă, pentru diferite adâncimi H_t și grosimi de straturi $H_1...H_3$; t – durata de vibrație

- efectul compactării scade cu adâncimea;

Compactarea de suprafață

- valorile gradului de îndesare I_{pob} ținute pe cale experimentală corespund gradului de îndesare pământ cu îndesare medie și, în majoritatea cazurilor, gradului de pământ compact, ceea ce justifică folosirea vibrațiilor la compactarea pământurilor nisipoase.

Practic, compactările prin vibrare se execută folosind plăcile vibrante, care pot fi deplasate manual sau prin mijloace mecanice.

Realizarea compactărilor cu vibratoare a condus la obținerea unor îndesări superioare în cazul pământurilor granulare și o productivitate ridicată.

2.3.1.d. Compactarea prin metoda combinată.

Mașinile cu acțiune combinată, care pot executa concomitent lucrări de cilindrare, batere și vibrare, sunt cilindrii compactori și cilindrii compactori pe pneuri vibranți.

De asemenea, există sisteme de screpere – cilindrii compactori, care execută atât operația de nivelare cât și cea de compactare a pământului.

Cilindrii vibratorii au o productivitate de circa 4...5 ori mai ridicată decât a cilindrilor de aceeași greutate nevibratorii.

2.3.2. Perne de pământ sau din balast.

Înlocuirea terenului dificil de fundare prin perne de pământ, balast sau alte materiale locale constă în excavarea stratului slab, așternerea și apoi compactarea prin cilindrare sau batere în mod succesiv a unor straturi din pământ sau balast de 20...30 cm.

Acest procedeu permite micșorarea adâncimii de fundare, ceea ce este important pentru construirea fundațiilor în incinte cu nivel al apei ridicat. În acest caz, perna se poate pune direct în apă, iar fundația se construiește deasupra apei.

Pernele de pământ sau balast distribuie presiunile pe o suprafață mai mare decât talpa fundației și, din acest motiv, mărimea presiunii transmise terenului slab va fi mai mică decât cea de sub talpa fundației. Ele măresc stabilitatea fundațiilor, deoarece în majoritatea cazurilor au caracteristici de rezistență (unghi de frecare interioară și coeziune) mult superioare caracteristicilor de rezistență ale pământurilor de bază [42].

Folosirea pernelor la executarea fundațiilor în terenuri dificile prezintă următoarele avantaje :

- contribuie la micșorarea tasărilor fundațiilor;
- creșterea modului de deformație generală a pământurilor de sub fundație, care depășește de câteva ori modulul de deformație al stratului de bază;
- amenajarea pernelor continue sub fundații în fișie (sau sub fundații izolate) duce la micșorarea uniformității tasărilor și prin redistribuirea tensiunilor în terenul slab de sub pernă;
- pernele din balast cu granulație mijlocie și mare, cu un conținut nu prea mare de praf și de particule argiloase permit micșorarea adâncimii de fundare, deoarece terenul argilos sensibil la îngheț este înlocuit cu terenul nisipos insensibil la îngheț;
- pernele de balast au o importanță deosebită în calitate de strat drenant, adică pentru drenarea apei din porii terenului argilos, saturat, situat dedesubt;
- apa din pori se elimină în procesul comprimării sub influența încălzirii provenită din construcție sau a greutateii pernei din balast.

2.3.2.a. Perne de pământ compactat.

Pernele din pământ compactat au ca scop reducerea sau eliminarea sensibilității la umezire a pământului care alcătuiește terenul de fundare în zona în care se face resimțit efectul sarcinilor transmise de tălpile fundațiilor construcțiilor.

Prin realizarea pernelor se urmărește îndepărtarea pe o grosime limitată de cel mult 3...4 m, a stratului foarte compresibil sau a stratului sensibil la umezire aflat nemijlocit sub talpa fundației și înlocuirea acestuia cu o pernă de pământ compactat, având caracteristici controlate.

Grosimea pernei se stabilește în mod obligatoriu pe baza verificării la starea limită de deformație, prin care se cere ca tasarea fundației produsă pe seama stratului de pământ necompactat rămas sub pernă, să fie mai mică decât tasarea admisibilă.

În cazul în care perna este așezată într-un strat de pământ argilos-prăfos de consistență redusă, grosimea pernei poate fi dictată și de condiția ca presiunea la baza pernei, dată de greutatea proprie a pământului și de eforturile transmise de fundație, să fie mai mică decât presiunea critică stabilită pentru stratul moale [42]:

Compactarea de suprafață

$$\gamma_1 + \gamma \cdot h_p + k \cdot p_{ef} \leq p_{cr} \quad (2.17)$$

unde :

* γ_1 - greutatea volumică a umpluturii de deasupra cotei de fundare (în KN/m³);

* γ - greutatea volumică a materialului din pernă (în KN/m³);

* h - grosimea pernei (în m);

* k - coeficient de repartizare a eforturilor în pământ;

* p_{ef} - presiunea efectivă pe talpa fundației (KN/m²);

* p_{cr} - presiunea critică pentru stratul moale (KN/m²).

Alegerea materialului din corpul pernei și stabilirea dimensiunilor în plan ale pernei se fac în funcție de natura terenului de pe amplasament.

În cazul nisipurilor afânate, al pământurilor prăfoase și argiloase de consistență redusă, al mâlurilor, la care se urmărește interpunerea între talpa fundației și stratul foarte compresibil a unui strat practic indeformabil, perna se realizează din material granular (nisip, balast, piatră spartă, deșeuri de carieră etc.) așternut în straturi de 25...30 cm grosime, compactate de preferință cu cilindri vibratorii sau cu plăci vibratoare până la atingerea unei greutatei volumice în stare uscată de 16,5...17,0 KN/m².

Pentru a se împiedica refularea laterală a pământului slab, dimensiunile pernei la bază se extind în afara planelor verticale duse prin muchiile fundației pe distanțe egale cu cel puțin grosimea pernei.

Folosirea pernelor pe amplasamente cu pământuri foarte compresibile este limitată practic, în care baza pernei se află deasupra nivelului pânzei freatice. Realizarea pernei sub nivelul apei ar impune folosirea unei instalații de coborâre generală a nivelului apei subterane (de exemplu filtre aciculare) și devine neeconomică.

În cazul pământurilor loessoide sensibile la umezire, când se urmărește realizarea sub fundație a unei zone de pământ compactat, desensibilizat, perna se execută din loessul excavat în prealabil din groapa de fundație, așternut în straturi de 25...30 cm grosime, stropit pentru a fi adus la umiditatea optimă de compactare și compactat prin treceri succesive ale unor cilindrii compactori până la atingerea unei greutatei volumice în stare uscată de 16,0...16,5 KN/m². Perna se extinde lateral în jurul fundației pe o lățime egală cu grosimea pernei.

Stabilirea grosimei pernei din pământ.

Proiectarea realizării unei perne din pământ, indiferent de soluția adoptată, are la bază următoarele caracteristici [41]:

- presiunea normată aplicată la suprafața pernei;
- îndesarea materialului din pernă (umiditatea optimă de compactare pentru acest pământ și mecanismele de îndesare necesare).

Presiunea normată aplicată la partea superioară a pernei se determină având în vedere proprietățile fizico-mecanice ale pământului din pernă.

Presiunea normată se determină pentru starea complet inundată a pernei, iar presiunea normată a unei perne din loess pentru fundații încărcate centric se ia $p = 2 \text{ daN/cm}^2$.

Pentru fundații încărcate excentric, presiunea normată se majorează cu 15 %, iar în cazul încărcărilor extraordinare cu 30 %.

În cazul în care grosimea pernei este impusă inițial, presiunea normată pe pernă se va lua în așa fel încât capacitatea portantă a terenului neîmbunătățit sub pernă să nu depășească presiunea limită (până la care există dependență liniară între presiune și tasare).

Grosimea pernei se determină din condiția ca la baza ei să nu se depășească valoarea rezistenței structurale a terenului saturat (p_0).

$-p_0$ a unui pământ loessoid este suma dintre tensiunea provocată de sarcina exterioară și cea din greutatea proprie la care începe să se producă tasarea suplimentară în condițiile saturării sale totale.

$$p'_0 = p_0 (b + h_p) , \quad (2.18)$$

în care :

b = lățimea fundației;

h_p = grosimea pernei.

$$h_p = (p''_0 - p_0) \times b / p_0 \times b \quad (2.19)$$

În cazul în care se impune grosimea pernei, rezistența normată de la partea ei superioară se poate calcula astfel :

$$p'' \cdot b = p_0 \cdot b + 2p_0 \cdot h_p / 2, \quad (2.20)$$

unde :

$$p'' = p_0 (1 + h_p/b)$$

Din practică s-a constatat că relația este valabilă pentru fundații având o lățime până la 2 m.

Compactarea de suprafață

Calculul grosimii pernei se mai poate face și pe bază de abace, ea fiind egală cu :

$$h'_p = K_1 \cdot b \quad (2.21)$$

- K_1 , coeficient care se ia din abace în funcție de raportul laturilor fundației și de raportul dintre presiunea care se aplică la partea superioară a pernei și rezistența structurală a terenului de sub pernă.

Dimensiunile pernei se determină în funcție de dimensiunile fundației, de configurația lor în plan și de presiunea pe teren. Dacă perna se execută numai pentru a evita tasarea prin umezire, atunci :

$$h_p = b (1 + 2K) \quad (2.22)$$

- K = coeficient ce are în vedere caracterul distribuției deformațiilor orizontale în teren și are următoarele valori :

$K = 0,30$ pentru $p = 1,5... 2,0$ daN/cm² $K = 0,35$ pentru $p = 2,5... 3,0$ daN/cm²

După alegerea dimensiunilor și grosimea pernei trebuie efectuat un calcul de verificare a presiunii care se transmite la baza pernei. La acest calcul se va ține seama că modulul de deformație al materialului din pernă (E_1), este mai mare decât cel al terenului natural umezit (E_2) .

Calculul presiunii de la baza saltelei se face folosind relația :

$$\sigma = K (p_f + \sigma_p \cdot h_p) \quad (2.23)$$

în care K este un coeficient tabelar în funcție de raportul de rigiditate n_0 și de raportul $2h_p/b$;

$$n_0 = E_1(1 - u_2) / E_2 (1 - u_1) \quad (2.24)$$

unde :

$$u_2 = 0,5, \text{ iar } u_1 = 0,3.$$

E_1 = modulul de deformație al materialului pernei > 150 daN/cm²;

E_2 = modulul de deformație al pământului sensibil la umezire care este, obișnuit, cuprins între 15 daN/cm² și 30 daN/cm².

În țara noastră procedeul consolidării terenurilor slabe de fundare prin perne din pământ este foarte răspândit, în special pentru pământurile sensibile la umezire (PSU).

Valorile coeficientului K în funcție de rigiditatea " n_0 " sunt prezentate în tabelul nr.2.3;

Tabel nr. 2.3

$2h_p/b$	1	5	10	15
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,50		0,95	0,87	0,82
1,00	0,90	0,69	0,58	0,52
2,00	0,60	0,41	0,33	0,29
3,33	0,39	0,26	0,22	0,18
5,00	0,27	0,17	0,16	0,12

2.3.2.b. Perne din balast.

Pernele din balast se folosesc pentru mărirea stabilității și micșorarea tasărilor, pentru drenarea apei evacuate din porii pământului, precum și pentru înlocuirea stratului de pământ, sensibil la îngheț. Grosimea stratului de balast se alege în funcție de destinația acestuia la realizarea unei construcții. În cazul când se prevede înlocuirea stratului superficial din motivul sensibilității la îngheț patul din balast se prevede pe întreaga adâncime de îngheț, corespunzător regiunii respective [42].

Unul dintre efectele executării pernei din balast este acela că elimină contactul betonului din fundații cu apa agresivă în cazul când aceasta este situat la un nivel ridicat prin efectul de rupere a capilarității.

Stabilirea grosimei pernei de balast.

Dacă perna din balast este folosită în calitate de dren orizontal, grosimea acesteia se alege astfel încât după colmatarea zonei marginale superioare de particule de argilă, patul să mențină o secțiune de scurgere suficientă. În cazul în care perna de balast este prevăzută pentru micșorarea tasării fundațiilor, grosimea ei se stabilește din condiția ca tasarea sa și a stratului din pământ aflat sub ea să fie mai mică decât cea admisă pentru construcția respectivă.

Pentru fundații solicitate la forțe orizontale sau momente este necesar să se verifice prin calcul stabilitatea fundațiilor. Grosimea pernei în acest caz se va stabili astfel încât suprafața de alunecare (în cazul pierderii stabilității) să treacă numai prin stratul din balast, deoarece caracteristicile de rezistență ale acestuia sunt superioare stratului din pământ de la bază.

Compactarea de suprafață

La proiectarea fundațiilor pe perne din balast se va avea în vedere prevederile din Normativul privind îmbunătățirea terenurilor de fundare slabe prin procedee mecanice - indicativ C 29 - 85.

Pentru realizarea pernelor în funcție de proporția fracțiunilor granulare principale de bolovăniș, pietriș și nisip se pot folosi :

- bolovănișuri cu fracțiunea dominantă 20 - 200 mm, fără a depăși însă 60 %, restul fiind pietriș și nisip;
- balastul, un amestec natural din pietriș cu nisip și bolovăniș, ultima fracțiune nedepășind circa 25 %;
- balastul nisipos, un amestec de pietriș cu nisip, fracțiuni cu pondere apropiată.

(În toate cazurile privind materialele prezentate mai sus se acceptă prezența fracțiunilor de praf plus argilă numai în proporție de 10 %.)

Pentru realizarea unor perne din balast în condițiile de calitate prevăzute de normativ este recomandabil ca :

- granulozitatea materialelor să fie continuă, iar coeficientul de neuniformitate $U_n > 15$, urmărindu-se pe cât posibil aprovizionarea unui singur material provenit din aceeași carieră, nefiind acceptate resturile vegetale vizibile, bucăți de lemn, pământuri argiloase, deșeuri industriale, etc;
- în cazul în care baza pernei se execută la nivelul apei subterane sau sub acesta, straturile respective să fie realizate din materiale cu fragmente mari (de exemplu bolovăniș);
- alegerea utilajului de compactare, grosimea straturilor și numărul de treceri necesare pentru atingerea gradului de îndesare, respectiv gradul de compactare indicat de proiectant, se stabilesc la execuție în funcție de natura materialului, pe bază de încercări preliminare efectuate de constructor în prezența proiectantului și investitorului, folosind utilaje cu care urmează să se execute apoi toată perna.

Realizarea în condiții de calitate a umpluturilor din perna de balast, în funcție de granulozitatea materialului sunt prescrise orientativ în tabelul nr.2.4:

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Tabel nr. 2.4.

Caracteristica	Simbol	Unitatea de măsură	Bolo-văniș	Balast	Balast nisip
Greutatea volumică în stare uscată	d	kN/ m ³	21,5	21,5 - 20,5	20,5 - 19,5
Umiditatea optimă de compactare	W _{opt}	%	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Gradul de îndesare	I _d	-	x	0,75	x

Parametri inițiali ai compactării rezultă în funcție de natura materialului și de tipul utilajului. În tabelul nr.2.5 se dau orientativ acești parametri unde s-au folosit următoarele notații (tabelul nr.2.5) :

- grosimea stratului înainte de compactare : d_i
- grosimea stratului după compactare : d_c
- numărul de treceri suprapuse cu utilajul : n

Tabel nr.2.5

Utilajul	d _i	d _c	n %
Natura materialului	în cm	în cm	
Rulou compactor vibrant 5,5 t (pentru toate materialele)	50 - 60	35 - 45	4 - 8
Compactor pe pneuri (pentru toate matarialele)	30 - 35	25 - 30	6 - 8
Rulou compactor static 10 - 20 t (balast nisipos excepțional balast)	20 - 25	15 - 20	10 - 14

Verificarea compactării se efectuează pe baza probelor de control, prin determinarea următoarelor caracteristici :

- greutatea volumică pe teren (γ , în kN/ m³), după compactare, conform STAS 1913/15-75, aplicând metoda determinării volumului cu apă și cu folie din material plastic;

Compactarea în adâncime a pământurilor

- umiditatea (w), conform STAS 1913/1-73, greutatea volumică în stare uscată (γ_d în kN/m^3), după compactare, cu ajutorul relației :

$$\gamma_d = \gamma / (1 + w/100); \quad (2.25)$$

- gradul de îndesare I_p cu ajutorul relației

$$I_p = \gamma_{d\max} (\gamma_d - \gamma_{d\min}) / \gamma_d (\gamma_{d\max} - \gamma_{d\min}); \quad (2.26)$$

unde : $\gamma_{d\min}$ este greutatea volumică minimă în stare uscată și cea mai afînată.

$\gamma_{d\max}$ este greutatea volumică minimă în stare uscată și cea mai îndesată.

Suplimentar, verificarea compactării se poate face direct, cu penetrări dinamice cu con.

2.4. Compactarea în adâncime a pământurilor

2.4.1. Incursiune în prolematica fundării indirecte.

Fundațiile sunt elemente structurale ale construcțiilor aflate în contact direct cu terenul și transmit acestuia încărcările date din acțiunea acestora.

Fundațiile sunt dimensionate printr-un calcul static, astfel încât să nu pună în pericol stabilitatea și siguranța în exploatare a construcției, ele fiind amplasate la suprafața scoarței terestre într-o zonă aflată în permanentă transformare datorită acțiunilor multiple exercitate de către om.

Fundațiile trebuie realizate astfel încât încărcările transmise terenului de fundare să nu depășească capacitatea portantă a acestuia, iar deformațiile terenului și ale suprastructurii să nu compromită stabilitatea construcției sau să creeze dificultăți în exploatare.

Rezolvarea acestor cerințe de calitate, impune ca talpa fundației să fie dimensionată astfel încât să nu se producă ruperea terenului de fundare sau deformarea peste limita considerată compatibilă cu structura construcției; corpul fundației trebuie dimensionat astfel ca materialul din care este alcătuit să reziste la solicitările la care este supus.

Analizând cele două părți importante ale unei construcții – infrastructura și suprastructura – se poate aprecia că soluțiile folosite pentru realizarea suprastructurii conduc la indici tehnico-economici foarte buni în comparație cu cei de la lucrările de infrastructură.

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Cauzele care concură la realizarea celor de mai sus sunt multiple, esențiale fiind caracteristicile terenului de fundare.

Caracteristicile noii construcții sunt dictate în primul rând, de amplasamentul pe care aceasta se realizează, amplasament care poate fi optim sau nu, verdict dat numai după cercetarea terenului de fundare, care precizează următoarele date [15]:

- calitatea terenului de fundare (stratificația, caracteristicile geotehnice);
- influența proceselor geologice de adâncime (fenomenul carstic, zone tectonice, pământuri lichefiate, vechi exploatări miniere, etc);
- stabilitatea generală (alunecări, prăbușiri);
- gradul de seismicitate al zonei;
- surse artificiale de producere a vibrațiilor și șocurilor;
- nivelul și calitatea apei subterane;
- posibilitatea inundării amplasamentului în timpul execuției și exploatării construcției;
- comportarea fundațiilor construcțiilor din zonă în condiții similare de fundare;
- influența apelor exterioare de suprafață și agresivitatea acestora.

Analizând toate datele menționate anterior, se întocmesc hărți și secțiuni geologice ale amplasamentului, se definitivează programul de prospectare al terenului prin sondaje deschise și foraje, penetrări statice și dinamice. De regulă, terenul de fundare se prospectează cel puțin până la limita inferioară a zonei de sub fundații.

Datorită unicității fundației la fiecare construcție realizată, execuția acestora trebuie făcută în condiții de calitate deosebită și cu respectarea unor parametri de eficiență tehnico-economică.

Pentru a proiecta și executa o fundație este necesar a cunoaște [15]; [33]; [34]; [41] :

- dimensiunile și gabaritele prescrise ale construcției;
- acțiunile asupra construcției, natura lor și combinațiile cele mai defavorabile dintre ele;
- reacțiunile care se produc la suprafața de contact dintre construcție și terenul de fundare (reazeme);
- structura terenului de fundare de pe amplasamentul construcției din punct de vedere geologic pe adâncimea zonei active (natura straturilor,

Compactarea în adâncime a pământurilor

caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor din care sunt alcătuite, natura și variația nivelului apelor subterane);

➤ distribuția tensiunilor pe talpa fundației, solicitările care se dezvoltă în elementele de construcție din care este alcătuită fundația, caracteristicile mecanice ale materialelor din fundație;

➤ factorii externi ce pot influența stabilitatea fundației prin schimbarea caracteristicilor terenului de fundare sau prin apariția unor solicitări suplimentare.

O dată cunoscute aceste date se poate realiza proiectarea fundațiilor, care necesită parcurgerea următoarelor etape [15]:

- alegerea cotei de fundare;

- evaluarea condițiilor de stabilitate a terenului și determinarea capacității lui portante;

- alegerea sistemului de fundare;

- dimensionarea fundației.

Procedeele de consolidare care urmează a fi analizate în acest capitol pot să înlocuiască sistemele de fundare indirectă a construcțiilor cu condiția ca structura să fie concepută sau adaptată preluării în bune condiții a unor tasări probabile de valori mai reduse, dar care totuși ar putea apare în timpul exploatarei [42,34].

Aceste tasări, care în cazul terenurilor consolidate sunt iminente, pot fi limitate ca mărime prin alegerea celui mai potrivit procedeu de consolidare, aceasta făcându-se în funcție de natura terenului și prin respectarea strictă a unei tehnologii de execuție stabilită experimental.

2.4.2. Compactarea cu vibromaiul

Metoda a fost pusă la punct de Catedra de Drumuri și Fundații de la Universitatea „Politehnica” din Timișoara – Facultatea de Construcții, constatându-se că poate fi aplicată pentru îmbunătățirea unor terenuri slabe alcătuite din nisipuri afânate, pământuri prăfoase sau argiloase de consistență redusă, situate deasupra sau dedesubtul nivelului apelor subterane.

Vibromaiul este o piesă din beton armat sau tablă groasă de oțel, cu o lungime de 2 - 6 m, având la partea superioară o secțiune dreptunghiulară (70 x 80 cm), iar la bază o placă rigidă pătrată cu latura de 30 sau 40 cm. Prin intermediul unei flanșe bulonate, vibromaiul se atașează la un aparat de vibropresare.

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Fazele de execuție a compactării sunt următoarele :

I – pe suprafața terenului supus compactării se realizează o platformă de lucru din balast sau argilă adusă la umiditatea optimă de compactare.

Materializarea pe teren a punctelor de compactare se face cu țărugi dispuși după o rețea triunghiulară;

II – sub acțiunea vibratorului se realizează înfigerea vibromaiului pe întreaga lungime, după care se extrage din pământ, lăsând o amprentă de aceeași formă;

III – spațiul format se umple cu material granular (balast, nisip), îndesat cu vibromaiul care se înfige până la refuz;

IV – se procedează la extragerea vibromaiului, iar golul rămas se umple tot cu material granular; fazele III și IV se pot repeta;

V – ultima amprentă se umple uneori cu beton, obținându-se astfel un sâmbure din beton simplu înconjurat de pământ compactat.

Efectul compactării cu vibromaiul, în funcție de natura terenului și de caracteristicile utilajului de vibrare, se poate resimți pe adâncimi de 6 - 7 m în cazul pământurilor coezive și de 8 - 10 m în cazul pământurilor necoezive.

Pentru stabilirea calității terenului îmbunătățit se fac verificări prin încercări de penetrare statică, de penetrare dinamică cu con și prin încercări cu placa.(fig.2.5)

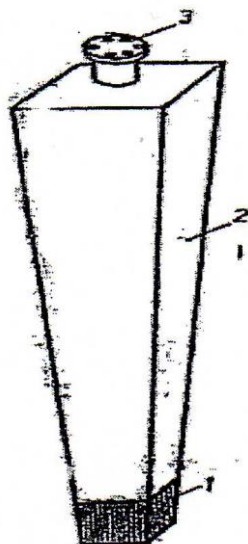


Fig. nr. 2.5. Vibromai:

1 – placă de bază; 2 – corpul vibromaiului; 3 – flanșă

2.4.3. Compactarea de adâncime cu maiul supergreu.

Această metodă a fost aplicată pentru prima dată în Franța în anul 1979, sub denumirea de „consolidare dinamică”, după care s-a răspândit rapid în mai multe țări, fiind folosită pentru compactarea pe adâncimi mari și foarte mari, atingând chiar 30 - 35 m (în medie 10 - 14 m) a unor materiale cu caracteristici diverse :

- pământuri argiloase – prăfoase de consistență redusă;
- pământuri loessoide sensibile la umezire;
- nisipuri afânate;
- umpluturi recente în apa mării din pământuri coezive și steril de cariere;
- umpluturi eterogene din pământ, moloz, anrocamente etc.

Principiul metodei constă în aplicarea pe terenul supus tasării a unor lovituri repetate cu un mai supergreu, cântărind de obicei 10 - 20 t, lăsat să cadă liber de la o înălțime de 10 - 30 m.

Lucrul mecanic dezvoltat la o singură cădere a maiului este cuprins, în mod obișnuit, între 100 tm și 500 tm (în practică s-au realizat lucrări la care s-au dezvoltat energii de peste 1000 tm).

Prin compactarea cu maiul supergreu se produc tasări foarte mari ale suprafeței terenului consolidat, însoțite de micșorarea porozității și umidității acestora pe o adâncime care depinde de energia de cădere; capacitatea portantă a terenului sporește de 2 - 4 ori, compresibilitatea se reduce mult, făcând posibilă, în aceste condiții, a unei fundări directe a construcțiilor (fig.2.6, fig.2.7).

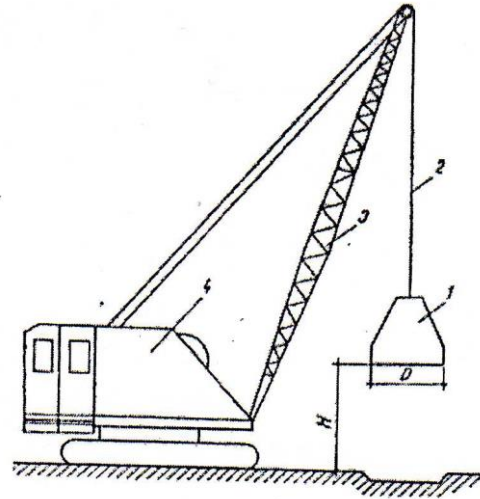


Fig. nr. 2.6. Instalația de compactare cu maiul greu:
1 – mai din beton armat; 2 – cablu; 3 – brațul excavatorului;
H – înălțimea de cădere a maiului.

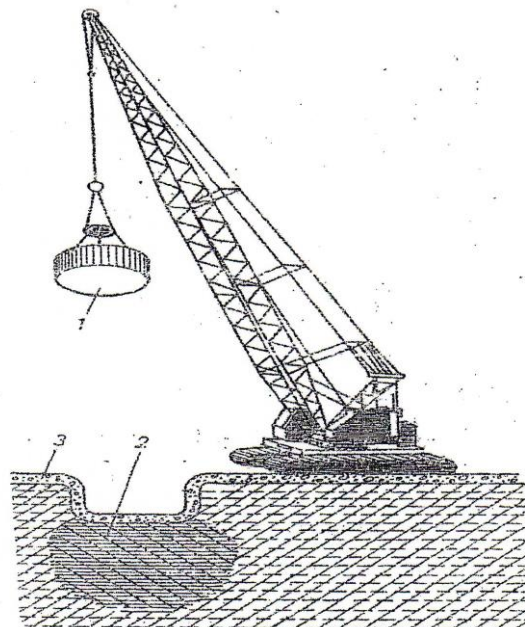


Fig. nr. 2.7. Compactarea cu maiul supergreu
1 – mai supergreu; 2 – crater; 3 – platformă de lucru

2.4.3.a.Tehnologia de execuție a compactării cu maiul supergreu.

Compactarea de adâncime a pământurilor cu maiul supergreu cuprinde următoarele faze de execuție :

-pe suprafața terenului se materializează prin țărugi de lemn rețeaua de compactare;

-în fiecare punct al rețelei de compactare se aplică un număr N_1 de lovituri, reprezentând prima fază de compactare astfel :

*prin aplicarea unei lovituri se produce un „crater” pe seama tasării terenului;

*loviturile primei faze se repetă până la atingerea „refuzului”, care corespunde momentului când terenul nu se mai îndeasă, ci încep să se producă refulări laterale.

- după un timp necesar pentru disiparea presiunii suplimentare apărute în apa din pori, se aplică pe amprente de la prima fază o serie de lovituri N_2 , reprezentând faza a doua de compactare;

- se așteaptă disiparea presiunii suplimentare în apa din pori și se trece la cea de-a treia fază de compactare ș.a.m.d.;

- controlul compactării se efectuează prin executarea în jurul centrului unei amprențe (după execuția ultimei faze și consumarea timpului necesar pentru disiparea presiunii apei din pori) a unor penetrări statice ale căror diagrame se compară cu diagrama-etalon obținută pe poligonul experimental (prin proiect se stabilește suprafața de teren compactat căruia îi revine o asemenea verificare).

2.4.3.b.Caracteristicile compactării.

În funcție de energia totală aplicată și de natura terenului se stabilesc următoarele elemente constructive :

- numărul total de lovituri pe aceeași suprafață poate varia între 5 și 15;

- numărul de faze este de 2 sau 3;

- latura rețelei de compactare este cuprinsă între 5 și 15 m.

În cadrul unui poligon experimental se stabilesc datele de bază necesare pentru proiectarea unei lucrări de compactare cu maiul supergreu respectiv :

- înălțimea de cădere a maiului;
- distanța dintre punctele rețelei de compactare;
- numărul de lovituri pe fiecare fază;
- intervalul de timp dintre faze;
- tratarea suprafeței terenului compactat;
- diagramele etalon de penetrare statică.

Stabilirea preliminară a înălțimii de cădere h a maiului, se face folosind relația empirică :

$$m \cdot M \cdot h = H \quad (2.27)$$

unde M este masa maiului, iar H grosimea stratului care urmează a fi compactat, stabilită pe baza coloanei stratografice recunoscută pe amplasament, iar „ m ” este un coeficient care depinde de natura terenului supus compactării, care din lipsa unor date experimentale se poate lua : $m = 0,5$.

În cazul compactării pământurilor argiloase-prăfoase de consistență redusă a mâlurilor, compactarea este precedată de așternerea la suprafața terenului a unei perne de balast sau piatră spartă care acționează ca supraîncărcare, opunându-se refulării pământului sub lovituri și, totodată, asigură repartizarea eforturilor transmise la teren de greutatea utilajului.

2.4.3.c. Concluzii.

Datorită faptului, că impactul produs prin căderea maiului, induce în teren vibrații importante, utilizarea consolidării dinamice pe amplasamente situate în zone construite nu este permisă decât după studierea efectelor vibrațiilor asupra clădirilor apropiate.

Condiția esențială pentru aplicarea compactării de adâncime cu maiul supergreu o constituie existența utilajului capabil să ridice la înălțimi cât mai mari, maiurile de fontă având masa de 10 - 20 t.

Dintre utilajele aflate în dotarea unităților de execuție din țara noastră, au fost folosite în acest scop Macaraua E 2508 de 60 t echipată cu un mai metalic de 10 t, lăsat să cadă liber de la 25 m (lucrul mecanic / lovitură 250 tm); Macaraua Demag de 40 t, echipată cu un mai de 15 t, lăsat să cadă, de la 15 m (lucrul mecanic / lovitură 225 tm) și Macaraua Zomag de 30 t, echipată cu mai de 10 t, lăsat să cadă de la 8 m (lucrul mecanic / lovitură 80 tm).

Compactarea în adâncime a pământurilor

Rezultatele din practică, obținute prin aplicarea acestui procedeu de compactare intensivă confirmă faptul că o încărcare intermitentă a terenului de fundare provoacă o îndesare mai puternică și mai rapidă decât aceeași încărcare aplicată în condiții statice.

Impactul generat de căderea maiului produce o distrugere a structurii naturale a pământului și creează rețele noi de curgere a apei, permeabilitatea materialului crește mult, ceea ce, în condițiile gradientilor hidraulici mari care însoțesc impactul, determină o reșezare rapidă a particulelor într-o nouă poziție și obținerea unor deformații remanente mari.

2.4.4. Compactarea de adâncime cu coloane de pământ.

2.4.4.a. Compactarea de adâncime a pământurilor sensibile la umezire cu coloane de pământ local loessoid.

Îmbunătățirea de adâncime cu coloane de pământ este un procedeu mecanic care se pretează la pământurile sensibile la umezire [33].

Prin acest procedeu se urmărește reducerea porozității, pe întreaga adâncime și în toată masa pământului supus compactării, de la valori mari corespunzătoare stării naturale (peste 50 %) la valori în jur de 40 %. Prin aceasta se obține eliminarea sensibilității la umezire a pământurilor.

Procedeul constă în executarea în mod forțat pe terenul supus compactării a unor găuri, pământul din jur fiind obligat să se îndese. Întrucât loessul și pământurile loessoide sensibile la umezire au coeziune ridicată, pereții găurii se pot menține netubați până la umplerea găurii cu același fel de pământ, adus dintr-o carieră aflată în apropiere. Se introduc succesiv porții de pământ care se compactează până la atingerea refuzului; se consideră atins refuzul atunci când la 3 lovituri succesive se obțin avansări care nu diferă cu mai mult de 1 cm.

Tehnologia de execuție a coloanelor de pământ constă în :

- amenajarea terenului natural;
- orizontalitatea utilajului și fixarea pe punct a mandrinei de batere;

- executarea găurii prin percuție;
- realizarea corpului coloanei.

Executarea găurii și a corpului coloanelor din pământ comportă următoarele operații :

a). Executarea găurii se face prin căderea berbecului, ce străpunge terenul și îl îndeasă lateral. Operația începe prin lovituri rare ale berbecului (7...8 lovituri/min), care este lăsat să cadă liber de la înălțimi ce la început sunt de circa 1 m, pe măsura creșterii adâncimii, aceste înălțimi se pot mări.

b). Realizarea corpului coloanei constă din ridicarea berbecului deasupra terenului, turnarea în gaura de foraj a unor cantități dozate (porții) de pământ și îndesarea lor prin aplicarea unor serii de lovituri de berbec, conform proiectului. Operația se repetă până când corpul coloanei astfel executate ajunge la nivelul platformei de baterie. La executarea coloanelor din pământ se pot utiliza numai loessuri sau pământuri loessoide stabilite prin proiect. Compactarea trebuie să se efectueze la umiditatea optimă de compactare W_{opt} a acestor materiale, iar materialul poate proveni din săpăturile de fundații, din cariere sau orice fel de debleuri.

Pentru verificarea ulterioară a îmbunătățirii terenului de fundare se întocmesc diagrame etalon de penetrare statică.

Soluția inițială de realizare a coloanelor de pământ prevedea executarea mai întâi a coloanelor de pe șirurile pare cu același număr de lovituri.

Pentru diminuarea unor dificultăți de execuție, INCERC a propus o soluție nouă de realizare a coloanelor de pământ, executându-se mai întâi cele de pe șirurile impare folosindu-se la compactarea fiecărei porții câte 15 lovituri și după aceea cele de pe șirurile pare cu 35 de lovituri.

Prin această soluție s-a obținut : înlăturarea devierii de la verticalitate a coloanelor, reducerea timpului de execuție cu circa 30 % în medie pentru o coloană, îmbunătățirea calității lucrării și realizarea unei mai bune omogenități a masivului compactat atât pe verticală cât și pe orizontală.

Din experiență rezultă că îmbunătățirea de adâncime cu coloane din pământ executate prin baterie este un procedeu ce se poate aplica cu rezultate bune pentru fundarea directă a construcțiilor, pe pământuri sensibile la umezire, cu condiția ca la proiectare să se țină seama de tasările ulterioare ce pot apare la construcții, alegându-se astfel soluția de structură încât să fie compatibilă cu aceasta.

Compactarea în adâncime a pământurilor

Ca procedură de executare a găurilor se folosesc sondeze de tip percutant adoptate pentru înfigerea în teren a unui mai de 8...10 m lungime, format dintr-o bară cilindrică terminată cu un dorn ascuțit la capăt cu diametrul de 34...35 cm.

Masa berbecului este dictată de caracteristicile sondezei.

Pentru executarea coloanelor de loess se cunosc două tipuri de sondeze : sondeza „ Galați” care are masa berbecului de 1,5...1,6 t și sondeza CPL-20.

Prin îndesarea pământului în jurul coloanei, pe seama refulării laterale a pământului compactat cu maiul, diametrul inițial al găurii sporește.

Pentru calcule, normativul C 29 – 82 recomandă adoptarea unui diametru efectiv $D_e = 0,42$ m.

Dacă unitatea executantă nu dispune de aceste sondeze, se pot folosi excavatoare sau alte utilaje similare echipate cu o lumânare pentru ghidarea maiului percutant (excavator E-05 pentru executarea coloanelor din loess).

Elementele care se iau în calcul la proiectarea compactării cu coloane din pământ (loess) sunt:

- distanța d , dintre centrele coloanelor se stabilește punând condiția ca pe întreg masivul consolidat să se realizeze o greutate volumică medie în stare uscată $\gamma_{dm} = 16,5 \text{ kN/cm}^2$:

$$d = 0,95D\sqrt{\gamma_{dm} / \gamma_{do} - \gamma_{do}} \quad (2.28)$$

în care : D este diametrul coloanei de pământ care se ia de 0,42 m, iar γ_{do} este greutatea volumică în stare uscată inițială a pământului supus compactării;

- coloanele de pământ se dispun în plan după o rețea de ochiuri în formă de triunghi echilateral, la distanța interax de 0,5 d după o direcție și 0,87 d după cealaltă direcție (fig. nr.2.8);

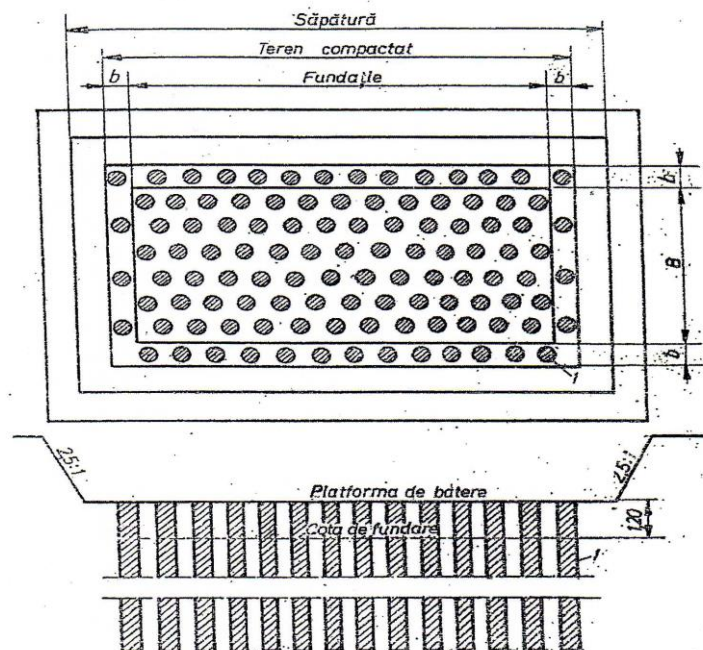


Fig. nr. 2.8. Dispunerea în plan a coloanelor de pământ:

- dimensiunile suprafeței compactate cu coloane de loess trebuie să depășească în plan dimensiunile tălpii fiecărei fundații pe o distanță b (zonă de gardă) care se ia cea mai mare dintre valorile :

$b = \eta B$, unde B este latura fundației, iar η un coeficient egal cu 0,50 la fundații continue și izolate și 0,35 la radiere;

$b = (h_c - 3B) / 6$, unde h_c este adâncimea compactată măsurată de la nivelul tălpii fundației.

În toate cazurile, lățimea b trebuie să fie cel puțin 1,50 m.

- nivelul platformei de batere a coloanelor se stabilește cu cel puțin 1,20 m deasupra cotei de fundare, pentru a ține seama de faptul că, datorită refulării pământului aflat la suprafață prin execuția coloanelor, zona superficială nu se îndeasă;

- calitatea pământului necesar pentru umplerea găurii ;
- numărul de lovituri necesar pentru compactarea fiecărei porții de pământ;
- adâncimea pe care se realizează compactarea.

Compactarea în adâncime a pământurilor

Toate elementele necesare întocmirii proiectului de îmbunătățire a pământurilor, folosind metoda compactării de adâncime cu coloane de pământ, se determină într-un poligon experimental situat chiar pe amplasament sau în apropierea acestuia.

Pentru realizarea în condiții de calitate a lucrărilor, este necesar să se facă verificarea compactării obținute prin execuția coloanelor de pământ astfel :

- la nivelul tălpii de fundare prin prelevarea de probe cu ștanța și determinarea greutateii volumice, a umidității și a greutateii volumice în stare uscată;
- în adâncime, prin metode radiometrice de determinare a greutateii volumice și a umidității sau prin probe de penetrare statică.

2.4.5. Compactarea de adâncime a pământurilor argiloase-prăfoase de consistență redusă și a nisipurilor afânate cu coloane de material granular executate prin vibrație sau batere.

2.4.5.a. Compactarea în adâncime executată prin batere.

Principiul metodei constă în executarea în mod forțat pe terenul supus compactării a unor găuri, pământul din jur fiind obligat să se îndese, urmărindu-se reducerea porozității, pe întreaga adâncime și în toată masa pământului supus compactării [43].

Tehnologia de execuție cu această metodă constă în faptul că materialul granular se introduce într-o gaură prin înfigerea în teren prin batere sau vibrație a unei țevi închise la partea inferioară, iar corpul coloanei se formează prin introducerea de material granular (nisip, pietriș, balast) concomitent cu extragerea țevii.

Agregatul de vibrație, parte componentă a instalației pentru executarea prin vibrație a coloanelor de material granular, se fixează pe capul unei țevi cu diametrul cuprins între 219 și 508 mm, prevăzută cu un vârf cu clapete și cu o fereastră de alimentare la partea superioară (fig. nr.2.9).

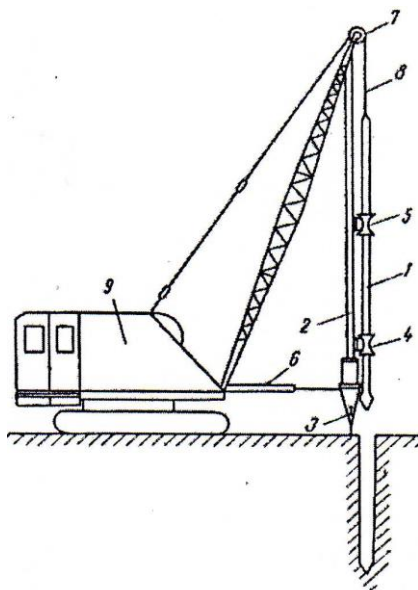


Fig. nr. 2.9. Excavator echipat cu berbec:

1 – berbec ($l = 8,75$ m, vârf de beton 380 mm masa = 2 200 kg); 2 – săgeată; 4 și 5 – ghidaje; 6 – jug distanțier; 7 – rolă; 8 - cablu; 9 – excavator tip E-50

Principalele faze de execuție :

- Țeava se aduce la cota finală de înfigere cu vârful închis, producând și îndesarea pământului din jurul găurii:

- Introducerea prin fereastra de la partea superioară a tubajului a materialului granular care, la extragerea țevii pătrunde în pământ odată cu deschiderea clapetelor;

- După extragerea pe 50 cm, se oprește ridicarea tubajului, lăsând vibratorul să funcționeze timp de 10 – 15 s;

- În continuare, se procedează la extragerea tubajului cu o viteză constantă, înregistrându-se cantitatea de material granular efectiv introdus în gaura respectivă. În mod obișnuit, pe seama îndesării pământului din jur, diametrul efectiv al coloanei de pământ este cu 10 - 20 % mai mare decât diametrul tubajului. Totodată, ca urmare îndesării materialului granular în cursul vibrației, volumul de material de aport poate fi cu până 30 % mai mare decât volumul coloanelor.

- Pentru a obține o lărgire a diametrului coloanei și o îndesare mai puternică a terenului, se recurge la reluarea operațiilor descrise în însuși corpul coloanei de material granular executate anterior.

Compactarea în adâncime a pământurilor

Compactarea de adâncime cu coloane de material granular este eficientă mai ales în pământuri necoezive (nisipuri afânate). În pământuri coezive, înfigerea tubajului duce la mărirea presiunii în apa din porii pământului, astfel încât raza pe care se produce îndesarea este mai redusă (practic se contează mai mult pe o înlocuire a materialului moale, decât pe o îndesare a acestuia în masă).

Îmbunătățirea în adâncime a pământurilor cu coloane de balast realizate prin procedeul Franki, este recomandată în cazul în care grosimea straturilor eterogene de consolidat este mare (peste 15 – 18 m).

Pentru realizarea coloanelor din balast prin acest procedeu, se folosește instalația cunoscută sub denumirea de sonetă Franki tip KPF – 22.

Verificarea calității coloanei se face prin calitatea și cantitatea de balast folosită, precum și prin testări de penetromie sau încercări de placă, din care rezultă că terenul îmbunătățit pe un amplasament prin acest procedeu este adus la starea de *îndesat* față de starea de *afânat*, cum era inițial, iar în urma încercărilor pe placă efectuate, rezultă valori mari a modulului de deformație liniar, pentru terenul consolidat.

2.4.5.b. Coloane de balast realizate prin vibropresare,

Tehnologia de consolidare în adâncime a pământurilor se bazează pe faptul că pentru executarea coloanelor din balast se folosește agregatul de vibropresare AVP-1 sau agregate de vibrație formate dintr-un excavator, lumânare de ghidaj și vibratoare de tip VUB [45].

Agregatul de vibro-presare AVP-1, care servește la introducerea și smulgerea dispozitivului pentru realizat coloane din balast în teren, a fost proiectat, realizat ca prototip și trecut apoi ca produs de serie sub coordonarea Universității „Politehnica” din Timișoara – Facultatea de Construcții.

Pentru asigurarea unei independențe și operativități mărite, agregatul a fost echipat cu un generator de curent propriu necesar la antrenarea vibrogeneratorului și a motoarelor electrice de la troliele de lucru montate pe agregat. De asemenea, agregatul este dotat cu o instalație de ridicare și apăsare, care are rolul de a mări efectul la înfigere a echipamentelor pentru consolidarea terenului prin sporirea presiunii pe secțiunea sa transversală.

CAP. II. ASPECTE PRIVIND ÎMBUNĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Modul de realizare a înfigerii elementelor în teren este prin vibrare, vibropresare și prin vibroperecuție.

Diametrul maxim al elementului de înfipt (tuburi metalice) este de 420 mm, cu lungimea elementului de înfipt în poziție normală de 7 m, iar cu tronson prelungitor de 9 m.

După fixarea echipamentului de lucru pe vibrogenerator prin intermediul unui bolț ce se introduce într-un locaș prevăzut în piesa de prindere, se deplasează agregatul pe platforma de lucru, fixând axul vertical al dispozitivului de lucru în dreptul pichetului ce arată locul de realizare a coloanei de balast.

Sub efectul vibrației echipamentului de lucru, acesta se introduce în teren la cota prescrisă de proiectare.

În cazul consolidării cu coloane din balast urmează faza de alimentare a coloanei cu balast și apoi se pornește motorul vibrogeneratorului, lăsându-se sub acțiunea vibrațiilor elementul înfipt în teren pentru a se produce desprinderea acestuia, după care se trece la extragere.

Extragerea se execută cu ajutorul troliului de ridicare cu o viteză aleasă în funcție de natura terenului, de regulă sub 1 m/min.

Pentru efectuarea consolidării terenurilor de fundație slabe folosind efectul vibrațiilor se folosește dispozitivul pentru realizat coloane din balast care este alcătuit din (fig. nr.2.10):

- țevă metalică cu diametrul de 219, 324 și 419 mm, grosimea peretelui de 20 mm;
- două clapete fixate pe tub prin intermediul unor balamale și prevăzute cu limitatoare de deschidere;
- flanșe la partea superioară a țevii metalice, de prindere cu buloane a tubului de inventar la vibratorul agregatului de lucru;
- fereastră cu dimensiunile de 200 x 300 mm, montată la 30 cm sub flanșa de prindere, prin care se introduce balastul în tubul de inventar.

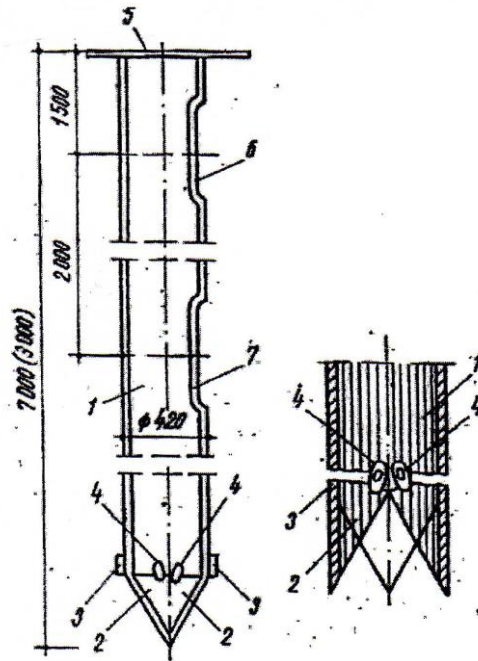


Fig. nr. 2.10. Dispozitivul pentru realizat coloane din balast:

1 - tub metalic; 2 - clapete mobile; balamale speciale; 4 - sistem de poziționare a clapetelor după generatoare; 5- flansa de fixare la ge-neratorul de vibrații; 6 - fereastră superioară pentru introdus mate -rialul granular (balast, nisip etc); 7 - fereastră inferioară pentru același scop ca mai sus, pentru cazul când tubul nu mai înaintează în teren.

Pentru desfășurarea în condiții corespunzătoare a lucrărilor de consolidare a terenurilor de fundare cu coloane din balast sunt necesare a se lua o serie de măsuri organizatorice și de pregătire a amplasamentului, astfel [43] :

- nivelarea platformei la o cotă cu 50 - 60 cm mai sus decât cota de fundare;

- realizarea unei orizontalități perfecte a platformei de lucru, pentru a permite o așezare corectă a utilajului, care va conduce la înfigerea verticală a dispozitivului de realizare a coloanelor de balast.

Realizarea coloanelor din balast pe amplasament se execută prin retragerea vibroagregatului AVP-1, care datorită gabariturii acestuia, în execuție se impune un anumit sens de parcurgere, iar numerotarea lor se recomandă să se facă în ordinea de execuție (fig. nr.1.11):

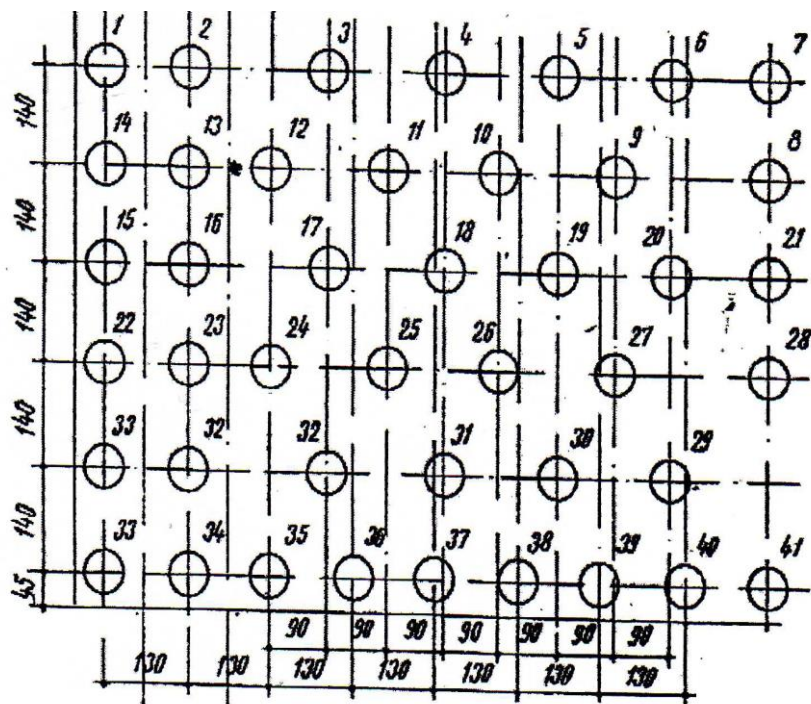


Fig. nr. 1.11. Ordinea de execuție a coloanelor din balast

Tehnologia de execuție a coloanelor de balast.

În vederea executării coloanelor din balast cu lungimea de 9,0 m care corespunde agregatului de vibropresare AVP-1 fără prelungirea lumânării, vibroagregatul echipat cu tubul de inventar se deplasează pe direcția primului șir de coloane de executat, aducându-se tubul de inventar în dreptul pichetului ce marchează poziția primei coloane și se procedează la (fig. nr.2.12):

- pornirea vibrogeneratorului sub ale cărui oscilați și sub greutatea proprie, tubul de inventar înaintează în teren până la marginea inferioară a ferestrei, adică pe toată grosimea stratului slab de fundare;

- se oprește vibrogeneratorul și se începe alimentarea tubului cu balast prin fereastra tubului;

- după umplere cu balast, se pune din nou în funcțiune vibrogeneratorul și se trece la extragerea tubului de inventar sub efectul vibrării, efect ce produce deschiderea clapetelor de la partea inferioară, curgerea balastului din tub și trecerea acestuia în golul format. Extragerea tubului trebuie să se facă cu o viteză uniformă,

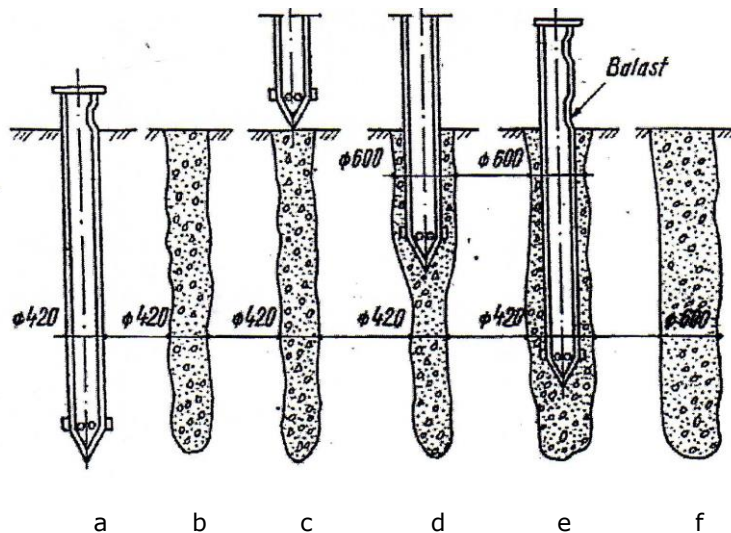
Compactarea în adâncime a pământurilor

cel mult 1 m/min. La început tubul se extrage cu circa 10 cm, după care se oprește extragerea, lăsându-se în funcțiune vibratorul timp de 15 – 30 s, timp necesar pentru realizarea unei bune compactări a balastului de la partea inferioară a coloanei, încheindu-se și ciclul de executare a unei coloane simplu vibropresate;

-se reia operația de înfigere a tubului prin vibropresare, iar când tubul a pătruns în teren până la refuz, se umple cu balast prin fereastra superioară sau inferioară, în funcție de adâncimea posibilă de înfigere;

-se reia operațiunea de extragere a tubului prin vibrare, obținându-se în felul acesta o coloană cu un diametru mult mai mare, deci se realizează o mai bună compactare.

Durata de execuție a unei coloane de balast este între 10 și 40 de minute, în funcție de diametrul, de lungimea acesteia, de natura terenului și de utilajul folosit.



**Fig. nr.2.12. Tehnologia de execuție a coloanelor
a...f – fazele de execuție**

Operația de consolidare a terenurilor slabe de fundare cu ajutorul coloanelor de balast fie simplu, dublu sau multivibropresate trebuie să se execute sub supravegherea unui personal tehnic bine instruit, respectându-se prevederile din caietele de sarcini și a instrucțiunilor tehnice privind execuția lucrărilor elaborate de către proiectant, precum și a normativului C 29 – 77.

Stabilirea cantității de balast.

Pentru calculul cantității de balast ce se introduce în teren se notează cu S_c suprafața care trebuie compactată. Această suprafață se ia egală cu suprafața construcției la care se adaugă o fișie de contur egală cu jumătate din adâncimea pachetului de straturi h_c care urmează să fie consolidat.

Volumul de consolidat V_c :

$$V_c = S_c \cdot h_c \quad (m^3) \quad (2.29)$$

Volumul părții solide a terenului neconsolidat V_s :

$$V_s = V_c (1 - n_i) \quad (m^3) ; \quad (2.30)$$

unde n_i = porozitatea inițială

Volumul materialului solid corespunzător terenului compactat V'_s , se calculează astfel încât să se ajungă la o porozitate finală n_f , necesară pentru asigurarea unei bune compactări :

$$V'_s = V_c (1 - n_f) \quad (m^3) \quad (2.31)$$

Volumul părții solide de balast necesar ce trebuie încorporat pentru a se ajunge de la porozitatea inițială n_i , la porozitatea finală n_f va fi V''_s :

$$V''_s = (V'_s - V_c) \quad (m^3) \quad (2.32)$$

Stabilirea numărului de coloane de balast.

Calculul numărului necesar de coloane de balast pe o suprafață „d” consolidat se face astfel :

dacă n_f este porozitatea balastului din corpul coloanei ce urmează a se realiza și care se impune în funcție de posibilitățile de realizare, V_{ps} corespunzătoare volumului V'_c al unei coloane va fi:

$$V_{ps} = (1 - n_f) \cdot V'_c \quad (m^3) \quad (2.33)$$

unde : $V'_c = d_c^2 \cdot h_c / 4$

în care : V'_c este volumul coloanei realizate;

d_c – diametrul coloanei de balast realizată simplu sau dublu vibropresată

Numărul necesar de coloane este :

$$N_c = V''_s / V_{ps} = V''_s / (1 - n_f) \cdot V'_c \quad (2.34)$$

Amplasarea coloanelor din balast (conform planurilor de distribuție) pe terenul de fundare se face în șah în vârfurile unui triunghi echilateral.

Distanța la care este indicat a se amplasa coloanele este $3d$ (d fiind diametrul exterior al tubului de inventar), distanță ce se respectă și pe diagonală.

Compactarea în adâncime a pământurilor

O amplasare judicioasă a coloanelor de balast pe amplasament este absolut necesară, întrucât la înfigerea prin vibrație a tubului de inventar se crează o zonă îndesată în jurul coloanelor care influențează în mod direct viteza și posibilitatea de execuție a coloanelor următoare.

Conturul fundațiilor continue (respectiv conturul blocului) este depășit atât pe lungime cât și pe lățime cu două rânduri de coloane pentru a se asigura o compactare a terenului de fundare pe o suprafață în plan mai mare decât cea a construcției, spre a nu permite refularea laterală a terenului compactat de sub fundație.

2.4.6. Compactarea de adâncime prin vibroflotare.

Vibroflotarea este un procedeu de compactare în adâncime a pământurilor slabe cu coloane de material granular (nisip mare, pietriș, balast, piatră spartă) realizate cu ajutorul unei instalații speciale, care combină efectul vibrațiilor orizontale cu acela al unui jet de apă sub presiune, procedeu cu multiple aplicații atât în cazul pământurilor necoezive cât și al celor coezive, realizată prin următoarele metode [41,42]:

2.4.6.a. Metoda de compactare prin vibroflotare în pământuri necoezive.

Realizarea unei coloane de material granular prin vibroflotare în pământuri necoezive comportă patru faze tehnologice prezentate în fig.nr.2.13:

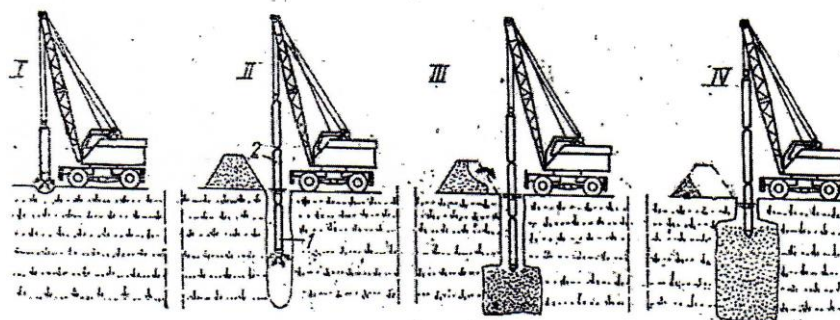


Fig. nr. 2.13. Executarea coloanelor de material granular prin vibroflotare
1 – vibroflotor; 2 – prelungitor.

Faza I – vibratorul este adus deasupra țărșului care marchează axa coloanei; se deschide jetul de apă inferior, se aduce vibroflotorul la turația maximă și se coboară cu vârful pe suprafața terenului;

Faza II – ca urmare a jetului de apă trimis cu o presiune mare (6 – 8 at), vibroflotorul se înfige rapid în teren sub greutate proprie;

Faza III – sub efectul vibrațiilor, se reduce frecarea dintre particulele de pământ, iar jetul de apă antrenează la suprafață particulele fine, în timp ce particulele grosiere se rearanjează, astfel se formează o cavitație cilindrică cu diametrul de 0,50 – 0,55 cm, cu o formă de crater la suprafață. După ce se atinge adâncimea de compactare prevăzută în proiect, jetul inferior se menține timp de un minut, pentru a se realiza curățirea craterului, apoi se oprește, pentru a redeschide jetul superior care menține pereții cavității.

Faza IV – prin lopățare manuală și cu ajutorul unui cărucior cu cupă frontală, se introduce în crater materialul de aport (nisip, balast, piatră spartă), în timp ce vibroflotorul este extras din pământ cu trimiterea continuă a jetului de apă superior.

La fiecare 30 cm, se oprește ridicarea vibroflotorului timp de 50 – 120 s, vibrațiile orizontale producând îndesarea materialului granular căzut în spațiul inelar dintre vibroflotor și pereții cavității, precum și a pământului natural din jur, îndesare care în funcție de natura și starea fizică a terenului, se resimte pe o distanță de 1,25 – 1,75 m în jurul vibroflotorului.

Prin această metodă, de realizare a coloanelor de material granular se obține o vibroîndesare în adâncime a pământurilor necoezive.

Diagrama de aplicare a procedurii prin vibroflotare definește domeniul pământurilor necoezive care pot fi compactate cu această metodă, cuprinzând nisipuri sau pietrișuri, cu un conținut de părți fine (particule sub 0,06 mm) de cel mult 30 %.

2.4.6.b. Metoda de compactare prin vibroflotare în pământuri coezive.

Compactarea în adâncime prin vibroflotare în pământuri coezive, presupune o vibroînlocuire a pământului prin material granular de aport, aceasta prin faptul că

Compactarea în adâncime a pământurilor

efectul de îndesare pe seama vibrațiilor este neînsemnat, iar reșezarea particulelor este împiedecată de forțele de coeziune dintre particule.

Principalele etape de execuție constau din :

- vibratorul este coborât la cota finală sub efectul vibrării și al greutatei proprii, până la atingerea adâncimii stabilite;
- se extrage vibratorul, iar cavitatea cilindrică se umple cu material granular pe circa 1 m, de preferință piatră spartă;
- vibratorul este reinsertat în gaură și determină deplasarea radială a materialului granular, prin deformarea terenului din jur;
- se introduc succesiv noi cantități de material până când coloana de 1m de la baza cavității nu mai poate primi material;
- procedeul se repetă pe următorul tronson de 1 m și apoi în continuare, până ce coloana de piatră spartă ajunge la suprafață.

În timpul execuției, la extragerea vibratorului apare fenomenul de sucțiune (presiune negativă) care poate determina prăbușirea pereților găurii în cazul argilelor moi, saturate. Pentru evitarea acestui neajuns se racordează vibratorul la o sursă de aer comprimat și se trimite aerul prin fantele aplicate la partea inferioară.

În cazul pământurilor foarte moi, în care pereții găurii se prăbușesc la extragerea vibratorului, se utilizează procedeul folosit în cazul pământurilor necoezive, prin care jetul de apă trimis pe la partea inferioară a vibratorului antrenează la suprafață particulele fine de pământ și formează o cavitate cilindrică stabilă, umplută treptat cu material granular.

Condițiile tehnice referitoare la consolidarea terenurilor în adâncime prin procedeul vibroflotării :

- eficacitatea coloanelor de material granular realizate prin vibroînlocuire depind în mod esențial de rezistența pământului din jur;
- coloanele de vibroînlocuire reprezintă inserții de material granular cu caracteristici mecanice superioare, dar fără rezistență la tracțiune, într-un mediu cu rezistență redusă, care sub acțiunea solicitărilor axiale generate de încărcarea terenului de fundare, coloana are tendința de deformare radială.

Dacă rezistența pasivă a terenului din jur este insuficientă, se produc deformații mari, coloana se prăbușește, iar eficacitatea consolidării terenului devine nulă (fig.nr.2.14).

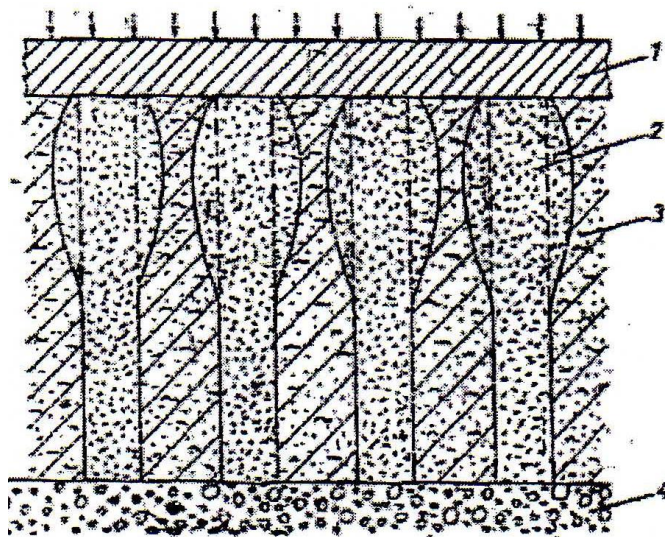


Fig. nr. 2. 14. Deformarea coloanelor de material granular executate în pământuri moi.

1 – fundație; 2 – coloană de material granular; 3 – pământ moale.

- în practică, nu este indicată folosirea coloanelor de piatră în pământuri argiloase-prăfoase moi, având coeziunea în stare nedrenată, cu sub 15 kN/m^2 ;

- punctele de vibroflotare se dispun după o rețea de triunghiuri echilaterale, ale căror laturi se stabilesc prin încercări pe teren (fig.nr.2.15), distanța interax fiind stabilită experimental în funcție de natura terenului de compactat, de puterea vibroflotorului și portanța necesară a fi obținută;

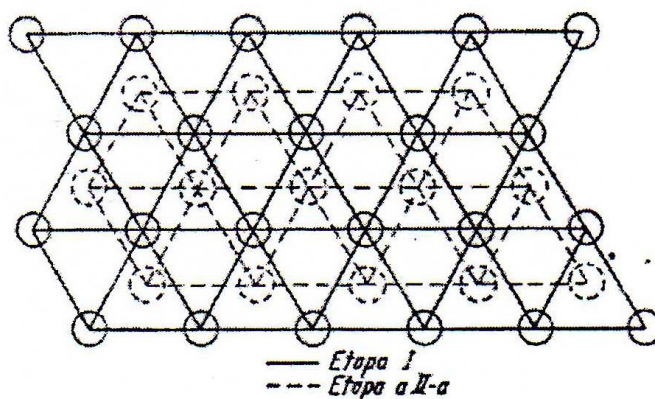


Fig. nr. 2. 15. Amplasarea punctelor de vibroflotare în rețea triunghiulară

Compactarea în adâncime a pământurilor

- practic se poate considera că un punct de vibroflotare revine la 3 – 5 m în cazul vibroîndesării și la 2 – 3 m în cazul vibroînlocuirii;

- în cazul nisipurilor afânate, se face mai întâi o consolidare generală a terenului cu coloane de material granular realizate prin vibroîndesare, în rețea triunghiulară cu latura de 3 – 4 m, după care, în funcție de caracteristicile construcțiilor ce se fundează și de rezultatele obținute în prima etapă, se trece la consolidarea suplimentară în ochiurile rețelei inițiale;

- în cazul coloanelor de vibroînlocuire, în prima etapă se realizează o rețea având latura triunghiului echilateral dublă față de cea proiectată, iar în etapa a doua punctele de vibroflotare se dispun în centrele triunghiurilor din prima etapă;

- verificarea calității lucrărilor de consolidare se face prin probe de penetrare statică sau dinamică, precum și prin încercări de probă pe grupe de minimum trei coloane.

În cazul încercărilor prin penetrarea statică, presiunea convențională este determinată cu relația :

$$p_{conv} = R_p / (30...40) \quad (2.35)$$

Schema tehnologică de realizare a coloanelor prin vibroflotare.

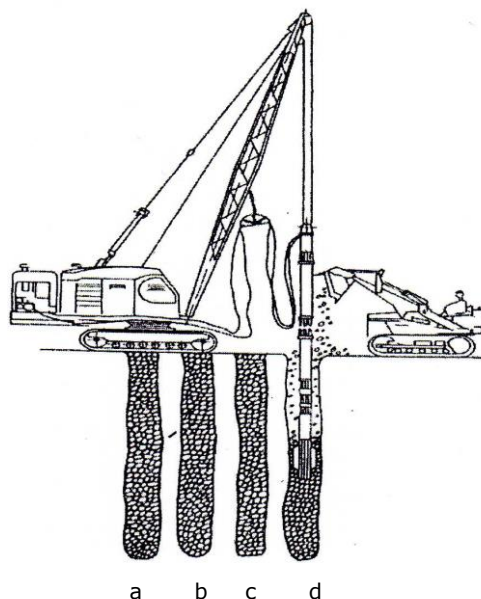
Ciclul de compactare (fig.nr.1.16) începe cu menținerea vibroflotorului în funcțiune timp de 1 min la adâncimea maximă, apoi se ridică circa 30 cm vibroflotorul, conform marcajelor de pe acesta și se compactează terenul timp de 0,5 – 1,0 min.

Acest ciclu se reia prin ridicarea cu încă circa 30 cm a vibroflotorului pe o nouă treaptă și se repetă faza anterioară până în momentul în care se ajunge la suprafața terenului.

Zona de la suprafața terenului, nu se poate compacta suficient prin vibroflotare, în acest caz se îndepărtează prin decupare cu buldozerul, după care se poate compacta cu un utilaj de compactare cu acționare statică sau cu vibratori.

Coloanele de balast realizate prin vibroflotare spre deosebire de drenurile verticale, contribuie la consolidarea terenurilor atât prin efectul de dren cât și prin compactarea globală datorată rezistențelor mai ridicate a coloanelor, care îndeplinesc următoarele funcții :

- sporesc capacitatea portantă a terenului prin obținerea unui material cu un modul de deformație mai ridicat în coloană față de terenul din jur, ceea ce atrage după sine o concentrare a încărcărilor pe coloane;
- creșterea globală a rezistenței la tăiere sub încărcările aplicate;
- creșterea coeziunii nedrenante, datorită consolidării radiale.



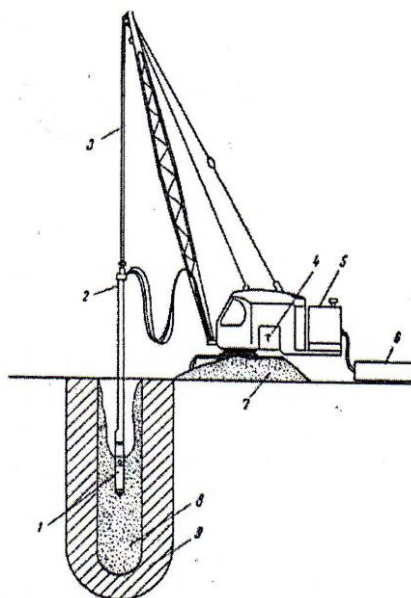
**Fig. nr. 2. 16. Realizarea coloanelor prin vibroflotare:
a, b și c – coloane realizate; d – extragerea vibrofloto-
rului în timpul adăugării materialului granular.**

Echipamentul de lucru pentru realizarea consolidărilor prin acest procedeu conține, în primul rând, generatorul de vibrații sau vibroflotorul. Masele excentrice din partea inferioară a vibratorului sunt antrenate de un motor electric sau hidraulic cu turația de circa 1.800 rot/min.

Prin rotația maselor excentrice în plan orizontal apar forțe centrifuge ce pot depăși 100 kN. Vibrațiile produse de aceste forțe au pulsația determinată de turația motorului de antrenare, amplitudinile la mișcare liberă în aer ajungând la 3,2 cm.

Întregul ansamblu vibrator plus coloanele prelungitoare sunt susținute de un excavator cu echipament de macara (fig.nr.2.17) unde sunt prezentate și elementele principale ale instalației de vibroflotare, cablurile electrice sau furtunurile hidraulice, precum și conductele de apă fiind conectate la tubul prelungitor ce este prins la partea superioară a vibratorului.

Compactarea în adâncime a pământurilor



**Fig. nr. 2.17. Ansamblu vibrator – coloane prelungire și excavator
cu echipament de macara pentru susținere:**

1 – vibrator; 2 – țeavă de montaj; 3 – cablu de manevră a vibroflotorului; 4 – tablou de comandă; 5 – alimentarea cu energie; 6 – pompă de apă; 7 – material granular; 8 – cilindru de material compact adăugat la suprafață pentru compensarea pierderilor de volum provocate de mărirea densității solului compactat; 9 – material compactat prin introducerea vibroflotorului.

Schema consolidării în terenuri necoezive și în terenuri coezive este prezentată în figura nr.2.18 :

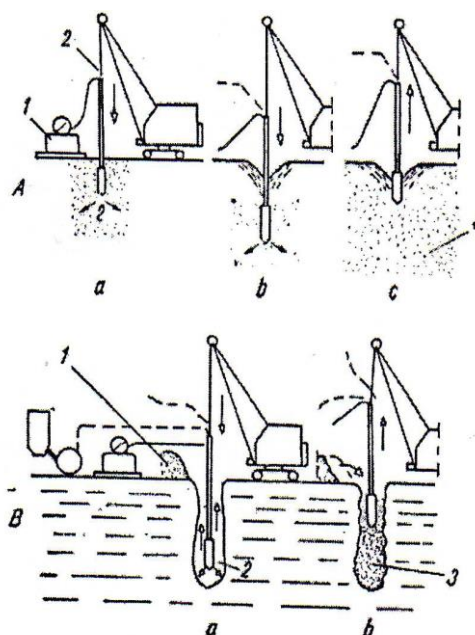


Fig. nr.2.18. consolidare în teren necoeziv și în teren coeziv
A – teren necoeziv; 1 – motor; 2 – apă; 3 – zonă compactă; a și b –
coborârea vibroflotorului; c – extragerea vibroflotorului;
B – teren coeziv; 1 – balast sau piertis; 2 – apă sau lapte de ciment;
3 – coloană din balast sau din beton; a - coborârea vibroflotorului;
b – extragerea vibroflotorului.

Principalele avantaje și dezavantaje privind folosirea procedului de consolidare în adâncime a terenurilor slabe prin vibroflotare sunt :

- productivitatea ridicată a instalațiilor (circa 100 ml/8 ore pentru coloana având diametrul $\Phi = 100$ cm) în comparație cu alte procedee;
- procedeul vibroflotării, permițând ridicarea cotei de fundare, elimină și riscurile agresivității apelor. Execuția și rezultatele vibroflotării nu sunt modificate prin prezența unei pânze de freatică;
- prin acest procedeu se obține o reducere a tasărilor, stabilitate mărită a taluzurilor, evidențierea îmbunătățirii coeziunii nedrenante a terenului de consolidat;
- procedeul vibroflotării se poate aplica pentru vibroîndesarea pământurilor necoezive care au o compoziție granulometrică cuprinsă între 0,06 mm și 150 mm,

Compactarea în adâncime a pământurilor

când sub efectul vibrațiilor transmise în plan orizontal se creează posibilitatea reazăării granulelor în stare de maximă îndesare, evident că efectul vibrațiilor scade cu diametrul particulelor, domeniul aplicării acestuia este prezentat în figura nr.2.19;

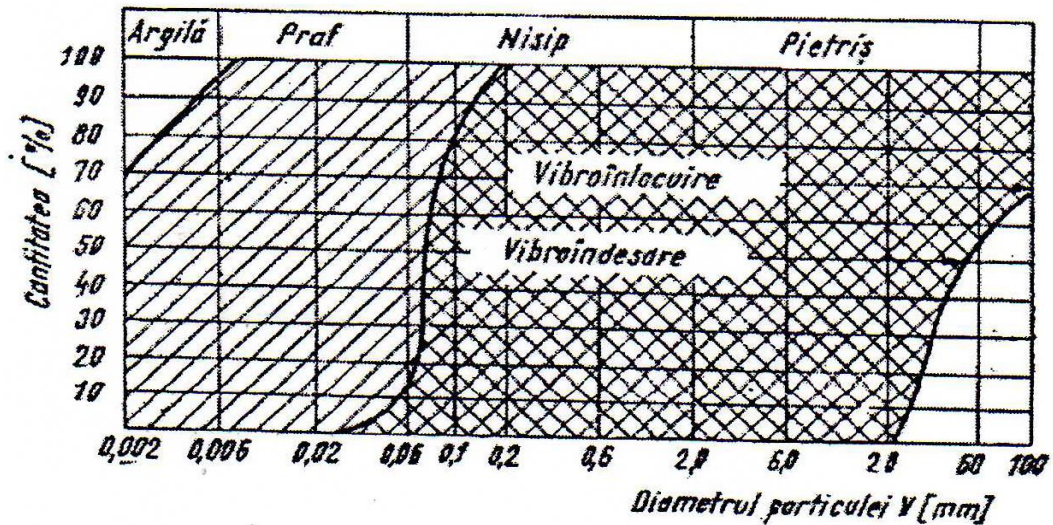


Fig. nr. 2.19. Compoziția granulometrică a pământurilor necoezive vibroîndesabile, respectiv vibroînlocuibile.

- granulozitatea terenului are o importanță deosebită asupra eficienței vibroflotării, astfel terenurile a căror granulozitate se află în domeniul „B” din figura nr.2.20., se pot îndesa cel mai bine. În general pământurile a căror curbă granulometrică este complet situată în zona „A” nu se pot compacta corespunzător, totuși, porțiuni din curba granulometrică a acestora poate fi cuprinsă în această zonă. Pietrișurile, nisipurile îndesate, nisipurile slab cimentate ca și lipsa apelor subterane determină o reducere a vitezei de avansare;

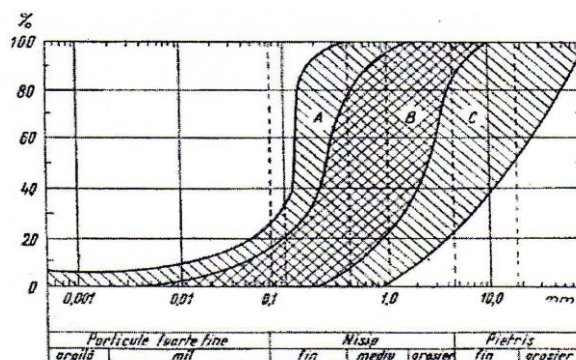


Fig. nr. 2.20. Eficiența vibroflotării funcție de granulozitatea terenului:
A și C – zone care nu se pot compacta corespunzător;
B – zonă care se poate compacta cel mai bine.

- consumul mare de material granular (volumul materialului de aport poate atinge 10 – 25 % din volumul terenului de consolidat), consumul ridicat de apă și de energie electrică, necesar folosirii unor instalații speciale deservite de personal calificat, fac ca utilizarea acestui procedeu să se justifice doar la lucrări de volum și importanță deosebită.

2.4.7. Compactarea de adâncime cu nuclee din beton.

Tehnologia de execuție a nucleelor de beton simplu este asemănătoare celei utilizate pentru realizarea coloanelor de material granular și constă din introducerea forțată în teren a unei coloane, urmată de betonarea corpului concomitent cu extragerea coloanei (33,34).

Domeniul de aplicare a acestei metode este în pământuri sensibile la umezire, nisipuri afânate, pământuri argiloase - prăfoase de consistență scăzută, loessuri înmuiate.

Prin această metodă se combină efectul de îndesare sau de înlocuire specific coloanelor din material granular cu acela de formare în corpul pământului a unor incluziuni rigide, capabile să preia încărcările axiale ca niște piloți flotanți.

În comparație cu metoda de realizare a coloanelor din material granular, prin executarea nucleelor din beton, dispăre rolul de dren vertical, iar din acest motiv, la utilizarea nucleelor în pământuri coezive saturate, când compactarea

Compactarea în adâncime a pământurilor

laterală rezultată din înfigerea coloanei metalice conduce la creșterea sensibilă a presiunii apei din pori.

În această situație, frontul de execuție al nucleelor trebuie urmat la scurt interval de timp de un front de execuție a unor drenuri verticale din nisip sau din benzi drenante din material plastic sau din geotextile, dispuse alternant cu nucleele, în centrul de greutate al triunghiului format de acestea.

Rezemarea fundațiilor construcțiilor pe un teren consolidat cu nuclee poate fi realizat în două moduri:

- rezemare directă pe capul nucleelor (ca la o fundație cu piloți, cu deosebirea că lipsesc armăturile de încastrare a piloților în radier);
- rezemarea prin intermediul unui strat de repartitie de 0,2 - 0,3 m grosime, realizat din pământ local, balast compactat, sau radier din beton armat (fig.nr.2.21).

Prin această variantă se realizează repartizarea mai uniformă a presiunilor pe talpa fundației și degrevarea nucleelor, incapabile să preia efortul de încovoiere, de eventualele forțe orizontale apărute la nivelul tălpii fundației.

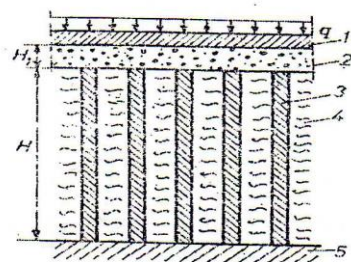


Fig. 2.21. Compactarea cu nuclee din beton simplu cu dozaj redus de ciment: 1 - talpa de fundație; 2 - strat de repartitie; 3 - nucleu; 4 - pământ care trebuie îmbunătățit. 5 - pământ care nu trebuie îmbunătățit.

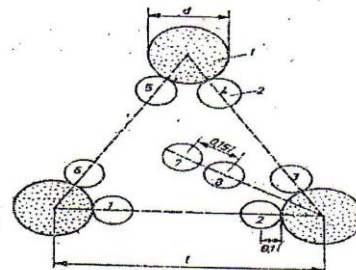


Fig. 2.22. Verificarea compactării

1-nucleu; 2-puncte de prelevare cu ștanță a probeleor netulburate de pământ.

Pentru verificarea compactării la nivelul tălpii fundației se recoltează cu ștanța 8 probe netulburate dispuse după cum se arată în fig.1.20. Media aritmetică a valorilor greutateii volumice în stare uscată a celor 8 probe, γ_{med} , trebuie să fi mai mare decât valoarea precizată prin proiect.

Compactarea terenului consolidat se stabilește prin efectuarea încărcării unei fundații de probă. O cerință suplimentară la această metodă, în comparație cu metoda coloanelor de pământ, o constituie asigurarea rezistenței betonului din corpul nucleelor și continuității corpului acestora, întocmai ca la piloții executați pe loc.

Verificarea compactării în adâncime se efectuează prin penetrări statice sau dinamice executate pe întreaga grosime a stratului consolidat cu nucleu, comparându-se diagrama obținută cu diagrama etalon.

Consolidarea cu nucleu de beton simplu s-a aplicat, la propunerea și cu asistență tehnică a catedrei de geotehnică și Fundații din Institutul de Construcții București, pe amplasamentul Combinatului Chimic Giurgiu. Găurile au fost executate prin înfigerea cu instalația vibratoare AVP-1 a unor țevi metalice (\varnothing 320 mm) închise la partea inferioară, pe adâncimi de 6 – 10 m, până la străpungerea unui strat de praf argilos loessoid sensibil la umezire. După extragerea țevii, în gaura rămasă s-a turnat un beton slab B 50 CT (100 kg/m² ciment și 100 kg/m² cenușă de electrofiltru de termocentrală).

După încercări în poligoane experimentale, nucleele s-au dispus într-o rețea triunghiulară cu latura de 0,90 m.

2.4.8. Compactarea de adâncime cu coloane de var.

Una dintre metodele folosite la consolidarea în adâncime a pământurilor argiloase sau prăfoase saturate, de consistență scăzută, este compactarea de adâncime cu coloane de var, care constă în executarea unor coloane de var sau de pământ stabilizat cu var [41].

Coloanele de var și de pământ stabilizat se utilizează îndeosebi ca elemente de consolidare a pământurilor argiloase moi, care se întâlnesc sub construcții sau terasamente, precum și pentru îmbunătățirea condițiilor de stabilitate a versanților; realizate joantiv pe 1 – 2 rânduri, coloanele de var și de pământ stabilizat cu var pot fi folosite și ca pereți de susținere.

Realizarea coloanelor de var se poate face în baza unei tehnologii asemănătoare celei folosite în cazul piloților executați pe loc prin batere cu tubaj recuperabil.

Compactarea în adâncime a pământurilor

Conform procedurii tehnice de execuție, se introduce în pământ, până la cota prevăzută, o țevă cu diametrul $\varnothing = 350 - 400$ mm, echipată cu un vârf pierdut și cu un cap de batere detașabil. Varul nestins se introduce în straturi de 1,0 – 1,5 m înălțime, care se compactează cu un mai de 350 – 400 kg, pe măsură ce se extrage tubajul, în acest fel se obține un spor de 15 – 20 % față de diametrul tubajului.

În contact cu apa din porii pământului, se produce stingerea varului, proces care este însoțit de o mărire în volum și degajare de căldură, în modul acesta obținându-se nu numai compactarea, ci și uscarea pământului pe o anumită rază în jurul coloanei.

Un procedeu folosit la consolidarea în adâncime cu coloane de var este procedeul suedez Alimak, care utilizează un utilaj specializat alcătuit dintr-o foreză rotativă montată pe un tractor pe șenile de care este cuplat un trailer cu buncărul de depozitare a prafului de var.

Tehnologia de execuție constă astfel (fig.nr.2.23) : se introduce în pământ prin rotire un șurub având diametrul de 50 cm aflat la capătul unei țevi. După ce se atinge cota prescrisă (cel mult 10 m), șurubul este extras din pământ prin rotire în sens invers, în timp ce pe la capătul țevii se trimite cu presiune de aer comprimat praful de var nestins, care se amestecă cu pământul.

Cantitatea de var necesară pentru obținerea unui amestec omogen reprezintă circa 3 – 8 % din greutatea volumică uscată a pământului. Consumul mediu este de 15 – 20 kg var pe metru liniar de coloană de 0,50 m diametru. Coloana de pământ stabilizat cu var astfel obținută are diametrul egal cu al șneului, acționând atât ca element de consolidare a terenului, cât și ca dren vertical.

Prin stingerea varului se produce o creștere suplimentară a rezistenței argilei (de 10 – 20 ori după 30 de zile , de 50 – 60 de ori după un an), precum și micșorarea umidității pământului.

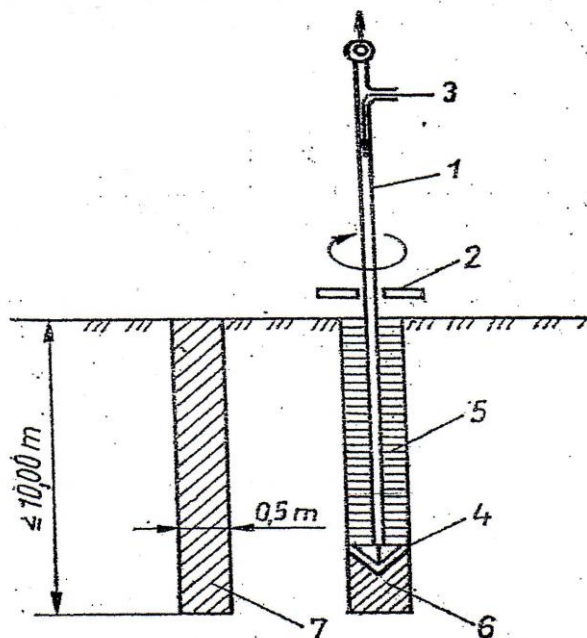


Fig. 2. 23. Executarea coloanelor de pământ stabilizat cu var prin procedeul Alimak:

1 – țeavă; 2 – masă rotativă; 3 – alimentare cu praf de var nestins; 4 – șurub;
5 – pământ netratat; 6 – pământ stabilizat cu var; 7 – coloană executată.

2.4.9. Consolidarea în adâncime prin metoda vibroînțepării.

Procedeul vibroînțepării este utilizat în special pentru consolidarea nisipurilor în adâncime, metodă care produce o perturbare de volum dinamică în masa stratului de pământ saturat. Pentru a contribui la transmiterea vibrațiilor în adâncime, Lobasov a propus pentru compactarea în adâncime a nisipurilor saturate să se folosească o sursă de transmiterea vibrațiilor în mod dispersat spațial pe întreaga înălțime a volumului de nisip compactabil (48).

Utilizarea acestei metode de consolidare în adâncime, presupune asigurarea pe șantier a unei instalații specifice care este alcătuită (fig.nr.1.23.) dintr-o carcasă metalică prevăzută cu o tijă cilindrică verticală cu lungimea de 6 - 8 m ce are dispuse la intervale egale bare orizontale așezate în cruce, acestea având lungimi de 1/6 din lungimea tije verticale. La partea superioară este fixată o placă metalică,

Compactarea în adâncime a pământurilor

prin intermediul căreia carcasa se fixează de un vibrator având parametrii stabiliți în funcție de adâncimea de înfigere. Pentru acest scop se poate folosi vibroagregatul VVPS 20/11 sau agregatul de vibropresare AVP - 1 de producție românească.

Tehnologia de execuție a vibroînțepătoarelor distribuite după același principiu ca și coloanele de balast constă din următoarele faze principale (fig.nr.2.24) :

- introducerea carcasei metalice sub efectul vibrației până la adâncimea de compactare;

- vibrarea în continuare timp de circa 2 minute cu menținerea carcasei metalice în teren, fără a o lăsa să înainteze;

- extragerea carcasei metalice din pământ, cu vibratorul în funcțiune, cu o viteză de extragere de maximum 50 cm / min.

După terminarea ciclului se trece la deplasarea instalației și la realizarea unei noi vibroînțepări, până se îndeasă toată platforma de lucru.

Transmiterea vibrațiilor se face într-un volum de pământ mult mai mare decât de la suprafață, ceea ce duce la o bună uniformizare în compactarea straturilor din nisip (mai ales dacă este saturat cu apă), deci platforma devine o zonă cu rezistențe mecanice sporite, mai stabilă la antrenarea curenților de apă, putându-se funda direct și, ceea ce este foarte important, la cote mai ridicate, în foarte bune condiții.

Metoda de consolidare în adâncime prin procedeul vibroînțepării prezintă următoarele avantaje :

- prin introducerea carcasei în teren prin vibrație se transmit vibrații care influențează compactarea pe distanța de 6 ori lungimea barelor orizontale;

- se obține o foarte bună uniformitate la compactarea straturilor de nisip, mai ales a celor saturate;

- se micșorează posibilitatea de tasare a straturilor prin reducerea porozității, respectiv prin creșterea gradului de îndesare;

- se reduce coeficientul de permeabilitate a terenului, deci infiltrațiile și circulația apei în zona respectivă;

- fundarea se poate face direct deasupra apelor subterane, la presiuni admise destul de ridicate;

- se realizează economii de manoperă și materiale de 25 - 40 %, iar la costuri de peste 50 %, în comparație cu soluțiile tradiționale aplicate în aceleași

condiții ale terenului de fundare, ceea ce o recomandă a fi aplicată în conformitate cu prevederile normativului C 29 - 85.

2.5. Consolidarea în adâncime cu piloți scurți forți executați pe loc.

În cele ce urmează voi prezenta din literatura de specialitate, tehnologii de execuție a piloților scurți forți executați pe loc(14) :

-Tehnologia de realizare a unui pilot executat pe loc constă din crearea în teren a unui gol de dimensiunile pilotului ce urmează a se executa printr-un anumit procedeu și umplerea acestuia cu beton. Armarea pilotului se realizează cu o carcasă din oțel – beton preasamblată și introdusă în foraj înaintea turnării betonului.

- În general piloții turnați pe loc se pot grupa astfel (36), (14) :

- piloți executați fără tub metalic de protecție;
- piloți executați cu tub de protecție pierdut;
- piloți executați cu tub de protecție recuperat;
- piloți executați pe loc prin forare – poansare.

2.5.1. Piloți executați pe loc fără tub metalic de protecție.

Piloții executați pe loc fără tub metalic de protecție sunt realizați prin turnarea betonului într-o concavitate creată cu ajutorul unei piese conice de 15 – 22 kN și diametrul de circa 80 cm (36). Piesa conică este lăsată să cadă liber de la o înălțime de până la 10 m găurind astfel terenul. După ce s-a executat gaura până la o adâncime de 5,0 – 6,0 m se toarnă betonul în straturi de 40 – 50 cm, compactarea acestuia făcându-se cu piese speciale. Loviturile succesive aplicate betonului duc la realizarea unui bulb de beton în vârful pilotului, ceea ce îi conferă acestuia rezistențe sporite prin mărirea suprafeței de contact de la baza pilotului. Odată realizat bulbul, se continuă betonarea corpului pilotului.

Datorită căderilor repetate ale pieselor speciale se produc trepidații care au ca efect îndesarea (compactarea) betonului și a pământului, ceea ce face ca rezistențele mecanice ale pământului aflat la baza și în jurul pilotului să crească.

Vibrațiile care se produc datorită căderii pieselor metalice de la diverse înălțimi, fac ca această metodă să poată fi folosită cu rezultate bune în pământuri nisipoase și în loessuri, în pământuri cu coeziune mare.

În situațiile în care apa subterană se infiltrează în gaura creată, aceasta se căptușește cu argilă moale care duce la impermeabilizarea găurii.

2.5.2. Piloți executați pe loc cu tub metalic pierdut.

Pentru executarea acestor piloți forăți se introduce în pământ un tub metalic cilindric sau puțin conic. Tubul formează protecția contra presiunii laterale a pământului și servește drept cofraj pentru betonul turnat în golul lui. Tubul se execută din tablă de oțel de 2 – 3 cm grosime.

Cămașa de tablă se termină la partea inferioară cu un vârf conic care îmbracă un dop ascuțit din lemn.

Prin loviturile unei mandrine vârful se înfige în pământ și trage după el cămașa de oțel, vârful poate fi lăsat în pământ sau extras cu ajutorul unei tije montată în prealabil.

Acest tip de pilot se impune la piloții flotanți care nu pot fi duși la un strat mai consistent și la care forma conică prezintă condiții bune de preluare a forțelor pe suprafețele laterale.

O altă variantă de introducere a tubului metalic este prin forare. În timpul forării se pot examina stratificațiile terenului și se pot lua decizii de continuare sau sistare a lucrărilor. După ce tubul a ajuns la adâncimea din proiect se continuă forarea, fără a coborî și tubul, pe o adâncime de 30 – 40 cm. Prin tubul de foraj se introduce un burghiu special care poate deschide și săpa o secțiune mai mare decât a tubului.

După terminarea forării și curățirea săpăturii, se introduce tubul metalic, se montează armătura și se procedează la turnarea betonului cu ajutorul unui tub, sub apă, pentru a nu altera calitatea betonului.

2.5.3. Piloți scurți executați pe loc prin forare.

Tehnologiile de realizare a piloților scurți executați pe loc prin forare trebuie să țină seama de o serie de aspecte și anume :

- menținerea formei și dimensiunii găurii;
- susținerea pereților găurii;

- păstrarea rezistențelor naturale ale terenurilor;
- realizarea compactării pilotului în jurul găurii;
- realizarea unui beton de calitate în corpul pilotului, bine compactat și nealterat;
- obținerea unor piloți cu capacitate portantă ridicată;
- creșterea gradului de mecanizare (integral, dacă este posibil) a procesului tehnologic de execuție:
- creșterea gradului de industrializare.

În general, tehnologiile de execuție a piloților forțați pe loc se deosebesc prin modul de realizare a fazelor separate de lucru, prin echipamentele de forat și utilajele folosite.

Caracteristica principală a piloților executați pe loc prin forare o constituie montarea pe loc a armăturii și turnarea betonului direct în gaura forată care se realizează cu ajutorul utilajelor de forat, iar realizarea bulbului se poate face cu ajutorul lărgitorului mecanic, cu graifere, cu prese pneumatice sau prin explozii.

Piloții executați pe loc prin forare se clasifică în :

- Piloți executați prin forare în uscat;
- Piloți scurți executați pe loc vibroformați.

2.5.3.a. Piloți executați prin forare în uscat.

Dacă terenul în care se execută forajul este coeziv și pânza de apă freatică este sub nivelul inferior al vârfului pilotului, pereții găurii nu trebuie protejați împotriva surupărilor.

Forarea găurii se poate face cu ajutorul burghiilor sau greiferelor monocablu, secțiunea găurii este circulară și constantă pe întreaga lungime a pilotului. Dacă piloții au diametrul sub 65 cm – de obicei – nu se face lărgirea bazei, operație ce se execută în cazul piloților adânci atunci când pilotul se oprește într-un strat cu coeziune și rezistențe mari. Această lărgire poate fi de 2-3 diametre.

Principalele etape în realizarea piloților forțați sunt următoarele (fig.2.24) :

- I -se execută forajul cu utilajul de forare;
- se execută lărgirea bazei (bulbul) în funcție de natura terenului de fundare și încărcările exterioare (dacă este prevăzut în proiect),
- II -se curăță și se compactează fundul găurii;

Consolidarea în adâncime cu piloți scurți forți executați pe loc

III -se montează carcasa de armătură la cota din proiect, dacă pilotul nu se înglobează într-un radier din beton armat, se execută cofrajul pentru partea superioară;

IV -se betonează corpul pilotului printr-o metodă cunoscută: cu ajutorul tubului cu pâlnie (metoda Contractor), cu bena cu furtun flexibil, sau cu pompa de beton. Oricare din metodele folosite va acorda atenție deosebită calității betonului și tratării acestuia după turnare;

V - se decofrează partea superioară a pilotului.

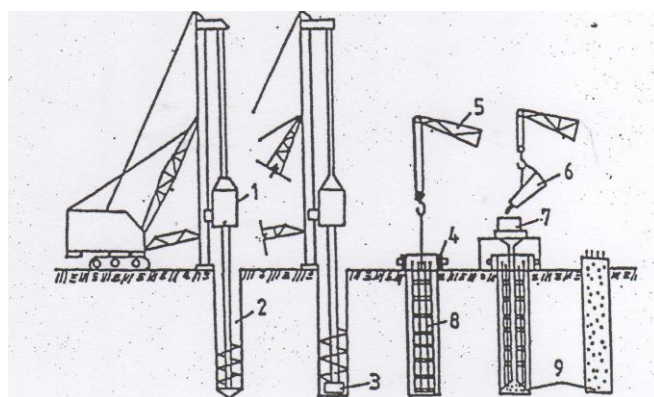
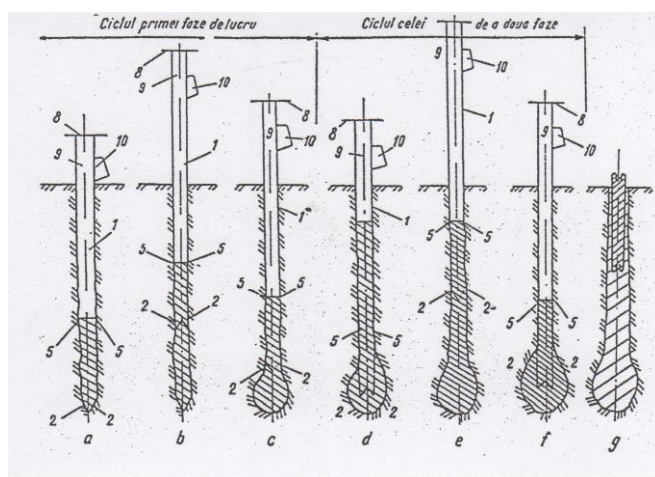


Fig. 2.24. Etapele tehnologice de realizare a pilotelor forți fara tubaj in uscat
1 - dispozitivul de forat, 2 - gaura forata, 3 - dispozitivul de curatat si compactat fundul gaurii, 4 - cofraj, 5 - automacara, 6 - bena, 7 - palnie (Contractor), 8 - carcasa de armatura, 9 - beton

2.5.3.b. Piloți scurți executați pe loc.

Piloții executați pe loc sunt de mai multe tipuri și elimină o serie de neajunsuri întâlnite la realizarea piloților din alte categorii.

Piloții scurți sunt realizați prin tehnologii moderne, cu lungimi între 3,5 – 6,0 m și diametre cuprinse între 30 – 50 cm. La fel ca și în cazul celorlalți piloți, există și la această categorie de piloți diverse tehnologii de execuție.

În ultima vreme se constată o preocupare permanentă a cercetătorilor și executanților de a folosi metode și utilaje cât mai simple, cât mai eficiente pentru realizarea piloților scurți.

Principalele metode de realizare a piloților scurți folosite în momentul actual la executarea fundațiilor indirecte, sunt ;

- piloți scurți (piconi) ștanțați;
- piloți scurți vibroformați;
- piloți scurți turnați pe loc prin vibropresare.

Tehnologia de realizare a piloților executați pe loc se desfășoară în două sau trei faze de lucru (fig.2.25)

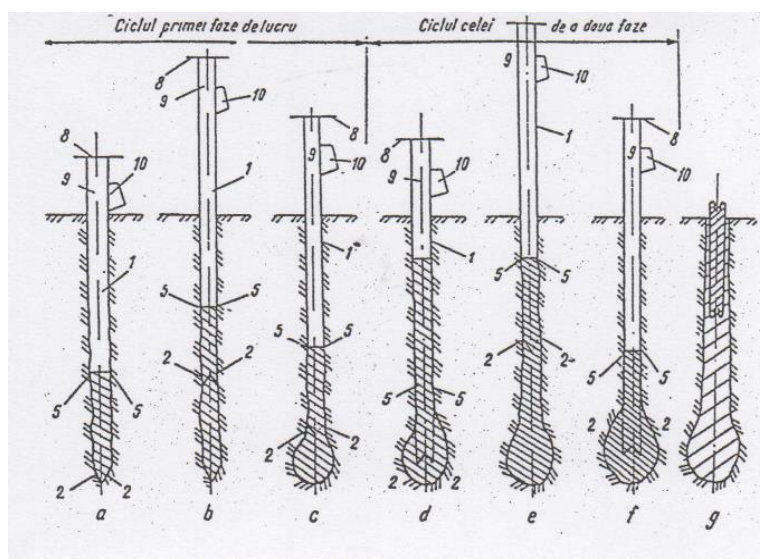


Fig.2.25 Fazele de execuție a piloților vibropresați

1 - dispozitiv de lucru, 2 - clapete cioc de rata, 3 - balamale, 4 - limitatoare, 5 - clapete semieliptice, 6,7 - distanțiere, 8 - flansa, 9 - fereastra pentru beton, 10 - palnie de turnare

Concluzi :

În literatura de specialitate sunt prezentate diverse tipuri și tehnologii de realizare a fundațiilor indirecte. Fundarea indirectă se face numai în cazuri bine justificate tehnico-economic și după o analiză temeinică a tuturor variantelor de fundare, deoarece tehnologiile de fundare indirectă sunt scumpe din punct de vedere valoric și necesită utilaje speciale.

Fiecare dintre soluțiile de fundare indirectă au avantaje și dezavantaje care trebuie atent cântărite înainte de impunerea soluției de fundare.

Factorul hotărâtor în alegerea soluției de fundare este în principal terenul de fundare pe care se amplasează construcția.

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

În prezenta lucrare se propun principalele soluții tehnice de proiectare ce trebuie aplicate pentru rezolvarea problemelor de instabilitate a terenului, manifestate în zona de locuințe din localitatea Mătășari, precum și în unele zone de amplasare a benzilor transportoare din cadrul Complexului Energetic Turceni, Cariera Jilț - Sud.

3.1. Date Generale.

Zona de studiu este situată pe un aliniament paralel cu culoarul de benzi și în imediata lui apropiere conform planului din anexa nr.1 a și 1 b . Terenul nu este liber de construcții având pe el culoarul de benzi transportoare precum și câțiva stâlpi de la rețelele electrice.

Benzile transportoare TMS 2C din circuitul nr. 2 asigură evacuarea materialului steril din Cariera Jilț Nord într-o haldă exterioară (fgura 3.1).

În prezent, în zona benzilor transportoare, au apărut fenomene de instabilitate generală și locală, care pot afecta funcționarea sistemului de transport de steril existent.

La baza prezentului studiu stau informațiile obținute în urma examinării pe teren a zonelor afectate de alunecări și celor cuprinse în documentațiile următoarelor studii puse la dispoziție de beneficiar:

Date geologice

- "Studiu geotehnic pentru zona alunecată magistrala III JILȚ SUD"-martie 1997 întocmit de Institutul de Cercetări Științifice, Inginerie Tehnologică și Proiectare Mine pentru Lignit – Craiova;

- "Studiu geotehnic – Amplasament Benzi transportoare TMS 2C circuit nr. 2 – cariera Jilț Nord Localitatea Mătășari Jud. Gorj" - decembrie 2005 întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu.

Informațiile generale privind structura geologică a zonei au fost completate cu datele obținute dintr-un studiu geologic-hidrogeologic de detaliu, efectuat în zonele afectate de alunecare, prin executarea de foraje și teste de laborator prezentate în detaliu în studiul întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu.

3.2.Date geologice.

Din studiul întocmit de ICSITPML Craiova, rezultă că structura geologică a terenului din zonă, este alcătuită din formațiuni de fundament pliocene, acoperite la suprafață de depozite cuaternare, proluvian-deluviale pe versanți și aluvionare în zonele depresionare.

Formațiunea pliocenă este reprezentată prin etajul levantin și este constituită dintr-o succesiune de strate argiloase, prăfoase și nisipoase de culoare cenușie sau brună, datorită caracterului cărbunos.

Stratele argiloase prezintă o structură pelitică și o textură ușor orientată, fapt ce imprimă argilelor un caracter activ favorizând alunecări.

În complexul argilo-nisipos din formațiunea levantină, cantonează stratele VIII-XII de lignit.

Formațiunea acoperitoare (cuaternarul) în zonele de versant este de origine deluvială și prezintă o litologie predominant argilooasă (argile, argile prăfase, prafuri argiloase) zonal cu intercalații nisipoase.

La alcătuirea zonei iau parte formațiuni de fundament pliocen acoperite la suprafață de depozite cuaternare proluvial-deluviale pe versanți și aluvionare în zonele depresionare.

Cauzele alunecărilor sunt naturale, complexe, geomorfologice și hidrogeologice, pe lângă o precară acoperire vegetală cu o suprafață puternic denivelată și zone cu exces de umiditate și bălțiri existente în zonă până în anul 1972.

**CAP. III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

Fenomenele de scufundare după 1979 au mărit denivelarea și frământarea zonei, înrăutățind scurgerea apelor de suprafață și de infiltrații, extinzând producerea alunecărilor.

Inițial (până în 1979) alunecările din zonă au fost retroactiv (cu evoluție de jos în sus), plastice la curgătoare, de adâncime mică.

Odată cu extinderea alunecărilor după 1990, aceasta a evoluat în alunecare areală, împingătoare, plastică la curgătoare în zonele de picior ale versanților (cu exces de umiditate) foarte profundă.

Din punct de vedere litologic, terenul din zona alunecată este un amestec neomogen, predominant argilos (argile, argile prăfoase), gălbui cenușii sau negricioase, cu oglinzi de fricțiune plastic consistente la moi, cu intercalații izolate nisipoase, cărbunoase sau măloase.

Apa subterană apare sub formă de infiltrații din zona înaltă, se concentrează în locurile mai permeabile la diferite cote, având un caracter ascensional.

Din punct de vedere al umflării și contracției sub influența apei, materialele din zonă sunt active la suprafață și puțin active în profunzime.

Precipitațiile medii anuale au valoarea de 753 mm și reprezintă media valorilor înregistrate de-a lungul a 10 ani.

Sunt considerate "cu precipitații" toate zilele în care apa căzută sub formă de ploaie, lapoviță, grindină, ninsoare, etc. a totalizat mai mult de 0,1mm.

Un alt factor important al climei îl reprezintă determinarea mărimii și direcției vânturilor. Astfel putem concluziona că direcția predominantă a vânturilor este cea nordică (14%) și nord-estică (6,8%). Calmul înregistrează valoarea procentuală de 53,2%, iar intensitatea medie a vânturilor la scara Beaufort are valoarea de $1,6 \div 3,2$ m/s.

Adâncimea maximă la îngheț este de - 0,80 m, iar frecvența medie a zilelor de îngheț cu $T \leq 0^{\circ}\text{C}$ este de 107,5 zile/an.

Din punct de vedere seismic, perimetrul cercetat se află în zona seismică de calcul E având coeficienții seismici de calcul:

$K_S = 0,12$ (Conform "România - Zonarea teritoriului din punct de vedere al coeficientului k_s ") - Normativ P 100 - 1 / 2006

$T_C = 0,7$ sec (Conform "România - Zonarea teritoriului din punct de vedere al perioadelor de colț")

Gradul de seismicitate este "7" cu o perioada de revenire de 50 ani.

3.3. Situația actuală din punct de vedere al stabilității.

Fenomenele de instabilitate care se manifestă în zona tronsonului de benzi sunt sub forma unor alunecări recente care se dezvoltă pe o alunecare veche, aparent stabilizată conform studiului.

Cauza declanșării fenomenului de alunecare recentă o constituie înmuierea rocilor argiloase ale formațiunilor deluviale datorită apei care este cantonată în orizontul acvifer alcătuit din prafuri nisipoase argiloase, orizont plasat la partea superioară a versantului și care debitează continuu apa în formațiunile de deluviu și peste acestea, înmuindu-le.

Porțiunea de drum care a fost ramforsată cu chesoane din beton, nu a fost antrenată în aceste alunecări recente.

Apa care se scurge de pe versanți precum și cea care o cedează pe orizonturile acvifere este preluată de un șant care mărginește drumul către est.

Acest șant nu este dalat, iar apa, la precipitații abundente, a săpat ravene antrenând și transportând material.

Se apreciază că apa s-a infiltrat prin fundația drumului alimentând zona a doua de alunecări recente, conform studiu întocmit de către ICSITPML Craiova, situată în aval de prima.

3.3.1. Caracterizare hidrogeologică.

Din lucrarea ICSITPML din martie 1997, cercetările hidrogeologice din zonă au scos în evidență:

- o fostă suprafață de teren puternic frământată și denivelată, cu frecvente bălțiri și ravene (formațiuni ale eroziunii de suprafață), cu alunecări locale, încă înainte de începerea exploatarea subterane (1979), a devenit și mai frământată, cu extinderea alunecărilor, odată cu evoluția exploatarea subterane, este actualmente nivelată cu zone cu mustiri și fisurări;

- direcția de scurgere a apelor de suprafață, este dată de direcția pantelor, concentrându-se pe direcția Nord-Sud și apoi Est -Vest;

- la actuala suprafață de teren nivelată, se constată existența a frecvente zone cu exces de umiditate, mustiri, izvoare și bălțiri;

**CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

-în adâncime apa a fost interceptată la diverse adâncimi conform tabelului nr.3.1

Tabel nr.3.1

Nr. crt	Nr. foraj	Cotă foraj	Cotă nivel apă		Adâncime nivel apă		Obs.
			De apariție	Stabilizat	De apariție	Stabilizat	
1	G31	250,39	-	-	-	-	
2	G32	254,86	-	-	-	-	
3	G33	264,98	258,28	-	6,7	-	
4	G34	271,48	258,88	267,68	12	3,8	Ascensional
5	G35	282,87	280,47	281,27	2,4	1,6	Ascensional
6	G36	272,21	-	-	-	-	
7	G37	296,41	289,61	288,81	6,8	7,6	
8	G38	278,31	272,71	273,71	5,6	4,6	Ascensional
9	G39	312,77	307,17	308,17	5,6	4,6	Ascensional

-la forajele geotehnice din zonă sunt situații în care nu s-a interceptat nivelul freatic G31, G32 și G36; forajele unde s-a întâlnit nivel freatic G33 și G37și foraje unde nivelul freatic are caracter ascensional G34, G35, G38 și G39.

În conformitate cu datele prezentate în studiul întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu. situația hidrogeologică a zonei studiate se prezintă astfel:

-din punct de vedere hidrogeologic, în concordanță cu condițiile geologice și tectonice aferente formațiunilor de pe teritoriul depresiunii getice, în județul Gorj intervalul strategic care cantonează, în formațiuni poros – permeabile, acvifere și complexe acvifere ce reprezintă interes în lucrări cu caracter geologo – ingineresc și hidrogeologic este cel Pliocen - Cuaternar (cu extensie, în sectorul peri-carpatic, la finele miocenului : intervalul Tortonian – Sarmățian).

Referitor strict la lucrările cu caracter geologo – ingineresc, acviferele cantonate în stratele predominant psefitice de vîrstă pliocenă (printre acestea remarcându-se cele levantine și daciene și subordonat, ponțiene) se impune a fi

luate în considerare cu precădere la analizarea condițiilor de realizare a unor lucrări de anvergură cu caracter subteran (galerii miniere ș.a.) sau a altor excavații realizate la nivelul acestor formațiuni (ex.: în proiectarea exploatărilor în carieră). În cazul realizării unor obiective supraterane sau al fundațiilor de adâncime redusă, pe cea mai mare parte a teritoriului județului prezintă interes exclusiv acviferele de mică adâncime, de regulă freatice, cantonate în marea majoritate a situațiilor, în formațiuni recente, cuaternare.

Acviferele cantonate în formațiuni pliocene pot influența condițiile de execuție a obiectivelor cu adâncime relativ mică de fundare (în măsura în care pot cantona acvifere) în arealele de aflorare și în zonele unde sunt interceptate la adâncime redusă (sub o cuvertură subțire cuaternară), situație în care pot influența indirect – sub forma unor afluxuri spre acviferele freatice cuaternare – condițiile geotehnice de execuție și exploatare a obiectivelor fundate la adâncimi relativ mici.

Stratele acvifere de mică adâncime (freatice sau asimilabile acestora) care influențează condițiile de execuție a obiectivelor cu adâncime redusă de fundare sunt, în acest sector gorjean de depresiune getică, în marea majoritate a amplasamentelor, cele cantonate în formațiuni cuaternare.

Trebuie avute în vedere, cu precădere, acviferele cantonate în formațiuni aluvionare de vârstă holocenă și pleistocenă superioară din luncile și terasele principalelor componente ale rețelei hidrografice din zonă: râurile Jiu, Motru, Gilort, Bistrița, Tismana și principalii lor tributari. În cazul freaticelor care au comunicare hidraulică cu aceste cursuri, analiza condițiilor hidrogeologice trebuie să țină cont de această particularitate, acestea fiind cantonate în nisipuri, pietrișuri și bolovănișuri, cu grosimi și caracteristici hidrogeologice variabile, în funcție de care pot fi considerate zone cu strate acvifere importante, și strate acvifere freatice cu importanță redusă.

3.3.2. Geomorfologia amplasamentului.

Zona studiată se dezvoltă de la sud - vest la nord - est de-a lungul magistralei de benzi TMS 2A și TMS 2D, circuit nr.2, este marginită în partea nordică de dealul Malnita, iar în partea sudică de localitatea Mătășari.

Conform studiului întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu., din punct de vedere morfologic zona se prezintă ca o zonă de versant cu o înclinare generală

**CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

nord- sud de cca.28% (16°) și o înclinare nord-est – sud-vest de cca.12,5% (10°). De fapt acestea sunt și direcțiile pe care se produc deplasările de teren în această zonă, așa cum rezultă din ridicările topografice recent efectuate. Din punct de vedere geologic, la alcătuirea zonei iau parte formațiuni de fundament, pliocene, acoperite de depozite cuaternare deluviale.

Fundamentul pliocen este compus dintr-o succesiune de strate argiloase cenușii sau uneori negricioase în alternanță cu orizonturi nisipoase în care sunt cantonate strate de cărbune ce se exploatează în această zonă în carieră și în subteran.

Cuaternarul care constituie formațiunea acoperitoare este alcătuit, în această zona, dintr-o alternanță de argile galbui, ușor cenușii, cu intercalații de nisipuri gălbui uneori alterate, oxidate.

3.3.3. Structura terenului în amplasamentul studiat și principalele date geotehnice.

Din studiul întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu. rezultă că structura terenului din amplasamentul respectiv a fost stabilită pe baza unei cartări de detaliu a amplasamentului și pe baza a 4(patru) foraje de studiu executate în luna noiembrie 2005 cu adâncimi cuprinse între 11,5 m și 15 m adâncime, în locația respectivă.

Forajele au fost executate în sistem mecanic (Geopec), diametrul de forare fiind de 220 mm, pe parcursul forării fiind prelevate probe de teren netulburate și tulburate, pentru efectuarea analizelor specifice de laborator. Pentru a nu fi alterate rezultatele încercărilor de laborator, s-au realizat condiții de protecție a probelor astfel încât acestea să nu-și piardă umiditatea pe durata transportului și să fie puse în lucru – la laborator – cât mai repede după terminarea lucrărilor de teren.

Pe baza datelor obținute din forajele geotehnice fost întocmite grafice de variație ale principalilor indici geotehnici rezultați din studiu, cu scopul folosirii informațiilor în evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecări de teren și stabilirii măsurilor de consolidare stabilizare ce vor constitui datele pentru proiect (figura 3.1-3.7).

Analizele de laborator au fost efectuate de Laboratorul de geomecanică al S.C. „AMCIV CONSULTING” S.R.L.-Tg.Jiu, autorizat G.T.F. grad II

Situația actuală din punct de vedere al stabilității

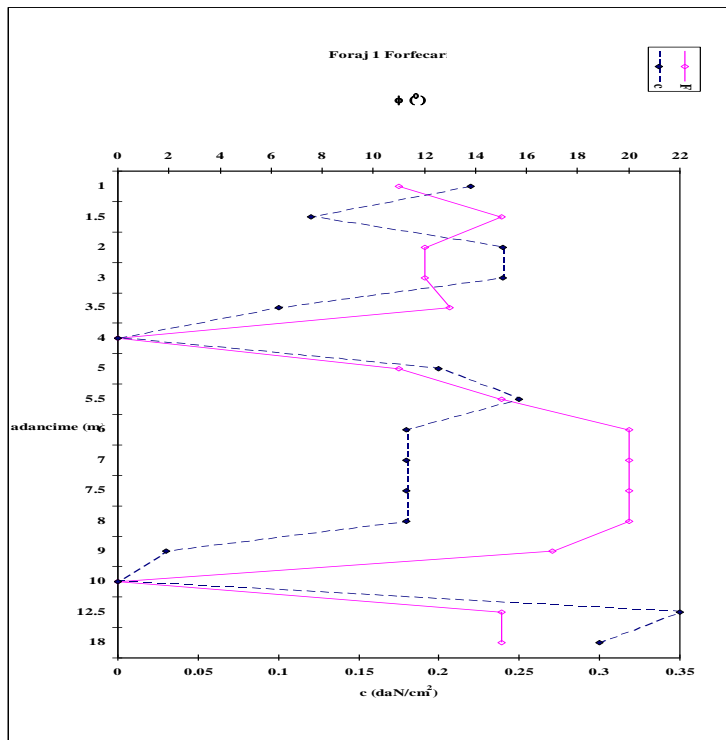
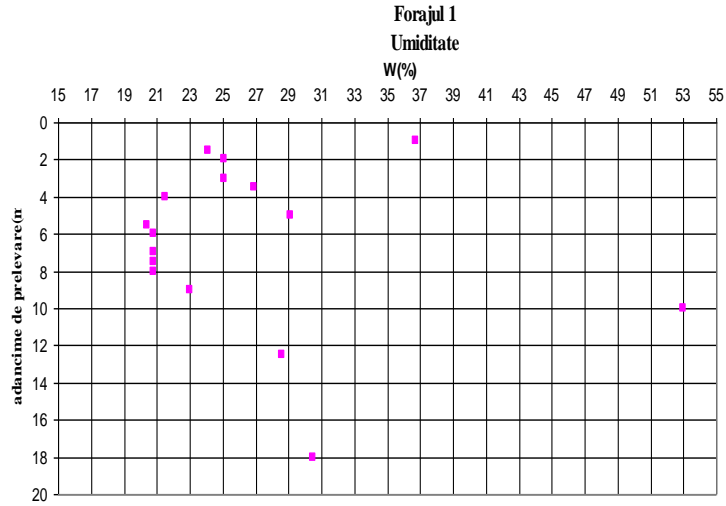
Nr.147/ISC/15.04.2004, în forajele cercetate au fost evidențiate următoarele caracteristici fizico-mecanice (foraj nr.1, foraj nr.38, sondaj 1, sondaj 7) :

Foraj nr. 1.

Foraj Nr.1		Argila	Praf	Nisip	Pietris				
Proba	Adancime	< .005	<0.05	>0.05			∅	c	W
1	1	86	12	2	0	100	11	0.22	36.7
2	1.5	45	25	27	3	100	15	0.12	24.1
3	2	56	18	26	0	100	12	0.24	25.1
4	3	56	18	26	0	100	12	0.24	25.1
5	3.5	42	28	30	0	100	13	0.1	26.9
6	4	26	22	52	0	100	0	0	21.5
7	5	50	36	14	0	100	11	0.2	29.1
8	5.5	46	27	27	0	100	15	0.25	20.4
9	6	38	30	32	0	100	20	0.18	20.8
10	7	38	30	32	0	100	20	0.18	20.8
11	7.5	38	30	32	0	100	20	0.18	20.8
12	8	38	30	32	0	100	20	0.18	20.8
13	9	26	25	49	0	100	17	0.03	23
14	10	0	0	0	0	0	0	0	53
15	12.5	59	41	0	0		15	0.35	28.6
16	18	68	32	0	0		15	0.3	30.5

h (m)	Forfecări							Densitate					
	∅	c	W	W1	W2	W3	H	γ1	γ2	γ3	γd1	γd2	γd3
2	21.3	0.18	10.4	11	10	11	2	1.93	1.93	1.92	1.66	1.66	1.64
4	22.3	0.33	12.6	13	13	12	8	1.83	1.84	1.83	1.52	1.57	1.54
6	22.4	0.15	9.97	9.5	10	10	14	2.03	2.04	2.05	1.68	1.71	1.7
8	20.4	0.33	11.6	12	12	11	24	2.05	2.08	2.08	1.72	1.72	1.73
10	22.5	0.3	16.3	17	14	18	26	1.97	1.97	1.96	1.55	1.55	1.52
12	22.5	0.15	22	22	22	22							

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ



Situația actuală din punct de vedere al stabilității

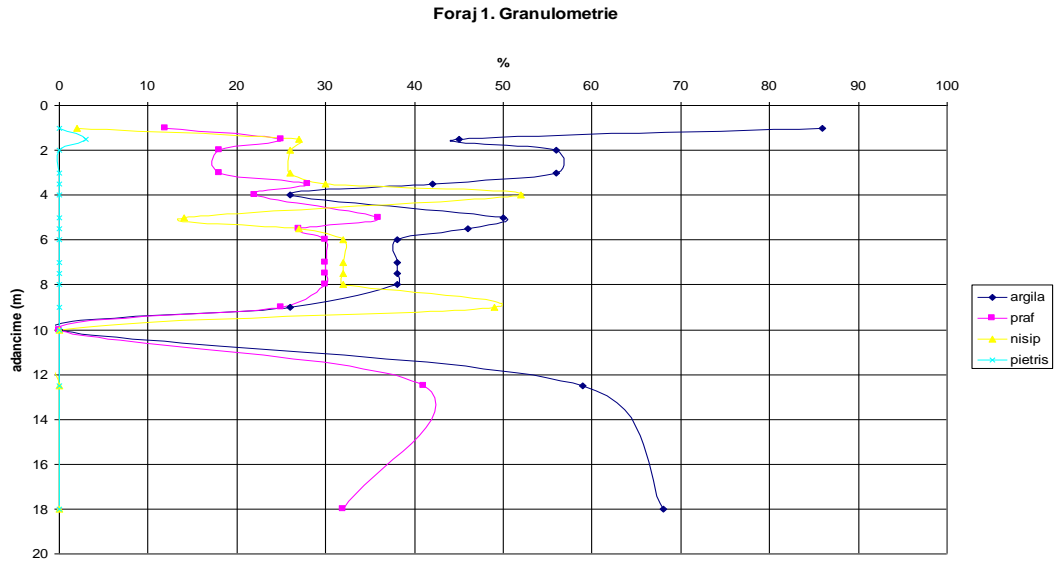


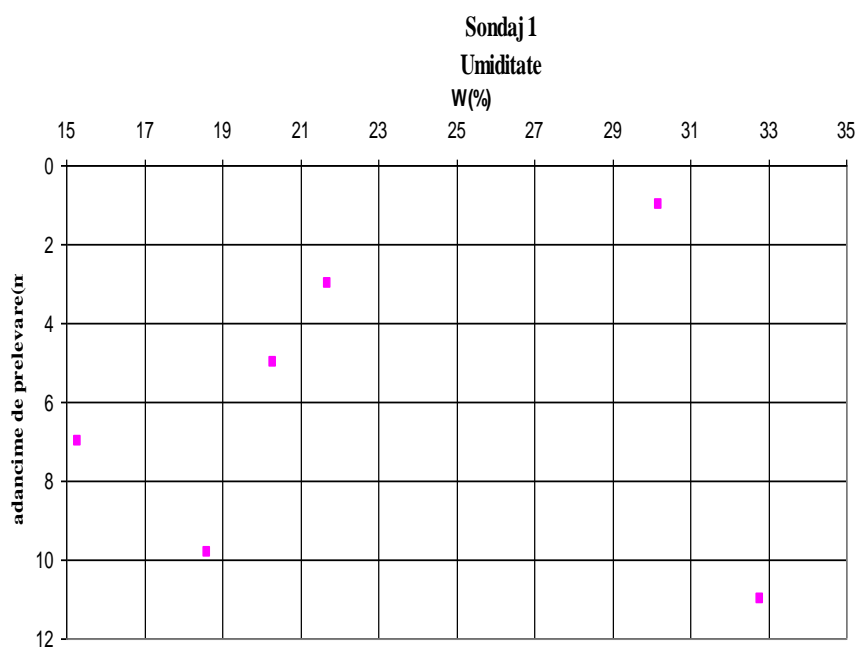
Fig.3.1 Diagrame variație c, w, Ø - pentru foraj nr.1

Sondaj nr.1

Sondaj Nr.1		Argila	Praf	Nisip	Pietris				
Proba	Adancime	<0.005	<0.05	>0.05			Ø	c	W
1	1	46	38	16	0	100	13	0.24	30.2
2	3	34	33	33	3	103	16	0.15	21.7
3	5	31	23	46	0	100	17	0.15	20.3
4	7	30	26	41	3	100	18	0.16	15.3
5	9.8	32	19	47	2	100	16	0.15	18.6
6	11	65	31	4	0	100	14	0.31	32.8

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

h (m)	Forfecari							Densitate					
	Ø	c	W	W ₁	W ₂	W ₃	H	γ ₁	γ ₂	γ ₃	γ _{d1}	γ _{d2}	γ _{d3}
2	21.3	0.18	10.4	10.8	10	10.5	2	1.93	1.93	1.92	1.66	1.66	1.64
4	22.3	0.33	12.6	12.5	13	12.3	8	1.83	1.84	1.83	1.52	1.57	1.54
6	22.4	0.15	9.97	9.5	10.3	10.1	14	2.03	2.04	2.05	1.68	1.71	1.7
8	20.4	0.33	11.6	11.7	12	11	24	2.05	2.08	2.08	1.72	1.72	1.73
10	22.5	0.3	16.3	17.2	14.1	17.5	26	1.97	1.97	1.96	1.55	1.55	1.52
12	22.5	0.15	22	22.3	21.9	21.8							
14	32.1	0.13	22.4	22.8	21.3	23							



Situația actuală din punct de vedere al stabilității

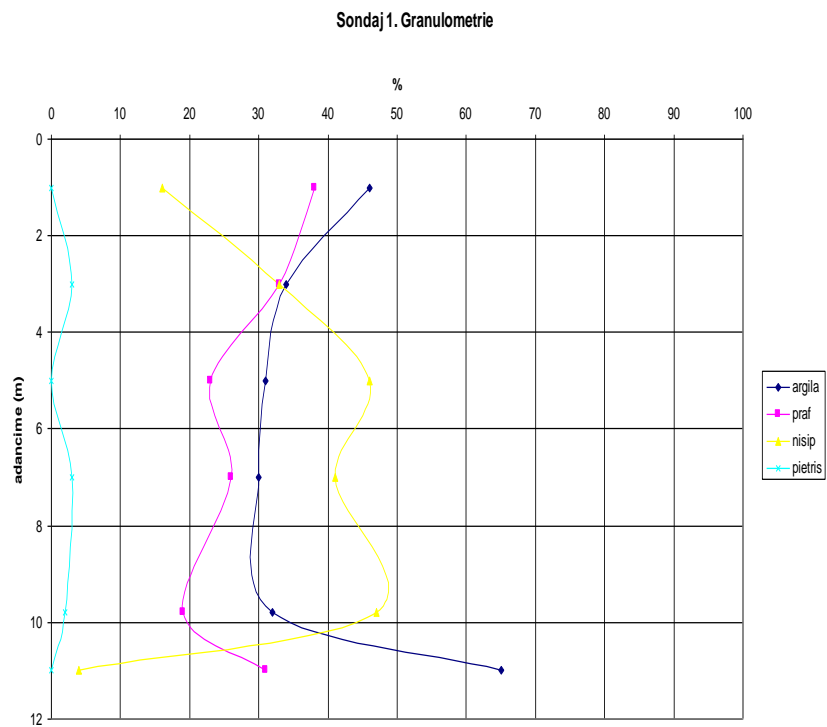
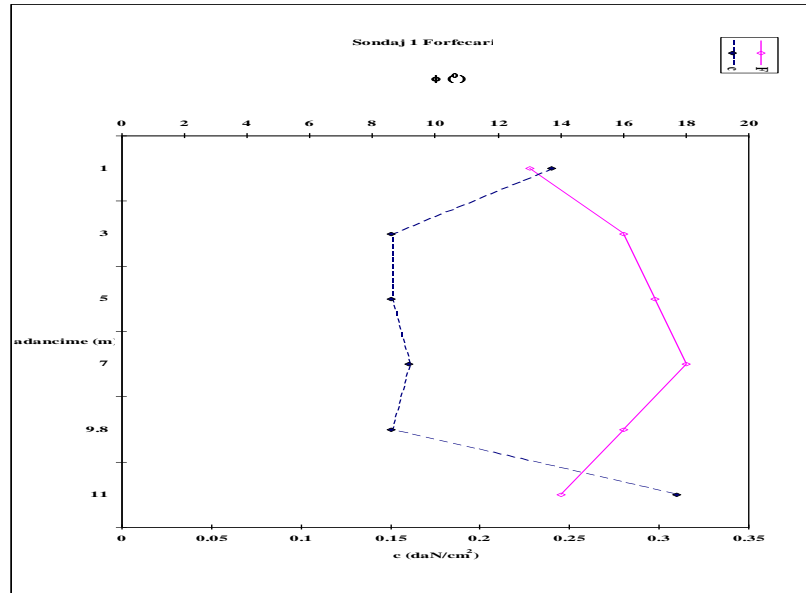


Fig.3.2 Diagrame variație c, w, ϕ - pentru sondaj nr.1

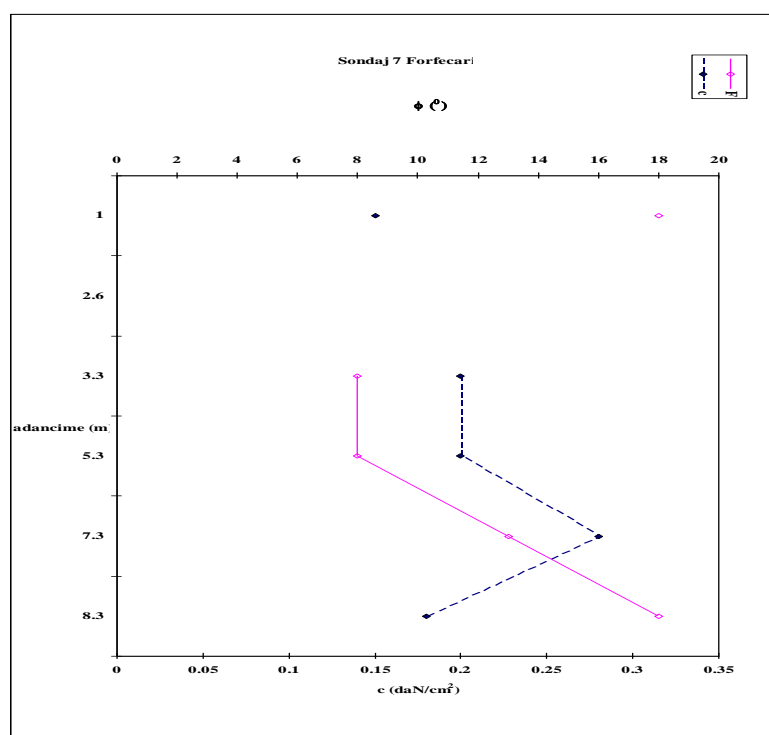
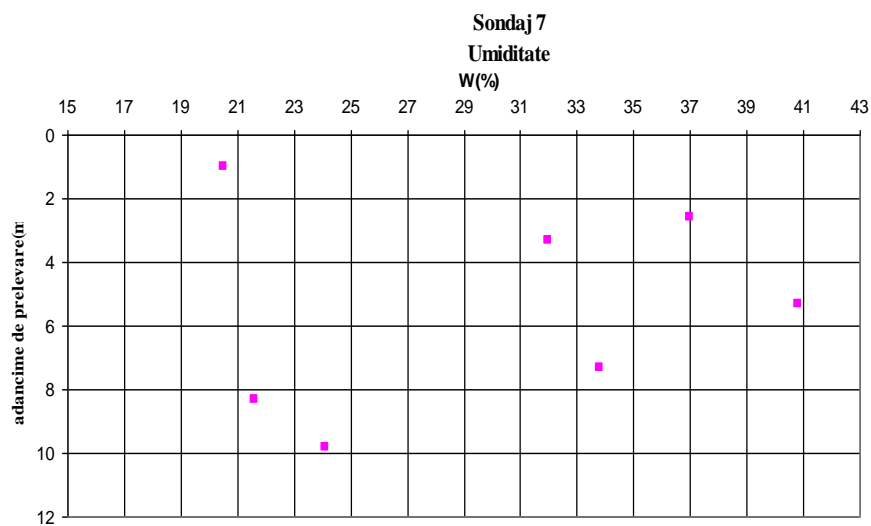
CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

Sondaj nr.7

Sondaj Nr.7		Argila	Praf	Nisip	Pietris				
Proba	Adancime	<0.005	<0.05	>0.05			Ø	c	W
1	1	38	26	36	0	100	18	0.15	20.5
2	2.6	54	32	14	10	110			37
3	3.3	48	28	24	0	100	8	0.2	32
4	5.3	50	32	18	0	100	8	0.2	40.8
5	7.3	61	37	2	0	100	13	0.28	33.8
6	8.3	44	45	11		100	18	0.18	21.6
7	9.8	10	28	62	0	100		0	24.1

h (m)	Forfecari							Densitate					
	Ø	c	W	W ₁	W ₂	W ₃	H	γ ₁	γ ₂	γ ₃	γ _{d1}	γ _{d2}	γ _{d3}
2	21.3	0.18	10.4	10.8	10	10.5	2	1.93	1.93	1.92	1.66	1.66	1.64
4	22.3	0.33	12.6	12.5	13	12.3	8	1.83	1.84	1.83	1.52	1.57	1.54
6	22.4	0.15	9.97	9.5	10.3	10.1	14	2.03	2.04	2.05	1.68	1.71	1.7
8	20.4	0.33	11.6	11.7	12	11	24	2.05	2.08	2.08	1.72	1.72	1.73
10	22.5	0.3	16.3	17.2	14.1	17.5	26	1.97	1.97	1.96	1.55	1.55	1.52
12	22.5	0.15	22	22.3	21.9	21.8							
14	32.1	0.13	22.4	22.8	21.3	23							

Situația actuală din punct de vedere al stabilității



**CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

Sondaj 7. Granulometrie

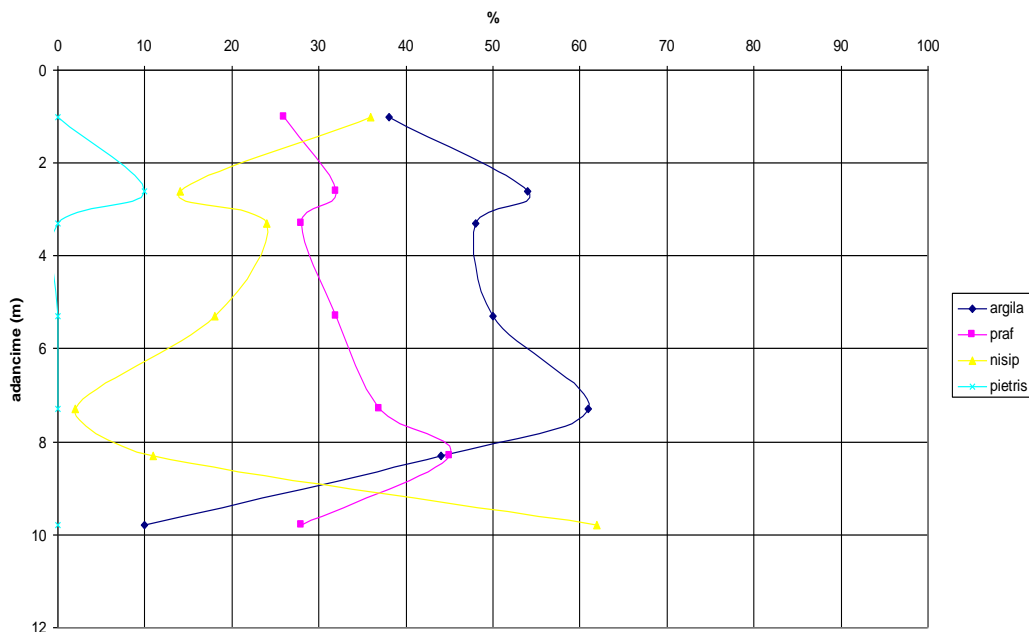


Fig.3.3. Diagrame variație c, w, Ø - pentru sondaj nr.7

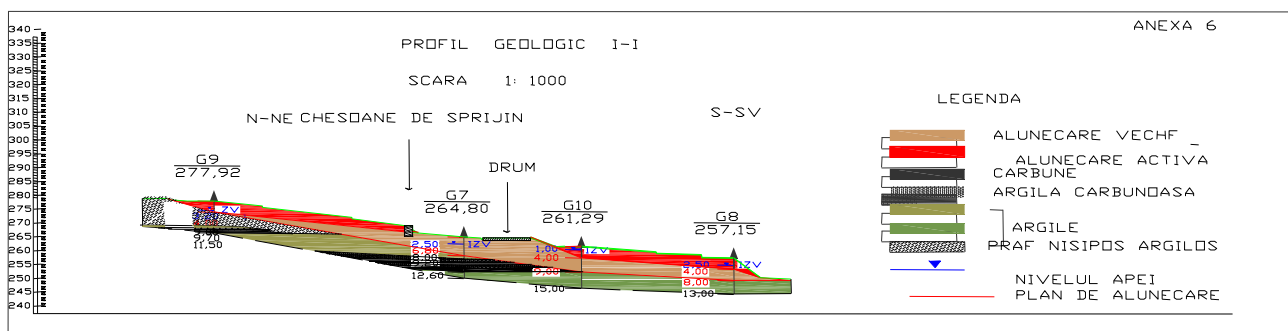


Fig. 3.4. Profil geologic cu suprafețele de alunecare.

Situația actuală din punct de vedere al stabilității

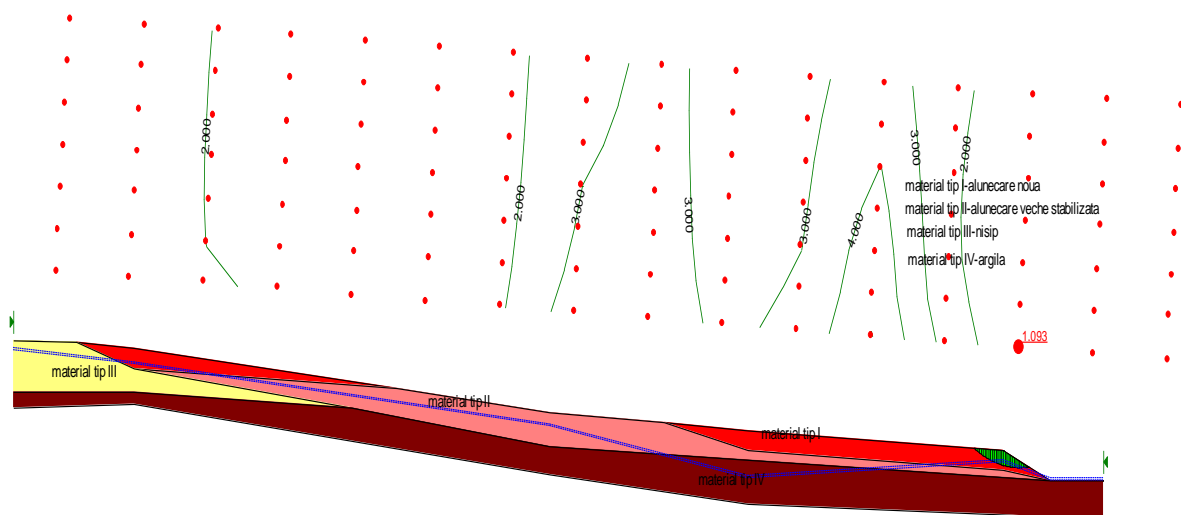


Fig.3.5. Profil I-I : Ipoteza nedrenat-situație actuală – static.

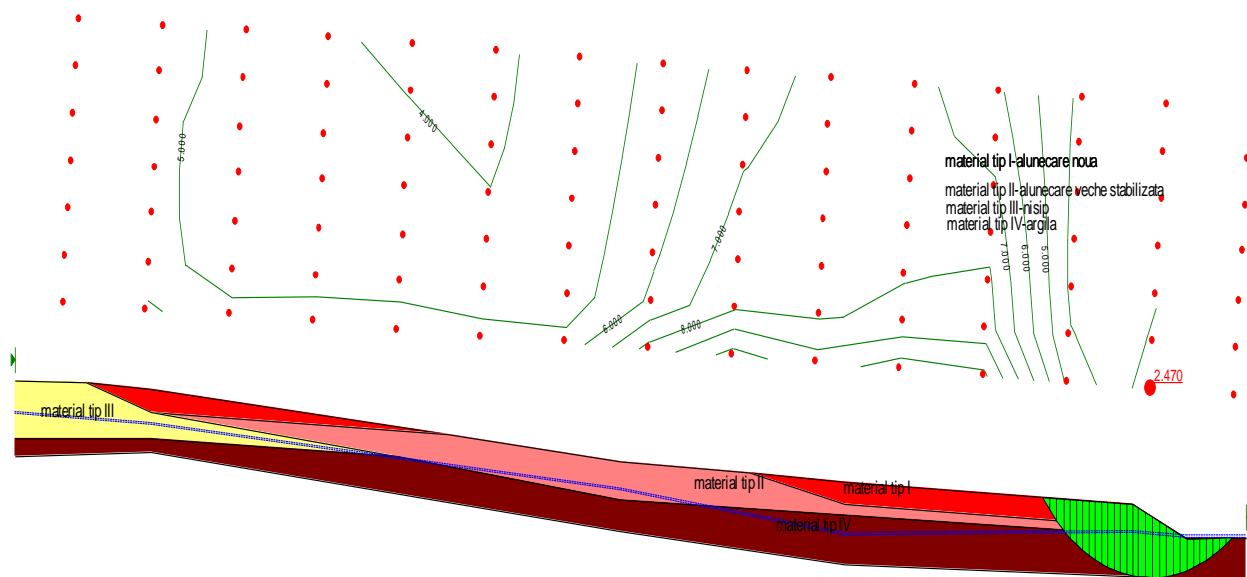


Fig.3.6. Profil I-I : Ipoteza nedrenat-situație actuală - dinamic

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

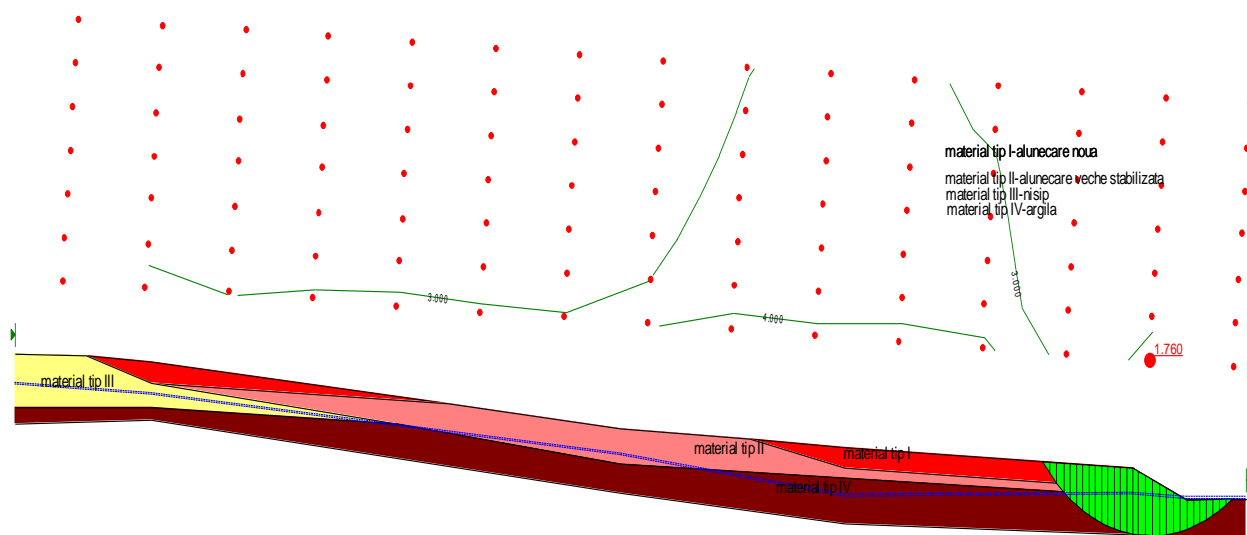


Fig. 3.7. Profil I-I Ipoteza drenat-soluție propusă – dinamic

Din analiza datelor obținute la execuția forajelor au rezultat următoarele :

-terenul din amplasament este reprezentat de diferite tipuri litologice de sol și anume: argile, argile grase, argile prăfoase, argile cărbunoase, cărbuni și prafuri nisipoase argiloase.

Aceste tipuri litologice sunt caracterizate detaliat în fișele geotehnice ale forajelor prezentate în studiul întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu. Fundamentul pliocen al zonei respective a fost interceptat în toate cele patru foraje executate și este alcătuit din secvențe argiloase cenușii - vineții în care sunt intercalate strate de cărbune și au indicatori fizico-mecanici cu valori în domeniul plastic consistent și plastic vârtos și compresibilitate medie din punct de vedere al parametrilor de rezistența mecanică.

Formațiunile deluviale cuaternare sunt alcătuite din secvențe argiloase și nisipoase, gălbui, cenușii și cafenii, puternic impurificate cu oxizi și hidroxizi de fier și mangan. Argilele sunt active și foarte active, sunt plastic consistente spre plastic moi și au o compresibilitate medie spre mare. Prafurile nisipoase argiloase cantonează și orizonturi acvifere care își manifestă prezența prin mustiri, băltiri și izvoare, atât pe versanți cât și la baza acestora.

Situția actuală din punct de vedere al stabilității

La data execuției forajelor de studiu (noiembrie 2005), apa subterană a fost întâlnită în toate forajele la diferite adâncimi așa cum rezultă din tabelul nr.3.2.

Tabel nr.3.2

Nr. Foraj	Cota Foraj(m)	Cota nivel apa(m)		Adincime nivel apa(m)		Obs.
		De aparitie	Stabilizat	De aparitie	Stabilizat	
F7	264,80	262,30	-	2,50	-	
F8	257,15	254,65	-	2,50	-	
F9	277,92	274,72	274,72	3,20	3,20	
F10	261,29	251,29	-	1,00	-	

Caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor întâlnite.

Caracteristici fizice:

Tabel nr.3.3

Caracteristicile Geotehnice	Simbol	Unitate de măsură	Argile: AG;AC;A; AP	Praf nisipos argilos
			Domeniu de variație	Domeniu de variație
Umiditate naturala	W	%	20,7-46,3	17,2-18,7
Indice de plasticitate	I _p	-	22,4-48,6	16,7-17,9
Indice de consistenta	I _c	-	0,40-0,85	0,68-0,73
Grad de indesare	I _d	-	-	-
Greutate volumetrica	γ _a	KN/m ³	15,0-20,3	17,5-18,6
Porozitate	n	%	36,0-55,0	41,0-44,0
Indice de porozitate	e	-	0,56-1,22	0,69-0,79
Grad de umiditate	S _r	-	0,80-1,02	0,58-0,72

Caracteristici de rezistență – deformație

Tabel nr.3.4

Caracteristicile geotehnice	Simbol	Unitate De Masura	Argile: AG;AC;A; AP	Praf nisipos argilos
			Domeniu de variatie	Domeniu de variatie
Unghi de frecare interna	\emptyset	Grade	4-17	19
Coeziune	C	daN/cm ²	0,10-0,35	0,04
Modul de deformare edometrica	M ₂₋₃	daN/cm ²	-	-
Coeficient de compresibilitate	a _{v2-3}	cm ² /daN	-	-
Tasare specifica	e p ₂	cm/m	-	-

Pe baza datelor obținute din forajele geotehnice, specialiștii din cadrul GEOCONSULTING INTERNAȚIONAL Ltd.-București, au întocmit grafice de variație ale principalilor indici geotehnici rezultați din studiu, anexale nr. 7-18, cu scopul folosirii informațiilor în evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecări de teren și stabilirii măsurilor de consolidare stabilizare ce vor constitui datele pentru proiect.

3.4. Evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecare.

3.4.1. Considerații privind datele geotehnice de calcul.

Pentru evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecări a fost folosit profilul transversal prin teren, conform secțiunii geologice în zona alunecării, prezentat în studiul geotehnic elaborat de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu.

Evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecare

Parametrii geotehnici de laborator pentru caracterizarea rezistenței la forfecare ai materialelor din zona planului de alunecare, unghiul de frecare internă și coeziunea c , au fost selectați inițial din datele geotehnice de laborator prezentate în studiul întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu..

Metoda folosită de laboratorul AMCIV.-Tg.Jiu, pentru determinarea valorii unghiului de frecare internă ϕ și coeziunea c , a fost forfecarea directă, metodă care nu permite măsurarea presiunii apei din pori și deci al nivelului de consolidare al probei în timpul testului. Umiditatea naturală a materialului reducându-se substanțial în timpul efectuării încercării, deși proba s-a efectuat în condiții drenate, care nu corespund situației actuale din teren, unde materialul este saturat și nedrenat. Pe aceste considerente, specialiștii GEOCONSULTING INTERNAȚIONAL – București, au modelat starea actuală din teren a materialului din planul de alunecare, efectuând calcule repetate (iterative), variind valorile parametrilor ϕ și c , până când coeficientul de stabilitate F_s , a devenit apropiat de valoarea $F_s=1$, pentru condiții statice de solicitare, situație care corespunde condițiilor de echilibru în care se găsește masivul de pământ din zona alunecată în prezent.

3.4.2. Metodele de calcul utilizate la proiectare, scenariile de cedare pentru care s-au făcut calcule, criteriile de rezistență și stabilitate urmărite.

În etapele anterioare de studiu întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu. s-au folosit metode de calcul care să permită estimarea stabilității taluzelor folosind metode din domeniul echilibrului limită.

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul nr.3.5.

Tabelul Nr.3.5

Coeficienți de siguranță obținuți F_s	F_s		
	Fellenius	Bishop	Metoda forțelor orizontale
$F_{s \text{ min}}$	0,6463	0,7211	1,301
$F_{s \text{ max}}$	3,2891	3,4691	1,581

Pentru obținerea acestor valori s-au folosit următorii parametri de calcul:

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

$$\gamma = 17,40-19,90 \text{ KN/m}^3$$

$$\varnothing = 6-8^\circ$$

$$c = 2-12 \text{ KPa}$$

Parametrii geotehnici folosiți în calcule au valori estimate din studiile geotehnice efectuate și prezentate în studiile elaborate de ICSITPML și de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu. în etape diferite de studiu al diferitelor zone din amplasament..

Metodele de calcul s-au bazat pe ipoteza cedării pe suprafețe de alunecare impuse, identificate în studiul întocmit de S.C. „Geoconsulting” S.R.L.- Tg.Jiu în variantele Fellenius, Bishop și Jambu, dar și de formă circular-cilindrică, pentru modelarea unor cedări locale, existente în amplasament.

3.4.2.a. Date privind metodele și programele de calcul.

Pentru estimarea stabilității la alunecare a fost folosit programul cunoscut sub denumirea de SLOPE/W-5, un produs soft care folosește teoria echilibrului limită pentru rezolvarea problemelor de stabilitatea taluzelor naturale.

Programul are următoarele posibilități de analiză în ceea ce privește:

Metode de calcul :

- Fellenius; Bishop
- Janbu; Spencer
- Morgenstern – Price
- Echilibrul limită generalizat
- Efort element finit

Geometria și stratificația

- diferite tipuri de soluri
- parțial imersat
- strate cu grosimi variabile și discontinuități
- strate impermeabile
- fisuri din tensiuni

Suprafețe de alunecare

- forme circulare
- forme specificate

Presiunea apei din pori :

- linie piezometrică specificată pentru fiecare tip de material
- coeficientul R_u al presiunii apei din pori
- conturul presiunii apei din pori

Proprietățile materialelor:

- materiale coezive (C și \varnothing)
- materiale necoezive ($\varnothing = 0$)
- materiale impermeabile
- densitatea

Forțe aplicate :

- forțe și suprasarcini; berme aval
- ancore; geotextil
- încărcări seismice

SLOPEE/W rezolvă două ecuații pentru factorul de stabilitate: una satisfăcând echilibrul de forțe și alta satisfăcând echilibrul de momente .

Pentru analiza efectivă, efortul tangențial este definit conform relației

$$\tau = c' + (\sigma_u - u) \operatorname{tg} \varnothing' \quad (3.1)$$

unde:

- γ – efort tangențial
- c' – coeziunea
- \varnothing' - unghiul de frecare internă
- σ_u - efortul normal
- u - presiunea apei din pori

În teoria echilibrului limită se consideră că:

- materialul se comportă conform relației Mohr – Coulomb
- factorul de siguranță este același pentru toate fâșiile;

În cazul echilibrului de momente :

Pentru fiecare caz, suma momentelor tuturor fâșiilor față de un punct comun poate fi scrisă:

$$\sum W_x - \sum S_m k - \sum N_f + \sum kW_e \pm \hat{D}_{ds} \pm A_a = 0 \quad (3.2)$$

de unde rezultă coeficientul de siguranță:

$$F_m = \frac{\sum [c' \beta R + (N - u\beta) R \tan \Phi']}{\sum W_x - \sum N_f + \sum kW_e \pm [D_d] \pm A_a} \quad (3.3)$$

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

În cazul echilibrului de forțe, suma forțelor pe o direcție orizontală pentru toate fâșiile este:

$$\sum (E_L - E_R) - \sum (N \sin \alpha) + \sum (S_m \cos \alpha) - \sum (kW) + [D \cos w] \pm A_a = 0 \quad (3.4)$$

de unde rezultă coeficientul de siguranță :

$$F_f = \frac{\sum [c' \beta \cos \alpha + (N - u\beta) \tan \phi' \cos \alpha]}{\sum N \sin \alpha + \sum kW - [D \cos w] \pm A} \quad (3.5)$$

Pentru determinarea stabilității la alunecare a taluzurilor amonte de calcul SLOPE/W folosește ca date de intrare :

-caracteristicile geotehnice ale materialelor care alcătuiesc corpul digului:

- greutatea volumetrică γ (kN/m³)
- unghiul de frecare internă ϕ (°)
- coeziunea c (kN/m²)

- curba de infiltrație prin material trasată prin puncte

- tipul de analiză (direcția de alunecare a taluzului stânga - dreapta sau dreapta- stânga)

- tipul de metodă de calcul (Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern-Price)

- planurile de tangență a suprafețelor de alunecare

- zona centrelor suprafețelor circulare de alunecare

3.4.2.b. Ipotezele de încărcare și coeficienții de siguranță.

Calculul de stabilitate și rezistență a taluzelor efectuate în actuala etapă de investigare au fost făcute de GEOCONSULTING INTERNAȚIONAL –București, pentru următoarele ipoteze

- **situația actuală**, în care materialul din planul de alunecare este saturat, nedrenat;

- **situația potențială de existență a terenului, după efectuarea lucrărilor de drenaj** amplasate în amonte de zona afectată de alunecări, când materialul va fi drenat și se presupune că se va consolida sub efectul drenajului, retaluzărilor și sub efectul greutatei proprii.

Parametrii geotehnici folosiți în calcule:

-condiții nedrenate – situație reală din teren

Evaluarea prin calcul a stabilității zonelor afectate de alunecare

$$\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi = 10^\circ$$

$$c = 20 \text{ KPa}$$

-condiții drenate –soluție propusă

$$\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi = 17^\circ$$

$$c = 28 \text{ KPa}$$

Valorile coeficienților de siguranță corelate cu poziția curbei de depresie și poziția suprafețelor potențiale de cedare specifice fiecărei ipoteze de calcul, rezultați din post calcule sunt prezentați în tabelul nr.3.6 și diagramele în anexele nr. 19-22.

Tabel nr.3.6

Fs	Ipoteza actuala – nedrenat		Ipoteza drenat-soluție propusă	
	static	dinamic	static	Dinamic
Ordinary	1,093	0,812	2,470	1,760
Bishop	1,101	0,818	2,682	1,916
Janbu	1,086	0,802	2,476	1,743

Din analiza acestor rezultate se desprinde observația că principalele cauze care generează instabilitățile locale și generale sunt:

- prezența apei la contactul dintre stratul purtător de apă și materialul argilos.
- panta generală a terenului existentă în zona de instabilitate,
- seismul sau vibrațiile artificiale din zonă.

Se constată, totodată, din analiza rezultatelor obținute, că în ipoteza în care se consideră materialul drenat, deci apa este îndepărtată din zonă prin diferite procedee, coeficienții de stabilitate se îmbunătățesc substanțial, fiind mai mari de Fs-1,3, valoare acceptată pe plan mondial pentru situații similare.

Valorile mici ale coeficienților de siguranță obținuți pentru suprafețe circular cilindrice sugerează că alunecarea se manifestă regresiv, prin pierderi locale succesive din aval ctre amonte, ipoteză care confirmă situația existentă pe teren.

În ipoteza apariției unui seism de intensitate maximă specifică zonei, ($a_k=0,08$), din estimările făcute, folosind limitările instrumentului de calcul folosit, rezultă că acesta poate fi stabil numai dacă se limitează accesul apei la nivelul planului de alunecare considerat și materialul din planul de forfecare este consolidat.

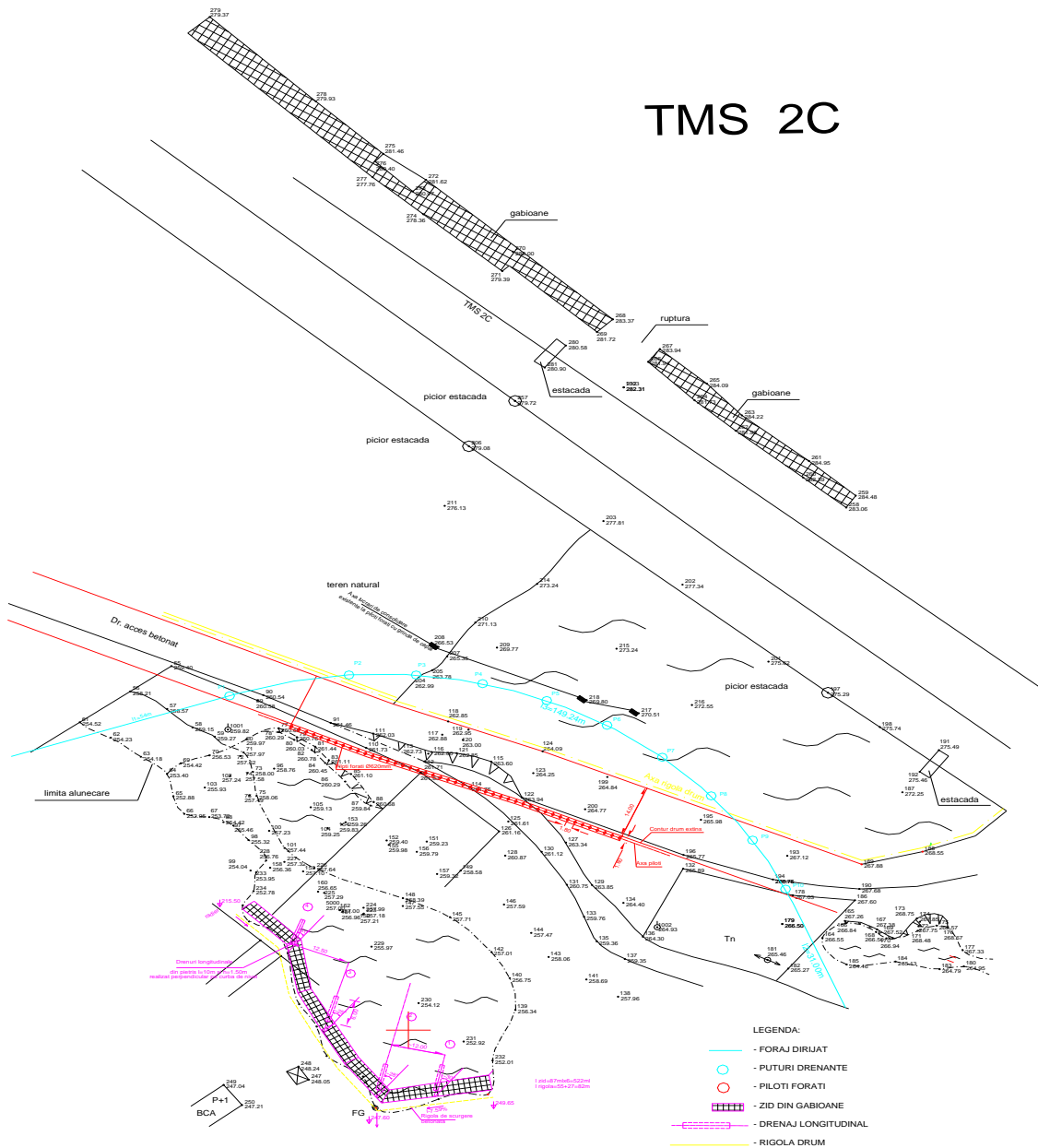
3.5. Soluții propuse pentru stabilizarea și consolidarea taluzelor din zona studiată.

Pe baza constatărilor făcute pe teren, a rezultatelor analizelor de stabilitate efectuate în cadrul acestui studiu și ținând cont de structura geologică identificată prin foraje, se propune ca principală măsură ce trebuie executată cât mai curând posibil, drenarea apelor infiltrate în masa de pământ prin proiectarea și realizarea unui sistem de drenaj amplasat în amonte de zona afectată în prezent de alunecări (figura nr.3.8).

Sistemul de drenaj poate fi format dintr-un șir de puțuri drenante de adâncime sau tranșee scurte conectate prin intermediul unui foraj dirijat care să evacueze gravitațional apa infiltrată, asociat cu realizarea de elemente de sprijin a taluzelor realizate din elemente deformabile de tipul gabioanelor amplasate la limita frontului alunecărilor, adiacent drumului existent. Totodată se recomandă a fi luate următoarele măsuri:

- Identificarea zonelor de aflorare a orizonturilor acvifere, preluarea debitelor de apă pe care acestea le cedează și scoaterea lor în afara perimetrului.
- Aducerea versanților care și-au pierdut echilibrul (și alunecă), la un unghi de taluz stabil prin remodelarea suprafețelor acestora folosind lucrări terasiere.
- Compactarea suprafețelor și profilarea lor pentru a nu mai permite apelor meteorice și de altă natură să pătrundă în corpul masei alunecate.
- Dirijarea apelor de suprafață prin profilarea suprafețelor, captarea lor într-o rețea de rigole și scoaterea lor în afara zonei afectate.
- Dimensionarea și betonarea șantului din marginea estică a drumului pe toată lungimea drumului.

Soluții propuse pentru stabilizarea și consolidarea taluzelor din zona studiată



3.6. Lucrări propuse a se executa.

Lucrările de execuție propuse a se executa în vederea consolidării și îmbunătățirea caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului, au fost prevăzute într-un ansamblu de lucrări ce urmează a fi executate în etape, acest lucru pentru a nu necesita un efort financiar concentrat într-o singură etapă și pe de altă parte , pentru a putea urmări direct și efectele fiecărei categorii de lucrări executate.

Pentru etapa I de execuție se propun următoarele lucrări:

- a) realizarea unui foraj dirijat, pentru colectarea apelor infiltrate în versant, pe zona „case de locuit – drum de acces la banda TMS 2c” (figura 3.9);
- b) realizarea a 10 puțuri de drenaj, în zona centrală a forajului dirijat care să colecteze apa din teren și să o direcționeze în forajul dirijat care o evacuează într-un emisar controlat (figura 3.11);
- c) realizarea unui șir de piloți forajați, betonați în aval de zona de drum afectat de alunecare, din apropierea benzii de transport steril TMS 2c;
- d) retaluzarea zonei de versant, cu alunecări de teren, cuprinsă între banda de transport TMS 2c și drumul de acces ce duce la banda TMS 2d;
- e) realizarea unei rigole, pe zona de versant cuprinsă între banda de transport TMS 2c și drumul de acces spre banda TMS 2d, pentru dirijarea apelor provenite din precipitații și debușarea lor în rigola drumului de acces;
- f) realizarea unui zid din gabioane pentru protecția locuințelor, ce sunt situate în imediata apropiere a zonei de versant în alunecare;
- g) realizarea unui număr de 4 șlițuri de drenaj, dispuse perpendicular pe versant, pentru drenarea apei din zona de alunecare, din perimetrul locuințelor;
- h) realizarea unei rigole betonate la baza zidului din gabioane, pentru colectarea apei provenite din drenaje și dirijarea ei în șanțul stradal;
- k) amenajarea zonei de versant alunecat din amonte, prin realizarea de platforme în trepte, pentru eliminarea zonelor cu denivelări unde se acumulează apă din precipitații;
- l) înierbarea zonei de teren amenajat în trepte , după alunecare și plantarea ei cu puieti (de salcâm de preferință)
- m) realizarea unui foraj dirijat pentru evacuarea apei din lacul din zona benzii TMS 2d.

3.6.1.Descrierea lucrărilor propuse.

Forajul dirijat

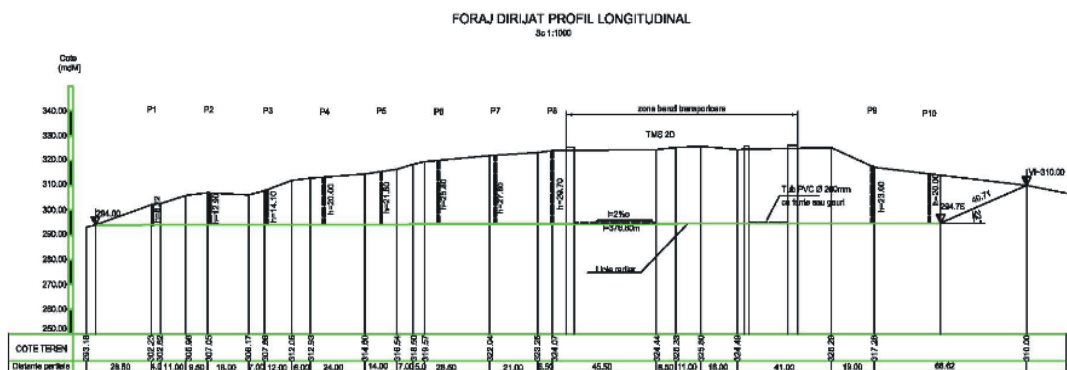


Fig. nr.3.9.Profil longitudinal prin foraj dirijat

a) **Forajul dirijat**, are o lungime de circa 236,0 m și pornește din vârful Vi sub un unghi înclinat de 22° ($l = 28,45m$) și ajunge la capătul terminal al forajului dirijat la cota 250,51 mdM. Coordonate Vi ; $x = 348197,86$ și $y = 374605,97$, cota teren este la circa 262,00 mdM. La 2,50 m distanța de baza zonei înclinate, pornește zona de foraj în curbă ($R = 100m$), cu lungimea de 149,24 m (unghiul în zona de curba este $83^\circ 37' 37''$) după care urmează ultima zonă de foraj în linie dreaptă de 54,00 m lungime, unde forajul iese la suprafață în punctul Ve, de coordonate $x = 348011,11$ și $z = 374673,24$, iar cota este de 250,00 mdM (figura nr).

Forajul dirijat după excavare, este echipat cu un tub de drenaj din PVC cu diametrul de 200 mm, prevăzut cu fante sau găuri pentru colectarea apei din zonele de pământ prin care trece, cât și din puțurile de drenaj pe care le întâlnește pe parcurs.

b) În zona centrală a forajului dirijat, respectiv în zona de curbă, situată în stânga drumului ce urcă spre banda de transport TMS 2c sunt pozate cele 8 puțuri de drenaj numerotate cu nr. P2...P9. Forajele cu numerele P1 și P10 sunt pozate în partea dreaptă a drumului (figura nr.3.10) .

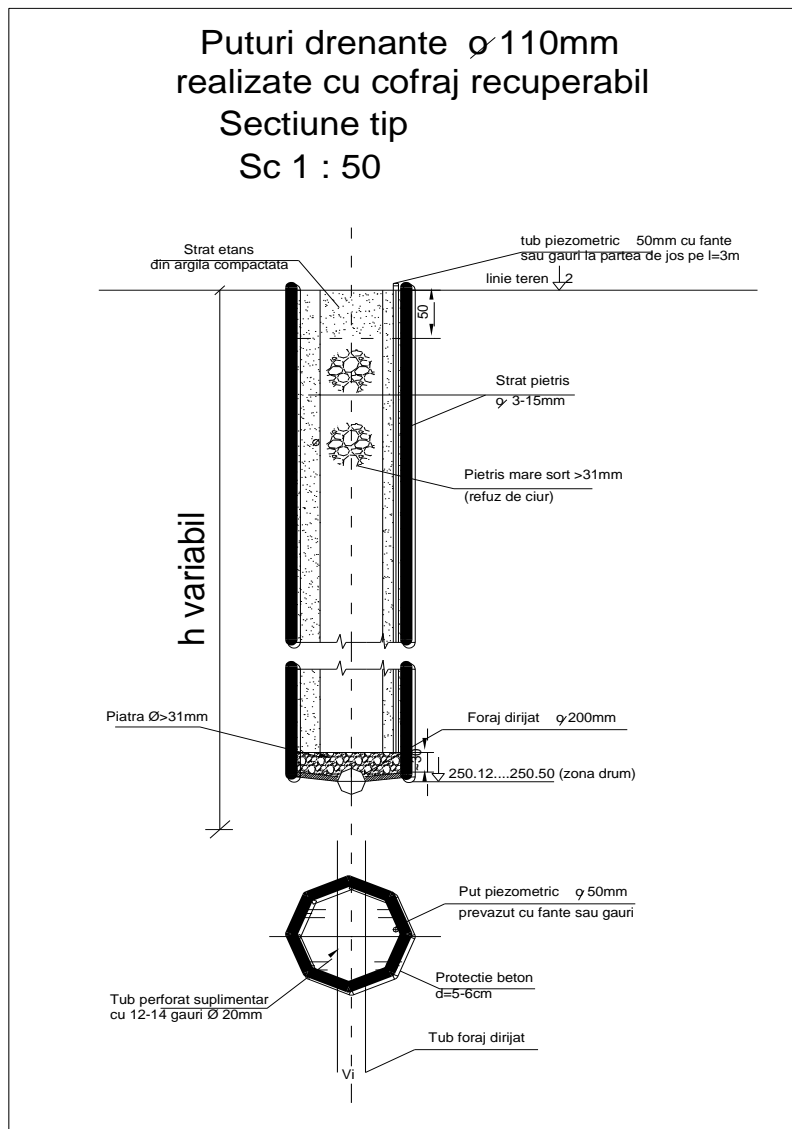


Fig. 3.10. Secțiune transversală prin puțul drenant

c) **Puțurile de drenaj** au diametrul de 1,10 m și adâncimea cuprinsă între 10,20 m P1 și 18,50 m P6, în funcție de cota terenului din zona amplasamentului.

d) Acestea pornesc de la cota terenului din amplasament și se opresc la cota părții superioare a tubului forajului. La această cotă, poate intra un muncitor în puț,

Lucrări propuse a se executa

pentru a pregăti legătura dintre puțul de drenaj și tubul forajului dirijat, respectiv pentru a îndepărta o parte din material din fundul puțului și a da găuri suplimentare în tub, pentru a înlesni scurgerea apei în acesta. Se vor da minim 12-14 găuri $\phi 20$ mm, pe secțiunea superioară a tubului. Pe fundul puțului, respectiv în părțile laterale tubului PVC, se va realiza un strat de protecție din beton de 5-6 cm grosime, iar deasupra lui pe 20-25 cm grosime, se va depune pietriș mare ($\phi > 31$ mm) iar pe restul de înălțime a puțului, se vor folosi cele două sorturi de pietris .

e) Puțurile se excavează cu instalație de foraj pentru piloți forajți (STAS 2561/4-90 – Piloți forajți de diametru mare) și se umplu cu material drenant compus din două sorturi, exceptand zona de radier. Zona periferică puțului de 25 cm grosime se umple cu pietriș sortul 3-15 mm, iar zona centrală cu bolovăniș cu diametrul > 31 mm (refuz de ciur de la stația de sortare)

f) Pentru realizarea celor două sorturi, se folosește cofrajul de la forare și un tub interior de separație, ambele recuperabile.

g) La partea superioară a puțului, pe 50 cm grosime, se depune strat argilos compactat, pentru protejarea stratului drenant de colmatarea de suprafață.

h) În fiecare puț drenant, se va monta câte un tub din PVC $\phi 50$ mm, prevăzut cu capăt de înșurubare și cu fante sau găuri pe înălțimea de circa 3 m, măsurată de la bază, aceasta pentru a putea fi măsurat nivelul apei în ele.

i) La forarea puțurilor, se vor lua probe din pământul excavat, care se vor preda beneficiarului pentru păstrare și prelucrare de către geologi.

3.6.2. Realizarea șirului de piloți forajți.

a) Rândul de piloți forajți, din zona drumului de acces, au rolul principal de consolidare a zonei de teren alunecat din aval, ce duce spre linia de transport TMS 2c și sunt înclinați spre zona de vale în direcția forajului F10 cu panta de 3:1, soluție adecvată în cazul împingerilor laterale mari (figura nr.3.11).

b) Folosind datele de teren actuale, s-a propus să se execute pe lungimea de 80 m afectată de alunecare, un număr de circa 46 piloți forajți, cu diametrul de $\phi 620$ mm și adâncimea de 15,60 m, din care 60 cm sunt prevăzuți pentru încastrare, în grinda din beton armat din capătul superior al acestora. Distanța între foraje va fi de circa 1,80 m (3 d).

**CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

c) În plan, piloții sunt poziționați lângă extremitatea din dreapta a drumului de acces ce urcă spre TMS 2d, respectiv cu marginea grinzii, tangentă la placa drumului de acces.

d) Poziția piloților se va definitiva după precizarea dacă pe această zonă se supralărgeste drumul sau nu, pentru transportul utilajelor de la benzile transportoare din amonte.

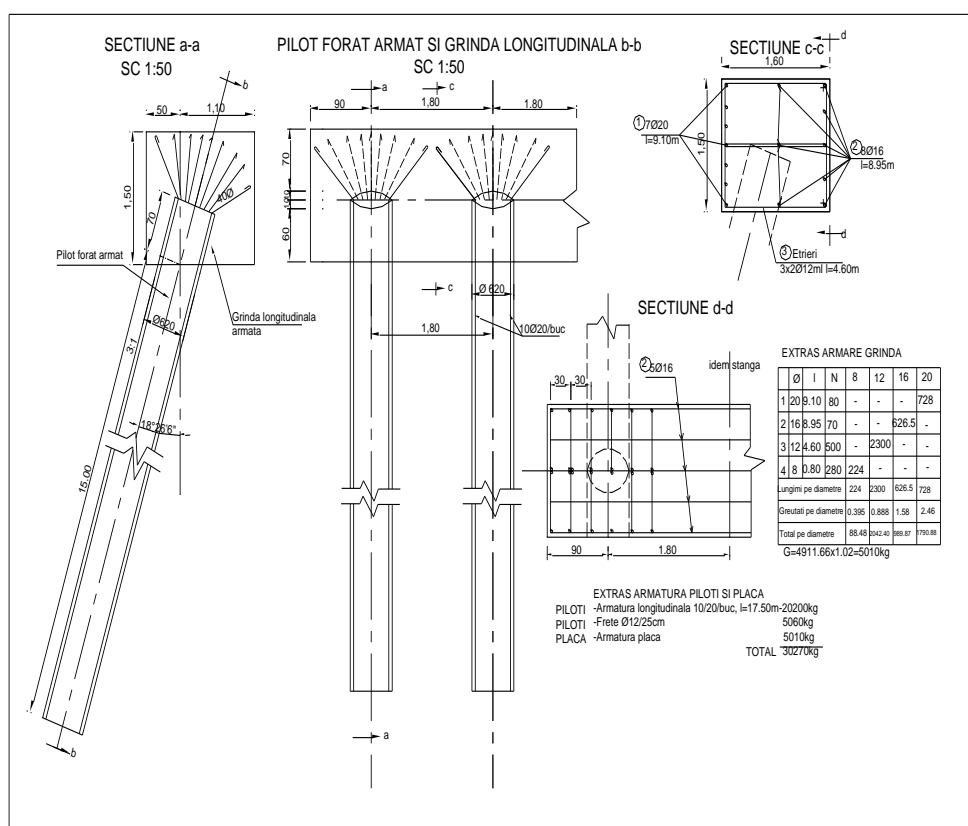


Fig. nr 3.11 – Armare piloți forăți

e) Piloții forăți au capatul de la suprafață, încadrat în grinda din beton armat de 1,60 m lățime și 1,50 m înălțime, în care pătrunde capul pilotului 60 cm și care are armătura de capăt, pe 40 φ inclusă în betonul grinzii.

Lucrări propuse a se executa

- Este posibil în acest caz, ca diametrul de 620 mm să fie insuficient și va fi necesar un diametru mai mare.

- Menționăm de asemenea că în conformitate cu prevederile STAS 2561/3/ 94 trebuie executati piloți de probă pentru definitivarea parametrilor piloților propuși pentru execuție.

f) Piloții forajți înclinați se vor arma cu 10 ϕ 20/buc PC52, armătură longitudinală, frete ϕ 12 mm dispuse la 15 cm distanță pe primi 4 m lungime și pe restul lungimii la 35 cm distanță și patine de ghidare la 4 m distanță (figura 3.12);

g) Se va folosi beton marca B-250 (C 20/22,5) cu ciment H II/A-S 45R, dozaj 400 kg/mc și agregate din zona I și II, normativ NE-012-99. Acoperirea armăturii va fi de 6 cm măsurată din exteriorul armăturii.

h) Piloții forajți vor fi prevăzuți în capul de la suprafață cu o grindă din beton armat de 1,60 m lățime și 1,50 m înălțime, în care pătrunde capul pilotului 60 cm măsurat în axa pilotului, prevăzuți cu armătura de capăt, pe 40 ϕ incluși în betonul grinzii. Pentru armarea plăcii se va vedea planul de execuție anexat la proiect.

3.6.3. Retaluzarea zonei de versant în alunecare.

- Înainte de executarea acestor lucrări, de pe zona din stânga drumului de acces spre TMS 2c, se va înlătura materialul căzut în secțiunea de scurgere a rigolei drumului, care este pe o lungime foarte mare înfundată, iar dacă aceasta este deteriorată, se va reface integral.

- Lucrările de retaluzare, constau din nivelarea terenului în lungul benzii transportoare, astfel încât să nu mai existe zone cu denivelări, mai mari de 3-4 cm, unde se poate aduna apa provenită din precipitații, care pătrunde în teren și-l îmbibă, modificându-i coeficienții geotehnici.

- Benzile de nivelare, se realizează sub formă de trepte descrescătoare, delimitate între ele de zone de taluz cu pante de 1:1,5. Toate aceste zone amenajate, se însămânțează și se plantează cu puieti. În același mod, se tratează și zonele de taluz cu alunecări, din zona locuințelor și zona intermediară, dintre cele două menționate.

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

3.6.4. Realizarea de rigole pentru scurgerea apelor din precipitații.

În zonele cu trepte între benzi, mai mari de 70-80 cm, la baza taluzului se vor realiza rigole de scurgere, betonate de preferință, sau protejate cu zidărie din bolovani de râu legați cu mortar de ciment (figura 3.12)

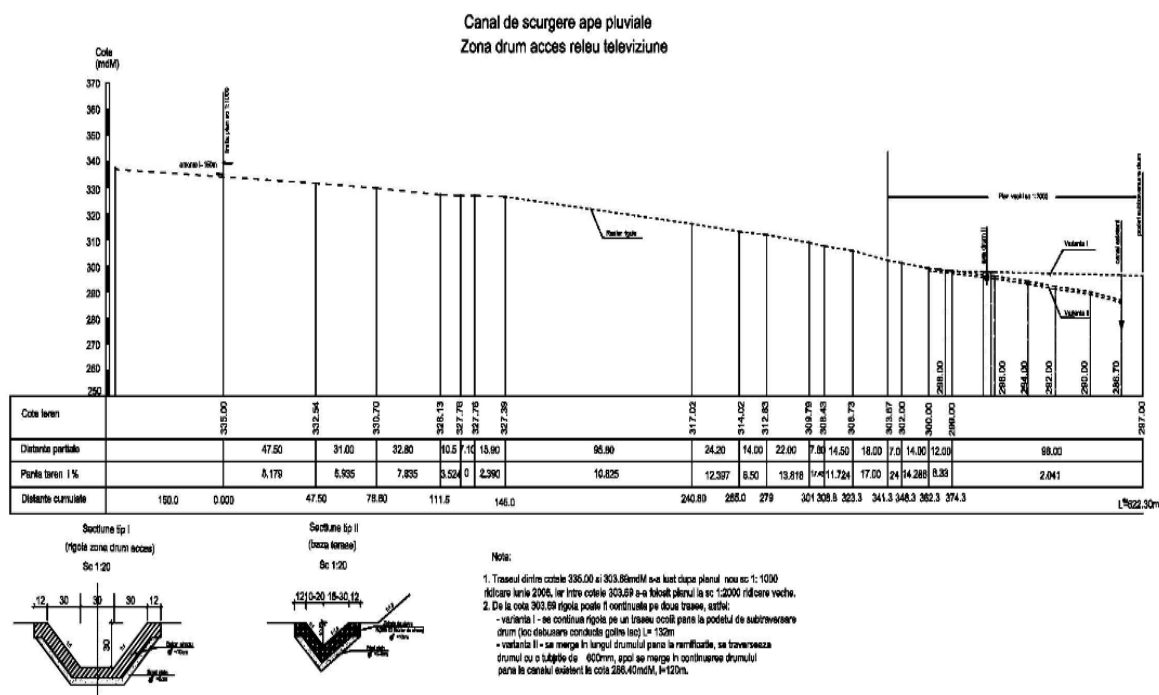


Fig.nr.3.12 Profil longitudinal al canalului de scurgere ape pluviale

S-a prevăzut o asemenea rigolă după treapta II de amenajare, pe zona din stânga drumului de acces TMS 2c, care are circa 100 m lungime și debușează în zona amonte a șantului drumului.

Rigola va fi de secțiune triunghiulară cu adâncimea de 20cm și înclinarea taluzelor 1:1în aval și 1:1,5 spre amonte. Secțiunea de scurgere se va proteja cu zidărie de bolovani legați cu mortar de ciment. Aceeași secțiune se va aplica și pe ravena din dreptul puțurilor drenante cu numerele P3 - P4.

În zonele din aval de drumul de acces, acestea se vor preciza pe teren în funcție de condițiile concrete din zonă și acceptul proprietarilor de teren.

**CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

2,0 m, urmărind înclinarea taluzului provizoriu, realizat prin săpare în versant, pentru pozarea gabioanelor, taluz prevăzut cu panta de 1:1. (se va adapta pe teren funcție de condițiile reale ale zonei).

Între gabioane și pământul din versant, se realizează un start drenant de 30 cm grosime, din pietriș cu granula 3-15 mm, care se continuă până la partea superioară a ultimului rând de gabioane, exceptând zonele cu drenuri longitudinale.

Rândul doi de gabioane, are primul gabion identic cu cel de jos, iar cel dinspre versant are 1,30 m la bază și 2,0 m în partea de sus și are tot 1m înălțime, iar rândul trei are înălțimea 0,50 m (gabion tip IV și V și lățimea de 1,0 m primul și 2,0 m cel din spate.

În cazul taluzelor, cu $h < 2,50$ m, rândul trei de gabioane nu mai este necesar.

La partea din spate a ultimului rând de gabioane s-a prevăzut o rigolă protejată cu zidărie din bolovani legați cu mortar de ciment, de formă triunghiulară cu $h = 0,20$ m și taluz 1:1 spre zid și 1:1,5 spre versant, care deșează în zona aval de zid în rigola de la baza zidului, prin intermediul unei țevi $\phi 200$ mm, înglobată în zid, având în vedere următoarele :

- sub zidul din gabioane, la contactul cu terenul de bază se va depune un strat de geotextil pentru ramforsare;
- precizăm deasemeni că execuția gabioanelor se va face pe tronsoane campioane de maxim 2 m lățime (un tronson se execută și unul nu în faza I a, mergând cu execuția până la capătul amonte, apoi se revine în faza a II a, la tronsoanele intermediare).

3.6.6. Drenarea apelor infiltrate

Pentru drenarea apei infiltrate în versant, s-au prevăzut 4 șlițuri longitudinale, ce pornesc din zona zidului din gabioane și pătrund în versant, pe linia de cea mai mare pantă, pe 6 m lungime, astfel (figura 3.8):

- șlițul are 0,80 m lățime, dacă poate fi executat mecanizat cu excavatorul și 1,20 m lățime, dacă se execută manual cu sprijiniri;
- în zona șlițului, nu se montează stratul drenant de 0,30 m grosime și se face legătura directă între materialul din șliț și cel din gabion. Stratul drenant se realizează în capătul drenului longitudinal,

Lucrări propuse a se executa

-șlițurile drenante, s-au prevăzut în zona profilelor 1, 2, 3 și 4, adică în zonele cele mai afectate în prezent. În cazul că se constată pe teren și alte zone identice sau umezite, se vor executa drenaje și în aceste zone. Precizăm că fenomenul de alunecare este activ, astfel încât pe parcursul timpului pot interveni elemente noi;

-șlițurile drenante se umplu cu material drenant, compus din două categorii de material, astfel; în exterior pe 20 cm grosime și în zona de capăt se așterne pietriș sortul 3-15 mm, iar în interior bolovani cu $\phi > 31\text{mm}$ (refuz de ciur);

-la partea superioară pentru protecție la colmatare pe 50 cm grosime se prevede material argilos compactat.

3.6.7. Realizarea rigolei de la baza zidului de gabioane.

Pentru colectarea apei din drenaje (zidul din gabioane și șlițurile drenante) și conducerea ei în afara incintei, s-a prevăzut realizarea unei rigole de formă trapezoidală betonată, care are lățimea la bază de 30 cm și înălțimea de 30 cm iar înclinarea taluzelor 2:1. Secțiunea de scurgerea este protejată cu beton simplu de 10 cm grosime (figura 3.14), realizată cu beton B200(C22,5).

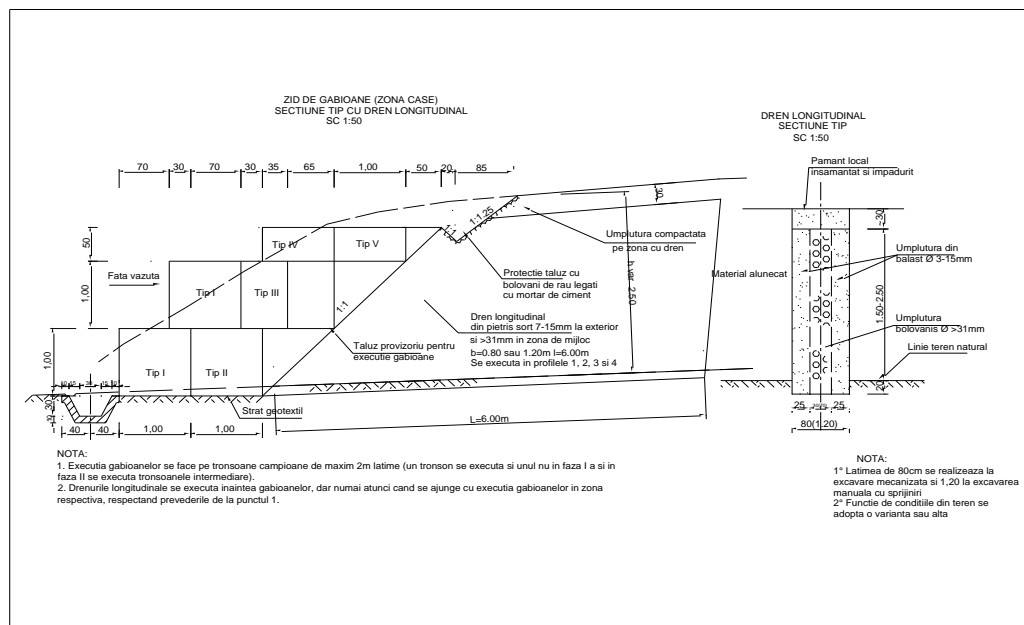


Fig. nr.3.14 Rigola de scurgere de la baza gabioanelor

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

Panta în lung este variabilă în funcție de cota terenului din zona de amplasament și în medie este cuprinsă între 7,08 % cea din stânga și 7,54 % cea din dreapta. Cote fund rigolă 251,50-247,60 prima și 249,65-247,60 a II a. Rigola din partea din stânga, privind spre versant din zona casei cu puțul de apă astupat, se unește cu cea din zona din dreapta și continuă cu o singură rigolă, prin curtea proprietarului mai sus menționat, spre șanțul din lungul drumului comunal.

3.6.8. Amenajarea zonei de versant alunecat.

Similar cu lucrările prevăzute pentru zona de taluz din stânga drumului spre banda TMS 2 și în această zonă, inclusiv în cea de-a III zonă de alunecare la care nu s-au prevăzut lucrări de consolidare, se vor executa lucrări de amenajare a taluzului în trepte (figura 3.15).

Lucrări propuse a se executa

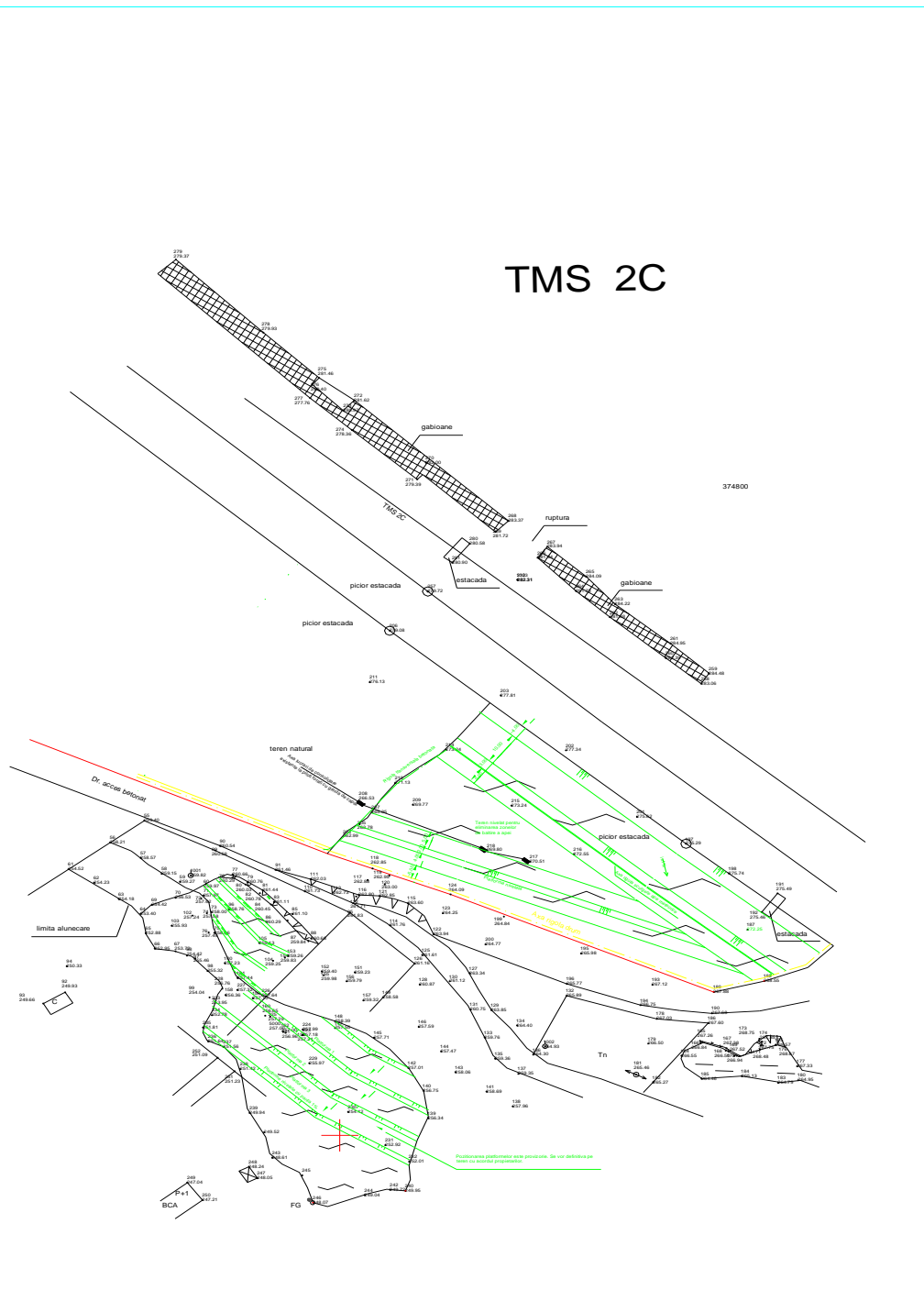


Fig. 3.15 Amenajare platforme (terase)

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

Scopul lucrărilor este același, eliminarea zonelor unde se pot acumula ape din precipitații. Lucrările constau, din amenajarea de platforme, cu taluze de 1:1,5 între ele, care să aibă un aspect estetic și să satisfacă și scopul propus. Rigolele de scurgere a apelor de pe teren, se vor realiza dacă va fi cazul, în funcție de zona de trepte realizată. (Se vor preciza pe șantier).

3.6.9. Plantații și însămânțări,

Toate aceste zone după amenajare se însămânțează graminee perene și se plantează cu puiți de preferință de salcâm.

Precizăm și cu această ocazie că terenurile sunt particulare și lucrările prevăzute se vor executa numai după precizarea de către beneficiar, că s-a obținut acceptul proprietarului și lucrările pot fi atacate.

3.6.10. Foraj dirijat pentru golirea lacului din zona benzii -TMS 2d

Lucrările pentru evacuarea apei din zona lacului natural, creat prin colectarea apei din precipitații din zonă, au scopul de a înlătura una din sursele de alimentare cu apă a zonelor de teren din aval. Această operație de evacuare, va fi urmată de alte măsuri de asanare și drenare a zonei, care să evite în viitor refacerea acumulării.

Pentru golirea lacului, se va utiliza un foraj dirijat cu diametrul tubului de evacuare de 250 mm care va porni din punctul Vi și va ieși în zona lacului în punctul Ve. Lungimea totală a forajului este de 595 m.

Punctul de intrare (Vi) va avea cota 329,50 mdM și va ieși în zona lacului în punctul Ve la cota 330,70 mdM, la circa 5,30 m sub cota actuală apei în lac (336,00 mdM).

Panta în lungul forajului va fi de 0,2 %.

Pe prima zonă de 126,0 m forajul merge în linie dreaptă până în punctul V_π după care urmează un traseu în curbă, cu raza de 300 m, l_c = 199 m până în punctul V_{Te}, iar în continuare pe 270 m, are traseu liniar până în punctul de ieșire în zona lacului (Ve).

Concluzii

Evacuarea apei în aval de forajul dirijat, se va face printr-o rigolă la zi sau printr-un tub îngropat în pământ sau combinat și se va debușa într-un emisar controlat. Traseul acestora și punctul de debușare se vor stabili ulterior pe teren, pe baza unui plan de detaliu. Menționăm că planul topo la scara 1:2000 este neactualizat și nu cuprinde zona din aval pentru stabilirea punctului de debușare. După prima estimare va fi de peste 500m lungime.

În ceea ce privește partea de racord dintre tubul forajului dirijat și zona lacului natural, aceasta se va face prin intermediul unui cămin de control, prevăzut cu vană de reglaj și închidere. Poziția lui și detaliile de execuție, se vor stabili după primirea unui plan topo la scara 1:200 cu zona respectivă, lucru ce trebuie făcut foarte urgent, pentru a elabora planul căminului, înainte de terminarea forajului dirijat.

După primirea planului topo se va stabili și soluția de asanare și drenare a zonei lacului, inclusiv soluția de evacuare a apelor din precipitații din zonă, pentru a preîntâmpina refacerea lacului.

Deasemeni, va trebui completat planul topo actual, cu zona din aval de debușare a forajului dirijat, respectiv până la punctul de debușare într-un emisar controlat.

3.7. Concluzii.

Ansamblul informațiilor obținute din cartarea geologică și identificarea zonelor de instabilitate a terenului, forajele geotehnice și testele de laborator permit formularea următoarelor concluzii principale:

- perimetrele investigate sunt afectate de alunecări de teren vechi de adâncime reactivat și de pierderi locale a stabilității taluzelor active;
- evoluția procesului de pierdere a stabilității este în funcție de prezența apei infiltrate, din precipitații sau din surse permanente existente în amonte de zona afectată în prezent. Procesul de pierdere a stabilității evoluează din aval către amonte și poate afecta noi volume de material;
- înălțimile mici (locale) de taluze (10 m), pot deveni instabile la unghiuri relativ mici de taluz (11-15°) sub influența apelor de infiltrații;

CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C – CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ

- coeficienții de siguranță sunt mai mici ($F_s=1,13$) pentru suprafețele de alunecare cele mai profunde (date de cercetările de teren) și luând în calcul influența apei;

- analize de stabilitate efectuate scot în evidență că înrăutățirea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor în aval de drum reduc stabilitatea globală a zonei cu posibilitatea avansării alunecărilor;

- faptul că terenul din zona alunecată (studiată) este neomogen, iar nivelul de apă nu a fost întâlnit în toate forajele, a făcut ca alunecările să evolueze treptat, zone neafectate inițial fiind și ele instabilizate și afectate de influența apei;

- soluția de stabilizare-consolidare propusă valabilă pentru toate zonele afectate constă din drenarea apelor infiltrate în masa de pământ prin proiectarea și realizarea unui sistem de drenaj amplasat în amonte de zonele afectate în prezent de alunecări.

Sistemul de drenaj poate fi format dintr-un șir de puțuri drenante de adâncime sau tranșee scurte conectate prin intermediul unui foraj dirijat care să evacueze gravitațional apa infiltrată asociat cu realizarea de elemente de sprijin a taluzelor realizate din elemente deformabile de tipul gabioanelor amplasate la limita frontului alunecărilor.

3.8. Soluții noi de prevenire a alunecărilor de teren și de stabilizare a versanților prin coborârea pânzei de apă freatică

În România există numeroase zone cu mari probleme legate de alunecări de teren, care asociate sau independente proceselor de eroziune, au o largă răspândire pe terenurile în pantă, alunecări ce pot produce importante pagube materiale sau chiar și pierderi de vieți omenești. Consolidarea acestora implică lucrări de foarte mare complexitate și foarte costisitoare.

Trebuie precizat faptul încă de la început că marea majoritate a alunecărilor se produc ca urmare a acțiunii simultane a mai multor factori, însă esențial este faptul că ele sunt asociate/specifice perioadelor cu precipitații abundente sau topirii bruște a zăpezii, care contribuie la producerea inundațiilor.

Una dintre soluțiile noi de coborâre a pânzei de apă freatică, este cea a „Drenajului de adâncime cu drenuri sifon și drenuri electropneumatice” (63).

Soluții noi de prevenire a alunecărilor de teren și de stabilizare a versanților prin coborârea pânzei de apă freatică

Tehnologia de creștere a siguranței la alunecare a pantelor (taluzuri, versanți), prin coborârea pânzei de apă freatică, utilizând drenurile sifon, are o istorie de peste 10 ani. Sistemul a fost brevetat internațional și a fost pus la punct de specialiștii grupului R.E.S.S. din Franța. Până în prezent au fost executate de peste 200 de șantiere în Franța, Italia și Elveția.

3.8.1. Mod de funcționare.

Principiul care a stat la baza întregului sistem este cel al sifonării gravitaționale. Pe amplasamentul zonei active sau cu potențial de alunecare sunt plasate în foraje, drenuri verticale sau înclinate a căror adâncime trebuie să străpungă pânzele de apă freatică ce urmează a fi asanate. Apa din aceste drenuri va fi apoi „sifonată” profitând de pantă, prin tuburi de diametru variabil, coborâte până la baza fiecărui dren. De aici apa este transportată către elementele numite „sasuri automate” (câte unul pentru fiecare tub de sifonaj), ce sunt amplasate într-un cămin de vizitare aflat în aval, la 50 – 100 m față de aliniamentul drenurilor. Aceste elemente au rolul de a împiedica dezamorsarea sistemului pe toată perioada exploatarei drenurilor (figura 3.16-3.18).

Condiția exențială este ca limita superioară a rezervorului de apă din drenul vertical să fie la aceeași cotă cu orificiul de eliminare a apei din sasul automatic corespunzător (plan dereferință).

În final apa este eliminată într-un emisar natural, sau depozitată, pentru a putea fi folosită ca apă potabilă sau industrială.

3.8.2. Avantajele utilizării drenurilor sifon

- Costuri mult mai mici decât soluțiile utilizate în prezent prin eliminarea lucrărilor de consolidare a versanților (coloane, piloți, ziduri de sprijin, ancoraje).
- Funcționarea corectă a drenurilor la parametrii proiectați este garantată pe timp nelimitat ca urmare a faptului că acestea pot fi spălate ori de câte ori este nevoie (în medie de 1-2 ori pe an), posibilitatea de colmatare a drenurilor cu material fin fiind eliminată.

**CAP. III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**

- Nivelul pânzei de apă coborât poate fi verificat foarte simplu, în orice moment, după darea în exploatare a lucrării.
- Posibilitatea de modificare a capacității de drenaj poate fi schimbată în timpul exploatării, în funcție de debitul pânzei de apă freatică.
- Utilizarea sistemului de „drenuri sifon” are la bază principiul sifonării gravitaționale sau drenuri electropneumatice.
- Nivelul apei subterane poate fi coborât până la adâncimea de 8,50 – 11,50 m pentru o rețea de drenuri sifon. Dacă se dorește o coborâre mai substanțială a nivelului pânzei de apă freatică până la adâncimi de 100 m se poate folosi o rețea de drenuri electropneumatice.

Aceste tehnologii brevetate internațional, pot fi folosite acum și în România, specialiștii în domeniu sunt în măsură să pună în aplicare noi tehnologii de stabilizare a versanților cu potențial alunecător și coborâre a pânzei de apă freatică.

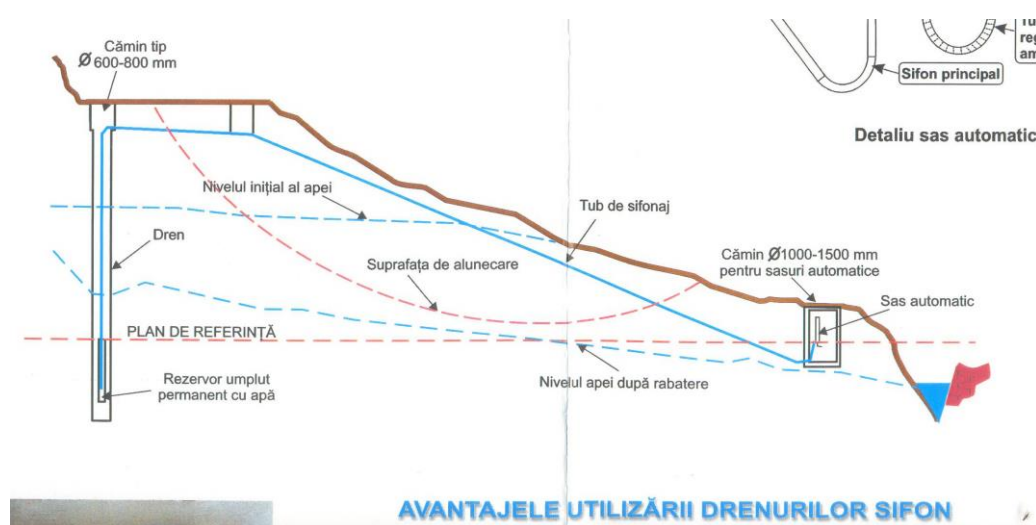
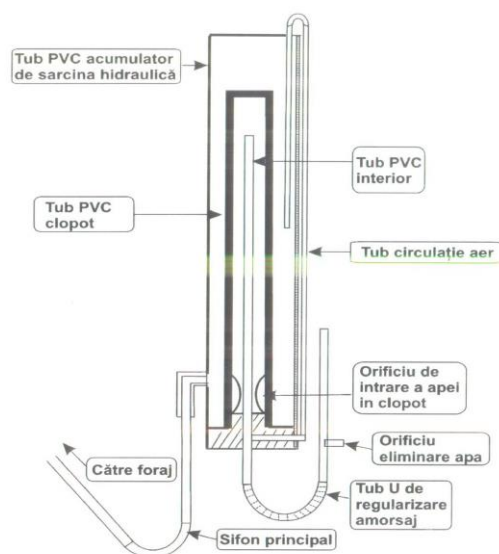


Fig. 3.16 Schema de amplasare a drenurilor sifon

**Soluții noi de prevenire a alunecărilor de teren și de stabilizare a versanților prin
coborârea pânzei de apă freatică**



Detaliu sas automatic

Fig. 3.17 Detaliu sas automatic

tic

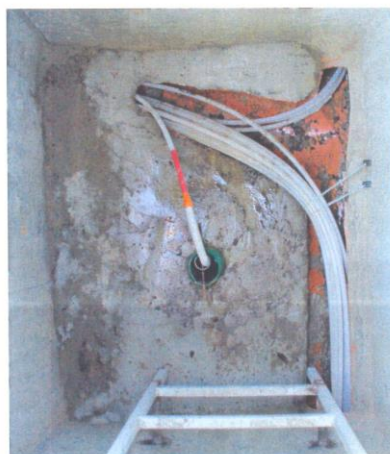


Cămin de vizitare Ø1000-1500 mm
cu sasuri automate

**CAP.III. SOLUȚII PROPUSE PENTRU STABILIZAREA TERENURILOR ÎN ZONA BENZII
TRANSPORTOARE TMS - 2 C - CARIERA JILȚ SUD - MĂTĂSARI, JUDEȚUL GORJ**



Cămin de vizitare Ø600-800mm
pentru drenuri sifon



Cămin de vizitare Ø600-800mm
pentru schimbare de direcție

Fig 3.18 Cămine de vizitare

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

4.1. Generalități

Teritoriul administrativ al comunei Crasna este amplasat în zona de nord - est a județului Gorj și are ca vecini:

- la Nord - județul Hunedoara
- la Vest - comuna Mușetești
- la Sud - comuna Balanesti, Săcelu și Bengești - Ciocadia
- la Est - orașul Novaci

Lucrarea propusă este amplasată, pe raza satului Dumbrăveni aparținătoare comunei Crasna, județul Gorj, pe drumul județean DJ 665 C Dumbrăveni - Bobu în dreptul km 5 + 000.

4.2. Necesitatea și oportunitatea lucrării.

Lucrarea prezentată are ca obiectiv consolidarea terasamentului în zona cuprinsă între km 4 + 985 - km 5 + 015 și refacerea suprastructurii rutiere pentru porțiunea degradată a drumului județean între km 4 + 975 - km 5 + 025.

Pentru consolidarea terasamentului drumului în zona afectată de alunecări s-a propus realizarea următoarelor lucrări :

- a unui dren longitudinal fund de șanț, pe partea stângă a drumului;
- a unui șanț longitudinal pereal pe partea stângă a drumului;
- a unui dren transversal;
- a 55 de micropiloți încastrați în radier tip zid de sprijin pentru susținerea terasamentului pe partea dreaptă a drumului;
- a unui dren spic pe partea dreaptă a drumului în zona adiacentă acestuia.

4.3. Datele tehnice ale lucrării

4.3.1. Suprafața și situația juridică a terenului.

Terenul de amplasare al lucrărilor este un teren de utilitate publică fiind în administrația Consiliului Județean Gorj. Intrucât lucrările proiectate vor avea același amplasament cu cele existente, nu vor fi necesare expropieri.

4.3.2. Caracteristicile geofizice ale terenului de amplasament.

Din punct de vedere al normativului P100-92 , zona de amplasare este situată în zona E de seismicitate (gradul 7) cu coeficient de seismicitate $k_s = 0.12$, cu o perioada de colț $T_c = 1.0$ s.

4.4. Situația existentă

Amplasamentul sectorului de drum studiat este situat într-o zonă geografică cu specific deluros, ca urmare și caracteristicile drumului sunt adaptate acestei particularități:

- este realizat în profil transversal mixt, în stânga drumului este în palier, având în vecinătate gospodării cu grădini slab vegetate cu pomi fructiferi, iar în partea dreaptă, drumul este în rambleu, terenul natural având pante variabile cu numeroase denivelări.

În urma precipitațiilor abundente din anul 2005 alunecările produse în terasament au condus la degradări majore a suprastructurii drumului manifestate inițial prin fisuri și crăpături ale structurii rutiere care au evoluat apoi și au dat naștere la degradări de tipul rupturilor, a tasărilor și a alunecărilor generale.

Lipsa sistemelor de colectare și evacuare ale apelor pluviale au condus la infiltrarea apelor de suprafață în patul drumului și inevitabil în zona de rambleu din partea dreaptă a drumului, ducând la pierderea stabilității acestuia și a structurii rutiere prin rupere și alunecare, prezentat în imaginile alăturate (Foto nr.4.1):

Datele tehnice ale lucrării ; Situația existentă



La data efectuării studiilor geotehnice s-a constatat că pe versantul din partea dreaptă a drumului este formată o depresiune în care apa bălțește.



Foto nr.4.1. Imagini cu alunecări de teren în zona drumului

Aceste degradări ale terasamentului și a suprastructurii drumului care au îngreunat foarte mult circulația autovehiculelor pe acest sector au impus urgent realizarea lucrărilor de consolidare, deoarece exista pericolul ca aceste alunecări să evolueze, mai ales în condiții de precipitații abundente, fiind posibilă afectarea caselor și anexelor gospodărești din împrejurimi cu consecințe nefaste asupra locuitorilor.

Cauzele producerii acestor alunecări sunt prezentate în studiul geotehnic elaborat de S.C. „GEOCONSULTING” S.R.L. Tg. Jiu.

Urmare a celor prezentate în studiul geotehnic s-a considerat că este necesară proiectarea și realizarea unor lucrari urgente de refacere și consolidare a terasamentelor și suprastructurii drumului pe acest sector, pentru asigurarea viabilității și siguranței în exploatare.

4.5. Degradări produse la Drumuri Județene (DJ 675C)

Alunecarea de teren a cuprins o suprafață de teren cu dimensiunile de 150 m lățime și 350 m lungime, prin apariția de fisuri și crăpături, tasare în trepte cu adâncimi de 0,8 - 1,5 m, care a afectat structura drumului județean DJ 675 C (zona Stîlp nr 119 LEA 20 kv), respectiv (Foto nr.4.2):

- scufundarea (tasarea) infrastructurii zonei carosabile a drumului județean pe lungimea de 35 m și adâncime de cca 0,5-1,0 m;
- degradarea suprastructurii drumului prin apariția fisurilor și crăpăturilor în profunzime și ruperea îmbrăcămintei din beton în profil transversa și longitudinal;
- deteriorarea rigolelor de scurgere a apei de o parte și alta a zonei de drum afectată;
- datorită degradărilor evidențiate, circulația pe acest sector de drum se desfășoară cu dificultate.

Descrierea lucrărilor proiectate



Foto nr.4.2 Degradări la DJ 675C

4.6. Descrierea lucrărilor proiectate.

Lucrările proiectate vizează în principal eliminarea cauzelor alunecării produse – apa de infiltrație, adică asanarea zonei precum, sprijinirea și consolidarea terasamentelor afectate de alunecări.

Pentru consolidarea terasamentelor în zona studiată au fost propuse prin soluțiile proiectate realizarea următoarelor lucrări (figura 4.3):

- execuția a 55 de micropiloți (coloane din beton) cu $D_n = 324$ mm, solidarizați la partea superioară cu o grindă tip radier din beton armat (care constituie soluția de îmbunătățire a terenului de fundare a zidului de sprijin);
- execuția zidului de sprijin cu elevație din beton;

**CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI
JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000**

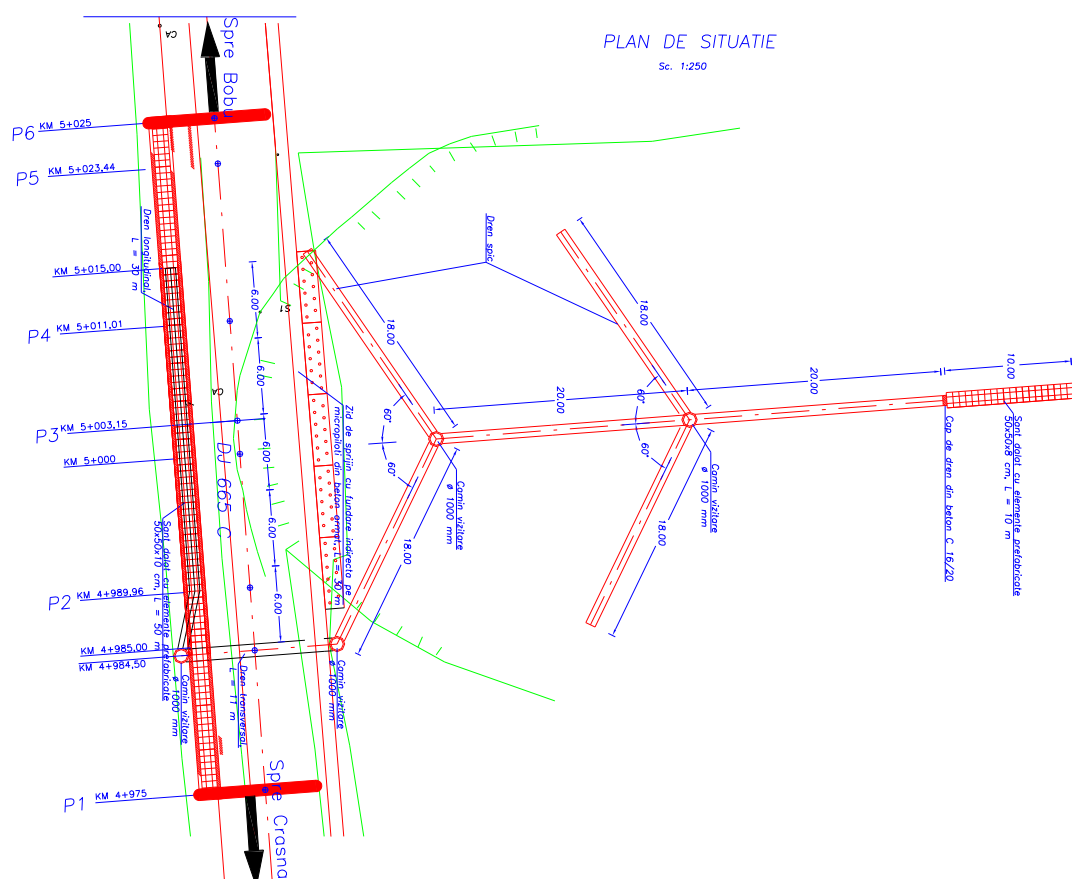


Fig.nr.4.1. Plan amplasare lucrări executate

- execuția unui dren transversal;
- execuția unui dren longitudinal fund de șanț, pe partea stângă a drumului;
- execuția unui șanț longitudinal pereat pe partea stângă a drumului;
- execuția unui dren spic pe partea dreaptă a drumului în zona adiacentă acestuia; refacerea structurii rutiere.

4.6.1. Coloanele din beton armat și radierul.

Din studiul geotehnic elaborat de firma specializata S.C. „GEOCONSULTING” S.R.L. Tg. Jiu, rezultă că începând de la suprafața actuală a terenului din amplasament, stratificația este reprezentată de sol fertil pe primi 20 cm urmată de o argilă cafenie umedă cu pietriș până la adâncimea de 1,60 m, după care continuă cu un strat de argile galbui cafenii plastic moi și plastic consistente cu intercalațiuni calcaroase până la adâncimea de 2,90 m. Între 2,90 m și 3,20 m se găsește o argilă grasă vânată care continuă cu intercalațiuni ruginii până la adâncimea de 3,80 m, urmată de un strat de nisip fin ruginiu până la adâncimea de 4,10 m. Sub aceasta se află un strat de argilă vânată plastic consistență la plastic vâtoasă până la adâncimea de 6,00.

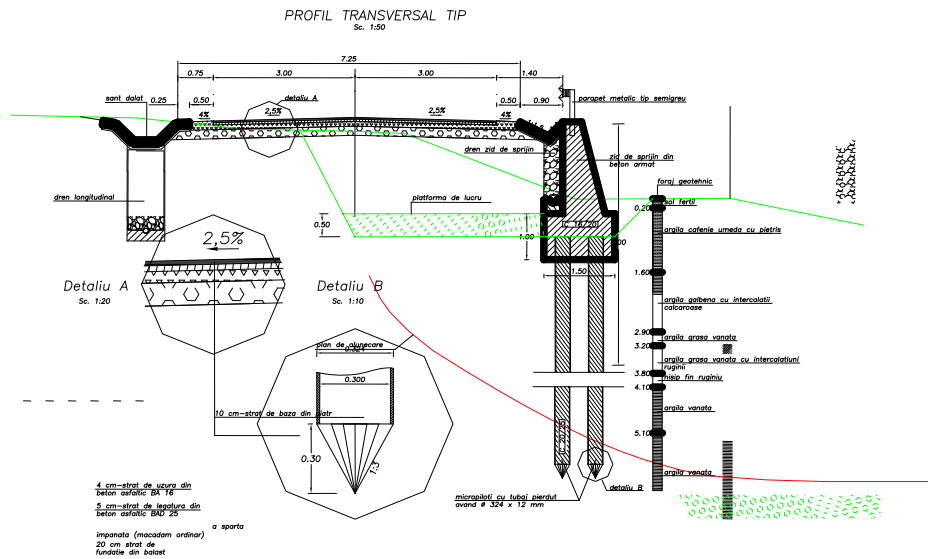


Fig.nr.4.2. Secțiune transversală prin micropiloți foraji pe loc

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

Din aceste considerente pentru a se ajunge în terenul ce prezintă caracteristici bune de fundare, în documentație se propune execuția de micropiloți, cu adâncimea de 6,00 m și diametru de 324 mm, dispuși pe două rânduri astfel (figura 4.4):

- primul rând (R1) de micropiloți este realizat din 28 de coloane cu distanța interax (longitudinală radierului), de 1,00 m;

- al doilea rând (R2) de micropiloți este realizat din 27 coloane cu distanța inter - ax (longitudinala radierului), de 1,00 m. Cel de al doilea rând de micropiloți este amplasat la o distanță interax (transversal radierului), de 0,70 m față de rândul R1, rândurile fiind decalate între ele (longitudinal) cu 0,50 m.

În vederea executării piloților s-a optat pentru soluția inițială de forare prin batere cu soneta universală la uscat a unor tuburi metalice de 324 x 12 mm. Pentru a ușura baterea piloților și pentru a evita intrarea pământului în interiorul tuburilor, acestea au fost prevăzute cu un vârf metalic conic.

Armarea s-a calculat conform STAS 10111/2-87, corespunzătoare unei secțiuni circulare solicitate la compresiune excentrică cu armătura longitudinală uniform distribuită pe contur. La calculul armăturii nu s-a ținut cont de tubul metalic ce îmbracă la exterior piloții.

Armarea piloților se face cu o carcasă de armătură având șase bare cu \varnothing 18 mm din oțel PC 52, ce vor fi solidarizate cu o fretă \varnothing 8 mm din OB 37 cu pasul de 20 cm. În partea superioară a coloanei, pe înălțimea de 1,00 m, freta va avea pasul de 15 cm. Poziționarea carcasei de armătură în centrul piloților se va face cu ajutorul unor distanțieri din oțel OB 37.

Capetele coloanelor la partea superioară au fost solidarizate cu ajutorul unui radier tip zid de sprijin, din beton armat. Radierul amplasat între km 4 + 975 – km 5 + 025, are o lungime de 30,00 m, o lățime de 1,50 m și o înălțime de 1,00 m, fiind împărțit în 5 tronsoane. Lungimea fiecărui tronson este de 6,00 m, înălțimea elevației zidului de sprijin fiind constantă și egală cu 2,00 m.

Detaliile de execuție și de armare a radierului cu zidul de sprijin sunt prezentate în planșele de execuție.

În spatele elevației radierului tip zid de sprijin s-a executat un dren longitudinal, care descarcă apa în drenul transversal proiectat.

4.6.2. Drenul transversal.

În zona afectată de alunecări, pentru asigurarea scurgerii apelor din drenul longitudinal fund de șanț de pe partea stângă a drumului, s-a realizat un dren transversal.

Radierul drenului transversal s-a realizat din beton simplu C 8/10, cu rigola R = 10 cm. Drenul are o lățime de 1,00 m și grosimea de 0,30 m, corpul drenului realizandu-se din piatră brută. Pentru împiedicarea infiltrațiilor de material necoeziv în corpul drenului acesta s-a protejat cu un geotextil de tip NETESIT. Înălțimea drenurilor descrește variabil de la o înălțime de 2,50 m și s-a executat respectând cota de descărcare în căminul de vizitare (figura nr.4.3).

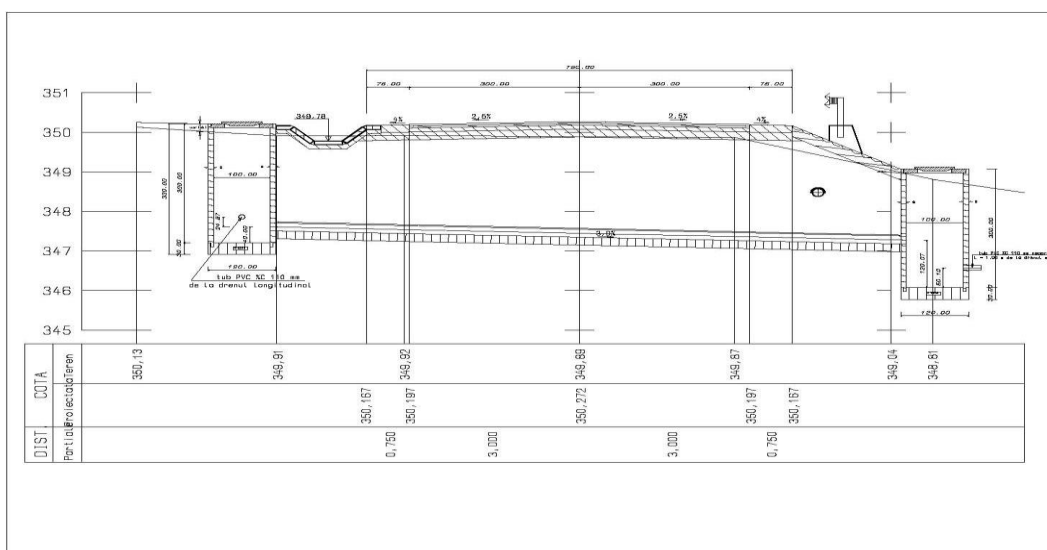


Fig. nr. 4.3. Profil longitudinal prin drenul transversal

Pe lungimea corespunzătoare taluzului, drenul se încheie cu un pereu din piatră fixată în beton în grosime de 24 cm și o lățime de 1,40 m.

La capătul din aval drenul transversal descarcă într-un cămin de vizitare având diametrul de 1000 mm cu o înălțime de 3,00 m. apele din acest cămin sunt preluate de renul spic.

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

Căminul de vizitare s-a executat din tuburi prefabricate din beton, cu diametrul de 1000 mm și a fost prevăzut cu capac din beton armat prefabricat. Radierul căminului s-a executat din beton simplu C 12/15. Cota radierului este realizată cu 30 cm mai jos față de cota tubului de evacuare. Tubul de acces trebuie să fie cu cel puțin 10 cm deasupra tubului de evacuare.

4.6.3. Dren longitudinal și șanț pereat.

Drenul longitudinal executat sub fundul de șanț are rolul de a capta apele de infiltrație din partea stângă a drumului. Drenul longitudinal descarcă apele în drenul transversal prin intermediul căminului de vizitare (figura 4.4).

Drenul este realizat pe o lungime de 30 m (km 4+985 – 5+015), având lățimea de 80 cm și o înălțime de 2,00 m.

Radierul drenului longitudinal executat din beton simplu C 8/10, are o secțiune dreptunghiulară de 20 x 80 cm.

Filtru drenului este realizat din geotextil care acoperă pereții laterali ai tranșeei și radierul drenului. Corpul drenului, la partea inferioară, s-a executat din piatră spartă având grosimea de 30 cm, peste care s-a realizat un strat drenant din balast, agregate cu care se realizează și racordarea la structura rutieră proiectată.

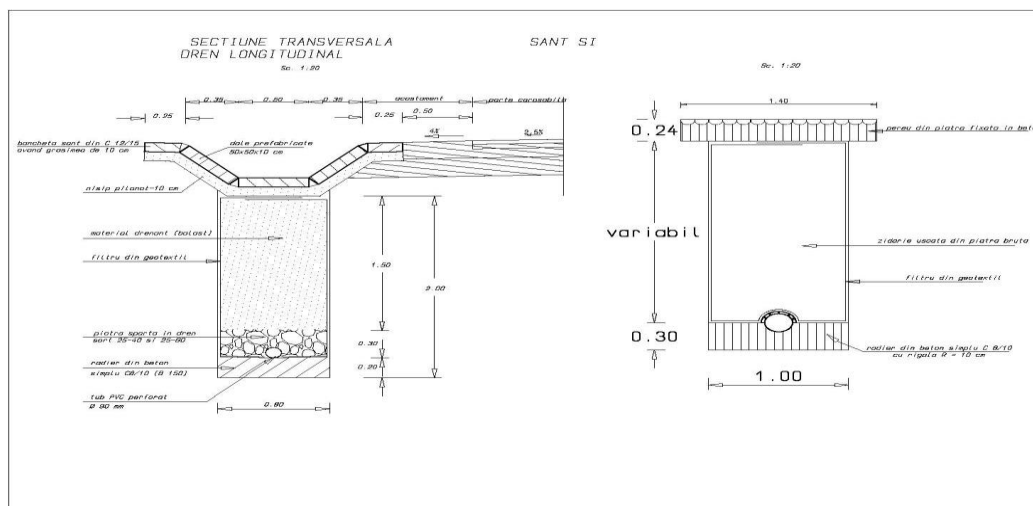


Fig. nr.4.4 Dren longitudinal

Descrierea lucrărilor proiectate

Pe partea sângă a drumului, pe întreaga lungime a zonei studiate, a fost proiectat și executat un șanț pereat cu dale de beton de 50 x 50 x 8 cm, de formă trapezoidală în lungime de 50,00 m (km 4+975 - 5+025), pentru preluarea apelor provenite din precipitații.

Pentru consolidarea marginilor șanțului pereat s-au executat banchete din beton clasa C 12/15 în forma dreptunghiulară, având dimensiunea de 25 x 10 cm.

4.6.4. Execuția drenului spic.

Pentru a drena apele de pe versantul aflat în partea dreaptă a drumului (la data efectuării studiilor geo s-a constatat că pe acest versant este formată o depresiune în care apa bălțește), s-a proiectat un dren spic cu două ramuri de o parte și de alta a acestuia. Una dintre ramurile drenului spic, aflate în vecinătatea drumului, va prelua prin intermediul căminului de vizitare aflat în capătul drenului tranvesal și apele colectate de acestea. Drenul spic aflat pe versantul din dreapta drumului va descărca la zi apele colectate în căminul prevăzut (figura 4.5).

Deoarece zona în care va fi amplasat drenul spic este într-o continuă frământare, pentru execuția acestuia s-a optat la o soluție care să permită preluarea eventualelor deformații fără ca acesta să sufere rupturi. În acest sens s-a renunțat la radierul rigid din beton simplu, urmând ca înainte de așezarea filtrului drenant, pe fundul drenului și pe 30 cm pe pereții verticali să se așeze o folie de PVC, urmată de lansarea unui tub riflat din polietilenă având diametrul de 110 mm.

După aceste operațiuni se va trece la umplerea drenului în straturi compactate manual pe toată lungimea tronsonului de lucru. Primi 30 cm se realizează din piatra spartă, peste care se execută umplutura din balast. Balastul din corpul drenului trebuie să respecte cerințele din SR 662/2002 cap. 2.3.4.1 tab. 13, iar încercările conform cap. 5.2 tab. 19. Pentru drenul spic, în scopul păstrării elasticității acestuia, capacul impermeabil se va realiza din pământ argilos bine compactat în grosime de 20 cm, protejat cu pământ vegetal în grosime de 10 cm. Pentru evitarea infestării materialului drenant, din corpul drenului, acesta va fi protejat prin intermediul unui filtru din material geotextil.

Drenul spic va fi scos la zi prin intermediul unui cap de dren ce va fi executat din beton clasa C 6/7,5 (fundatie) și clasa C 8/10 (elevatie).

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

Pentru verificarea modului de funcționare a drenurilor în timpul și după executarea acestora se vor prevedea cămine de vizitare amplasate la schimbările de direcție și la intersecția dintre două sau mai multe drenuri.

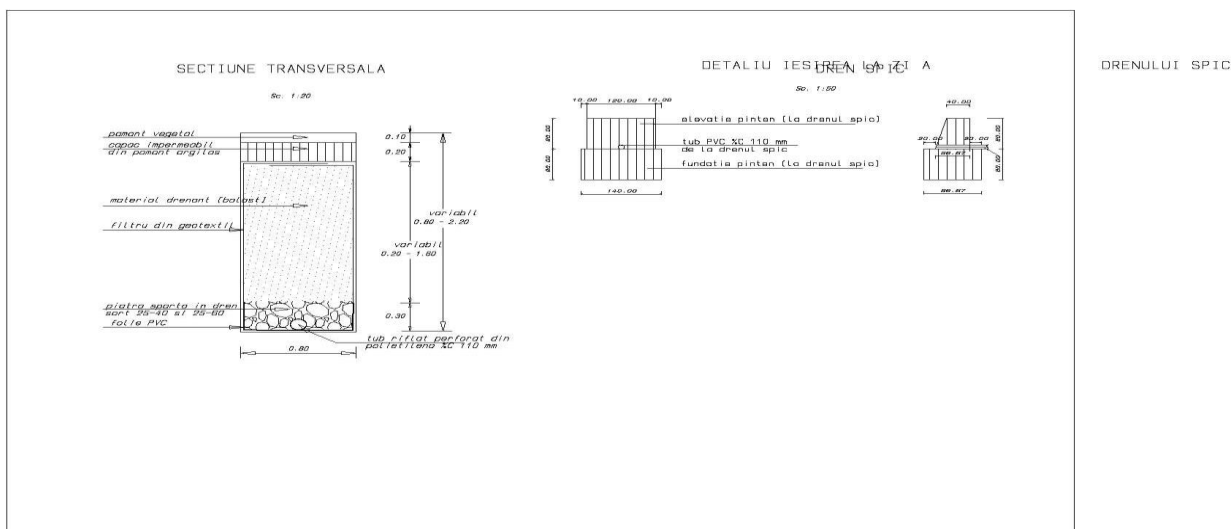


Fig. nr.4.5 Drenul spic – secțiune transversală

Căminele de vizitare se vor executa din tuburi prefabricate din beton, cu diametrul de 1000 mm și vor fi prevăzute cu capac din beton armat prefabricat. Radierul căminelor se realizează din beton simplu clasa C 12/15. Cota radierului va fi cu 30 cm mai jos față de cota tubului de evacuare. Tubul de acces trebuie să fie cu cel puțin 10 cm deasupra tubului de evacuare.

Drenul spic proiectat are o latime de 80 cm și o înălțime variabilă între 0,80 – 2,20 m. Celelalte dimensiuni ale drenului spic, detaliile de execuție și poziționarea în plan a acestora se regasesc în planșele nr. 2 și nr. 11, ale prezentului proiect.

4.6.5. Refacerea structurii rutiere.

Principalele lucrări de refacere a structurii rutiere pe sectorul afectat de alunecări și unde se execută lucrările de consolidare (km 4+975 – 5+025, L = 50 m) constau din :

- realizarea umpluturilor pe zona afectată;
- scarificarea și reprofilarea platformei;
- realizarea structurii rutiere proiectate alcătuită din :
 - 4 cm strat de uzură din beton asfaltic BA 16;
 - 5 cm strat de legătură din beton asfaltic BAD 25;
 - 10 cm strat de bază din piatră spartă împănată;
 - 20 cm strat de fundație din balast.

Linia roșie s-a proiectat ținând cont de grosimea structurii rutiere propuse, precum și prevederile STAS 863.

Conform temei de proiectare și a Ordinului de aprobare a Normelor metodologice privind proiectarea drumurilor, drumul supus studiului se încadrează în clasa tehnică IV având următoarele elemente geometrice:

- lățimea platformei = 7,25 m;
- lățimea părții carosabile = 6,00 m;
- lățimea acostamentelor = 0,75 m partea stângă și 0,50 m partea dreaptă;
- panta transversală în două ape = 2.5 %.

4.7. Organizarea execuției lucrărilor.

Realizarea lucrărilor se va face numai de un antreprenor specializat în execuția drumurilor și a lucrărilor de artă aferente.

Organizarea de șantier (amplasarea de barăci, depozite de materiale) se va face în locuri stabilite de comun acord de către executant și de beneficiar.

Prepararea semifabricatelor se va face în instalații centralizate, autorizate în acest scop, transportul lor pe șantier făcându-se numai pe măsura punerii în operă.

Materialele de masă se vor aproviziona la baza de producție a executantului și se vor aduce la lucrare numai pe măsura punerii în operă. Se interzice depozitarea lor pe zonele verzi.

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

Se interzice deversarea apelor uzate în canale sau depresiunile naturale existente în zona.

Intocmirea proiectului de execuție pentru organizarea de șantier cade în sarcina executantului, în cadrul acestei documentații se vor prevedea și măsurile pentru protecția muncii, siguranța circulației și de normele PSI, pentru perioada execuției lucrărilor. În cadrul lucrărilor de organizare de șantier se vor lua toate măsurile de semnalizare și dirijare a circulației.

La execuția lucrărilor se vor respecta toate prevederile cuprinse în caietele de sarcini întocmite de către proiectant.

4.8. Protecția mediului înconjurător.

În cadrul lucrărilor de organizare de șantier se va realiza obligatoriu un grup sanitar pentru muncitori.

Se interzice depozitarea materialelor pe zonele verzi existente, adiacente drumului care se realizează. De asemenea, se interzice circulația autovehiculelor de șantier peste spațiile verzi și alte terenuri, cu excepția celor destinate pentru organizarea de șantier.

Materialele rezultate din demolari, săpături, etc. se vor transporta și depozita în locuri special amenajate și pentru care s-au obținut toate avizele și acordurile organelor locale abilitate.

Curățenia pe șantier se va asigura prin grija executantului și va fi controlată de beneficiar prin intermediul dirigintelui de șantier.

4.9. Controlul calității lucrărilor.

Controlul calității lucrărilor s-a făcut prin grija beneficiarului, cu respectarea prevederilor legale cuprinse în standarde, instrucțiuni tehnice, etc. specificate în caietele de sarcini care însoțesc prezenta documentație.

Calitatea materialelor și a prefabricatelor puse în operă a fost atestată prin buletine de calitate care însoțesc materialele livrate de alți furnizori. În cazul utilizării unor materiale din surse locale, se vor face obligatoriu analize de laborator pentru stabilirea calității acestor materiale. Analizele se vor face obligatoriu într-un laborator de specialitate autorizat.

Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți din coloane metalice betonate în carcase de armătură

Semifabricatele preparate în bazele de producție ale executantului sau ale altor furnizori de specialitate au fost verificate din punct de vedere al calității în laboratorul de șantier sau în laboratorul furnizorului respectiv.

Controlul calității execuției lucrărilor s-a făcut de către beneficiar prin intermediul unui diriginte de șantier de specialitate. Fazele de execuție supuse în mod obligatoriu controlului, precum și documentele întocmite în vederea atestării calității lucrărilor executate, sunt prezentate în "Programul de control" anexat prezentei documentații. La controlul calității execuției au fost făcute toate verificările prevăzute în caietele de sarcini care însoțesc prezenta documentație și care fac parte integrantă din Proiectul Tehnic.

Controlul calității lucrărilor s-a făcut în mod permanent, pe faze de execuție și categorii de lucrări conform Normativului C 56/85, cu respectarea prevederilor Ordinului IGSIC nr. 20/1984, privind recepția calitativă a lucrărilor, cu privire la stabilirea fazelor determinate pentru asigurarea rezistenței, durabilității și siguranței în exploatare a lucrărilor proiectate.

La recepția la terminarea lucrărilor, comisia de recepție a examinat lucrările față de prevederile proiectului privind condițiile tehnice și de calitate ale execuției, precum și constatările consemnate în timpul execuției de către organele de control, beneficiar, proiectant, diriginte, în conformitate cu prevederile H.G.R. nr.273/1994.

Recepția finală va avea loc la expirarea perioadei de garanție și se face în condițiile respectării prevederilor legale în vigoare, precum și a prevederilor din caietele de sarcini.

4.10. Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți din coloane metalice betonate în carcase de armătură.

Generalități.

Îmbunătățirea terenului de fundare a zidului de sprijin în vederea executării lucrărilor de *Consolidare a drumului județean DJ 665 C la km 5+000*, s-a realizat adoptând soluția tehnică, studiată, din micropiloți din țevă umplută cu beton armat de 6,00 m lungime cu diametrul $d = 324$ mm. Micropiloții au fost dispuși în șah pe

două rânduri la o distanță între ei de 0,70 m. Distanța interax între micropiloți (în lungul radierului), este de 1,00 m. Solidarizarea capetelor micropiloților a fost realizată, în grupuri de câte 11, cu un radier tip zid de sprijin din beton armat cu înălțimea totală de 3,00 m.

Realizarea lucrărilor de consolidare a cuprins următoarele faze de lucru:

- execuția platformei de lucru;
- forarea piloților; armarea piloților; betonarea piloților;
- săparea radierelor; armarea radierelor;
- execuția elevației.

4.10.1. Descrierea fazelor.

Execuția platformei de lucru

Platforma de pe care se vor executa micropiloții s-a realizat la cota prevăzută în proiect.

Pentru execuția micropiloților s-a realizat o platformă de lucru având dimensiunile de 4,00 m lățime și 50 m lungime, dintr-un strat de balast cu grosimea de 50 cm. Operațiile ce s-au executat pentru realizarea platformei de lucru sunt:

- trasarea platformei de lucru;
- execuția săpăturilor și a umpluturilor;
- nivelarea și compactarea umpluturilor.

Excavarea terasamentelor pentru amenajarea platformei de lucru de pe amplasamentul zidului de sprijin s-a făcut cu excavatorul, pământul fiind încărcat și transportat în depozitul stabilit inițial (Foto nr.4.3.)



Foto nr.4.3. Pregătirea platformei de lucru

**Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți din coloane
metalice betonate în carcase de armătură**

Forarea coloanelor.

În vederea executării micropiloților s-a optat inițial pentru soluția de forare prin batere cu soneta universală la uscat a unor tuburi metalice de 324 x 12 mm. Pentru a ușura baterea piloților și pentru a evita intrarea pământului în interiorul tuburilor, aceste tuburi metalice au fost prevăzute cu un vârf conic, care s-au executat pe loc la fiecare coloană metalică.

Datorită stratificației terenului din amplasament, rezultată din studiul geotehnic, astfel că începând de la suprafața actuală a terenului din amplasament, stratificația este reprezentată de sol fertil pe primii 20 cm urmată de o argilă cafenie umedă cu pietriș până la adâncimea de 1,60 m, după care continuă cu un strat de argile gălbui cafenii plastic moi și plastic consistente cu intercalațiuni calcaroase până la adâncimea de 2,90 m, iar între 2,90 m și 3,20 m se găsește o argilă grasă vânată care continuă cu intercalațiuni ruginii până la adâncimea de 3,80 m, nu s-a putut face baterea tuburilor metalice cu instalația inițială (Soneta Universală) și încastrarea acestora în stratul bun de fundare, care se află la adâncimea de 6,00 m, deoarece în timpul execuției a apărut inconvenientul de blocare a avansării micropiloților din țeavă în teren.

Pentru rezolvarea acestei probleme și a se putea aplica soluția de consolidare a terenului în porțiunea afectată de alunecările de teren care au produs degradarea structurii drumului județean, s-a realizat metoda propusă de autor care constă în :

- materializarea și poziționarea pe teren a axelor micropiloților;
- săparea găurilor micropiloților pe amplasamentul proiectat la diametrul de 440 mm;
- întocmirea fișei fiecărui pilot;
- introducerea ulterioară a tuburilor metalice având dimensiunile de 324 x 12 mm (până la adâncimea de 6.00 m) și încastrarea acestora în terenul bun de fundare;
- montarea carcasei de armătură și betonarea coloanelor.

Săparea coloanelor la adâncimea de 6,00 m s-a făcut cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, care se compune din următoarele principale subansamble (foto nr.4.4):

4.10.2. Instalație de foraj pentru foraje hidrogeologice



Foto nr.4.4 – Instalația de Foraj FA – 6,3 C

Clasificare.

Prin foraj hidrogeologic se înțelege practicarea unei găuri verticale cu dimensiuni variabile executate de la suprafață cu o instalație de foraj cu un mod de lucru specific, în scoarța terestră.

Numim instalație de foraj întreg ansamblu de agregate, dispozitive și scule necesare săpării unei sonde.

Instalațiile de forj se pot clasifica după mai multe criterii și anume :

- după sistemul de foraj pe care îl poate realiza : uscat rotativ, uscat percutant, hidraulic cu circulație directă sau inversă etc.:

- după sarcina la cârlig;

- după modul de acționare : manual, semimecanic, mecanic;

- după modul de transport și montaj : instalații fixe, transportabile, tractate sau autotractate.

Sisteme de Foraj.

Sistemul sau metoda de foraj, este caracterizat în principal, prin modul în care se realizează gaura forată. Sistemele de foraj se împart în două mari categorii și anume :

- a) foraj în sistem uscat;

**Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți din coloane
metalice betonate în carcase de armătură**

b) foraj în sistem hidraulic.

Forajul în sistem uscat este forajul care se realizează fără noroi sau alt fluid de foraj.

Acestă metodă de foraj după modul de acționare al utilajului se împarte în manuală, semimecanică și mecanică.

Poate fi rotativ sau percutant pentru oricare din aceste categorii în funcție de roca de traversat sau de utilajul care se folosește.

Sistemul de foraj uscat manual este acel sistem în care toate operațiile (ca manevrarea garniturii și săparea) se execută cu energie umană.

Sistemul de foraj uscat semimecanic este sistemul în care o parte din operații se execută mecanic (manevrarea garniturii de săpat, forarea prin percuție), iar o parte se execută cu ajutorul energiei umane (rotirea garniturii, etc).

Sistemul de foraj uscat mecanic este acel sistem în care toate operațiile se fac mecanic.

Aceste sisteme de foraj pot fi – fiecare – rotative sau percutante în funcție de roca de traversat și de scula tăietoare.

Detritusul rezultat prin forare se aduce la suprafață o dată cu scula tăietoare sau cu alte scule speciale.

Sistemul de foraj hidraulic este acel sistem în care se folosește un fluid de foraj, preparat în mod special, care are printre altele și rolul de a transporta din talpă spre suprafața sondei a detritusului rezultat prin acțiunea sculei tăietoare.

Acest sistem de foraj se împarte în două mari categorii și anume :

- sistem de foraj foraj hidraulic cu circulație directă;
- sistem de foraj foraj hidraulic cu circulație inversă.

În sistemul de foraj hidraulic cu circulație directă, fluidul de foraj se pompează prin interiorul garniturii de prăjini, prin sapa de lucru și după ce curăță talpa sondei se ridică la suprafață prin spațiul inelar dintre peretele sondei și garnitura de prăjini, deversând în batal detritusul de sapă rezultat din forare. Din batal, după ce a fost decontaminat de detritus – reintră în circuit prin pompare.

Acest sistem este practicat mai ales în forajul pentru studiu hidrogeologic, permițând recoltarea de probe cu tubul carotelor.

Sistemul de foraj hidraulic cu circulație inversă este acel sistem în care fluidul de foraj curge din batal și umple gaura forată în spațiul inelar dintre perete și garnitura de prăjini și este pompat, prin interiorul garniturii de foraj din talpă, la

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

suprafață prin aspirație sau aer-lift depunând în botal detritusul de forare transportat (foto nr.4.5.).

Este sistemul de foraj cel mai folosit pentru apă pentru că permite realizarea unei găuri cu diametre mari care pun în valoare mai bine potența stratelor acvifere și permit introducerea unui masiv mai mare de pietriș mărgăritar în jurul coloanelor filtrante.



Foto nr.4.5. Forarea găurilor cu instalație de foraj FA - 6,3 C

4.10.3. Montarea tuburilor metalice.

După execuția găurilor coloanelor s-a procedat la introducerea în teren a tuburilor metalice cu diametrul de 324 mm, montarea carcasei de armătură și betonarea coloanei. Introducerea tuburilor metalice în gaura de foraj s-a făcut tot cu ajutorul Instalației de Foraj FA – 6,3 C (Foto 4.6., 4.7., 4.8.).

Menționăm că prin tehnologia de execuție am stabilit ca realizarea coloanelor betonate să se facă pe tronsoane de câte 5 m lungime (s-au realizat 10 tronsoane a câte 5 m lungime fiecare).

**Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți din coloane
metalice betonate în carcase de armătură**



Foto nr.4.6. Pregătirea tuburilor



Foto nr.4.7. Introducerea tuburilor metalice în găurile de foraj



Foto nr.4.8. Injectarea tuburilor cu lapte de ciment

4.10.4. Armarea micropiloților.

Armarea s-a calculat conform STAS 10111/2-87, corespunzătoare unei secțiuni circulare solicitate la compresiune excentrică cu armătura longitudinală uniform distribuită pe contur. La calculul armăturii nu s-a ținut cont de tubul metalic ce îmbracă la exterior piloții.

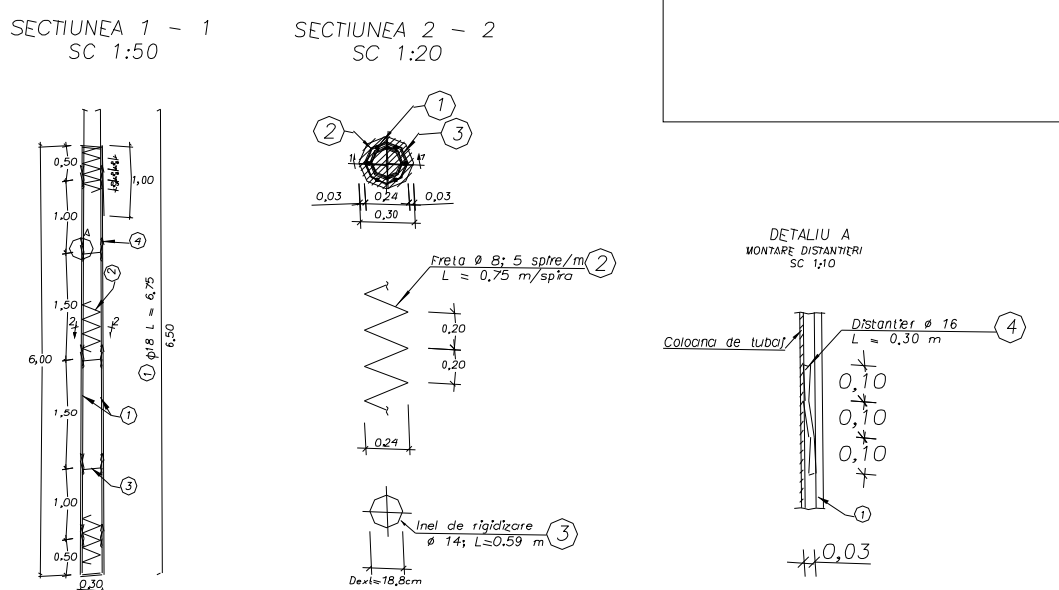


Fig. 4.6. Armarea micropiloților

Armarea piloților s-a făcut cu o carcasă de armătură având șase bare de $\Phi = 18 \text{ mm}$ din otel PC 52, solidarizate cu o fretă $\Phi = 8 \text{ mm}$ din OB 37 cu pasul de 20 cm. În partea superioară a coloanei, pe înălțimea de 1,00 m, pasul fretei este de 15 cm. Poziționarea carcasei de armătură în centrul piloților s-a făcut cu ajutorul unor distanțieri din oțel OB 37 (figura 4.6)

Armarea s-a făcut cu respectarea următoarelor faze de lucru :

- confecționarea carcaselor de armătură la lungimile stabilite prin proiect, în poligonul de prefabricate al executantului SC "I.D.P." SA GORJ și au fost transportate la locul de punere în operă;

Tehnologia de execuție pentru lucrările de consolidare cu micropiloți din coloane metalice betonate în carcase de armătură

- lansarea lentă a carcaselor în interiorul tubajului și fixarea acestora pentru a împiedica ridicarea și dezaxarea în timpul turnării betonului.

Fasonarea, confecționarea carcaselor și montarea acestora s-a făcut cu respectarea prevederilor normativului NE 012 – 1999, cap. 10.5 și a standardului STAS 10111 – 87, cap. 6.7.

Acoperirea cu beton a carcasei de armătură măsurată la fața superioară a barelor longitudinale va fi de 5 cm.

Corpul pilotului trebuie să pătrundă în radier pe o lungime de minimum 10 cm fără a lua în calcul betonul de egalizare de sub radier.

Barele longitudinale ale carcasei de armătură se ancorează în radier pe o lungime minimă de 40 diametre.

Execuția propriu-zisă a micropiloților scurți forajți cuprinde următoarele faze tehnologice :

- verificarea eliberării amplasamentului de toate rețelele subterane;
- existența caietului de sarcini elaborat de proiectant;
- existența formularului de forare – betonare a pilotului;
- trasarea pe teren a poziției micropiloților;
- amplasarea instalației de foraj FA – 6,3 C;
- forarea găurii;
- introducerea tubului metalic;
- introducerea carcasei de armătură,
- betonarea coloanelor;
- pregătirea capătului pilotului pentru conlucrarea cu radierul.

4.10.5. Betonarea micropiloților.

Lucrările au fost astfel programate și executate încât la terminarea a 11 găuri, introducerea tuburilor metalice și a carcasei de armătură, betonul să fie prezent pe șantier la locul de turnare .

Având în vedere că betonarea s-a executat în interiorul tubului din țeavă, acesta nepermițând infiltrații de apă, betonarea s-a făcut în mediu uscat.

Betonarea a comportat parcurgerea următoarele etape:

- turnarea betonului C20/25 - T₃/T₄ s-a făcut cu ajutorul pâlniei prevăzută cu burlan de dirijare;

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

- retragerea pâlniei de turnare din tubulatură odată cu avansarea betonarii.

S-a avut în vedere că la betonarea în uscat capătul de jos al tubului de betonare trebuie să fie la cel mult 1,50 m deasupra betonului turnat.

La terminarea betonării capul pilotului betonat s-a lăsat mai sus față de cotele din proiect cu 0,50 m, la betonarea "în uscat";

Materialul suplimentar care nu a îndeplinit condițiile de calitate necesare a fost îndepărtat, completându-se după caz, cu beton de calitate, pentru a asigura înălțimea minimă de încăstrare.

Prepararea, transportul și turnarea betonului s-a făcut cu respectarea prevederilor normativului NE 012 – 1999, și a standardului STAS 10107/0 – 87.

Prepararea betonului s-a făcut la stația de betoane proprie a executantului, S.C. "I.D.P." S.A. GORJ, stație autorizată de I.J.C. Gorj, amplasată în localitatea Tg-Cărbunești.

Transportul betonului la locul de punere în operă, respectiv satul Dumbrăveni, comuna Crasna, s-a făcut cu Autobetonierele de 5 mc, la o distanță de cca 20 km.

Betonarea coloanelor, pe tot parcursul acesteia, s-a făcut în prezența șefului de punct de lucru, a Responsabilului CQ, a Responsabilului Tehnic Atestat, au fost prelevate probe atât pe betonul proaspăt de la stația de betoane, cât și pentru betonul de la locul de punere în operă (foto nr.4.9.).



Foto nr. 4.9. Armare și betonare radier

4.10.6. Radierul zidului de sprijin.

Săparea radierului.

Pentru solidarizarea capetelor piloților s-au proiectat și executat tronsoane de radier cu lungimi de 5,00 m, având lățimea de 1,50 m și înălțimea de 1,00 m. Având în vedere accesul dificil în această zonă săparea radierelor s-a realizat manual.

Armarea radierului

Armarea radierului s-a realizat cu bare din oțel beton PC 52 și OB 37, având diametrele și la distanțele prevazute în planșele de armare din proiectul de execuție.

Fasonarea și montarea armăturilor (fig. nr.4.9) s-a făcut la locul de punere în operă respectând prevederilor normativului NE 012 – 1999, cap. 10.

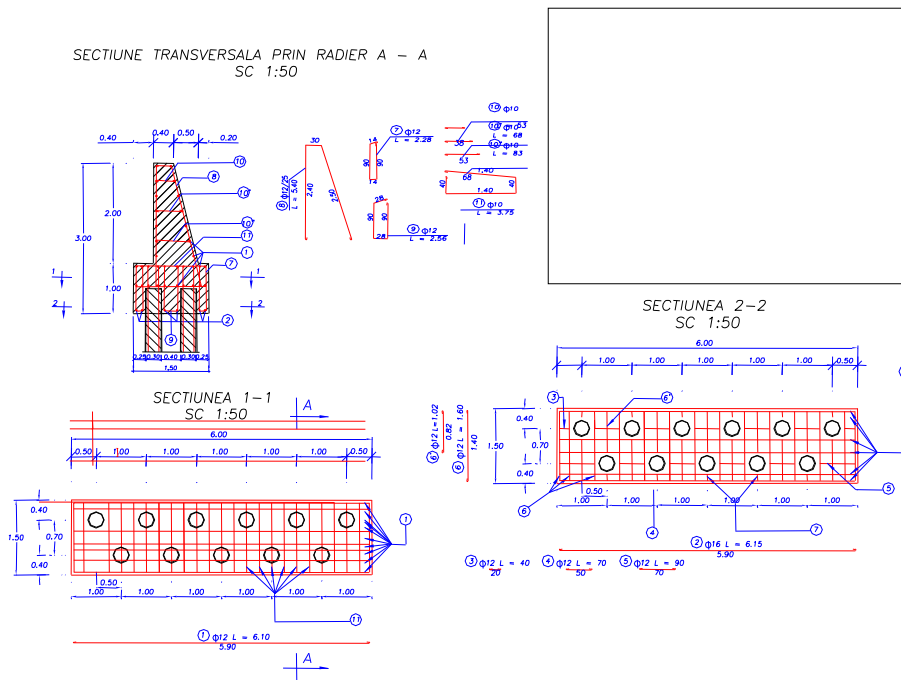


Fig. 4.7. Armare radier

4.10.7. Betonarea radierului și a elevației zidului de sprijin.

Pentru betonarea radierului și a elevației a fost folosit un beton clasa C16/20 – T₃, preparat cu ciment I 32,5. Radierul s-a turnat pe o șapă de egalizare de 10 cm grosime din beton clasa C 7,5/10. Betonarea radierului s-a făcut direct din mijloace de transport, prin intermediul unui jgheab metalic, astfel încât betonul să nu cadă liber de la o înălțime mai mare de 1,50 m (Foto 4.10). Compactarea betonului se face prin vibrare.

La execuția elevației s-a avut în vedere parcurgerea următoarelor etape:

- armarea elevației zidului de sprijin;
- cofrarea elevației;
- turnarea și vibrarea betonului;
- realizarea hidroizolației din bitum filerizat;
- realizarea drenului din spatele elevației.

Între cele 10 tronsoane de zid de câte 5 m lungime fiecare, s-au executat rosturi verticale de separație din două foi de carton bitumat.

Prepararea, transportul și turnarea betonului s-a făcut cu respectarea prevederilor normativului NE 012 – 1999, și a standardului STAS 10107/0 – 87.

Abaterile limită prevăzute în STAS 2561/4 – 90 sunt acceptate și în cazul micropiloților scurți forajați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C.



Foto. nr.4.10. Armarea radierului, betonarea radierului și a elevației zidului

4.11. Materiale utilizate – condiții de betonare.

Betoane

Betoanele utilizate trebuie să îndeplinească cerințele minime pentru asigurarea durabilității cuprinse în "Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton și beton armat" – Indicativ NE 012-99.

Betonul care s-a turnat în coloane este de clasa C16/20 - T₃/T₄, preparat cu ciment tip I 32,5, cu dozaj minim de ciment de 350 kg/mc, în cazul betonării în uscat. În cazul betonării în apă dozajul minim va fi de 400 kg/mc.

Prepararea betonului s-a făcut cu agregate cu dimensiunea de 0...31 mm.

Raportul A/C este de 0,5. S-au folosit aditivi plastifianți, nu a fost cazul de folosire a întârziatorilor de priză.

Stratul de acoperire cu beton a armăturii este de 6 cm în cazul coloanelor.

La executarea acestor lucrări s-a avut în vedere încadrarea în abaterile limită admise față de cotele și dimensiunile din proiect, respectiv:

- la poziția în plan a coloanelor la nivelul bazei radierului: 10 cm;
- la înclinarea axei coloanei: 2 %;
- abateri limită de dimensiuni:
 - pentru diametrul pilotului: 1,00 cm;
 - la cote: - pentru cota bazei pilotului: ± 20 cm;
 - pentru cota capului pilotului: ± 5 cm.

Betonul care a fost turnat în radier și elevații este de clasa C16/20 - T₃, preparat cu ciment I 32,5.

Stratul de acoperire a armăturii cu beton în radier este realizat de 3 cm.

Oțel beton

Pentru armarea coloanelor s-au folosit oțeluri de tipul: OB 37 – STAS 431/1-89 și PC 52 – STAS 431/1-89.

Pentru armătura de rezistență a unei coloane s-a folosit numai PC 52 – STAS 431/1-89. Pentru armarea radierelor s-a montat armătură din oțel beton OB 37 – STAS 431/1-89.

4.12. Verificarea calității.

Pentru executarea unor lucrări corespunzătoare din punct de vedere calitativ pe parcursul execuției au fost efectuate verificări la toate fazele de execuție după cum urmează:

Săparea coloanei

La aceasta fază de execuție s-a verificat:

- natura terenului săpat, care trebuie să corespundă cu cel luat în considerare în proiect;

- cota și adâncimea găurii săpate;

- distanța față de axe.

Armarea coloanei

La confecționarea și montarea armăturii în coloane s-a verificat:

- certificatul de calitate al barelor de armatură;

- dimensiunile armării din coloane în conformitate cu prevederile proiectului;

- a distanțierilor astfel ca să asigure centrarea corectă a carcasei de armatura din coloane.

Betonarea coloanei

Controlul de calitate s-a efectuat de către personal autorizat (CQ și RTE) atât în timpul betonării cât și după execuția coloanei astfel:

a) la betonare:

- verificarea ca betonarea coloanei să se realizeze imediat după armarea coloanei, continuu și fără întreruperi;

- se vor evita întreruperile în turnare mai mari de 2 ore;

- verificarea cotei superioare de betonare a coloanei;

- verificarea ca temperatura betonului la punere în operă să fie mai mare de +5°C;

- verificarea calității betonului proaspăt prin probe recoltate:

◆ la locul de punere în operă: au fost recoltate 3 probe de consistență;

◆ la stația de betoane: verificarea a cel puțin unei probe pe schimb și tip de beton.

b) după execuția coloanei:

Verificarea calității

- controlul calității betonului pus în operă;

- verificarea continuității corpului coloanei la coloane cu deficiență la spălare și turnare, la un număr de coloane stabilit anterior prin proiect.

Controlul se face prin metode nedistructive de instituții specializate.

Controlul calității execuției lucrărilor va urmări prevederile caietului de sarcini, precum și obiectivele prevăzute în "Fișa de Control a Calității Micropilotului", astfel (tabel nr.4.1):

Tabel 4.1

Când se face controlul	Ce se controlează	Cine face controlul	Obiective urmărite
La instalarea utilajului	-Poziția utilajului	E	Concordanța dintre centrul forajului și centrul pilotului
Înainte de începerea forării	-Utilajul de forat	E	Diametrul exterior al uneltei de săpat
În timpul și la terminarea săpăturii	-Natura terenului	E, I	Se examinează pământul adus la suprafață, se întocmește un profil geologic, se compară cu cel cunoscut la cercetare teren
	-Adâncimea găurii	E, I	Se urmărește în permanență adâncimea găurii săpate
După terminarea săpăturii (eventual după coborârea tubului și carcasei)	-Fundul găurii forate	E, I	Se curăță fundul forajului de depuneri prin diverse metode
După confecționarea carcasei de armătură	-Caracasa de armătură	E, I	Se verifică alcătuirea carcasei de armătură conform proiect, formă, dimensiuni, nr. și poziția barelor longitudinale, a etrierilor, a inelelor de rigidizare, a distanțierilor.
Înainte de	-Calitatea	E	Se verifică dacă tipul

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

prepararea betonului	materialelor folosite		cimentului corespunde cel din caietul de arcini. Se verifică dacă dimensiunea agregatelor corespund cu cele prescrise în rețeta betonului
Înainte de turnarea betonului	-Asigurarea cantității de beton -Calitatea betonului care se pune în operă	E, I E, I	Se verifică dacă este asigurată cantitatea de beton necesară pentru micropilot Se verifică dacă consistența betonului se înscrie în limitele prescrise în caietul de sarcini și dacă s-au recoltat probe în numărul precizat în Caietul de Sarcini
În timpul betonării	-Relația dintre înălțimea betonului la gaură și volumul de beton turnat -Poziția carcusei	E, I	Se măsoară în permanență înălțimea de beton în gaură și se calculează volumul luând în considerare diametrul nominal al găurii. Se compară cu volumul pus în operă. Se urmărește dacă se menține carcasa în poziție conform proiect, coaxialitatea ei față de gaura forată în cursul operației de betonare și nivelul carcusei în timpul betonării
După betonare	Poziția pilotului	E, I	Se stabilesc poziția în plan și cota capului micropilotului și se compară cu prevederile din proiect

Verificarea calității

După întărirea Betonului	Pregătirea capului pilotului	E, I	Se stabilește înălțimea betonului în exces, care urmează a fi îndepărtat, precum și betonul alterat, dacă este cazul se completează corpul pilotului pentru a respecta prevederile din proiect referitoare la încastrarea acestuia în radier
Pe toată durata execuției micropilotului	Normele de protecția muncii și PSI	E	Se urmărește în permanență respectarea normelor de protecția muncii

NOTĂ : Controlul proiectantului se face conform reglementărilor legale în vigoare la solicitarea beneficiarului (investitorului) sau executantului, în baza programului propriu de control al proiectantului și al programului fazelor determinante avizat de Inspectoratul Județean în Construcții.

E = executant; I = investitor.

Săparea radierului.

- verificarea dimensiunilor în plan ale radierului în așa fel încât să nu fie necesară cofrarea radierului;
- verificarea naturii terenului de fundare;
- verificarea cotei de turnare;
- verificarea poziționării coloanelor în radier.

Armarea radierului

Dupa montarea armării radierului și înainte de începerea betonării s-au făcut de către personalul de specialitate următoarele verificări:

- s-a verificat ca armătura să nu fie murdară de ulei, vopsea, pământ sau alte impurități;
- verificarea corespondenței armării cu detaliile din proiect;
- verificarea respectării acoperirii cu beton a armăturii;
- verificarea ancorării mustăților în armarea radierului.

Betonarea radierului și a elevației.

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

Verificarile în aceasta fază de execuție se fac înainte, în timpul și după terminarea betonarii, după cum urmează (Foto 4.11.):



Foto nr.4.11. Betonare radier

- verificarea turnării betonului care trebuie să se facă în contact direct cu terenul;

- verificarea dimensiunilor în plan și secțiune verticală a cofrajelor și poziționarea armăturilor înglobate;

- verificarea turnării betonului să se facă fără întreruperi;

- la turnarea în etape se va respecta ca turnarea etapei următoare să nu depășească timpul de priză al betonului turnat în etapa anterioară în cazul nefolosirii întârzierilor de priză (foto nr.4.12.).

În cazul apariției altor condiții restul de lucrare se tratează astfel:

- se curăță suprafața rostului îndepărtând murdăria și resturile de beton aderent;
- se tratează suprafața cu mortar de ciment (nisip în cantitate mică);
- se toarna stratul următor de beton.

-verificarea tratării betonului după turnare protejându-i suprafețele libere prin:

- acoperirea cu materiale de protecție (prelate, rogojini) menținute permanent în stare umedă;

Recepția lucrărilor

- stropirea periodică cu apă imediat după ce betonul este suficient de întărit când temperatura mediului este de peste + 5° C;
- acoperirea betonului proaspăt cu folii de polietilenă pe timp ploios.



Foto nr. 4.12. Betonare elevație zid de sprijin

4.13. Recepția lucrărilor.

Recepția la terminarea lucrărilor.

Această recepție s-a efectuat atunci când toate lucrările prevăzute în documentația de execuție au fost complet terminate și toate verificările efectuate conform legislației în vigoare. De asemenea s-a avut în vedere și referatul proiectantului care vizează execuția de calitate a lucrărilor în conformitate cu prevederile proiectului (Foto 4.13).

Recepția finală

Recepția finală va avea loc după expirarea perioadei de garanție și se va face în condițiile respectării prevederilor legale în vigoare și a prevederilor din prezentul caiet de sarcini.

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000



Foto nr.4.13. Refacere sistem rutier la drum

Comisia de recepție a procedat la examinarea vizuală a lucrărilor și a documentelor întocmite pe parcursul realizării acestora și a verificat îndeplinirea condițiilor de execuție și calitate impuse de proiect și de caietele de sarcini, precum și constatările făcute pe parcursul execuției de către organele de control. În urma recepției s-a încheiat un proces verbal de recepție la terminarea lucrărilor(foto nr.4.14).



Foto nr.4.14 Șanț perat

4.14. Contribuția autorului și considerații privind fundarea pe micropiloți scurți foraj cu ajutorul instalației de foraj F.A. - 6,3 C.

4.14.1. Considerații generale.

Alunecările de teren (landslides) reprezintă procese de deplasare spontane, naturale, a maselor de pământ de-a lungul versanților, spre piciorul versanților sau taluzurilor, ca urmare a pierderii echilibrului inițial al masivului de pământ inițial. Spre deosebire de procesele de eroziune hidrică, unde apa reprezintă factorul determinant, alunecările sau deplasările / porniturile de teren sunt o consecință în primul rând a acțiunii forțelor gravitaționale, apa, ca agent motor, având în general un rol secundar.

Dintre factorii care „permit” forțelor de gravitație să depășească rezistența (stabilitatea) masivului de pământ alunecător fac parte : gradul de saturare în apă, accentuarea pantelor versanților datorită eroziunii sau a unor intervenții antropice neadecvate (săpături, drumuri, construcții – suprasarcini etc.), alternarea îngheț-dezghet, mișcările tectonice, etc.

Creșterea intensității și frecvenței precipitațiilor, asociat cu creșterea rapidă a populației și extinderea zonelor locuite, contribuie la mărirea pericolului de producere a alunecărilor de teren, în special în țările în curs de dezvoltare, unde presiunea asupra resurselor de sol conduce la utilizarea necorespunzătoare a terenului în zonele cu pante mari.

Trebuie precizat de la început că marea majoritate a alunecărilor de teren se produc ca urmare a acțiunii simultane a mai multor factori, însă esențial este faptul că ele sunt asociate / specifice perioadelor cu precipitații abundente sau topiri bruște ale zăpezii.

4.14.2. Efectele alunecărilor de teren.

Alunecările de teren afectează și produc pagube însemnate diferitelor obiective socio-economice, proprietăților publice sau private. De exemplu pot fi afectate sistemele de alimentare cu apă și canalizare, iazurile piscicole, păduri și alte folosințe, baraje și acumulări, căi de comunicație etc., dar și unele dintre cele mai prețioase monumente istorice și de artă ale lumii.

Efectele economice negative ale alunecărilor de teren includ : costurile reparațiilor obiectivelor avariate, întreruperea căilor de transport, costuri medicale în cazul rănilor, precum și costuri indirecte, cum ar fi producerea de inundații, pierderea unei părți a lemnului din pădurile alunecate etc.

4.14.3. Contribuții privind fundarea indirectă.

Atât pe plan mondial cât și în țara noastră se constată o preocupare a specialiștilor din domeniul construcțiilor pentru perfecționarea tehnologiilor existente și pentru elaborarea unor tehnologii noi de consolidare a terasamentelor de drum afectate de alunecările de teren.

Degradarea drumului județean, prin pierderea stabilității terasamentului și închiderea circulației auto în zona studiată, degradarea peisagistică, reprezintă tot efecte negative ale alunecărilor asupra mediului înconjurător.

În ultimii ani, datorită schimbărilor climatice la nivel mondial, zonele cu risc la alunecare de pe teritoriul României s-au extins, putând afecta areale cu obiective majore deosebit de populate. Astfel și în multe localități din județul Gorj, datorită alunecărilor de teren s-au produs degradări însemnate ale terasamentelor din fundația drumurilor naționale, județene și comunale și a locuințelor amplasate în vecinătatea acestora, făcând practic imposibilă circulația autovehiculelor, iar locuințele afectate nu mai prezintă siguranță în exploatare.

Pentru prevenirea sau reducerea la minimum a pagubelor produse de alunecările de teren, prin eforturile statului, ale administrației publice județene și locale, s-au făcut eforturi financiare de elaborare de studii și proiecte tehnice cu soluții clasice de îmbunătățire a terenului de fundare și de stabilizare a zonelor de risc din aceste localități.

Ca soluție tehnică des utilizată pentru executarea fundației zidurilor de sprijin, este cea directă cu elevație sau pe coloane tip BENOTO, unite la partea superioară printr-o placă armată, numită radier ce transmite sarcina din construcție.

Această soluție de fundare pe piloți este considerată ca soluție de fundare specială care necesită utilaje speciale și au costuri ridicate. Toate soluțiile de fundare pe piloți prezentate în conținutul acestei lucrări sunt costisitoare din punct de vedere economic și necesită utilaje speciale, nu ușor de procurat în actuala situație economică.

Contribuția autorului și considerații privind fundarea pe micropiloți scurți foraji cu ajutorul instalației de foraj F.A. - 6,3 C

De asemenea trebuie specificat faptul că pentru folosirea acestor utilaje trebuie efectuate cheltuieli suplimentare de amenajare a unor platforme de lucru, spații de manevră, etc., care în situația degradărilor de drumuri ce trec prin localități cu gospodării amplasate de o parte și alta a drumului, utilizarea unui astfel de utilaj ridică probleme deosebite din punct de vedere al costurilor și timpului de lucru.

În acest context, autorul a încercat să trateze principalele aspecte ce definesc această tehnologie de realizare a micropiloților executați din țevă metalică cu diametrul de 324 mm la adâncimea de 6,00 m (care a interceptat falia de alunecare), betonată în carcasă de armătură, soluție pentru conlucrarea foarte bună a terenului de fundare cu fundația zidului de sprijin executat pentru stabilizarea terasamentului drumului afectat.

Tocmai de aceea, autorul consideră că noua tehnologie de execuție a micropiloților scurți foraji propusă și introducerea unei țevi metalice betonate de diametru mic, răspunde cerințelor de competitivitate care diferențiază procedeele de fundare unul față de altul și rezistă la comparația care se face între simplitatea procedeeleor de execuție, avantajele tehnico – economice, consumurile de materiale și manoperă, reducerea volumului de lucrări aferent infrastructurii și productivitatea muncii.

Observând atent tehnologia de execuție a fundațiilor tip BENOTTO ca soluție de consolidarea a terasamentelor de drumuri și izbându-se de o serie de greutăți pe parcursul realizării acestora, autorul a căutat să elimine aceste neajunsuri, să se scurteze termenele de execuție și să se reducă costurile crescând calitatea fundațiilor executate.

În cazul terenurilor dificile de fundare (falia de alunecare interceptată la cca 3-4 m) s-a mers pe principiul aducerii terenului bun de fundare cât mai aproape de baza zidului de sprijin prin intermediul unor micropiloți executați prin forare, introducerea unei țevi metalice cu dimensiunile 324 x 12 mm, betonarea acestora în carcasă de armătură, executarea radierului, în scopul transmiterii avantajose a încărcărilor de la construcție la terenul bun de fundare.

Dintre soluțiile de fundare capabile să înlăture dificultățile generate de condițiile dificile de teren de fundare din zona drumului județean degradat și care să răspundă criteriilor tehnico – economice, soluția de fundare pe micropiloți foraji executați pe loc cu Instalația de Foraj FA - 6,3 C, credem că are suficiente argumente care să impună o soluție de viitor cu certe avantaje.

Această tehnologie de execuție se distinge prin simplitatea și ușurința execuției, prin accesibilitatea utilajului la poziție, prin productivitatea muncii, calitatea piloților obținuți și prin avantajele tehnic- economice pe care le aduce.

În cele ce urmează vom prezenta câteva aspecte legate de execuția piloților scurți executați pe loc. Din literatura de specialitate se observă că nu sunt diferențe foarte mari între tehnologia de execuție a piloților obișnuiți, cu lungime mare și cea a piloților scurți, ceea ce face ca același tip de utilaje și procedee de execuție să poată fi folosite în ambele cazuri.

Datorită complexității utilajelor folosite la executarea piloților lungi și din considerente economice, nu se justifică întodeauna utilizarea acestora la realizarea piloților scurți.

Acesta a fost unul din considerentele care au stat la baza activității de studiu și elaborare a unor tehnologii și utilaje pentru realizarea piloților scurți executați pe loc cu costuri reduse față de fundarea clasică.

În lucrarea de față se prezintă o nouă tehnologie de realizare a piloților scurți executați pe loc, prin forare, cu tub de protecție, prin adaptarea echipamentului de lucru al Instalației de Foraj FA – 6,3 C.

Instalația de Foraj FA – 6,3 C, prezentată pe larg la Cap.2, este ușor de găsit la societăți cu astfel de activități din județul Gorj, nu necesită costuri mari, ușor de transportat la punctele de lucru. Echipamentul de lucru are o manevrabilitate deosebită, este ușor, cu toate subansamblele montate pe utilaj, nu sunt necesare alte mijloace pentru transportul accesoriilor, nu necesită personal suplimentar de manevre și lucru, față de mecanicul deservent.

Dacă se face o analiză a eficienței economice a acestei soluții și tehnologiei de realizare a micropiloților foraj, vom constata că sunt întrunite toate condițiile pentru obținerea unor importante economii.

Din analiza comparativă a costurilor în varianta fundării directe a zidului de sprijin și varianta fundării pe micropiloți foraj executați pe loc cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, putem aprecia avantajele din punct de vedere tehnico-economic în cazul utilizării acestei variante.

4.14.4. Consumul de materiale, manoperă, utilaje.

Pentru realizarea lucrărilor de fundații sunt necesare utilaje și forță de muncă.

Contribuția autorului și considerații privind fundarea pe micropiloți scurți foraj cu ajutorul instalației de foraj F.A. - 6,3 C

Dacă admitem că la lucrările de săpături și umpluturi forța de muncă nu necesită calificare, manipularea utilajelor se face numai de personal calificat.

În varianta fundării directe până la terenul bun de fundare ar fi fost necesare utilaje diverse : excavator, buldozer, vibrocompactor, placă vibrantă, mijloace de transport.

În varianta de fundare pe micropiloți scurți foraj și țevă betonată, aceste utilaje se reduc doar la Instalația de Foraj FA - 6,3 C, pământul rezultat din săpătură este împrăștiat manual.

Lucrările de cofrare, sprijinire și betonare a fundației continue a zidului de sprijin se elimină în varianta fundării pe micropiloți, la fel și parțial cele de umplutură.

Din cele prezentate mai sus și din analiza costurilor la lucrările executate , se constată reducerea *costurilor de manoperă* în varianta fundării pe micropiloți scurți foraj executați pe loc cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, cu 33 - 36 % față de cheltuielile în cazul variantei prin fundarea directă.

În cea ce privește *consumul de utilaje*, din descrierea operațiilor tehnologice se poate constata o reducere semnificativă a numărului și tipului de utilaje folosite, rezultând clar o economie însemnată.

Gama materialelor folosite la realizarea fundațiilor este aceeași în ambele variante de fundare, dar volumul utilizat este diferit, obținându-se economii importante la ciment, agregate, lemn pentru cofrare și un consum suplimentar la oțel beton. În cazul lucrărilor executate , consumul de materiale se reduce cu 35 – 40 % față de fundarea directă.

Dacă reprezentăm grafic situația costurilor cu manopera și materialele în cele două variante de fundare, pe același amplasament, în condiții similare, se poate observa că varianta de fundare pe micropiloți scurți foraj executați pe loc cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, aduce însemnate economii la materiale și manoperă – în medie 35 % (procentul de 100 % reprezintă varianta de fundare directă).

4.14.5. Durata de execuție și productivitatea muncii.

Plecând de la ideea că asupra eficienței economice a unei proceduri sau tehnologii de execuție este foarte importantă durata necesară realizării produsului finit, în cazul de față micropiloții și infrastructura zidului de sprijin al terasamentului drumului județean pe porțiunea afectată de alunecările de teren, acest aspect a fost

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

urmărit încă de la execuția piloților pentru alte lucrări de consolidare, fie cu soluția clasică de fundare directă, fie prin soluția cu coloane BENOTTO.

Pe parcursul execuției lucrărilor în șantier s-a urmărit durata necesară realizării unui micropilot scurt (săpare, introducere tub metalic, armarea și betonarea) și cauzele care influențează aceasta.

Din datele adunate în situații concrete de șantier, în comparație cu soluția de fundare directă au rezultat timpi diferiți, dar net superiori oricărei variante de fundare, conform tabel nr.4.2.

Tabel nr.4.2.

Operația de lucru	Durata de realizare (minute)	
	Consolidare DJ 665 C la km 5+ 000 D = 324 mm; L = 6,0 m 55 micropiloți	Consolidare DJ 665 C La km 22 + 500 D = 800 mm, L = 11 m 42 coloane
Forarea găurii	90	360
Montare tub metalic și armătură	25	65
Turnare și vibrare beton	15 – 2 muncitori	180 – 3 muncitori

Durata reală de realizare a unui micropilot scurt forat executat pe loc cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C depinde de următorii factori :

- organizarea șantierului și a locului de muncă;
- cunoașterea cu exactitate a tehnologiei de lucru;
- aprovizionarea ritmică cu materiale (carcase de armătură, beton);
- funcționarea corectă și continuă a utilajului FA – 6,3 C;
- priceperea mecanicului deservent al utilajului.

Din cele constatate direct pe șantier se poate observa că timpii realizați sunt foarte buni și scurtează foarte mult durata de execuție a lucrărilor de consolidare, în medie de până la 45 % față de alte variante de fundare.

Productivitatea muncii care se realizează constituie un aspect definitiv al eficienței economice. Pe parcursul execuției lucrărilor în condiții de șantier s-a urmărit stabilirea unui număr optim de muncitori – de diverse specialități – pentru

**Contribuția autorului și considerații privind fundarea pe micropiloți scurți foraj cu
ajutorul instalației de foraj F.A. - 6,3 C**

realizarea unei producții ridicate. Din cele observate, pentru executarea lucrărilor descrise a fost necesară o echipă de lucru alcătuită din:

- mecanicul deservent al utilajului (bine pregătit profesional);
- doi muncitori pentru execuția forajului : verifică verticalitatea prăjinei cu burghiul și sapa, îndepărtează pământul de lângă gaura forată, protejată forajul, etc., pot fi necalificați sau slab calificați,
- doi muncitori pentru introducerea tubului metalic în gaura de foraj și montarea carcasei de armătură, montarea instalației de betonare, verificarea cotei de nivel, vibrarea betonului, etc. – trebuie să fie calificați, de preferință un dulgher și un betonist.

Această formație de 5 muncitori, supravegheați în permanență de către șeful punctului de lucru (maistru cu multă experiență) și de către responsabilul tehnic atestat cu execuția a realizat - în medie - 11 micropiloți scurți foraj executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, pe parcursul unei zile de lucru, ceea ce subliniază încă o dată productivitatea ridicată a acestei tehnologii, precum și eficiența ei economică.

4.14.6 Costul global al lucrării.

Dacă lucrările realizate pe micropiloți scurți foraj executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, ar fi comparate cu lucrări similare executate în diferite variante de fundare (fundare directă, coloane BENOTTO, etc.), costurile globale ar fi cu mult mai reduse.

Având în vedere că eficiența economică este un element definitoriu al activității, considerăm că alegerea unei soluții optime de fundare pentru un zid de sprijin, în condiții concrete de teren trebuie făcută doar pe baza unei analize temeinice, a mai multor variante de fundare posibil de aplicat, variante în cadrul cărora să fie analizată și fundarea pe micropiloți scurți foraj executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C care poate înlocui fundarea directă de adâncime medie a zidului de sprijin sau fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați,

În procesul de realizare a lucrărilor de infrastructură a zidurilor de sprijin în vederea consolidării terasamentelor, prin procedee clasice de fundare în condiții dificile de teren, pentru îmbunătățirea terenurilor de fundare, apar o serie de dificultăți tehnico – economice ce trebuie eliminate de către specialiști prin găsirea unor metode și soluții noi de fundare.

Dintre soluțiile de fundare capabile să înlăture dificultățile tehnico – economice, soluția de fundare pe micropiloți scurți forajați executați pe loc cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, poate fi o soluție utilizată în viitor, datorită și avantajelor pe care le oferă.

4.14.7. Concluzii.

Datorită perfecționării tehnologiilor de execuție a fundațiilor pe piloți, a productivității ridicate și a economiilor obținute, utilizarea piloților la clădirile de locuit și social - culturale, la construcțiile industriale și de artă, la consolidarea lucrărilor de artă, este astăzi o soluție frecvent întâlnită, deși în unele cazuri, terenurile pe care aceste construcții se amplasează ar permite folosirea fundațiilor directe de medie adâncime.

Acest lucru este posibil deoarece fundațiile pe piloți au o siguranță ridicată în exploatare, o execuție curată și rapidă, un bun control al execuției piloților și un anumit grad de industrializare.

Așa cum arată diverși autori (53), industrializarea lucrărilor de fundații, având la bază în primul rând criteriul economic, este cel mai bine reliefată în cazul piloților scurți, soluție care permite înlocuirea fundării directe de mică și medie adâncime (dacă adâncimea de fundare este mai mare de 1,5 – 2,0 m).

O altă utilizare a piloților scurți, a micropiloților este la consolidarea fundațiilor de poduri sau a fundațiilor zidurilor de sprijin ale terasamentelor de drumuri.

Piloții scurți, micropiloții sau piconii sunt piloți cu diametrul cuprins între 29 și 50 cm cu lungimi până la 6,0 m.

Folosirea piloților scurți la lucrările de consolidare a construcțiilor de artă, trebuie să respecte câteva criterii tehnico – economice care să justifice folosirea fundării indirecte în detrimentul fundării directe.

Dintre criteriile tehnice care justifică fundarea indirectă, amintim (53) :

- utilajul principal să aibă un grad ridicat de mobilitate, o manevrabilitate deosebită, ușurință și simplitate;
- accesoriile necesare diverselor faze ale execuției să se manipuleze ușor și direct de mecanicul deservent;

**Contribuția autorului și considerații privind fundarea pe micropiloți scurți foraj cu
ajutorul instalației de foraj F.A. - 6,3 C**

- procedeul de lucru să aibă un înalt grad de tehnicitate, iar tehnologiile folosite să permită o mecanizare integrală a procesului de lucru;

- posibilitatea controlului permanent al fiecărei faze de lucrări, ceea ce conduce la o lucrare de calitate;

- creșterea gradului de industrializare al infrastructurii construcției.

În literatura de specialitate sunt prezentate diverse tipuri și tehnologii de realizare a fundațiilor indirecte. Fundarea indirectă se face numai în cazuri bine justificate tehnico-economic și după o analiză temeinică a tuturor variantelor de fundare, deoarece tehnologiile de fundare indirectă sunt scumpe din punct de vedere valoric și necesită utilaje speciale.

Fiecare dintre soluțiile de fundare indirectă au avantaje și dezavantaje care trebuie atent cântărite înainte de impunerea soluției de fundare.

Factorul hotărâtor în alegerea soluției de fundare este în principal terenul de fundare pe care se amplasează construcția.

Lucrarea prezentată are ca obiectiv consolidarea terasamentului drumului județean DJ 675 C în zona cuprinsă între km 4 + 985 – km 5 + 015, din localitatea Dumbraveni – comuna Crasna, și refacerea suprastructurii rutiere pentru porțiunea degradată a drumului județean între km 4 + 975 – km 5 + 025.

Pentru consolidarea terasamentului drumului în zona afectată de alunecări s-a propus realizarea următoarelor lucrări :

- a unui dren longitudinal fund de șanț, pe partea stângă a drumului;
- a unui șanț longitudinal pereat pe partea stângă a drumului;
- a unui dren transversal;
- a 55 de micropiloți încastrați în radier tip zid de sprijin pentru susținerea terasamentului pe partea dreaptă a drumului;
- a unui dren spic pe partea dreaptă a drumului în zona adiacentă acestuia pentru drenarea apelor subterane.

Principalele avantaje ale folosirii acestei metode cu micropiloți scurți foraj pe loc, în vederea fundării zidului de sprijin, necesar consolidării terasamentelor drumului județean, afectat de alunecările de teren sunt :

- fundațiile pe micropiloți scurți foraj executate cu Instalația de Foraj FA . 6,3 C au o tehnologie de execuție foarte simplă, rapidă și ieftină;

CAP.IV. STUDIU DE CAZ - CONSOLIDAREA TERASAMENTELOR DRUMULUI

JUDEȚEAN DJ 675 C Dumbrăveni - Bobu : KM 5 + 000

- micropiloții se pot executa cu lungimi cuprinse între 3,0 și 6,0 m în funcție de terenul de fundare, priceperea conducătorului de șantier, istețimea mecanicului deservent al utilajului, nivelul apei subterane;

- diametrul micropiloților scurți forajți cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C poate fi de 300, 400 sau 500 mm (s-au folosit burghie cu diametrul de 450 mm);

- dacă se urmărește cu mare atenție fiecare operațiune a procesului de execuție, pericolul de rebutare a micropilotului este practic nulă;

- tehnologia de execuție a micropiloților scurți forajți prezentată și folosită la lucrările descrise anterior conduce la rezultate foarte bune în terenuri normale sau slabe, alcătuite din pământuri coezive sau semicoezive;

- prezența apei subterane nu împiedică aplicarea acestei tehnologii.

Având în vedere faptul că eficiența economică este un element definitoriu al activității de construcții, considerăm că alegerea acestei soluții optime de fundare pentru un zid de sprijin, în condițiile concrete ale terenului, s-a făcut în urma unei analize temeinice, a mai multor variante de fundare posibil de aplicat, variante în cadrul cărora a fost analizată și aplicată soluția de fundare pe micropiloți scurți forajți executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, soluție ce poate înlocui variantele de fundare directă de adâncime medie a zidului de sprijin sau fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați.

Datorita avantajelor pe care le oferă utilizarea acestei soluții capabile să înlăture dificultățile tehnico-economice generate de condițiile dificile de teren, soluția de fundare pe micropiloți scurți forajți executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, poate fi o soluție tehnică de viitor utilizată pentru consolidarea terasamentelor tuturor construcțiilor afectate de alunecările de teren, sau terenuri dificile de fundare.

CAP.V. CONCLUZII GENERALE

Pământurile provin din dezagregarea fizică și alterarea chimică a rocilor compactate, acoperind cea mai mare parte a uscatului de pe scoarța terestră.

Studiul pământurilor, în legătură cu diferite probleme ingineresti, constituie obiectul disciplinei denumite **Mecanica Pământurilor sau Geotehnica**.

Diversitatea și dificultatea problemelor pe care le studiază Geotehnica derivă atât din caracterul complex al pământurilor cât și multe din situații în care acestea pot interveni la lucrările de construcții.

5.1. Caracterizarea generală privind instabilitatea taluzurilor

Ca procese de degradare a solului și terenului, asociate sau independente proceselor de eroziune, o largă răspândire pe terenurile în pantă, o au alunecările de teren. Alunecările de teren fac parte, alături de inundații și cutremurele de pământ, din categoria catastrofelor naturale, sau **hazarde naturale**, care pot produce importante pagube materiale sau chiar și pierderi de vieți omenești. Spre deosebire însă de cutremure sau inundații, alunecările de teren pot fi, în unele cazuri, mai ușor de prevăzut și de controlat.

În cuprinsul lucrării se face abordarea unor criterii de clasificare a alunecărilor, cel mai frecvent întâlnite fiind: cauzele producerii, tipul de bază al mișcărilor de alunecare, caracterul general al mișcării, vârsta, dezvoltarea suprafeței de alunecare în raport cu structura geologică a versantului, adâncimea și poziția planului de alunecare, caracteristicile de modelare a suprafeței masei alunecătoare, suprafața afectată și poziția alunecărilor pe versant (*după ISPIF București, 1973*).

Se prezintă în continuare câteva tipuri de alunecări clasificate după primele două criterii, respectiv după cauze și tipul de mișcare a maselor de pământ, precum și efectele alunecărilor de teren care produc pagube însemnate diferitelor obiective socio-economice, proprietăților publice sau private, rănirea sau chiar moartea persoanelor.

CAP.V. CONCLUZII GENERALE

Degradarea construcțiilor, a peisajului și scoaterea din circuitul agricol, temporar sau definitiv, a unor mari suprafețe de teren, reprezintă tot efecte negative ale alunecărilor asupra mediului, acestea fiind evidențiate și în localități din județul Gorj (au fost afectate 44 de localități), respectiv la obiective miniere, la drumuri, la locuințe etc.

Tot în cuprinsul acestui capitol se menționează faptul că la baza stabilirii soluțiilor și schemelor de amenajare trebuie să stea cunoașterea pentru fiecare suprafață cu alunecări, sau cu potențial la alunecare, a factorilor cauzali sau condiționali și a importanței social-economice a obiectivelor periclitare de alunecările respective.

Iar în vederea prevenirii sau reducerii la minimum a pagubelor produse de alunecările potențiale de teren, sunt necesare studii detaliate privind riscurile producerii acestora, finalizate prin elaborarea hărților de risc. Hărțile de risc prezintă un mare interes pentru planurile de dezvoltare a unor investiții în zonele cu potențial la alunecare. Sunt necesare a fi elaborate chiar până la nivel de localități care prezintă risc potențial la alunecări (la scări mari) sau la nivelul fiecărui județ în parte, sub forma unor hărți de risc privind producerea hazardelor naturale – alunecări de teren, cutremure.

5.2. Caracteristicile fizico - mecanice ale pământurilor.

Pământul este materialul care formează terenul de fundare. Conlucrarea dintre pământ și fundații poate avea o multitudine de aspecte. Fundația transmite terenului de fundare încărcările aduse de construcții; comportarea sub sarcină a pământului va determina deformațiile și stabilitatea structurii.

Pentru a se putea găsi cele mai corespunzătoare soluții privind modul de fundare a construcțiilor, atât din punct de vedere tehnic cât și economic, în cuprinsul acestei lucrări se fac referiri la proprietățile fizico – mecanice ale pământurilor.

Din punctul de vedere al studierii pământurilor, în general, și în cea ce privește comportarea lor la diferite acțiuni, în special, se constată că prezintă un interes deosebit cunoașterea rapoartelor dintre volumele fazelor componente.

Aspecte privind compactarea pământurilor

Pentru determinarea tuturor mărimilor utilizate în practică sau în calcule este suficient să se cunoască trei din indicii care reprezintă caracteristicile fizice de bază ale pământurilor și se determină nemijlocit în laborator, și anume : umiditatea, greutatea volumică a scheletului mineral și greutatea volumică a pământului.

Cunoașterea proprietăților fizice ale pământurilor constituie date de bază la proiectarea și realizarea fundațiilor (porozitatea, indicele porilor, capacitatea și gradul de îndesare, densitatea specifică, greutatea volumică etc), privind structura terenului de fundare de pe amplasamentul construcției din punct de vedere geologic și hidrogeologic pe adâncimea zonei active, a naturii diferitelor straturi din care este alcătuit terenul, natura și variația sezonieră și anuală a apelor subterane etc.

De asemenea s-au analizat caracteristicile mecanice ale pământurilor, respectiv proprietățile de rezistență și deformabilitate ale terenului care se pun în evidență prin intermediul unor indici mecanici (fazele de deformație, distribuția eforturilor, eforturi unitare, compresibilitatea, rezistența la forfecare etc).

În acest context comportarea pământurilor sub acțiunea încărcărilor exterioare se caracterizează prin acești indici de rezistență și deformabilitate care sunt în funcție de natura terenului , de intensitatea, de modul și durata de acțiune a încărcărilor, precum de forma și mărimea suprafeței fundației, prin intermediul căreia se transmit încărcările asupra terenului de fundare.

5.3. Aspecte privind compactarea pământurilor.

În practică, la realizarea construcțiilor, nu întotdeauna pământul natural are caracteristici favorabile realizării unor fundații în condiții de stabilitate și apare necesară îmbunătățirea acestora printr-o acțiune mecanică. La realizarea unor construcții de pământ, proprietățile fizico – mecanice sunt înrăutățite prin săpare, diverse manipulări și apoi nivelare, caracteristicile pământului care ajunge la locul de punere în operă nu mai sunt ca cele ale pământului natural. Pentru a deveni un material bun de construcție, cu caracteristici favorabile, cunoscute și uniforme, este necesară realizarea operațiunii de compactare (33, 34).

Compactarea reprezintă un proces fizico-chimic prin care se caută să se mărească numărul de contacte dintre granule, în urma redistribuirii și pătrunderii granulelor mai mici în spațiile dintre granulele mai mari, prin reducerea golurilor la

CAP.V. CONCLUZII GENERALE

minimum posibil și eliminarea unei anumite cantități din apa liberă. Această operație se produce sub acțiunea unor forțe exterioare aplicate asupra pământului și are ca rezultat creșterea densității acestuia.

În cuprinsul lucrării s-a analizat problematica îmbunătățirii terenurilor dificile în vederea fundării directe, respectiv :

- îmbunătățirea pământurilor pe cale mecanică la suprafață;
- îmbunătățirea terenurilor dificile în adâncime în vederea fundării directe.

Îmbunătățirea pământurilor pe cale mecanică *la suprafață* se poate realiza prin următoarele procedee de compactare (42) :

- Compactarea prin cilindrare;
- Compactarea prin batere;
- Compactarea prin vibrare.

Metodele de îmbunătățire a terenurilor *dificile în adâncime* în cazul fundării directe, au în vedere faptul că fundațiile trebuie realizate astfel încât încărcările transmise terenului de fundare să nu depășească capacitatea portantă a acestuia, iar deformațiile terenului și ale suprastructurii să nu compromită stabilitatea construcției sau să creeze dificultăți în exploatare.

Rezolvarea acestor cerințe de calitate, impune ca talpa fundației să fie dimensionată astfel încât să nu se producă ruperea terenului de fundare sau deformarea peste limita considerată compatibilă cu structura construcției; corpul fundației trebuie dimensionat astfel ca materialul din care este alcătuit să reziste la solicitările la care este supus.

Ca procedee de îmbunătățire a terenurilor dificile în adâncime în vederea fundării directe au fost studiate :

- compactarea cu vibromaiul, compactarea cu maiul supergreu;
- compactarea în adâncime cu coloane de pământ;
- compactarea de adâncime executată prin batere;
- coloane de balast realizate prin vibropresare;
- compactarea în adâncime prin vibroflotare, nuclee de beton;
- compactarea de adâncime prin metoda vibroînțepării.

Fiecare dintre soluțiile de fundare indirectă au avantaje și dezavantaje care trebuie atent cântărite înainte de impunerea soluției de fundare.

Factorul hotărâtor în alegerea soluției de fundare este în principal terenul de fundare pe care se amplasează construcția.

5.4. Soluții tehnice propuse pentru stabilizarea terenurilor în zona benzii transportoare TMS 2 – C2 – Cariera Mătășari, județul Gorj.

Ansamblul informațiilor obținute din cartarea geologică și identificarea zonelor de instabilitate a terenului, forajele geotehnice și testele de laborator permit formularea următoarelor concluzii principale:

- perimetrele investigate sunt afectate de alunecări de teren vechi de adâncime reactivitate și de pierderi locale a stabilității taluzelor active;
- evoluția procesului de pierdere a stabilității este în funcție de prezența apei infiltrate, din precipitații sau din surse permanente existente în amonte de zona afectată în prezent. Procesul de pierdere a stabilității evoluează din aval către amonte și poate afecta noi volume de material;
- înălțimile mici (locale) de taluze (10 m), pot deveni instabile la unghiuri relativ mici de taluz (11-15°) sub influența apelor de infiltrații;
- coeficienții de siguranță sunt mai mici ($F_s=1,13$) pentru suprafețele de alunecare cele mai profunde (date de cercetările de teren) și luând în calcul influența apei;
- analize de stabilitate efectuate scot în evidență că înrăutățirea caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor în aval de drum reduc stabilitatea globală a zonei cu posibilitatea avansării alunecărilor;
- faptul că terenul din zona alunecată (studiată) este neomogen, iar nivelul de apă nu a fost întâlnit în toate forajele, a făcut ca alunecările să evolueze treptat, zone neafectate inițial fiind și ele instabilizate și afectate de influența apei;
- soluția de stabilizare-consolidare propusă valabilă pentru toate zonele afectate constă din drenarea apelor infiltrate în masa de pământ prin proiectarea și realizarea unui sistem de drenaj amplasat în amonte de zonele afectate în prezent de alunecări.

Sistemul de drenaj poate fi format dintr-un șir de puțuri drenante de adâncime sau tranșee scurte conectate prin intermediul unui foraj dirijat care să evacueze gravitațional apa infiltrată asociat cu realizarea de elemente de sprijin a taluzelor realizate din elemente deformabile de tipul gabioanelor amplasate la limita frontului alunecărilor.

5.5. Fundarea pe micropiloți scurți forajți cu ajutorul Instalației de Foraj F.A. - 6,3 C.

Datorită perfecționării tehnologiilor de execuție a fundațiilor pe piloți, a productivității ridicate și a economiilor obținute, utilizarea piloților la clădirile de locuit și social - culturale, la construcțiile industriale și de artă, la consolidarea lucrărilor de artă, este astăzi o soluție frecvent întâlnită, deși în unele cazuri, terenurile pe care aceste construcții se amplasează ar permite folosirea fundațiilor directe de medie adâncime.

Acest lucru este posibil deoarece fundațiile pe piloți au o siguranță ridicată în exploatare, o execuție curată și rapidă, un bun control al execuției piloților și un anumit grad de industrializare.

Așa cum arată diverși autori (53), industrializarea lucrărilor de fundații, având la bază în primul rând criteriul economic, este cel mai bine reliefată în cazul piloților scurți, soluție care permite înlocuirea fundării directe de mică și medie adâncime (dacă adâncimea de fundare este mai mare de 1,5 – 2,0 m).

O altă utilizare a piloților scurți, a micropiloților este la consolidarea fundațiilor de poduri sau a fundațiilor zidurilor de sprijin ale terasamentelor de drumuri.

Piloții scurți, micropiloții sau piconii sunt piloți cu diametrul cuprins între 29 și 50 cm cu lungimi până la 6,0 m.

Folosirea piloților scurți la lucrările de consolidare la construcțiile de artă, trebuie să respecte câteva criterii tehnico – economice care să justifice folosirea fundării indirecte în detrimentul fundării directe.

Dintre criteriile tehnice care justifică fundarea indirectă, amintim (53) :

-utilajul principal să aibă un grad ridicat de mobilitate, o manevrabilitate deosebită, ușurință și simplitate;

-accesoriile necesare diverselor faze ale execuției să se manipuleze ușor și direct de mecanicul deservent;

-procedul de lucru să aibă un înalt grad de tehnicitate, iar tehnologiile folosite să permită o mecanizare integrală a procesului de lucru;

-posibilitatea controlului permanent al fiecărei faze de lucrări, ceea ce conduce la o lucrare de calitate;

-creșterea gradului de industrializare al infrastructurii construcției.

Fundarea pe micropiloți scurți forajți cu ajutorul Instalației de Foraj F.A. - 6,3 C

În literatura de specialitate sunt prezentate diverse tipuri și tehnologii de realizare a fundațiilor indirecte. Fundarea indirectă se face numai în cazuri bine justificate tehnico-economic și după o analiză temeinică a tuturor variantelor de fundare, deoarece tehnologiile de fundare indirectă sunt scumpe și necesită utilaje speciale.

Fiecare dintre soluțiile de fundare indirectă au avantaje și dezavantaje care trebuie atent cântărite înainte de impunerea soluției de fundare.

Factorul hotărâtor în alegerea soluției de fundare este în principal terenul de fundare pe care se amplasează construcția.

Lucrarea prezentată are ca obiectiv consolidarea terasamentului drumului județean DJ 675 C în zona cuprinsă între km 4 + 985 – km 5 + 015, din localitatea Dumbraveni – comuna Crasna, și refacerea suprastructurii rutiere pentru porțiunea degradată a drumului județean între km 4 + 975 – km 5 + 025.

Pentru consolidarea terasamentului drumului în zona afectată de alunecări s-a propus realizarea următoarelor lucrări :

- un dren longitudinal fund de șanț, pe partea stângă a drumului;
- un șanț longitudinal pereat pe partea stângă a drumului;
- un dren transversal;
- 55 de micropiloți încastrați în radier tip zid de sprijin pentru susținerea terasamentului pe partea dreaptă a drumului;
- dren în spic pe partea dreaptă a drumului în zona adiacentă acestuia pentru drenarea apelor subterane.

Principalele avantaje ale folosirii acestei metode cu micropiloți scurți forajți pe loc, în vederea fundării zidului de sprijin, necesar consolidării terasamentelor drumului județean, afectat de alunecările de teren sunt :

- fundațiile pe micropiloți scurți forajți executate cu Instalația de Foraj FA . 6,3 C au o tehnologie de execuție foarte simplă, rapidă și ieftină;
- micropiloții se pot executa cu lungimi cuprinse între 3,0 și 6,0 m în funcție de terenul de fundare, priceperea conducătorului de șantier, istețimea mecanicului deservent al utilajului, nivelul apei subterane;
- diametrul micropiloților scurți forajți cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C poate fi de 300, 400 sau 500 mm (s-au folosit burghie cu diametrul de 450 mm);
- dacă se urmărește cu mare atenție fiecare operațiune a procesului de execuție, pericolul de rebutare a micropilotului este practic nulă;

CAP.V. CONCLUZII GENERALE

- tehnologia de execuție a micropiloților scurți forajți prezentată și folosită la lucrările descrise anterior conduce la rezultate foarte bune în terenuri normale sau slabe, alcătuite din pământuri coezive sau semicoezive;

- prezența apei subterane nu împiedică aplicarea acestei tehnologii.

Având în vedere faptul că eficiența economică este un element definitoriu al activității de construcții, considerăm că alegerea acestei soluții optime de fundare pentru un zid de sprijin, în condițiile concrete ale terenului, s-a făcut în urma unei analize temeinice, a mai multor variante de fundare posibil de aplicat, variante în cadrul cărora a fost analizată și aplicată soluția de fundare pe micropiloți scurți forajți executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, soluție ce poate înlocui variantele de fundare directă de adâncime medie a zidului de sprijin sau fundarea indirectă pe piloți scurți prefabricați.

Datorita avantajelor pe care le oferă utilizarea acestei soluții capabile să înlăture dificultățile tehnico-economice generate de condițiile dificile de teren, soluția de fundare pe micropiloți scurți forajți executați cu Instalația de Foraj FA – 6,3 C, poate fi o soluție tehnică de viitor utilizată pentru consolidarea terasamentelor tuturor construcțiilor afectate de alunecările de teren sau terenuri dificile de fundare.

5.6. Soluții pentru coborârea nivelului pânzei de apă freatică.

Majoritatea alunecărilor de teren se produc ca urmare a acțiunii simultane a mai multor factori, însă esențial este faptul că ele sunt asociate/specifice perioadelor cu precipitații abundente sau topirii brusce a zăpezii, care contribuie la producerea inundațiilor.

Una dintre soluțiile noi de coborâre a pânzei de apă freatică, este cea a „Drenajului de adâncime cu drenuri sifon și drenuri electropneumatice” (63).

Tehnologia de creștere a siguranței la alunecare a pantelor (taluzuri, versanți), prin coborârea pânzei de apă freatică, utilizând drenurile sifon, are o istorie de peste 10 ani. Sistemul a fost brevetat internațional și a fost pus la punct de specialiștii grupului R.E.S.S. din Franța. Până în prezent au fost executate în peste 200 de șantiere în Franța, Italia și Elveția.

5.7. Contribuții originale.

Sintetic, lucrarea conține următoarele contribuții :

- Monitorizarea și evidențierea pagubelor produse de alunecările de teren, respectiv degradări în structura de rezistență a unor imobile - clădiri de locuit și pierderea echilibrului inițial al masivului de pământ din infrastructura căilor de comunicații terestre din județul Gorj.

- Sistematizarea și sintetizarea datelor din literatura de specialitate, privind soluțiile tehnice pentru îmbunătățirea terenurilor dificile de fundare, urmărindu-se creșterea rezistenței și stabilității acestora;

- Studiu de caz și soluții tehnice pentru consolidarea terenurilor afectate de alunecări pe drumul județean DJ 675 C, comuna Crasna și stabilitatea terenurilor în zona benzii transportoare TMS 2-C, zona Jilț – Mătășari, județul Gorj;

- Conceperea și elaborarea unei tehnologii de execuție pentru lucrări de consolidare cu micropiloți forajați pe loc cu instalația de foraj FA – 6,3 C;

- Coordonarea studiilor de teren, proiectarea și urmărirea punerii în aplicare a soluțiilor de stabilizare a terenurilor cu potențial de alunecare din zona benzii de transport TMS 2-C și consolidarea drumului județean DJ 675 C;

- Efectuarea unor analize comparative din punct de vedere tehnico – economic a soluției concepute și aplicate cu tehnologii existente, punând în evidență superioritatea acesteia;

- Urmărirea comportării în exploatare a soluțiilor concepute, proiectate și realizate pentru consolidarea terasamentelor drumului județean DJ 675 C.

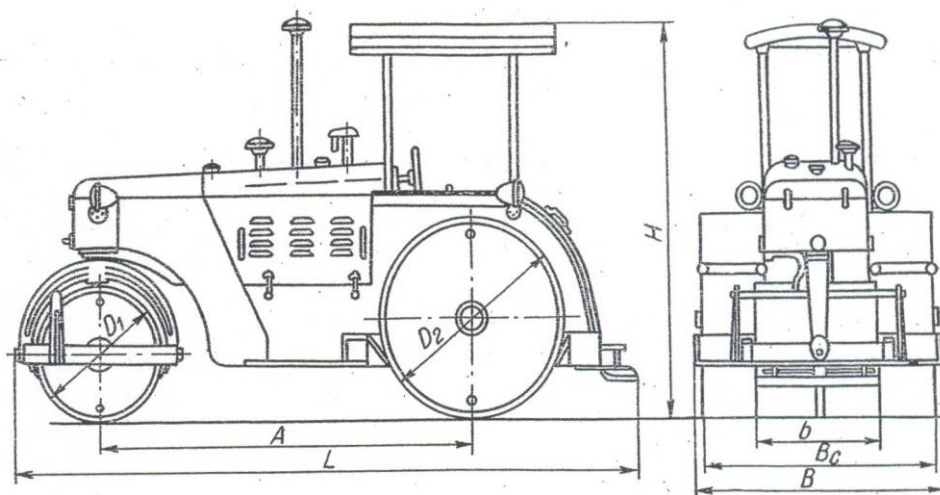
ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

1. Îmbunătățirea pământurilor pe cale mecanică la suprafață se poate realiza prin următoarele procedee de compactare :

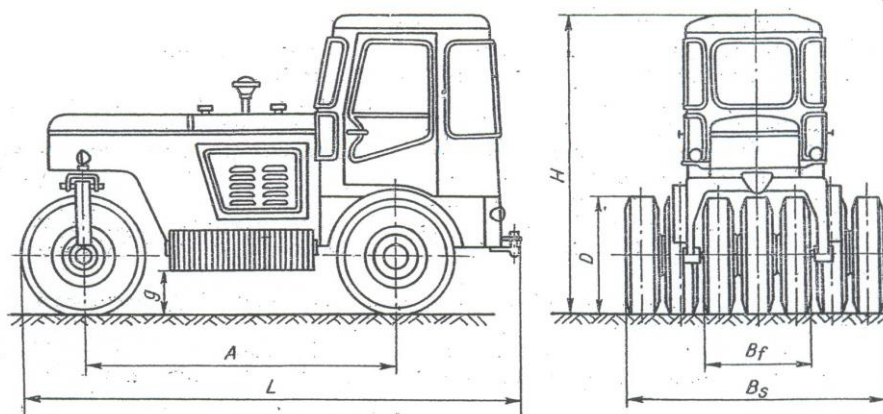
- a/Compactarea prin cilindrare.
- b/Compactarea prin batere.
- c/Compactarea prin vibraare.
- d/Compactarea prin metoda combinată.

1.1. Pentru compactarea prin cilindrare a straturilor de pământ în grosime de 15-20 cm se folosesc cilindrii compactori autopropulsați sau remorcați, care prin presiunea pe unitatea de lungime a rulourilor determină eficacitatea utilizării acestora. Dintre aceste utilaje în practică se utilizează:

1.1.1. Ruloul Compactor Static R 12 M DE 9,8/11,5 t, se utilizează la compactarea pământului, în orice condiții de vizibilitate și atmosferice.



UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR PRIN CILINDRARE



Simbol pe schemă	A	B _f	B _s	D	H	L	g
Tipul	Dimensiuni, în mm						
CP 10	3 020	1 030	2 480	1 138	2 940	5 280	400
CP 12	2 900	1 840	—	1 138	3 320	4 780	400

Caracteristici constructive :

-șasiul se sprijină, printr-un pivot și o furcă, pe cele două rulouri alăturate din față și prin plăci pe osia celor două rulouri distanțate din spate (rulourile pot fi umplute cu apă pentru mărirea greutateii);

-motor Diesel de acționare în 4 timpi, cu răcire forțată și pornire prin demaror electric;

-transmisia la rulourile din spate, motoare, se face prin ambreiaj cu discuri, cutie de viteze cu trei trepte, ax cardanic și diferențial;

-direcție mecanică, frână cu bandă și frână de siguranță;

-ruloul este dotat cu o pompă cu clapete pentru alimentarea radiatorului motorului, apei pentru lestarsă și dispozitivului de stropit.

Caracteristici tehnice:

Greutate :

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

-fără balast	9,8 t
-cu balast (apă)	11,5 t
Motorul de acționare :	
-cilindreea	4,5 l
-puterea	45 CP
-turația	1500 rot/min
Viteza de lucru și transport, înainte și înapoi :	
-viteza I	1,7 km/h
-viteza II	2,7 km/h
-viteza III	8,8 km/h
Presiunea specifică fără lest la:	
-rulourile din față	30,5 kgf/cm ²
-rulourile din spate	65,0 kgf/cm ²
Presiunea specifică cu lest la:	
-rulourile din față	6 kgf/cm ²
-rulourile din spate	74,5 kgf/cm ²
Lățimea rulourilor:	
-din față	525 mm
-din spate	525 mm
Diametrul rulourilor:	
-din față	1000 mm
-din spate	1500 mm
Lățimea la cilindrare	1900 mm
Acoperirea urmelor	100 mm
Dimensiuni de gabarit:	
-lungimea	4940 mm
-lățimea	1940 mm
-înălțimea cu acoperiș	2880 mm

1.1.2. Ruloul Compactor Vibrator Tractat de 1300 kg, se utilizează la compactarea prin vibrație a pământurilor necoezive pe suprafețe reduse.

Caracteristici constructive :

-utilajul constă din două blindaje cilindrice, acționate prin intermediul unei transmisii cu lanț de la:

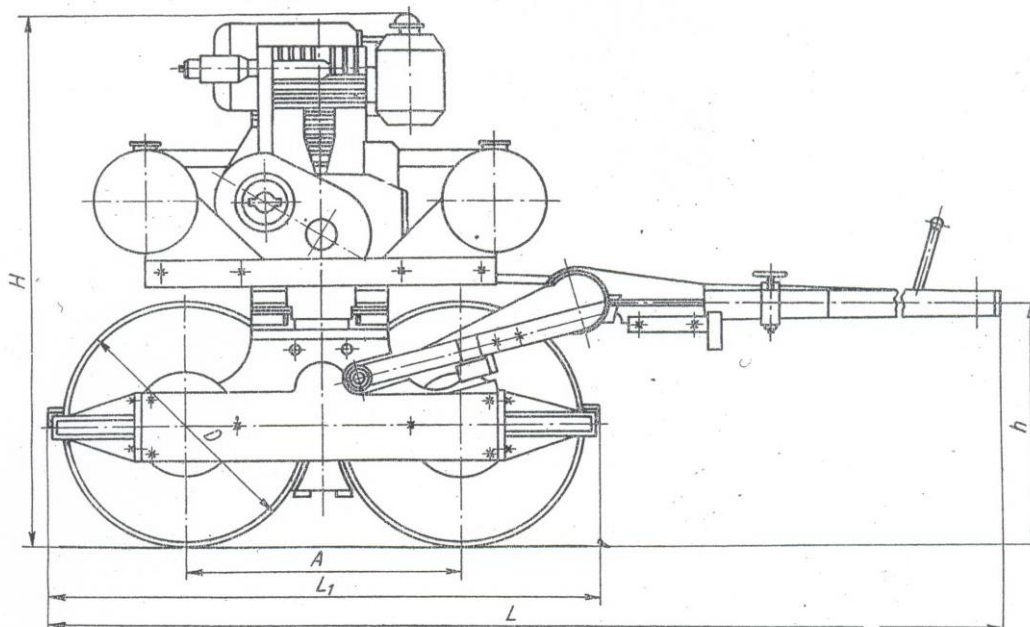
UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR PRIN CILINDRARE

- motor Diesel de acționare în 4 timpi, plasat pe un cadru, sprijinit pe șasiul ruloului;
- în interiorul blindajelor cilindrice sunt montate vibratoarele, ale căror mese excentrice sunt decalate cu 180°;
- acționarea vibratoarelor, care sunt legate între ele, se face de la același motor prin intermediul unei transmisii cu curea trapezoidală;
- între motor și blindajele cilindrice vibratoare este prevăzută o cutie de viteze cu cuplaj pentru vibrator și cuplaj inversor. Cuplajele sunt acționate prin intermediul unei manete de comandă;
- prin intermediul unui braț de comandă (oiște) se face conducerea utilajului de către un om;
- ruloul este prevăzut cu instalație de stropire.

Caracteristici tehnice:

Greutate :	1300 kg
-Lățimea de lucru :	900 mm
Motorul de acționare :	
-puterea	12 CP
-turația	2500 rot/min
Viteza de lucru și transport, înainte și înapoi :	
-viteza I	1,00 km/h
-viteza II	1,65 km/h
Rampa maximă:	
-fără vibrare	45°
-cu vibrare	25°
Adâncimea de vibrare:	
-pentru pietriș	30 cm
-pentru nisip	40 cm
Frecvența de vibrare:	3600 min
Forța centrifugă:	3050 kgf

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR



1.1.3. Rulou Compactor Vibrator RV 6-8 de 6 – 8 t, se folosește la compactarea prin vibrație a lucrărilor de drumuri, piste, aeroporturi etc.

Caracteristici constructive :

-ruloul conține două axe tandem, cea din față cu un tambur vibrator, cea din spate cu doi tamburi alăturați;

-motor Diesel, care acționează cele două grupuri de pompare ale mecanismelor de deplasare și de vibrație, mecanisme ce sunt antrenate de motoare hidraulice;

-direcția este acționată tot hidraulic;

-ruloul este dotat cu instalație de stropire.

Caracteristici tehnice:

Greutate :

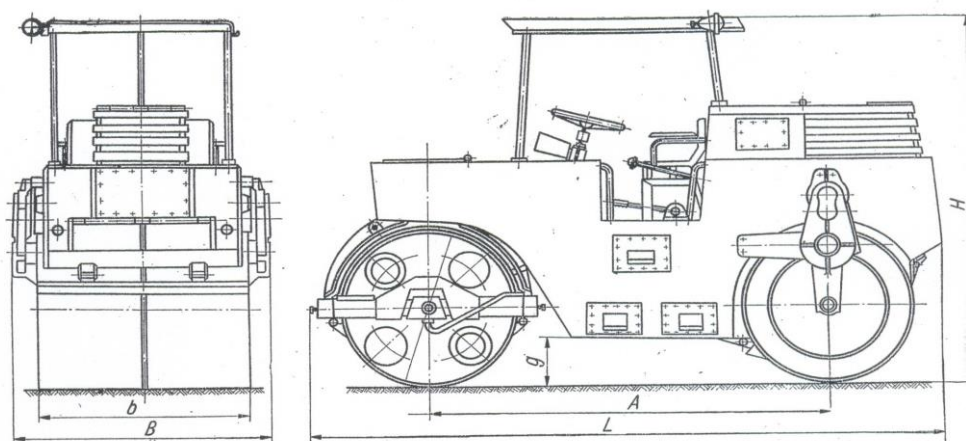
-fără lest	6,55 t
-cu lest	10,0 t

Motorul de acționare :

-puterea	42 CP
-turația	2400 rot/min

UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR PRIN BATERE

Viteza de deplasare, înainte și înapoi :	0 – 8 km/h
Panta maximă:	25 %
Presiunea specifică pe fiecare tambur:	
-fără lest	20,0 kg/cm ²
-cu lest	36,8 kg/cm ²
Frecvența maximă de vibrare:	50 Hz
Pompa hidraulică:	
-debitul maxim	78 l/min
-turația	1450 rot/min
-presiunea maximă	350 kgf/cm ²
Dimensiuni de gabarit:-lungimea	4260 mm
-lățimea	1750 mm
-înălțimea cu cabină	2800 mm



2. Procedul de compactare prin baterie constă fie din baterie cu maiul din lemn (metodă veche) fie prin folosirea unui mai metalic sau din beton armat cu greutatea de 20 – 30 kN.

Utilajul de baterie pentru compactarea de suprafață este alcătuit din următoarele părți componente :

- mai metalic sau din beton armat;
- utilaj purtător (draglină sau excavator), trolu, lumânare de manevră;

Caracteristici tehnice :

Greutate	20 – 30 kN
----------	------------

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

Înălțime de cădere	2 – 4 m
Productivitate	50 m ³ /h
Grosime straturi	20 – 30 cm

3. Utilaje folosite pentru compactarea prin vibrare.

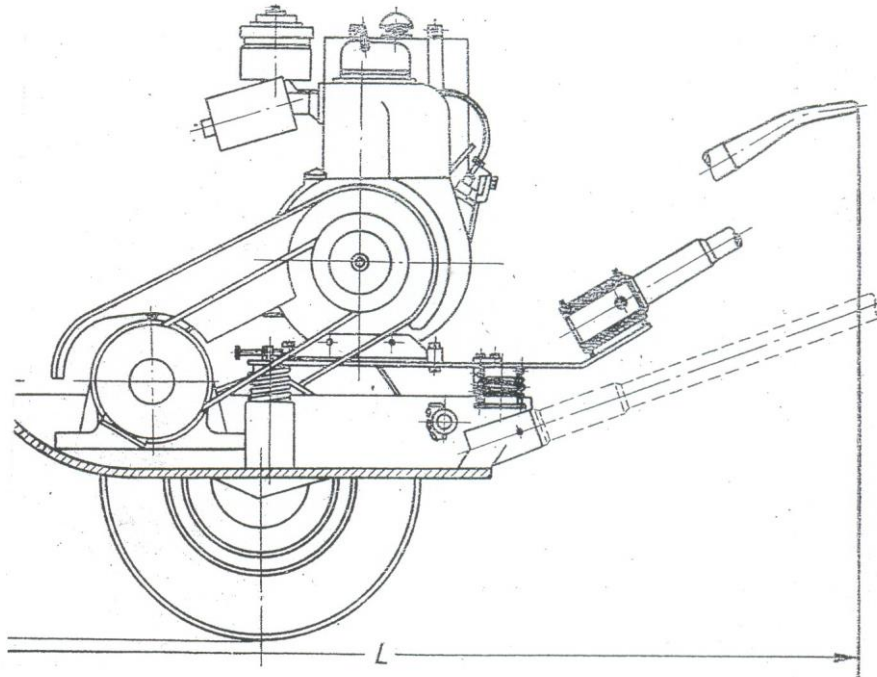
Prin această metodă, datorită fenomenului de vibrare, forțele de frecare dintre granule scad, iar granulele se pot așeza într-o stare mult mai compactă.

Vibrațiile folosite sunt generate de obicei cu ajutorul a doi excentrici, care se rotesc în sens contrar, cu o anumită turație. Pentru executarea compactării prin vibrare se folosesc următoarele utilaje :

3.1. Placă compactoare pășitoare, se utilizează la compactarea terenurilor netasate, ca nisip, pietriși, mixturi bituminoase, la lucrări terasiere, fundații, lucrări hidrotehnice.

Caracteristici constructive :

- placă superioară, arcuri de amortizare, placă inferioară;
- roată antrenantă;
- vibrator,
- roată de întindere a lanțului și roată motoare;
- rezervor de benzină;
- motor;
- dispozitiv de conducere.



3.2. Maiuri mecanice cu motor cu ardere internă.

Maiurile mecanice BS 200, BS 150 și BS 50 K se utilizează la lucrările de compactare a pământurilor, betonului și betonului bituminos, în construcții civile și industriale, de drumuri, construcții magistrale, canale, în special în spații înguste.

Adâncimea de compactare este de circa 0,50 m (la BS 200 și BS 150), respectiv de circa 0,45 m (la BS 50 K).

Caracteristici constructive :

-motorul de acționare este cu ardere internă (cu benzină), în doi timpi, este fixat în consolă pe maiul propriu-zis;

-dispozitiv de cuplare automată este un cuplaj centrifugal care face legătura între motor și vibrator, la atingerea turației nominale a motorului;

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

-reductorul de viteze este alcătuit, la maiurile mecanice BS 50 K și BS 150, dintr-o transmisie cu curele trapezoidale și un angrenaj cu două roți dințate cilindrice cu dinți drepți;

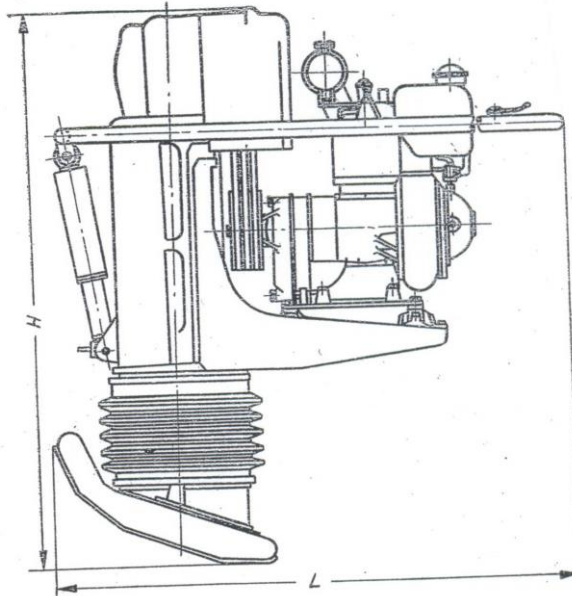
-sistemul vibrator este angrenat de reductor și este alcătuit dintr-un arbore cotit și o bielă, ce transmite mișcare rectilinie alternativă unui piston de izbire, echilibrat prin două resoarte de amortizare. Pistonul este solidar cu partea de lovire, compusă dintr-o tijă și o talpă;

-rama de manevrare este tubulară, de diferite forme, prinsă de partea superioară a maiului și servește pentru ghidarea maiului. Pentru amortizarea vibrațiilor, rama este prinsă de carcasă prin intermediul unui piston amortizor;

-dispozitiv de transport : maiul BS 50 K este echipat cu o ladă, iar tipul BS 150 se transportă pe un cărucior din țeavă de oțel.

Caracteristici tehnice:

Tipul		BS 200	BS 50 K	BS 150
Greutatea	kg	200	55	150
Frecvența	min ⁻¹	430	450-530	430-540
Motorul :				
tipul		EL308	benzină	benzină
puterea CP		6	1,7	5,5
turația rot/min		3000	3200	4500
nr. cilindrilor		1	1	1
nr. timpi		2	2	2
cilindreea:	l	-	0,073	0,15
raport amestec		-	25:1	25:1
consum:	l/h	-	0,5	1,2
cap. rezervor	l	-	1,7	4,0
Turația de ambreiere:	rot/min	-	1800	2500
Dimensiunea plăcii:	mm x mm	600 x 420	330 x 280	
-H compactare:	mm	500	450	500
Dimensiuni gabarit :				
Lungimea:	mm	1450	540	1060
Lățimea:	mm	718	330	570
Înălțime	mm	1270	1130	1000



3.3. Maiuri mecanice cu motor electric de 60 și 180 kg.

Maiurile mecanice cu motor electric de 60 kg și 180 kg, se utilizează în construcții civile și industriale, de drumuri, diguri, canale, pentru compactarea pământurilor și amestecurilor bituminoase, în special în spații înguste. Adâncimile straturilor ce pot fi compactate sunt de 0,20 m la maiul de 60 kg și de 0,50 m la maiul de 180 kg.

Caracteristici constructive :

- Capul de acționare ce acționează, prin intermediul unui corp cilindric, o talpă;
- Motorul electric (componentă a capului de antrenare) antrenează un ambielaj, având următoarele componente:
 - la maiul de 60 kg
 - flanșă metalică montată pe carcasa capului de antrenare;
 - pinion ce acționează o roată dințată;
 - biela, fixată excentric pe roata dințată printr-un bulon.
 - la maiul de 180 kg

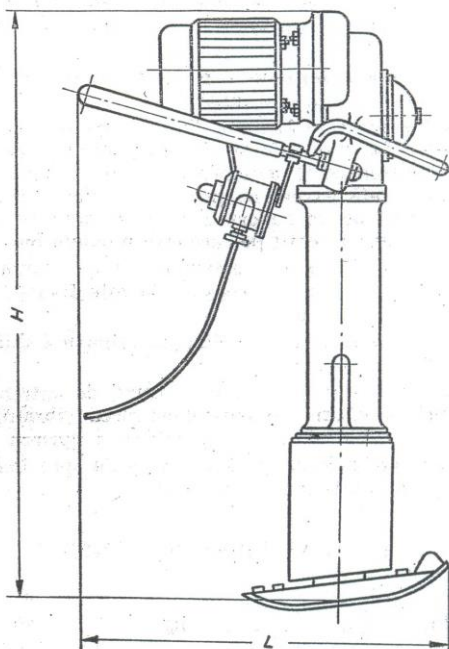
ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

- motorul este fixat pe un suport în consolă, care antrenează prin trei curele trapezoidale un arbore cotit;
- biela montată pe arborele cotit;
- capul inferior, unde biela este articulată la un cilindru în interiorul căruia intră tija maiului;
- resoarte prin care se fixează tija față de cilindru;
- talpa maiului fixată la patrea inferioară a tijeii prin intermediul unui suport;
- ramă de conducere, prinsă elastic la capul de antrenare, pentru atenuarea vibrațiilor;
- comutatorul pentru pornirea și oprirea maiului.

Caracteristici tehnice:

Tipul		I	II
Greutatea	kg	69	186
Motorul :			
Tipul		ASIZ- 18F165L	ASI-132 S 32
Puterea :	CP	1,1	5,5
Turația :	rot/min	1440	1440
Tensiunea	V	3x380/220	3x380/220
Freventa loviturilor:	min	530	480
Cursa mec. de vibrare :	mm	40	76
	-Dimensiunea tălpii: mm	335 x 275	460 x 435
	-Înclinare mai: grade	15°47'	18°37'
Dimensiuni gabarit :			
	Lungimea: mm	566	1080
	Lățimea: mm	366	570
	Înălțime: mm	960	1144

Utilaje folosite pentru îmbunătățirea în adâncime a terenurilor dificile în vederea fundării directe



4. Utilaje folosite pentru îmbunătățirea în adâncime a terenurilor dificile în vederea fundării directe.

4.1. Vibromaiul.

Metoda compactării cu vibromaiul poate fi aplicată pentru îmbunătățirea unor terenuri slabe alcătuite din nisipuri afânate, pământuri prăfoase sau argiloase de consistență redusă.

Vibromaiul este o piesă din beton armat sau tablă groasă de oțel, cu o lungime de 2 – 6 m și este alcătuit din :

- placa de bază pătrată cu latura de 30 sau 40 cm;
- corpul vibromaiului având la partea superioară o secțiune dreptunghiulară de 70 x 80 cm;
- flanșă bulonată pentru atașarea la un utilaj de vibropresare.

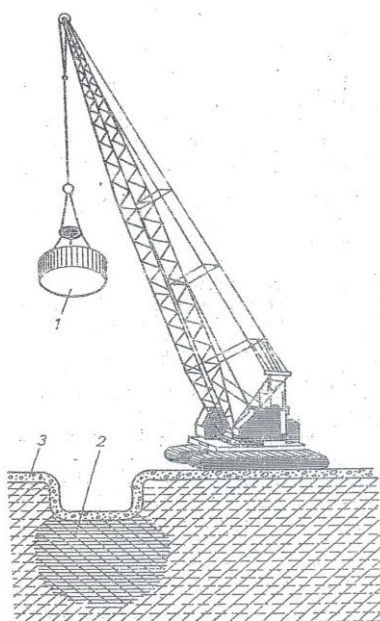
4.2. Maiul supergreu.

Metoda compactării cu maiul supergreu este folosită pentru compactarea pe adâncimi mari și foarte mari atingând chiar 30 – 35 m (în medie 10 – 14 m) a unor materiale diverse : pământuri argiloase-prăfoase de consistență redusă, pământuri loessoide sensibile la umezire, nisipuri afânate, umpluturi eterogene din pământ, moloz, anrocamente.

Metoda constă în aplicarea pe terenul supus tratării a unor lovituri cu un mai supergreu, cântărind 10 – 20 tone, lăsat să cadă liber de la o înălțime de 10 – 30 m.

Dintre utilajele aflate în dotarea unităților de execuție din țara noastră, au fost folosite în acest scop :

- macaraua E 2508 de 60 t echipată cu un mai metalic de 10 t, lăsat să cadă liber de la 25 m (lucrul mecanic/lovitură 250 t m);
- macaraua Demag de 40 t echipată cu un mai de 15 t, lăsat să cadă liber de la 15 m (lucrul mecanic/lovitură 225 t m);
- macaraua Zemag de 30 t, echipată cu un mai de 10 t, lăsat să cadă de la 8



Compactarea cu maiul supergreu:

1 — mai supergreu; 2 — crater; 3 — platformă de lucru.

4.3. Sondeză percutantă.

Utilajul se folosește frecvent pentru executarea în mod forțat a unor găuri prin percuție în vederea compactării de adâncime a pământurilor sensibile la umezire cu coloane de pământ local.

Pentru realizarea coloanelor de pământ se folosesc următoarele tipuri de utilaje :

* Utilajul „ GALAȚI ” se compune din :

-mandrina (berbec) care este formată dintr-o tijă grea, având la partea inferioară un dispozitiv care prin ridicare și cădere pe teren execută gaura și compactarea coloanei de pământ;

-utilajul purtător;

-lumânare de ghidare;

-tijă;

-bielă de acționare;

-sistem de glisare și prindere a tijei purtătoare.

Față de puterea de care dispune utilajul, masa berbecului cu tijă este limitată la 1500 – 1600 kg, iar pentru asigurarea unei bune verticalități necesare la realizarea tehnologiei, tija este de 8 – 10 m, putând fi formată dintr-o singură piesă sau din mai multe elemente îmbinate prin înfiletare.

* Excavatorul echipat cu berbec se compune din :

-berbec cu lungimea de 8,75 m și vîrf de beton 300 mm, masa = 2200 kg;

-săgeată;

-calaje;

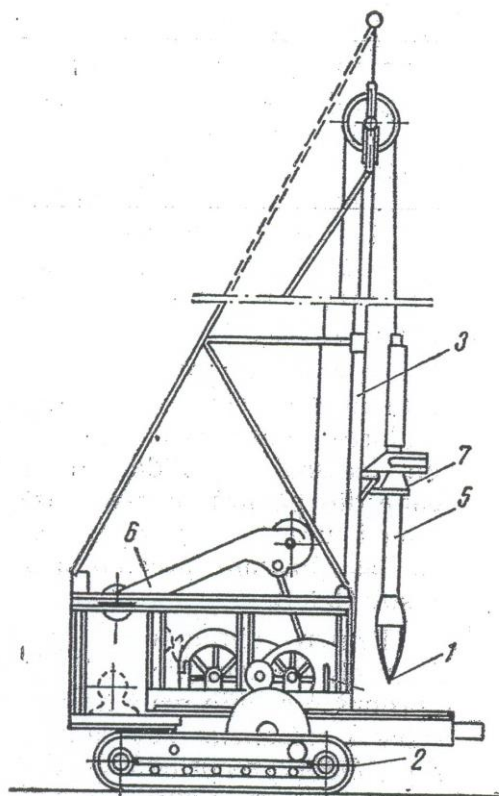
-ghidaje;

-jug distanțier,

-rolă și cablu;

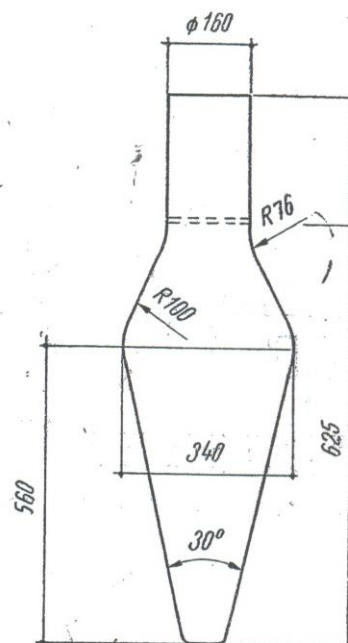
-excavator tip E – 05.

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR



Utilajul „Galați“ folosit la realizarea coloanelor din pământ :

1 — mandarină (berbec); 2 — utilaj purtător;
3 — luminare de ghidare; 4 — tijă; 5 — bielă de acționare; 6 — sistem de glisare și prindere a tijei purtătoare.



Berbecul utilajului „Galați“.

4.4. Soneta FRANCHI tip KPF-22.

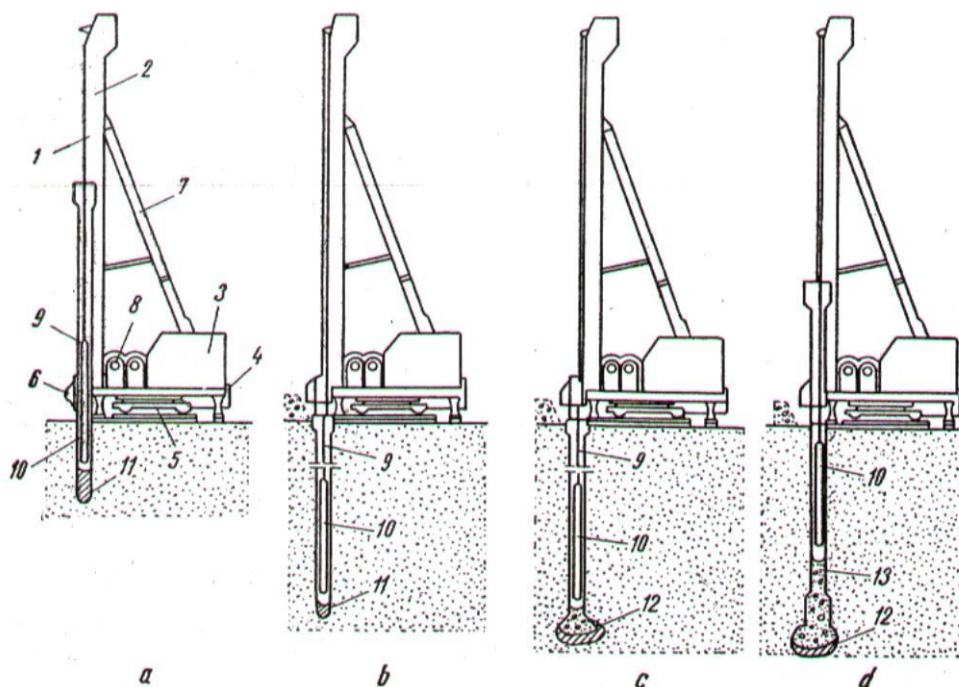
Instalația este utilizată în cazul îmbunătățirii pământurilor în adâncime cu coloane de balast prin batere.

Părți componente ale instalației :

- cărucior, șasiu și cabină;
- cablu și lumânare;
- container;
- trotiu, contrafișă;

Utilaje folosite pentru îmbunătățirea în adâncime a terenurilor dificile în vederea fundării directe

-coloană metalică, berbec și dop din beton.



Soneta Franki folosită la realizarea coloanelor din balast :
a...d - fazele execuției; 1 - cablu; 2 - luminare; 3 - cabină; 4 - șasiu; 5 - cărucior;
6 - container; 7 - contrafișă; 8 - trolu; 9 - coloană metalică; 10 - berbec; 11 - dop
din beton; 12 - bulb; 13 - balast.

4.5. Vibroflotor.

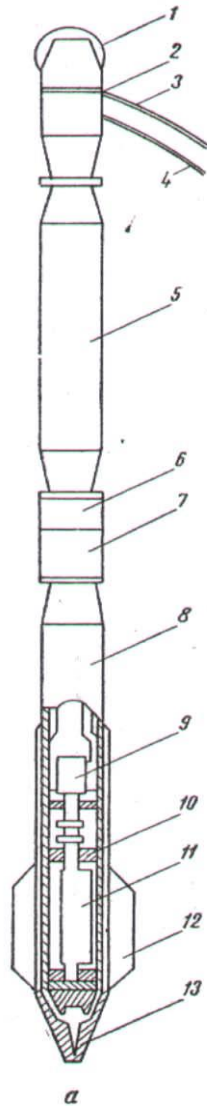
Vibroflotarea este un procedeu de compactare în adâncime a pământurilor slabe cu coloane de material granular (nisip mare, pietriș, balast, piatră spartă, realizată cu ajutorul unei instalații speciale, care combină efectul vibrațiilor orizontale cu acela al unui jet de apă sub presiune.

Instalația de vibroflotare și coloanele prelungitoare sunt susținute de un excavator cu echipament de macara și se compune din :

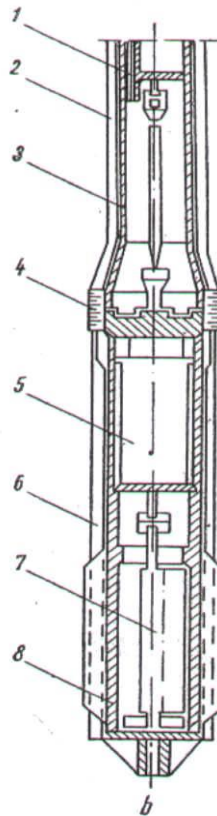
- dispozitiv suspendare;
- cap de distribuție;
- furtun de apă cu tub de prelungire,
- duză superioară și izolator;
- vibrator, motor hidraulic,
- conductă de apă;
- excentrice și aripi stabilizatoare;

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

-vîrful vibratorului.



Instalația de vibroflotare :
a — schema instalației; 1 — minier de suspendare; 2 — cap de distribuție; 3 — furtun de apă; 4 — furtun hidraulic; 5 — tub de prelungire; 6 — duză superioară; 7 — izolator; 8 — vibrator; 9 — motor electric sau hidraulic; 10 — conductă de apă; 11 — excentrice; 12 — aripi stabilizatoare; 13 — vîrful vibratorului.
b — partea inferioară a instalației; 1 — jet de apă superior; 2 — jet de apă exterior; 3 — țevă de prelungire; 4 — cuplaj flexibil; 5 — motor electric sau hidraulic; 6 — jet de apă; 7 — axul excentricelor; 8 — vibrator.



4.6. Agregatul de vibropresare AVP-1.

Utilajul respectiv, a fost proiectat, realizat ca prototip și trecut apoi ca produs în serie sub coordonarea Institutului politehnic „Traian Vuia” Timișoara.

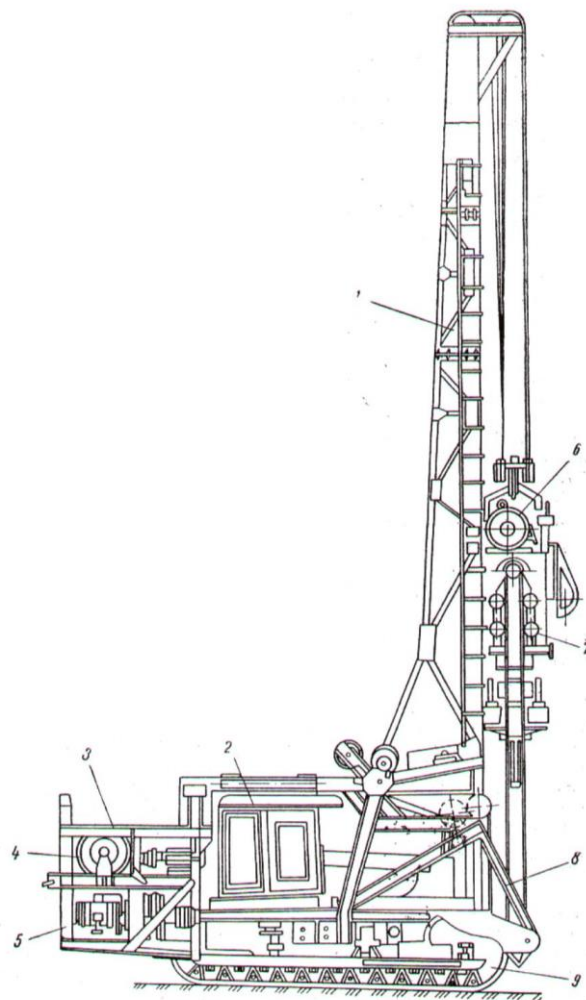
Agregatul servește la introducerea și smulgerea dispozitivului pentru realizat coloane din balast pentru consolidarea în adâncime a terenurilor dificile de fundare, se compune din :

- lumânare, cabină de comandă;
- cadru posterior, troliu de ridicare ;
- viteza de extragere a troliului este sub 1 m / min;
- motor electric de 55 KW și alternator 100 kVA;
- vibrogenerator care se deplasează pe verticală în profilele de ghidaj ale lumînării;
- tractor S 1500;
- cadru anterior.

Caracteristicile tehnice de bază ale utilajului sunt :

- forța perturbatoare maximă 22.000 daN;
- forța maximă de apăsare sau smulgere 11.000 daN;
- greutatea agregatului 30.948 kg;
- presiunea specifică pe teren 0,68 daN/cm²;
- viteza de deplasare a agregatului 2,35 - 5,4 km/h.

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR



Agregatul de vibropresare AVP-1:
1 – lumânare; 2 – cabină de comandă; 3 – cadru posterior; 4 – trolu; 5 –
alternator de 100 kVA; 6 – motor electric de 55 kW; 7 – vibrogenerator; 8 –
tractor S-1500; 9 – cadru anterior.

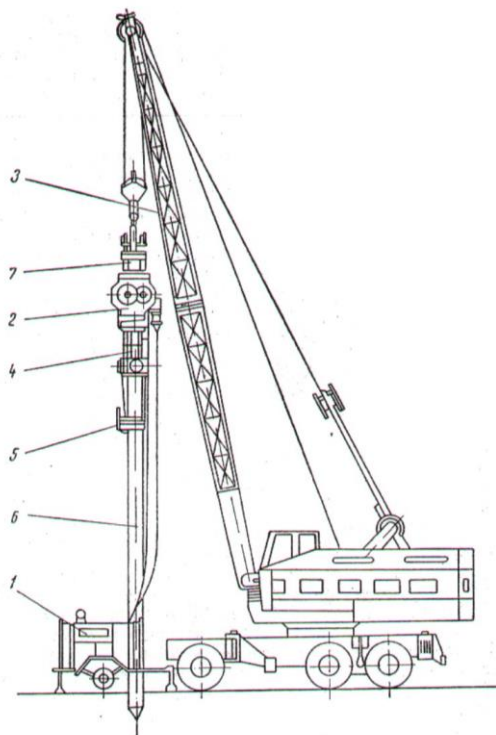
4.7. Agregatul de vibrație tip VUB – 1M.

Agregatul se folosește pentru executarea coloanelor din balast și se compune din următoarele subansamble :

- excavator;
- lumânare de ghidaj;
- vibrator VUB : -grup electrogen;
- vibrogenerator;

Caracteristicile tehnice ale instalației de foraj FA – 6,3 C

- braț excavator, piesă de prindere;
- colier pentru montare, tub inventar;
- amortizor de vibrații.



Vibratorul VUB-1M :

1 – grup electrogen; 2 – vibrogenerator; 3 – braț excavator; 4 – piesă de prindere; 5 – colier pentru montare; 6 – tub de inventar; 7 – amortizor de vibrații.

5. Caracteristicile tehnice ale instalației de foraj FA – 6,3 C.

Instalația FA 6,3 – este o instalație de foraj hidrogeologic, montată pe autoșasiu Roman 10215 FA, acționată de motorul autoșasiului unei prize de putere totală tip P 80 și este destinată executării forajelor pentru alimentări cu apă sau alete lucrări similare prin următoarele metode :

- forajul hidraulic cu circulație inversă prin aer – lift;
- forajul rotativ uscat;
- forajul percutant uscat cu cablu

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR



Caracteristici Tehnice Funcționale și Constructive.

Sarcina la cârlig:

- | | |
|---|--------|
| - Sarcina maximă la cârlig (pe 4 fire) | 6,3 tf |
| - Sarcina normală la cârlig (pe 4 fire) | 4,0 tf |

Adâncimea de foraj :

- | | |
|---|-----------|
| - Foraj hidraulic rotativ cu circulație inversă | 6 - 100 m |
| - Cu diametrul de 762 mm | 70 m |
| - Foraj rotativ uscat | 0 - 50 m |
| - Foraj percutant uscat cu cablu | 0 - 100 m |

Diametrul maxim de foraj:

- | | |
|---|--------|
| - Foraj hidraulic rotativ cu circulație inversă | 762 mm |
| - Foraj rotativ uscat | 600 mm |
| - Foraj percutant uscat cu cablu | 438 mm |

Dimensiuni de gabarit și masa instalației de transport:

- | | |
|-----------|-----------|
| - Lungime | 10.550 mm |
|-----------|-----------|

Caracteristicile tehnice ale instalației de foraj FA – 6,3 C

- Lățime	2.500 mm
- Înălțime	4.000 mm
- Masa instalației	15.450 kg
- Viteza maximă de deplasare	40 km /oră



Autoșasiul ROMAN 10215 FA:

- Ampatament	4.500 m
- Sarcină totală	15.500 kg
- Sarcină pe osie față	5.500 kg
- Sarcină pe punte spate	10.000 kg
- Putere	215CP/2200 rot/min.
- Tipul prizei de putere	76 kgfm/1400 rot/min.
- Tipul prizei de putere	P - 80

Intermediare :

- Turație la intrare	1400 rot/min.
- Momentul maxim la intrare	76 kgf.m.
- Turații la ieșire :	
- la arborele antrenare compresor	777 rot/min.

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

- la arborele antrenare troliu 314 rot/min.
- la arbore antrenare pompe hidrost. 1074 rot/min.

M A S T MA – 6,3:

- Sarcina maximă de lucru la cârlig 6,3 tf
- Sarcina nominală de lucru la cârlig 4 tf
- Numărul de fire la macara 4
- Prindere capului mort sub geambloc
- Înălțimea liberă de la sol 10.680 mm
- Numărul rozelor la geambloc 5
- Viteza vântului admisă :
 - pentru starea de lucru max. 70 km/h
 - pentru starea de repaus max 120 km/h
- Ancorarea mastului două ancore de rezistență de sub geambloc la șasiu

Indicator de sarcină :

- Construcție cu cilindru hidraulic și manometru
- Presiunea maximă de lucru 25,2 bari

Instalație electrică:

- Alimentare de la baterie acumulatori ai autoșasiu
- Tensiune alimentare 24 V
- Putere la iluminat 5 x 35 W = 175 W

Descrierea sumară a instalației :

- autoșasiul este de tip ROMAN 10215 FA cu ampatament de 4500 mm, prevăzut cu priză de putere tip P 80;
- cadru, pe care se montează subansamblurile instalației, este prevăzut cu 4 cricuri pentru sprijinirea instalației în timpul lucrului. Cadrul este fixat cu șuruburi la lonjeroanele autoșasiului;

Caracteristicile tehnice ale instalației de foraj FA – 6,3 C

- carcasa intermediară în care se află montați 4 arbori : -arborele de intrare care primește mișcarea prin arborele cardanic de la priza de putere a autoșasiului și o transmite la arborele de ieșire I și la arborele de ieșire III; -arborele de ieșire I, transmite mișcarea printr-un angrenaj conic cu reversor la arborele de ieșire II, iar prin curele trapezoidale o transmite la un compresor; -arborele de ieșire II transmite mișcarea prin lanț la troliu. Rotirea troliului într-un sens sau altul, se realizează prin cuplarea angrenajului conic prevăzut cu reversor; -arborele de ieșire III transmite mișcarea prin curele trapezoidale la 2 pompe hidrostactice, de la care printr-o curea trapezoidală este antrenată o pompă hidrostatică (pompele hidrostactice sunt amplasate într-o carcasă unde este montat un arbore, având la capăt o roată cu curele trapezoidale, prin care primește mișcarea de la intermediară, iar la celălalt capăt este montat un cuplaj dințat prin care este antrenată pompa hidrostatică flanșată pe carcasă prin intermediul unui suport);

- arbore tobă de manevră : este fixat de cadru prin 2 lagăre, are montat pe el o roată cu lanț prin care primește mișcarea de la intermediară și o roată dințată prin care transmite mișcarea la arborele tobei de lăcărit și foraj. Toba propriu-zisă, prevăzută cu tambur de frână, este montată liber pe arbore, solidarizată cu arborele prin intermediul unui ambreiaj pneumatic cu discuri;

- arbore tobă de lăcărit și foraj : este fixat prin două lagăre pe cadru, are montate 2 roți dințate, prin una primește mișcarea de la arborele tobei de manevră, iar prin cealaltă transmite mișcarea la arborele de percuție;

- arborele de percuție : este un arbore cotit pe al cărui maneton se află montată rola pentru cablu. Este antrenat de toba de foraj și lăcărit printr-un angrenaj dințat și un cuplaj de mers liber care permite obținerea efectului de cădere liberă la percuție;

- dispozitiv de avans : este utilizat pentru a comanda rotirea tobei de foraj în timpul săpării;

- frânele tobei prevăzute cu frâne care acționează pe tamburii de frână, dotate cu sistem de compensare a uzurii saboților;

- comanda frânelor conține manetele de comandă – prevăzute cu sistem de blocare cu crichet și sistemul de pârghii pentru a transmite la tobe comenzile de frânare și desfrânare;

ANEXA A. UTILAJE FOLOSITE PENTRU COMPACTAREA PĂMÎNTURILOR

- mast MA-6,3 : este un schelet metalic format în principal din doi montanți consolidați. În timpul lucrului mastul se sprijină la sol prin intermediul a două cricuri mecanice;

- suport prăjini : servește pentru susținerea prăjinilor în timpul introducerii și extragerii acestora;

- macara cârlig : MCA-6,3-300 : este utilizată pentru manevrarea garniturii de prăjini și a garniturii de burlane. Este prevăzută cu două role de cablu, iar cârligul este echipat cu 2 umeri pentru chiolbași;

- instalație hidrostatică prevăzută cu : o pompă hidrostatică cu debit variabil care alimentează motoarele pentru acționarea capului hidraulic și cilindrul hidraulic cu cursa de 2,4 m în timpul manevrei garniturii de prăjini, o pompă hidrostatică cu debit variabil care alimentează cilindrul hidraulic în timpul forajului, pentru realizarea avansului; rezervor hidraulic cu filtru de ulei; ridicătoare hidraulice; cilindrii hidraulici pentru basculare, blocare; cricuri; conducte de legătură; aparatură pentru comandă și control;

- instalație pneumatică cuprinde : un pupitru de comandă, ventile de evacuare rapidă, comandă accelerație, legături, conducte, furnituri;

- instalație electrică : cuprinde sistemul de iluminare pentru lucrul în timpul nopții și semnalizarea suplimentară în timpul transportului.

Masa totală a instalației în transport cu plinurile făcute și 4 persoane în cabină (inclusiv șoferul) este de 15.450 kg.

Se transportă separat :

- Cablul de licărit, Podestul, Suport cric;
- Amenajare umbrelă, luleaua de la capătul hidraulic;
- Furtunele de la manifoldul pentru aer – lift;
- Scara detașabilă de la mast.

BIBLIOGRAFIE

1. Adler, L. *Industrializarea construcțiilor, Sinteza documentară INID,*
Negru, I. București, 1981
2. Anastasiu, N, *Texturi si structuri sedimentare.* Editura tehnica Bucuresti
Jipa, D. 1983
3. Andrei, S. *Apa în pământurile nesaturate,* Editura Tehnică, București
1967
4. Andrei, S. *Geotehnica – Fizica Pamanturilor.* ISPIF – IC Bucuresti, 1974.
5. Andrei, S. *Geotehnică și Fundații,* I.C. București, 1980
Antonescu, I.
6. Athanasiu, C *Aplicarea metodei elementului finit in mecanica pamanturilor*
Popescu, M. IC Bucuresti, 1982.
7. Athanasiu, C. *Capacitatea portanta a terenului de fundare,* IC Bucuresti,
1982
8. Bally, R.I. *Loessurile în construcții,* Editura Tehnică, București, 1871
Antonescu, I.
9. Bally R.J., *Suspensii stabile autointaritoare in ingineria geotehnica*
Gabriel, G, Nicola. Editura SJGMA - 2007
10. Bally, R.J., *Alunecările și stabilitatea versanților agricoli,*
Stănescu . Editura Ceres, București – 1977.
11. Bancila, I. *Geologie inginereasca,* vol.II, Editura Tehnica Bucuresti,
1981.
12. Beles, A.A. *Rezistenta Materialelor vol.II,* pentru ingineri constructori,
Voinea, R,P. Editura Tehnica Bucuresti, 1
13. Bădescu, I. *Tehnologia și mecanizarea lucrărilor de construcții civile și*
 industriale, Editura Didactică și Pedagogică București, 1985
14. Biarez, I. *Adaptasion des fondations des Pylones au terrain par les*
 méthodes Barraud Y de la mecanique sols, C.I.G.R.E.,
Sesion – 1968
15. Bila, M *Baraje din materiale locale,* Editura Tehnica Bucuresti, 1977
16. Blidaru, V. *Irigatii si drenaje,* Editura Didactica si Pedagogica Bucuresti,
Pricop, Gh. 1981.
17. Boti, N. *Contributii la studiul pamanturilor contractile ale stratului de*
 fundare din zona orasului Iasi, 1974-teza de doctorat, IP Gh.
Asachi Iasi.
18. Bob, C. *Materiale de constructii* E.D.P. Bucuresti, 1978
Velica, P.
19. Botea, E. *Curs de geotehnica.* Editura Institutului de Cai Ferate,
Bucuresti 1955
20. Botea, E. *Geotehnica constructiilor hidrotehnice, sectiunea IV,*
Andrei, S Manualul Inginerului Hidrotehnician, vol.I, Editura tehnica
Manoliu, I Bucuresti, 1969
21. Boțu, N. *Geotechnique,* Casa de Editură VENUS, Iași, 1998
Mușat, V.

BIBLIOGRAFIE

-
22. Botea, E.
Manoliu, I. *Metodologie de calcul a capacității portante a piloților pentru faze preliminare și proiectare.* Buletin științific al Institutului de Construcții București, nr.4 – 1979
23. Botea, E.
Manoliu, I. *Considerații asupra modului de evaluare a capacității portante a piloților de diametru mare.* Conferința a II - a de geotehnică și fundații, București 3 - 5 iunie 1971.
24. Bowles, J. *Fondazioni*, Editura McGraw – Hill Libri Italia SRL, Milano, 1991
25. Cadar, I
Clipii, T.
Tudor, A. *Beton armat*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara 1999
26. Caquot, A.
Kerisel, J. *Tratat de mecanica pământurilor*, Editura Tehnică 1968
27. Cernea, P. *Lucrări de consolidare a fundațiilor extinse cu minipiloți*, Revista Antreprenorul, nr.2/2004 pag. 14 - 16.
28. Cimpoieru, C. *Consolidarea unei alunecări de teren, pe DJ 665 - Novaci - Baia de Fier, km 37 + 500*, Revista Construcțiilor, 2003 .
29. Cioc, D. *Hidraulica*. E.D.P. Bucuresti 1983
30. Dianu, V. D.
Gheorghiu, V. *Fundații de adâncime în condiții de terenuri dificile*, vol.I, vol. II, Editura Tehnică București, 1997 și 2000.
31. Dianu, V.D.
Istrate, M. *Depozite leussoide ca terenuri de fundare*, Editura Tehnica Bucuresti
32. Dron, A., *Combaterea instabilității pământurilor în practica lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, Editura Ceres - 1982;
33. Fleșeriu, E. *Rezistența Materialelor*, volumul I, I.P. „Traian Vuia” Timișoara, 1979.
34. Florea, M,N. *Alunecari de terase si taluze*. Editura Tehnica Bucuresti 1983
35. Filliat, G. *La pratique des sols et fondations*, Editura „Du Moniteur” Paris, 1981
36. Gruia, A.
Haida, V. *Geotehnică și Fundații*, I.P. „Traian Vuia” Timișoara, 1990
37. Haida, V.
Marin, M.
Mirea, M. *Mecanica pamanturilor*. Editura Orizonturi Universitare Timisoara 2004
38. Găzdaru, A.
Sanda, M.
Feodorov, V. *Geosintetice în construcții. Proprietăți, utilizări, elemente de calcul*. Editura Academiei Române, 1999.
39. Haida, V.
Marin, M. *Geotehnica*, Universitatea Tehnică Timișoara, 1994.
40. Haida, V. *Geologie, geotehnică și fundații - Elemente de geologie și geotehnică*, I. P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1981.
41. Haida, V. *Geologie, geotehnică și fundații - Mecanica pământurilor*, I. P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1982.
42. Ivan, C-tin *Calculul sistemelor de drenaj*, vol. I, Editura tehnica 1985
43. Haida, V.
Pantea, P. *Geologie, geotehnică și fundații - Fundații și procedee de fundare*, I. P. „Traian Vuia”, Timișoara, 1984.
44. Ivan, M.
Vulpe, A.
Bănuț, V. *Statica, stabilitatea și dinamica construcțiilor*, Editura Didactică și Pedagogică București, 1982.
45. Lehr, H *Fundatii vol.I*, Editura de Stat pentru Arhitectura si Constructii (ESPAC) București, 1954

BIBLIOGRAFIE

- 46 Lehr, H. *Fundații vol.II*, Editura Tehnica Bucuresti,1957
47. Leucuța, Gh. *Contribuții la realizarea unor sisteme de fundare indirectă*, Teză de doctorat, Timișoara 2005
48. Leucuța, Gh. *Unele aspecte privind comportarea structurilor cu diafragme din beton armat monolit*. A XXII-a sesiune de comunicări științifice studențești, Timișoara, 23-24 mai 1981
49. Leucuța, Gh. *Sisteme de fundare piloși scurți executați pe terenuri normale*. Zilele academice timișene, ediția IX-a, Timișoara, 26-27 mai 2005, pag. 327, editura Solness, Timișoara, 2005.
50. Lucaci, Gh
Costescu, I
Belc, Fl. *Construcția drumurilor*, Editura tehnica Bucuresti, 2000
51. Lehr, H. *Fundații*, vol. ESPAC București, 1954,
52. Lehr, H. *Fundații*, vol. II, Editura Tehnică București, 1957 .
53. Lungu, I. *Probleme speciale de geotehnică și fundații*, Editura Junimea, Iași, 2002.
54. Maior, N. *Geotehnică și fundații*, ediția a II - a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
55. Manoliu, I. *Fundații și procedee de fundare*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
56. Manoliu, I. *Calculul fundațiilor și inginerie geotehnică EUROCODE 7*, Editura TEMPUS, 1997.
57. Manoliu, I. *Comportarea piloților supuși la solicitări transversale*. Teză de doctorat, Institutul de Construcții București, 1974.
58. Marin, M. *Model combinat de calcul pentru terenul de fundare*. A V - a Conferință Națională de Geotehnică și Fundații, Cluj - Napoca, septembrie 1983.
59. Marin, M. *Algoritm de calcul privind interacțiunea statică dintre construcție și teren*. A VI - a Conferință Națională de Geotehnică și Fundații, Galați, 1987.
60. Marin, M. *Soluții de fundare la Clădirea Centrului Regional de Afaceri din Timișoara*. A X Conferință Națională de Geotehnică și Fundații București, septembrie 2004.
61. Mîrșu, O. *Construcții din beton armat*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1980.
62. Moțoc, M., *Riscul de instabilitate a versanților în așezările rurale situate în zona deluroasă și colinară*, Revista Construcții nr. 4 București - 1977
63. Nicolau, C. *Executarea construcțiilor hidrotehnice pentru lucrări de îmbunătățiri funciare*, vol.II, Editura CERES Bucuresti 1977
64. Păunescu, M. *Geotehnică și fundații*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1982.
65. Păunescu, M. *Fundații*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1973.
66. Păunescu, M. *Folosirea vibrațiilor la executarea unor lucrări de fundații*, Editura Tehnică, București, 1966.

BIBLIOGRAFIE

-
67. Păunescu, M. Marin, M. *Soluții moderne pentru fundații directe*, Editura FACLA, Timișoara, 1986.
68. Păunescu, M. Schein, T. *Piloți scurți turnați la fața locului prin vibropresare*, Caiet selectiv, I.P.T., 1970.
69. Păunescu, M. Gruia, A. Keller, E. *Cercetări privind capacitatea portantă a fundațiilor solicitate la smulgere*. Buletin Științific și Tehnic al I.P.T., Tom 16, Fascicolul 2/1971
70. Păunescu, M. Schein, T. Ștefănică, M. Gîdea, A. *Fundații pe piloți turnați la fața locului*. A II - a Conferință de Geotehnică și Fundații, București 3 - 5 iunie 1971
71. Păunescu, M. Ștefănică, M. *Folosirea vibroînțepării a coloanelor de balast pentru compactarea în adâncime a unor terenuri de fundare*. Revista Șantierului de Construcții nr.8/1972. *Procedee speciale de fundare*, I. P. Timișoara 1974.
72. Păunescu, M. Izdrăila, V.
73. Păunescu, M. *Tehnica vibrării în realizarea fundațiilor*, Editura FACLA, Timișoara 1979.
74. Păunescu, M. *Îmbunătățirea terenurilor slabe în vederea fundării directe*, Editura Tehnică, București 1980.
75. Păunescu, M. Viță, I. Marin, M. *Procedeu pentru realizarea fundațiilor prin vibroștanțare*, Brevet de invenție nr.81747/1983.
76. Perlea, V. Perlea, M. *Stabilitatea dinamică a pământurilor nisipoase*. Editura tehnică, București 1984.
77. Peștișanu, C. *Construcții*, Editura Didactică și Pedagogică București 1979
78. Popa, A. *Geotehnică și Fundații*, vol. I, I.P. Cluj - Napoca 1981.
79. Pop, V. Popa, A. *Geotehnică și Fundații*, vol. II, I.P. Cluj - Napoca 1982.
80. Pop, V. Popa, A. Roman, F. *Geotehnică, Exemple de calcul*, I.P. Cluj - Napoca 1982.
81. Popovici, N. Prioteasa, C. Bialî, G. *Stabilizarea și valorificarea terenurilor agricole alunecătoare*, Editura Univ. Gh. Asachi, Iași – 2003
82. Răileanu, P. Boțî, N. Stanciu, A. *Geologie, geotehnică și fundații*, I.P. Iași 1986
83. Schein, T. *Contribuții la studiul și realizarea fundațiilor indirecte executate cu utilaje vibratoare*. Teză de doctorat, Timișoara 1980.
84. Sillion, T. *Geologie, geotehnică și fundații, Vol. I și II*, Iași 1971,1972
85. Sillion, T. Răileanu, P. Mușat, V. *Fundații în condiții speciale*, I.P. Iași 1988.
86. Similea, I. *Geotehnică și Fundații, Curs U.S.A.M.V. București*, Editura AXA București, 1998
87. Centrul, *Seminar Francofon de Geotehnică și Fundații Cultural Francez - IAȘI*
88. Similea, I. *Geotehnică și fundații - Caiet de lucrări practice*, U.S.A.M.V. București 2001

BIBLIOGRAFIE

- 89 Stanciu, A. *Fundatii – Fizica și Mecanica a Pamanturilor*
Lungu, Irina Editura tehnica Bucuresti - 2006
90. Tomlinson, M *Proiectarea și executarea fundațiilor*, Editura Tehnică
București 1974.
91. Vaicfum, A. *Fundații încastrate*, Editura Academiei R.S.R., București,
1970
92. Vasiloni, N. *Considerații privind calculul capacității portante a fundațiilor*
indirecte realizate cu utilaje vibratoare, Teză de doctorat,
Timișoara, 1985.
93. XXX *Cartea tehnică a tractorului universal TIH – 445 DH*, Ediția
1984
94. UTB *Universal TIH – 445 DH*. Catalogul pieselor de schimb,
Ediția a III-a, 1981
95. STAS 10101/20-90 *Acțiuni în construcții. Acțiunea vântului*
96. STAS 10101/21-90 *Acțiuni în construcții. Încărcări date de zăpadă*
97. STAS11100/1-93 *Zonarea seismică. Macrozonarea teritoriului României*
98. STAS 1243-88 *Teren de fundare. Clasificarea și identificarea*
pământurilor
99. STAS 3950-81 *Geotehnică. Terminologie, simboluri și unități de*
măsură
100. STAS 2561/2-81 *Teren de fundare. Fundații pe piloți. Încercarea în*
teren a piloților de probă și din fundații
101. STAS 2561/1-83 *Teren de fundare. Piloți. Clasificare și terminologie*
102. STAS 3300/1-85 *Teren de fundare. Principii generale de calcul*
103. STAS2561/3-90 *Piloți. Prescripții generale de proiectare*
104. STAS 2561/4-90 *Piloți forajați de diametru mare. Prescripții generale de*
proiectare, execuție și recepție
106. P10/1986 *Normativ privind proiectarea și executarea lucrărilor*
de fundații directe la construcții.
107. NP112/2004 *Normativ privind proiectarea structurilor de fundare*
directa
108. C196/1979 *Instrucțiuni tehnice pentru executarea fundațiilor de*
pământ stabilizat pentru construcții zootehnice